

日本アクチュアリー会例会用資料

ソルベンシーII導入を見据えた保険会社のマーケット
リスクに関わるALMの方向性について

～欧州の実例と日本への応用

アール・ビー・エス証券会社 東京支店
金融法人企画本部
ヘッド・オブ・ソリューション・アンド・アドバイザー・ジャパン
飯沼 邦彦

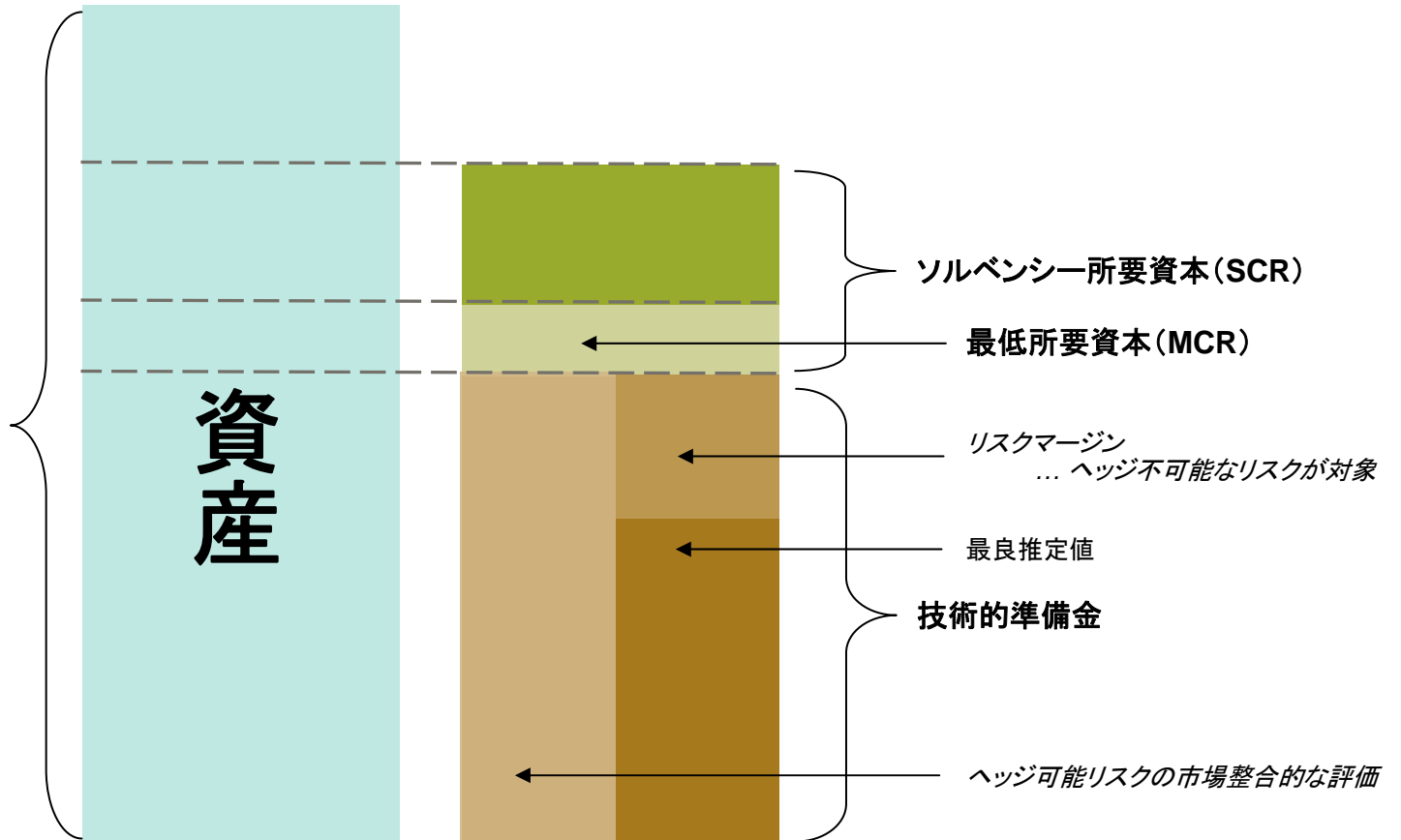
ソルベンシー II の動向

保険規制の概念図

資産も負債も、市場整合的な評価方法を用いて計算される

新規制では大方の場合において、ソルベンシーIに比べ技術的準備金は少くなると予想され、一方SCRはソルベンシーIに比べ多くなると予想される。

技術準備金、SCR、MCR
をカバーするための資産



CP20におけるCEIOPSの提案 – 2006年11月

ソルベンシーII の特徴

ソルベンシーII の主なポイントは、内部のリスク査定により、ソルベンシー所要資本を決定することができることである。これにより保険会社に公平な条件が提供される。

- **リスクと資本管理:**ソルベンシー 資本は、事業特有リスクの包括的分析に基づき、200年に一回の確率で起こりうる事象から生じると予測されるすべての損失を、1年間分カバーするのに必要な目標水準に基づき決まる。結果として、企業が事業特有のリスクや資本の管理、さらに高度なALM発展を促す積極的なツールとなる。
- **リスクの軽減:**代替リスク移転戦略も再保険と並んで認識されるようになる。保険会社はこうした技術を用いることによりソルベンシー資本を軽減することができる。保険リスクを資本市場で消化させる保険リンク証券市場の重要性が増すことになると思われる。
- **分散化:**リスクを合算した統合化リスクおよび必要資本を算定することにより、各種のリスクと各種の事業タイプ間で分散化のもたらす重要性が認識されるようになる。これにより、より幅広い資産種類への投資が促進されることになる。グループレベルでのリスク管理の重要性が増し、リスク計量技術とその対応の巧拙が各社の体力格差を生じさせることになる。
- **透明性:**適切な情報開示の条件が導入される。リスク管理能力が高いことの証明としての結果数値が保険会社の選別を促すこととなる。
- **資本の適格性:**ソルベンシー資本の適格性を査定するのに、損失吸収効果が考慮に入れられるようになる。これによりハイブリッド証券の発行が増加され、保険会社にとっては現在の資本コストの軽減につながる可能性が生じる。

ソルベンシーII 計算方法の概要

新旧対比

現行制度(日本の例)

- 定型的に与えられた算式に基づき線形的に算出

$$\text{ソルベンシー・マージン比率} = \frac{\text{マージンの総額}}{\frac{1}{2} \times \text{リスクの総額}}$$

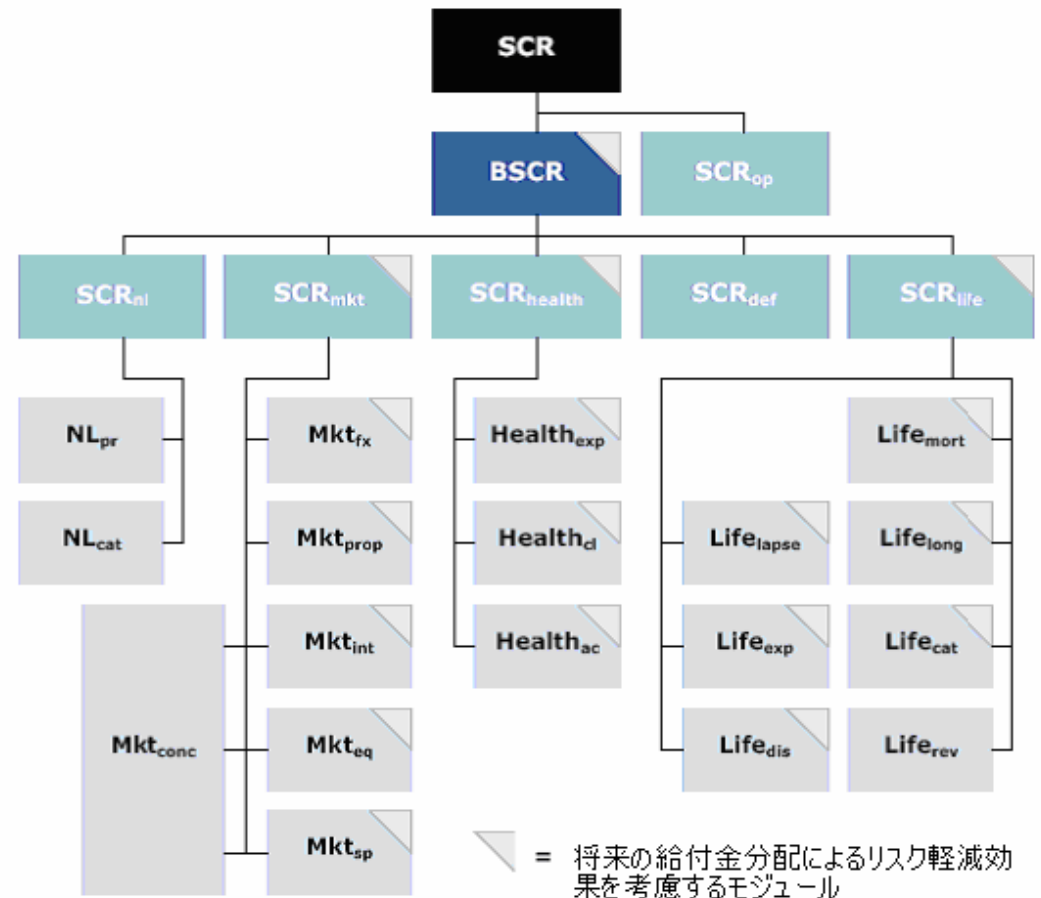
- マージンの総額(支払い余力):
資本金、価格変動準備金、以上危険準備金、資産含み益等
- リスクの総額(通常の予測を超えるリスク):

$$\sqrt{\{R1^2 + (R2 + R3 + R7)^2\} + R4}$$

- 生保の例
 - R1: 保険リスク
 - R2: 予定利率リスク
 - R3: 資産運用リスク
 - R7: 最低保証リスク
 - R4: 経営管理リスク
 - 各リスク数値は各エクスポージャーに一定の掛け目をかけて算出

ソルベンシーII(QIS3)

- 各モジュールごとに確率分布に基づきSCRを計算、相関構造に基づき積み上げ

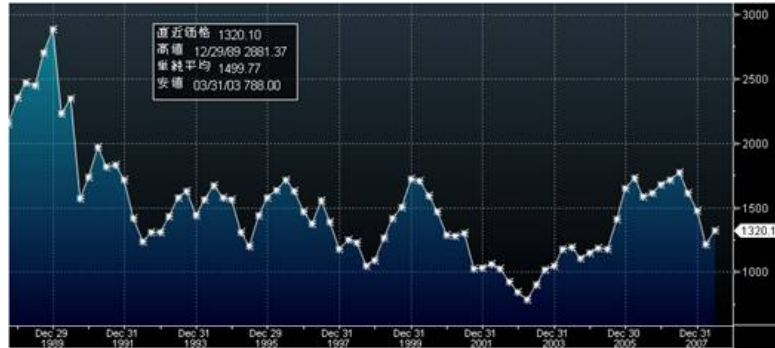


ソルベンシーII計算方法の概要

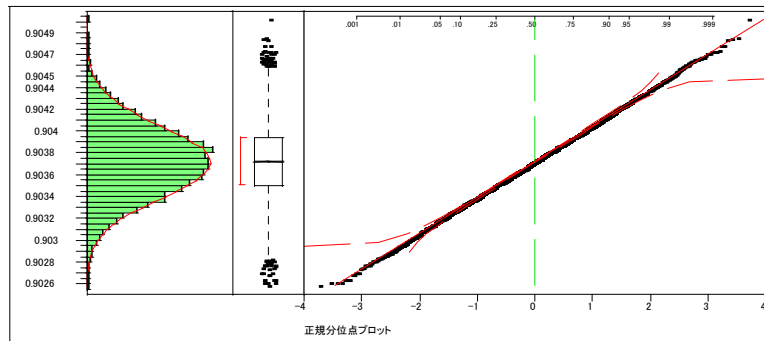
金利リスク、株式リスクの例(続き)

株式

ヒストリカルデータ



適合確率分布同定

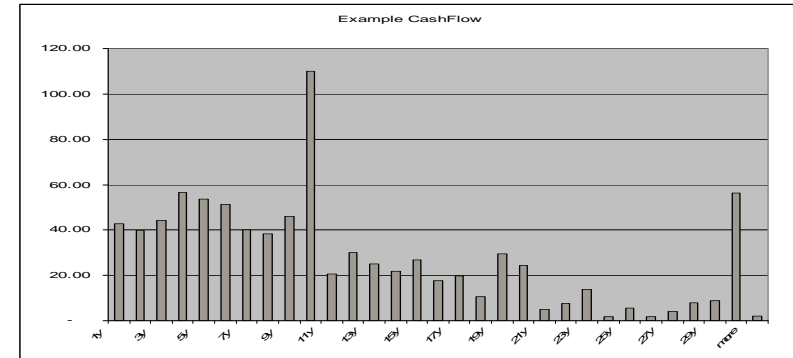


ファットテール調整 (例: Gumbel分布適用)

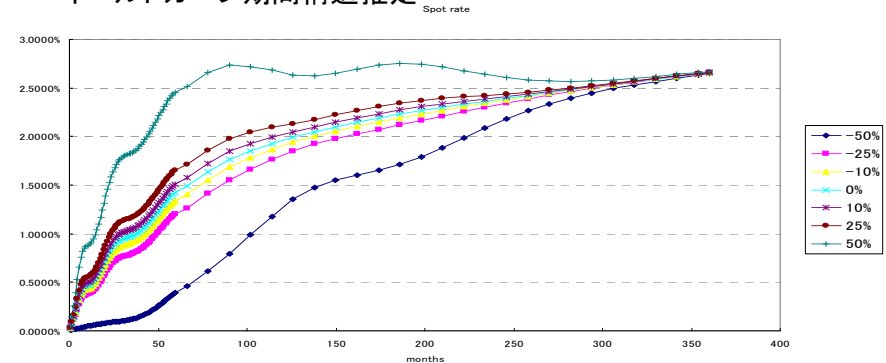
➡ 99.5%VaRでストレスレベル設定

債券

資産キャッシュフロー



イールドカーブ期間構造推定



ファクターベース、シナリオベース調整

➡ 99.5%VaRでストレスレベル設定

ソルベンシーII 計算方法の概要

金利リスク、株式リスクの例(続き)

価格変動リスク計算結果

資産	評価額	現行基準	Sol2準拠
国内株式	300	30.0	122.8
円建債券	700	7.0	32.8
分散効果	-	△30%	相関係数による統合
リスク合計	1,000	25.9	149.0

現行基準とSolvency2準拠による計算ではリスクエクスポージャー係数が大きく異なり、SCRは増大することとなる。

内容資産また内部モデルの置き方にもよるが¹、

1. 現行基準のリスク係数の前提は10年間データであり、かつVaR基準で90%と甘い
2. 現行基準では資産種類によらず、一律の数値としており実態資産と異なる場合がありえる
3. 投資分散効果は現行基準では一律30%としており、相関係数が正である場合には過少計上となる

特にもともと必要資本金のレベルが高い株式については、現行係数の10%から過去の計算ベースで40%と大きく異なることとなり、絶対数値の大きさからインパクトは大きい。

(1)本シュミレーションは欧州ソルベンシーIIの方針に準拠し簡易的に計算したものですが、必ずしも同様な結果を保証するものではありません

欧州保険会社のALM実例

～マーケットリスクのヘッジ

非対称リスク

リスク管理と収益の最適化

ソルベンシーII・国際会計基準導入を見据えたALMの段階

CVaR計測
ダウンサイド抑制ソリューション

Swap, CMS
CPPI等

フェーズ 1

CVaRによる
リスク認識と
各リスクヘッジ
スキームの提供

代替資産の導入

ART商品
ヘッジファンド
仕組み債等

フェーズ 2

代替ポートフォリオに
よる投資収益の向上

負債特性に見合うヘッジ策
負債商品提案

商品特性ヘッジ
組込ファンド

フェーズ 3

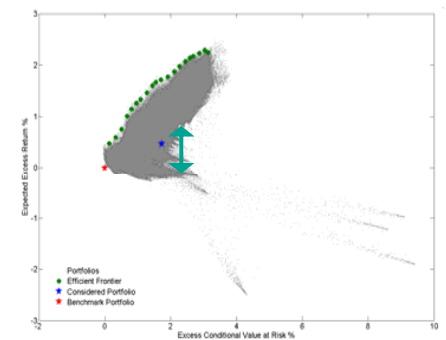
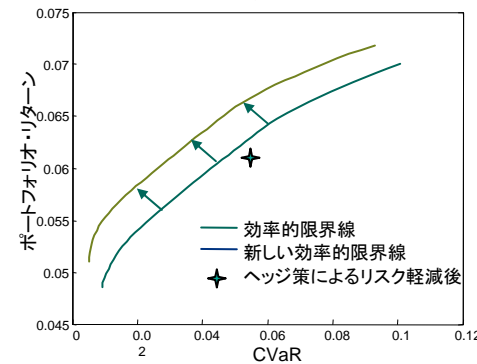
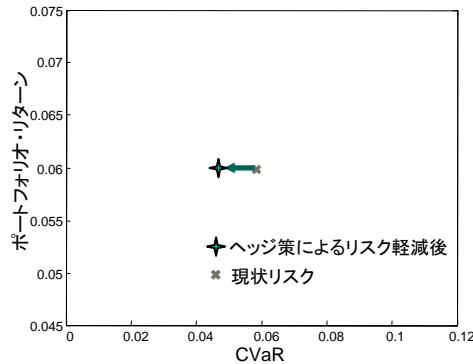
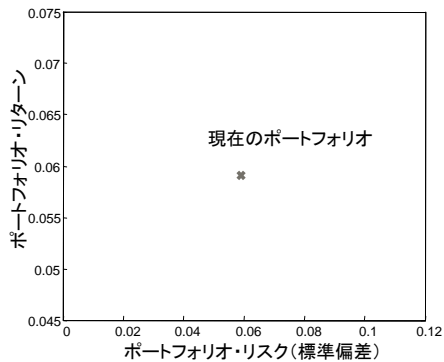
負債特性を
加味した上での
サープラス
最適化

リスク/
リターン
分析

リスク/
リターン
分析

リスク/
リターン
分析

リスク/
リターン
分析



ソルベンシーII 対応

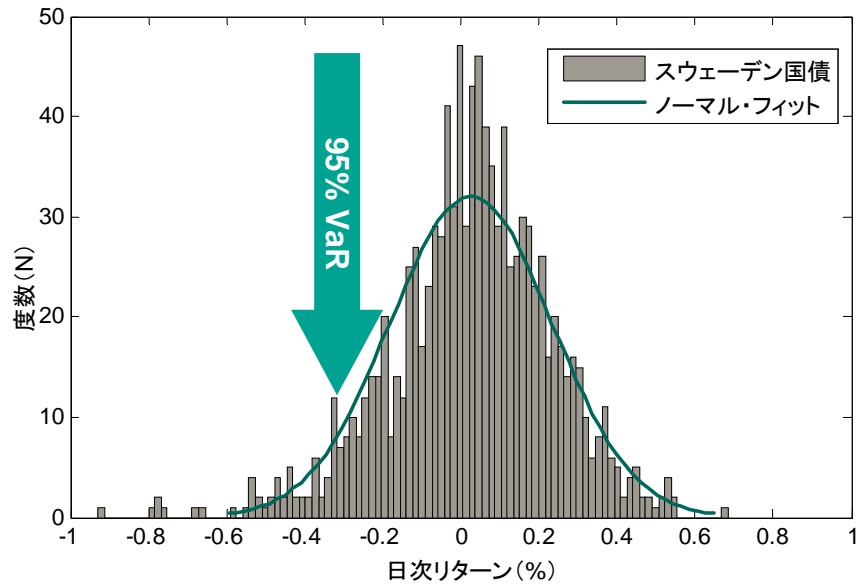
資産最適化 (α 向上)

サープラスの最適化

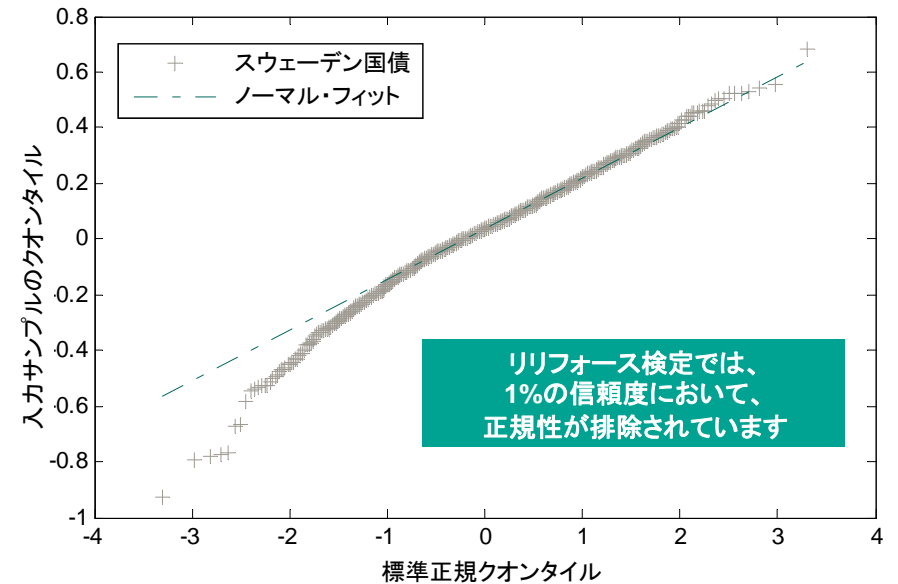
「伝統的」資産に見られる非対称性

- ここではスウェーデン国債の日次リターンの例
- 正規性の仮定は伝統的資産においても根拠が薄く、同国債が負の歪度と正の尖度を持っている

日次リターンの度数ヒストグラム



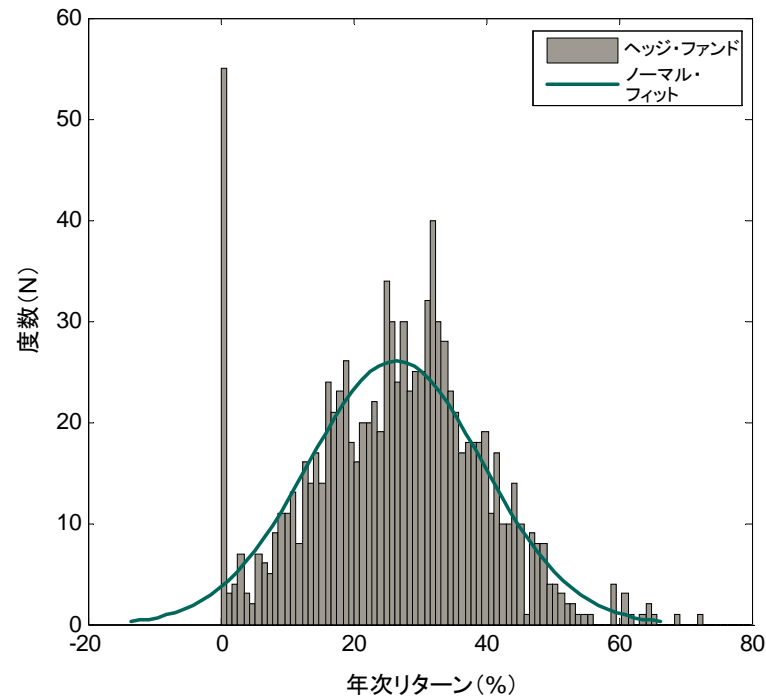
日次リターン対標準正規のQQプロット



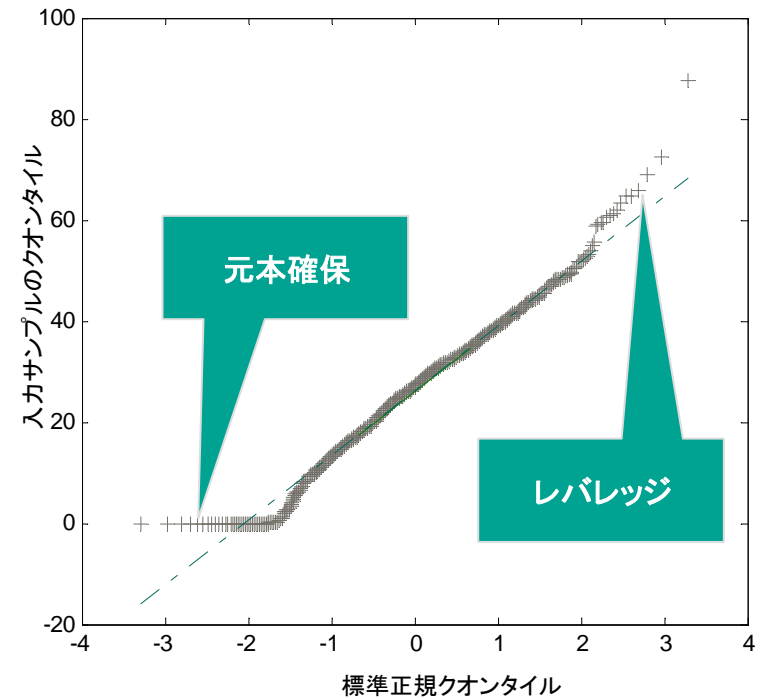
ストラクチャード資産に見られる非対称性

- ここではCPPIヘッジファンド・ノートの年次リターンの例
- 95%の信頼レベルがダウンサイド・プロテクションを示さない点に非対称性が見られる。標準偏差は、ダウンサイドの分散を過大評価していることになる

年次リターンの度数ヒストグラム



サンプルデータ対標準正規のQQプロット



非対称リスクへの対応 ～条件付バリュー・アット・リスク(CVaR)

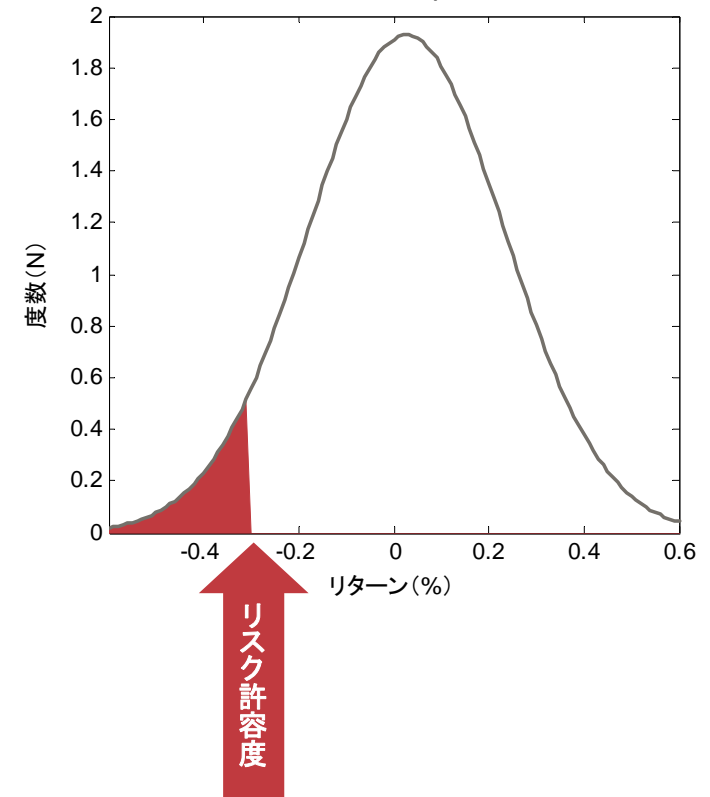
- 非正規分布、非対称分布とファット・テールを適切に扱う。

これにより

- 達成したい目的を考慮し、
 - 分布の統計的仮定に頼らず、
 - 非直線の分布を正確に取り扱い、
 - 正規分布以外の分布を組み入れることを可能とする。
- 結果、ソルベンシーII 制約下での意思決定において最も適したリスク管理ツールとなる。
 - RBSはCVaRをALMアプローチにおける基本メジャーとして最適な運用戦略をご提案してきました。

加重損失が信頼レベルを超える確率

$$\Phi(\mathbf{x}) = \frac{\int_{f(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \geq \alpha(\mathbf{x}, \beta)} f(\mathbf{x}, \mathbf{y}) p(\mathbf{y}) d\mathbf{y}}{(1 - \beta)}$$

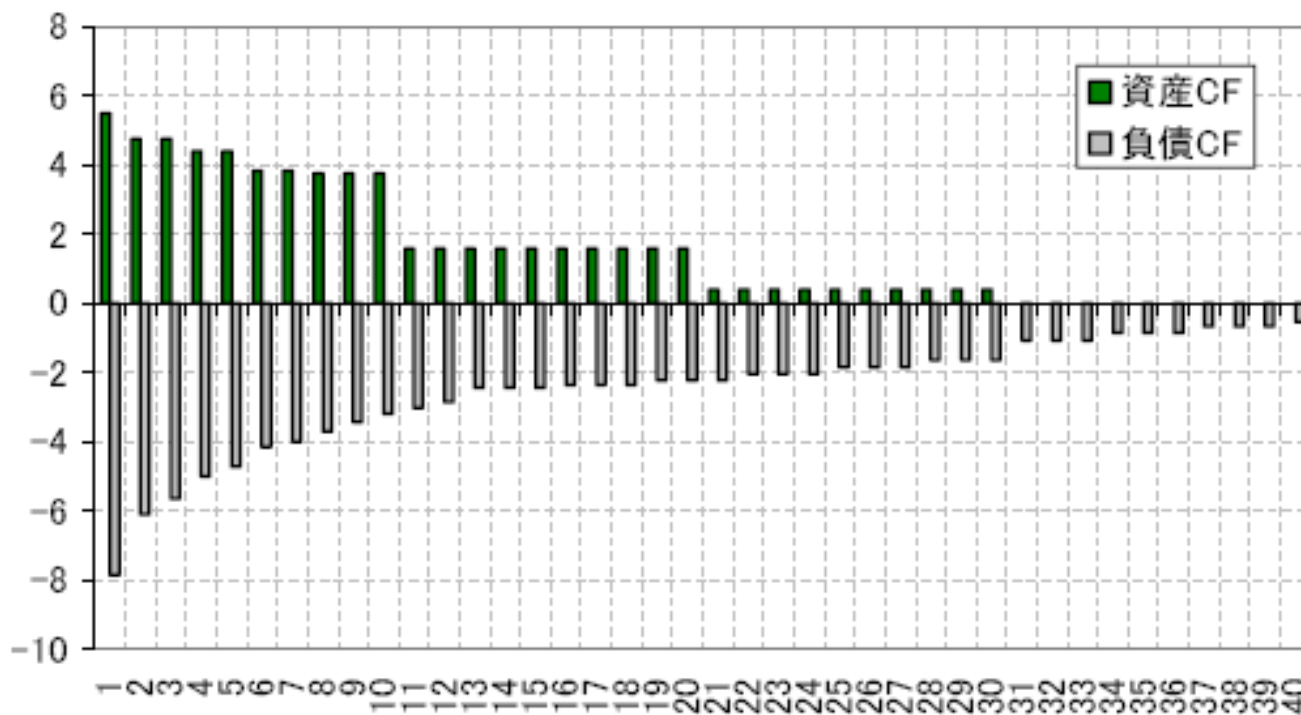


実際のケーススタディ 1

リスク制約への対応

金利リスクへの対応 ～国内大手生命保険会社(大手9社)のキャッシュフロー

資産・負債の推定キャッシュフロー(兆円)(2008年3月末)

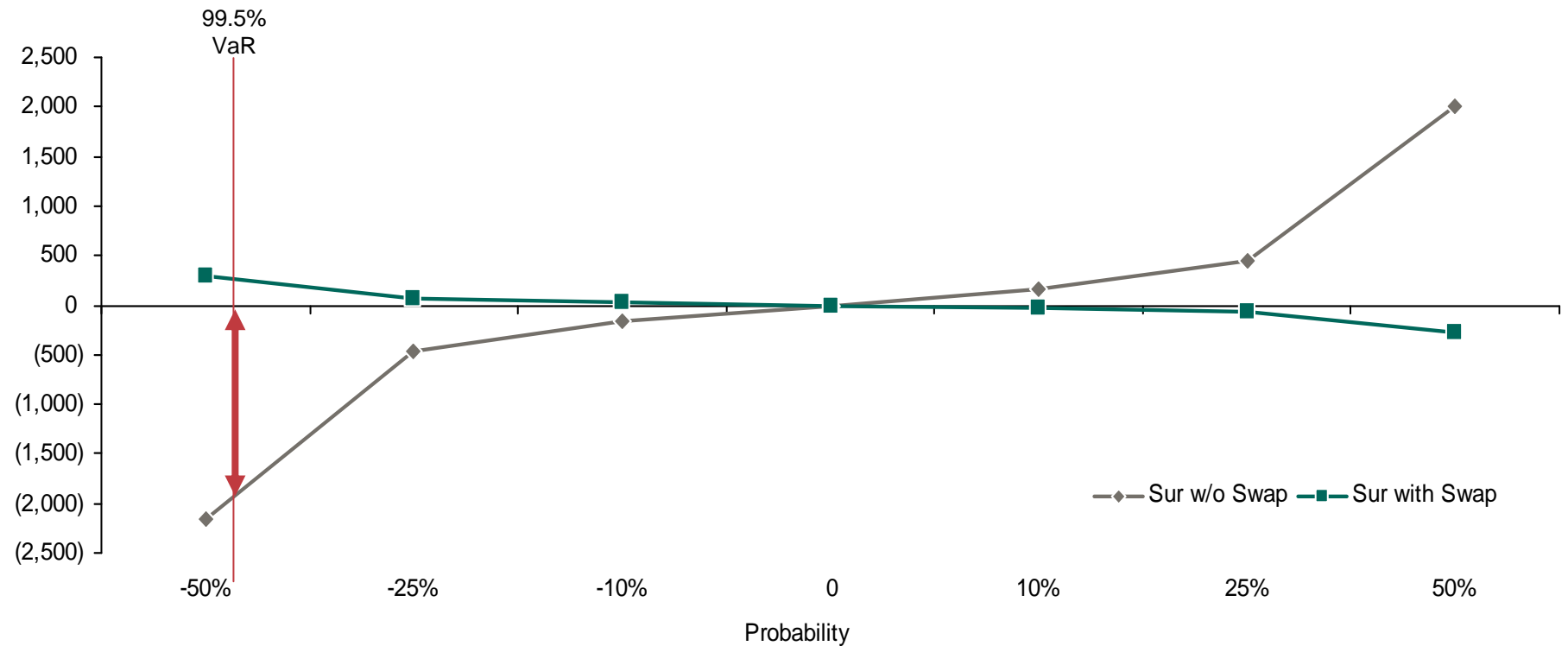


注: 資産側は公社債と固定金利貸出し。負債側は個人保険・年金の推定キャッシュフロー

金利変動によるサープラスの変化

多くの生命保険会社は長期の保険負債特性により資産とのデュレーションミスマッチが生じた状態となっている。
金利スワップの活用により金利リスク対応SCRを低減させることが可能

Surplus PV change - Non parallel shift

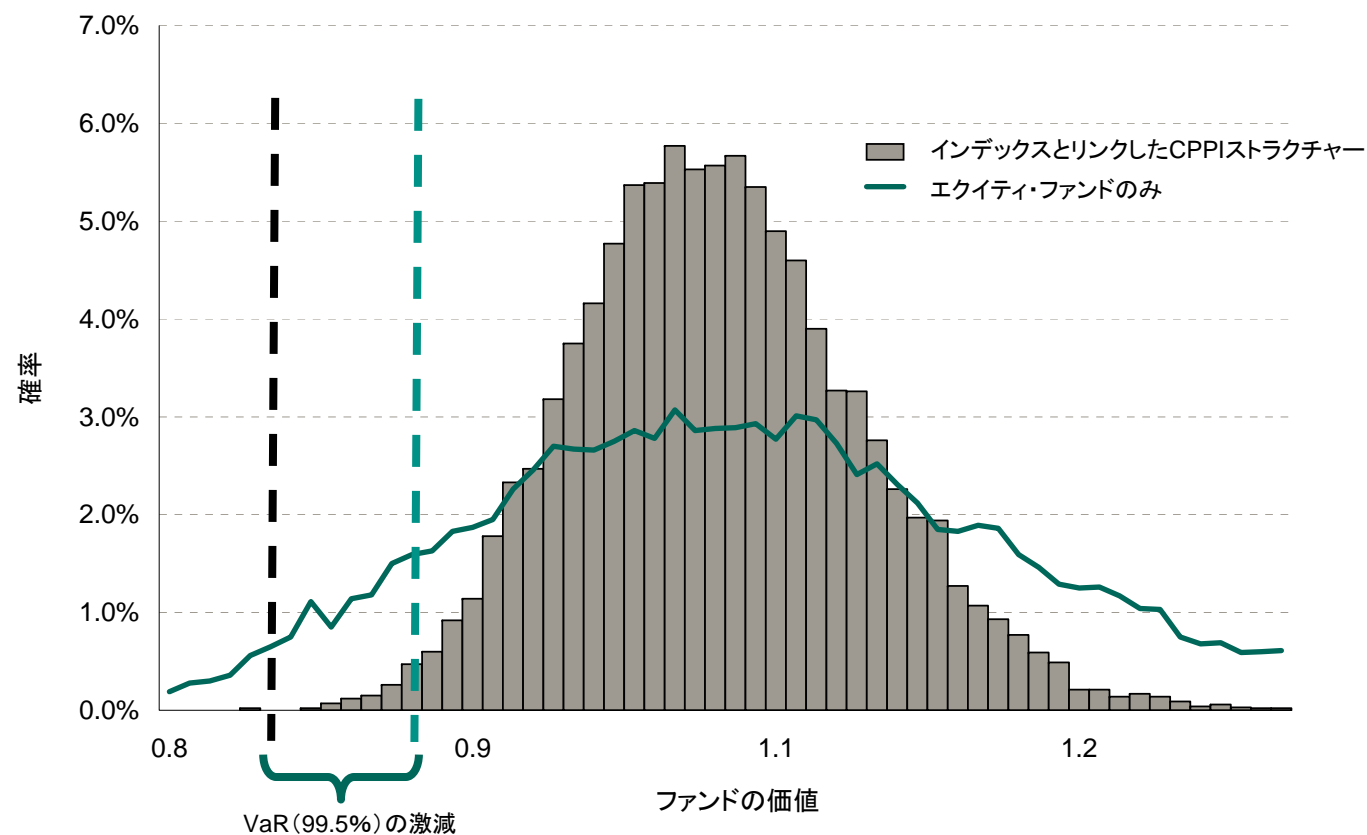


資産サイドへの対応 ～株式リスク

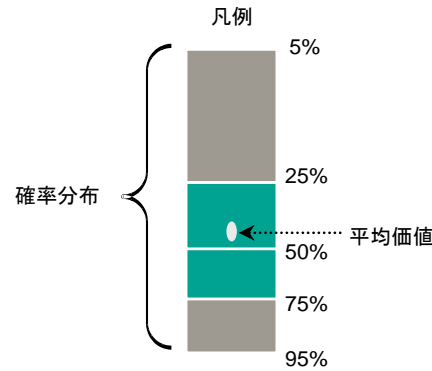
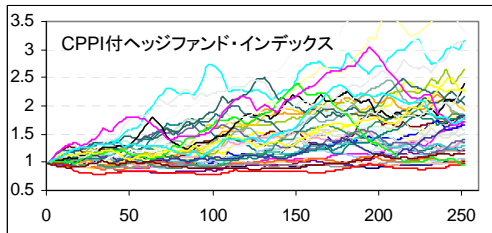
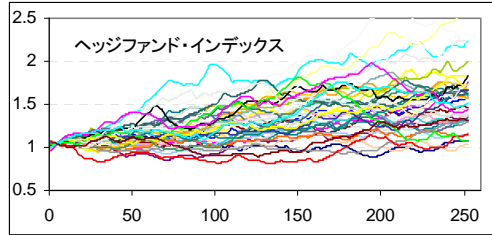
このストラクチャーは、インデックスの90%をフロアとして確保。

- 最低保証スキーム (CPPIノート・ストラクチャー) を導入することにより、株式価格変動リスク対応SCRを低減化することが可能。

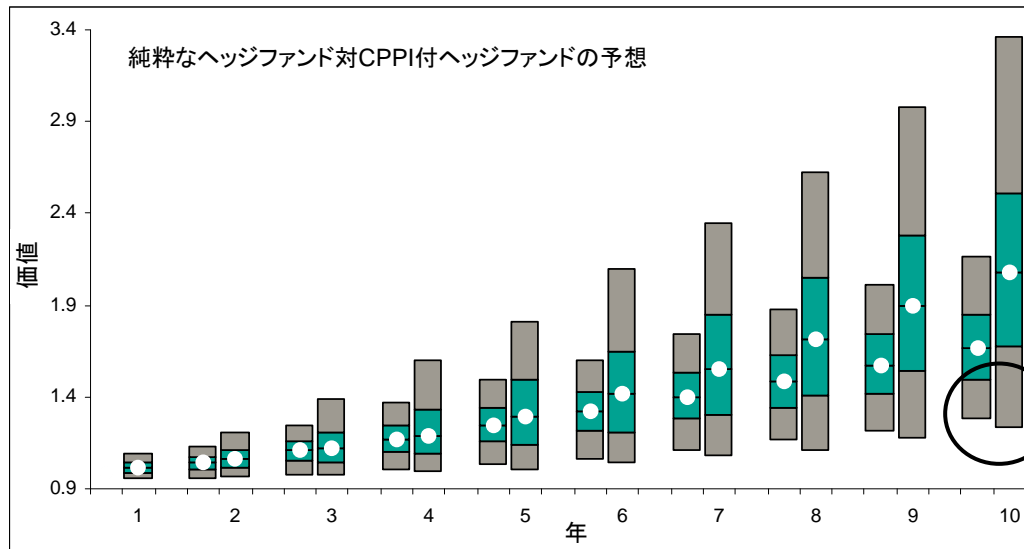
リターン分布: エクイティ・ファンド対エクイティ・インデックスCPPIプラスアルファのコンビネーション



資産サイドへの対応 ～ヘッジファンド 対 CPPI付ヘッジファンドの例



- グラフは、ファンダメンタル経済モデルとサンプル・タームシートでの、ヘッジファンド・インデックスとCPPI付ヘッジファンド・インデックスの確率的シナリオテストに基づいたもの
- それぞれの枠は、ファンド立上げ後特定の年数が経過した時点での価格レベルの分布を表している。
- CPPIは限定的な追加リスク(75-95thパーセンタイル)に対し、ダイナミックレバレッジにより投資現在価値の期待値の向上をもたらす効果を生む。
- 10年間に渡り、CPPI付ヘッジファンド・ノートは資本プロテクションを提供。



アップサイドの可能性は拡大

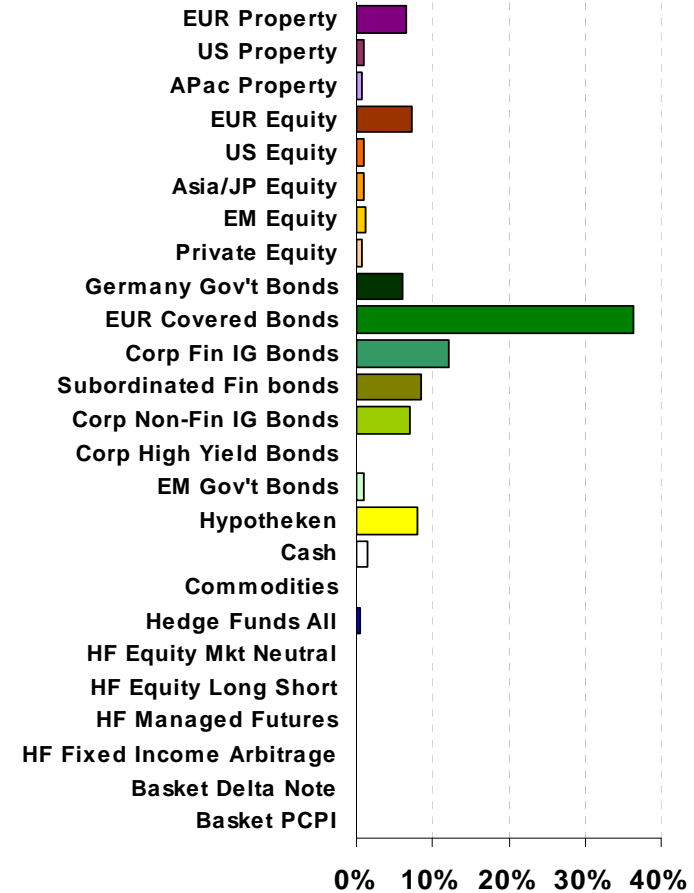
95パーセンタイルまでのダウンサイドプロテクションCPPI
表示では95%までを示すが、プロテクション無し(左側)ではこれ以下の方リスクを持つ。

実際のケーススタディ 2

代替資産による収益の最適化

ケーススタディ: ある保険会社の現状資産ポートフォリオ

Excess Volatility (%)	1.74%
Excess Return (%)	0.55%
99% VaR (%)	-3.50%
EUR Property	6.56%
US Property	0.88%
APac Property	0.61%
EUR Equity	7.31%
US Equity	0.99%
Asia/JP Equity	0.98%
EM Equity	1.23%
Private Equity	0.64%
Germany Gov't Bonds	5.94%
EUR Covered Bonds	36.46%
Corp Fin IG Bonds	12.11%
Subordinated Fin bonds	8.55%
Corp Non-Fin IG Bonds	7.05%
Corp High Yield Bonds	0.00%
EM Gov't Bonds	0.92%
Hypothecken	7.94%
Cash	1.46%
Commodities	0.00%
Hedge Funds All	0.38%
HF Equity Mkt Neutral	0.00%
HF Equity Long Short	0.00%
HF Managed Futures	0.00%
HF Fixed Income Arbitrage	0.00%
Basket Delta Note	0.00%
Basket PCPI	0.00%



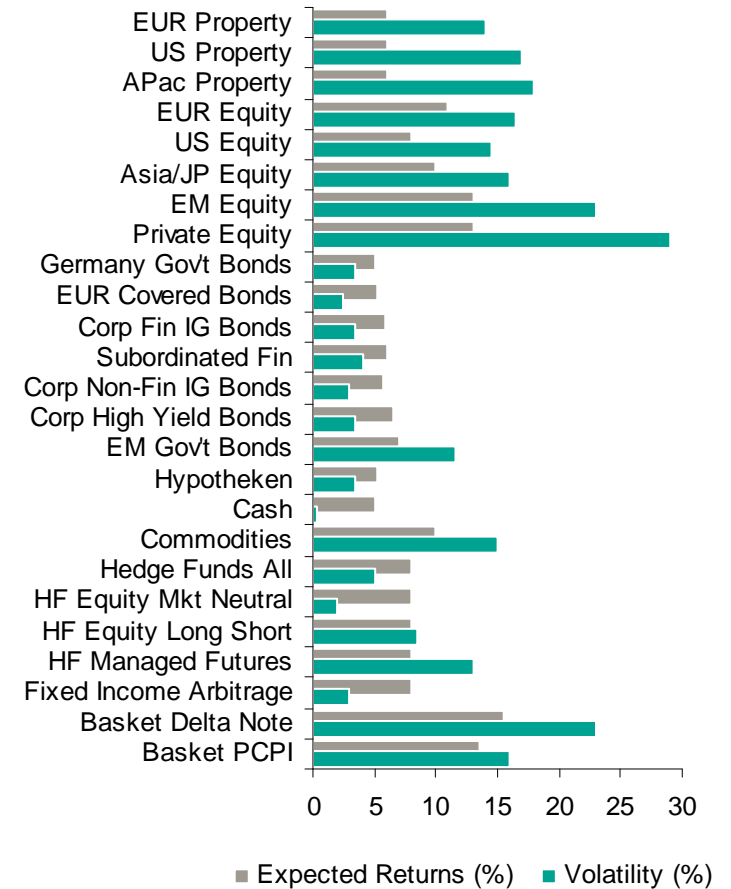
監督官庁によるポートフォリオ規制

Assets	Benchmark (%)	Min (%)	Max(%)
EUR Property	5		
US Property		5	15
APac Property			
EUR Equity	5		
US Equity			
Asia/JP Equity		5	15
EM Equity			
Private Equity			
Germany Gov't Bonds	50	0	50
EUR Covered Bonds	32.06	0	50
Corp Fin IG Bonds		0	15
Subordinated Fin bonds		0	15
Corp Non-Fin IG Bonds		0	15
Corp High Yield Bonds			
EM Gov't Bonds		0	5
Hypothecken	7.94	7.94	7.94
Cash		0	2
Commodities			
Hedge Funds All			
HF Equity Mkt Neutral			
HF Equity Long Short		0	5
HF Managed Futures			
HF Fixed Income Arbitrage			
Basket Delta Note			
Basket PCPI			

max 35%

各資産の期待収益とリスク

Assets	Expected Returns (%)	Volatility (%)	Current Weights (%)
EUR Property	6.0	14.0	6.56
US Property	6.0	17.0	0.88
APac Property	6.0	18.0	0.61
EUR Equity	11.0	16.5	7.31
US Equity	8.0	14.5	0.99
Asia/JP Equity	10.0	16.0	0.98
EM Equity	13.0	23.0	1.23
Private Equity	13.0	29.0	0.64
Germany Gov't Bonds	5.0	3.5	5.94
EUR Covered Bonds	5.2	2.5	36.46
Corp Fin IG Bonds	5.8	3.5	12.11
Subordinated Fin bonds	6.1	4.0	8.55
Corp Non-Fin IG Bonds	5.7	3.0	7.05
Corp High Yield Bonds	6.6	3.5	
EM Gov't Bonds	7.0	11.5	0.92
Hypothecken	5.2	3.5	7.94
Cash	5.0	0.3	1.46
Commodities	10.0	15.0	
Hedge Funds All	8.0	5.0	0.38
HF Equity Mkt Neutral	8.0	2.0	
HF Equity Long Short	8.0	8.5	
HF Managed Futures	8.0	13.0	
Fixed Income Arbitrage	8.0	3.0	
Basket Delta Note	15.5	23.0	
Basket PCPI	13.5	16.0	



各資産の相関分析

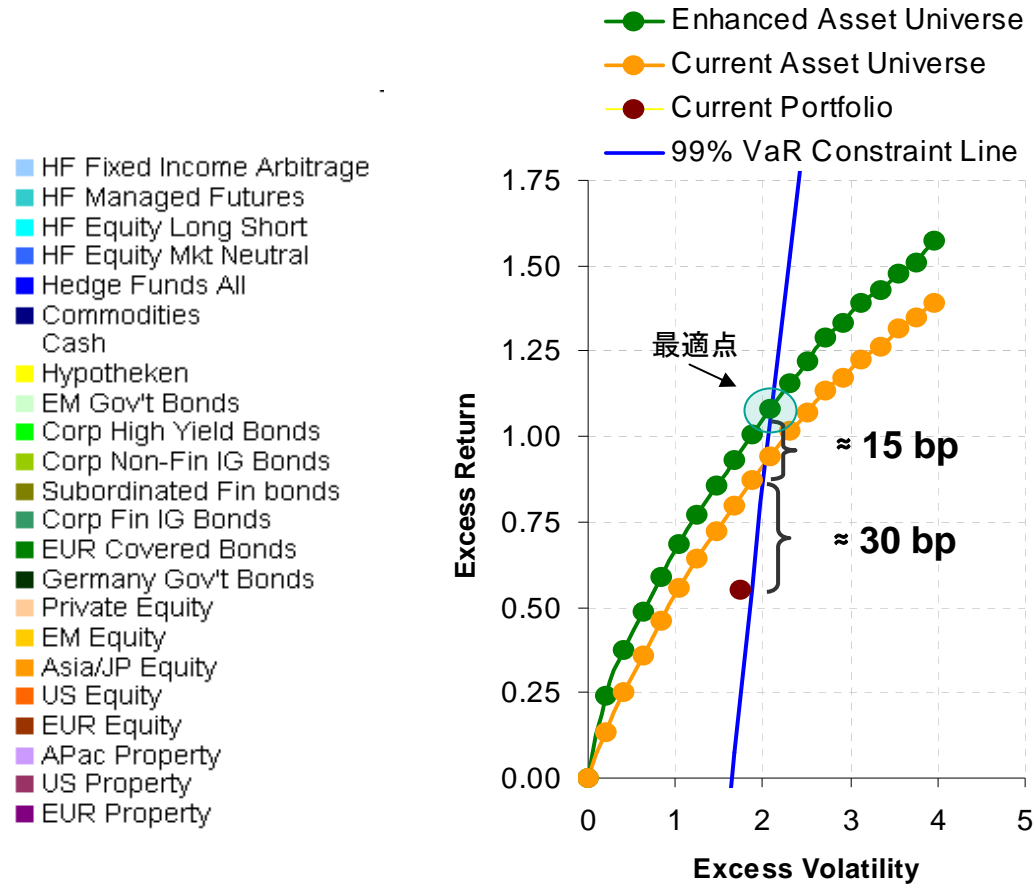
- ハイライトは相関係数が -0.25 から +0.25のものを示す。
- アルタナティブアセットは有効な分散効果をもたらすことがわかる。

Alternatives Basket

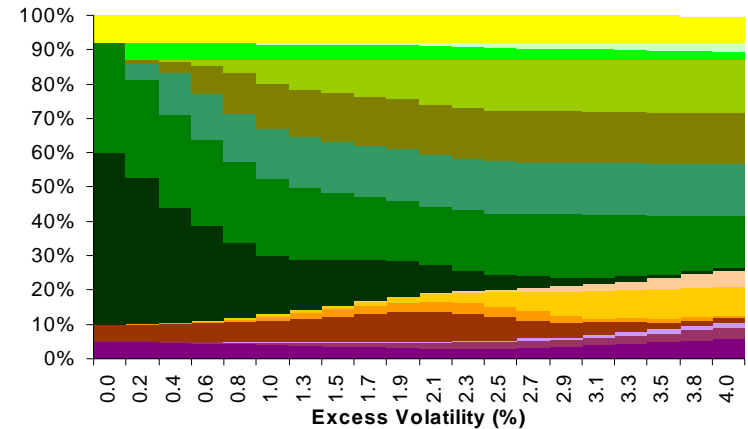
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1 EUR Property	1.00	0.41	0.45	0.49	0.42	0.32	0.39	0.44	-0.11	-0.08	0.10	0.18	0.10	0.15	0.33	-0.06	-0.31	0.02	0.21	0.13	0.20	-0.05	0.08	0.01
2 US Property	0.41	1.00	0.45	0.21	0.29	0.15	0.24	0.38	-0.04	-0.01	0.11	0.18	0.14	0.21	0.08	-0.01	-0.12	0.04	0.12	0.06	0.15	0.09	0.04	0.07
3 APac Property	0.45	0.45	1.00	0.33	0.41	0.54	0.49	0.36	-0.03	-0.03	0.07	0.12	0.11	0.14	0.17	-0.01	-0.22	0.29	0.34	0.22	0.35	0.08	0.11	0.28
4 EUR Equity	0.49	0.21	0.33	1.00	0.85	0.46	0.68	0.65	-0.46	-0.48	-0.27	-0.21	-0.16	-0.06	0.16	-0.42	-0.32	0.08	0.38	0.09	0.42	-0.18	-0.04	0.00
5 US Equity	0.42	0.29	0.41	0.85	1.00	0.44	0.73	0.73	-0.38	-0.38	-0.18	-0.13	-0.08	0.03	0.14	-0.32	-0.28	0.14	0.41	0.19	0.44	-0.12	-0.01	0.08
6 Asia/JP Equity	0.32	0.15	0.54	0.46	0.44	1.00	0.53	0.36	-0.26	-0.27	-0.12	-0.04	-0.07	-0.01	0.16	-0.23	-0.34	0.22	0.37	0.11	0.39	0.03	0.08	0.19
7 EM Equity	0.39	0.24	0.49	0.68	0.73	0.53	1.00	0.64	-0.29	-0.28	-0.11	-0.02	0.00	0.07	0.24	-0.23	-0.22	0.28	0.61	0.21	0.60	0.05	0.06	0.25
8 Private Equity	0.44	0.38	0.36	0.65	0.73	0.36	0.64	1.00	-0.25	-0.19	-0.04	0.09	0.08	0.17	0.16	-0.17	-0.15	0.11	0.53	0.15	0.56	-0.08	0.06	0.08
9 Germany Gov't Bonds	-0.11	-0.04	-0.03	-0.46	-0.38	-0.26	-0.29	-0.25	1.00	0.95	0.88	0.74	0.80	0.67	0.04	0.98	0.19	0.03	-0.12	-0.06	-0.17	0.28	0.02	0.13
10 EUR Covered Bonds	-0.08	-0.01	-0.03	-0.48	-0.38	-0.27	-0.28	-0.19	0.95	1.00	0.89	0.80	0.82	0.70	0.04	0.98	0.32	0.05	-0.06	-0.05	-0.12	0.36	0.10	0.18
11 Corp Fin IG Bonds	0.10	0.11	0.07	-0.27	-0.18	-0.12	-0.11	-0.04	0.88	0.89	1.00	0.92	0.92	0.85	0.12	0.92	0.13	0.07	-0.03	-0.04	-0.09	0.23	0.11	0.15
12 Subordinated Fin bonds	0.18	0.18	0.12	-0.21	-0.13	-0.04	-0.02	0.09	0.74	0.80	0.92	1.00	0.85	0.79	0.14	0.80	0.05	0.10	0.07	-0.03	0.00	0.23	0.20	0.18
13 Corp Non-Fin IG Bonds	0.10	0.14	0.11	-0.16	-0.08	-0.07	0.00	0.08	0.80	0.82	0.92	0.85	1.00	0.96	0.13	0.86	0.13	0.10	0.07	-0.01	0.01	0.20	0.08	0.16
14 Corp High Yield Bonds	0.15	0.21	0.14	-0.06	0.03	-0.01	0.07	0.17	0.67	0.70	0.85	0.79	0.96	1.00	0.15	0.74	0.11	0.10	0.12	0.01	0.06	0.16	0.08	0.14
15 EM Gov't Bonds	0.33	0.08	0.17	0.16	0.14	0.16	0.24	0.16	0.04	0.04	0.12	0.14	0.13	0.15	1.00	0.05	-0.04	0.04	0.18	0.02	0.17	-0.02	-0.04	0.01
16 Hypotheken	-0.06	-0.01	-0.01	-0.42	-0.32	-0.23	-0.23	-0.17	0.98	0.98	0.92	0.80	0.86	0.74	0.05	1.00	0.22	0.04	-0.07	-0.06	-0.13	0.30	0.05	0.14
17 Cash	-0.31	-0.12	-0.22	-0.32	-0.28	-0.34	-0.22	-0.15	0.19	0.32	0.13	0.05	0.13	0.11	-0.04	0.22	1.00	-0.07	-0.04	0.14	-0.12	0.19	0.12	0.02
18 Commodities	0.02	0.04	0.29	0.08	0.14	0.22	0.28	0.11	0.03	0.05	0.07	0.10	0.10	0.10	0.04	0.04	-0.07	1.00	0.31	0.19	0.28	0.29	0.19	0.92
19 Hedge Funds All	0.21	0.12	0.34	0.38	0.41	0.37	0.61	0.53	-0.12	-0.06	-0.03	0.07	0.07	0.12	0.18	-0.07	-0.04	0.31	1.00	0.17	0.96	0.29	0.28	0.37
20 HF Equity Mkt Neutral	0.13	0.06	0.22	0.09	0.19	0.11	0.21	0.15	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.01	0.01	0.02	-0.06	0.14	0.19	0.17	1.00	0.12	0.07	0.31	0.23
21 HF Equity Long Short	0.20	0.15	0.35	0.42	0.44	0.39	0.60	0.56	-0.17	-0.12	-0.09	0.00	0.01	0.06	0.17	-0.13	-0.12	0.28	0.96	0.12	1.00	0.19	0.18	0.30
22 HF Managed Futures	-0.05	0.09	0.08	-0.18	-0.12	0.03	0.05	-0.08	0.28	0.36	0.23	0.23	0.20	0.16	-0.02	0.30	0.19	0.29	0.29	0.07	0.19	1.00	0.27	0.60
23 HF Fixed Income Arbitrage	0.08	0.04	0.11	-0.04	-0.01	0.08	0.06	0.06	0.02	0.10	0.11	0.20	0.08	0.08	-0.04	0.05	0.12	0.19	0.28	0.31	0.18	0.27	1.00	0.32
24 Basket Delta Note	0.01	0.07	0.28	0.00	0.08	0.19	0.25	0.08	0.13	0.18	0.15	0.18	0.16	0.14	0.01	0.14	0.02	0.92	0.37	0.23	0.30	0.60	0.32	1.00
25 Basket PCPI	0.01	0.07	0.27	0.00	0.07	0.18	0.22	0.07	0.12	0.17	0.14	0.17	0.15	0.13	0.01	0.13	0.01	0.85	0.34	0.21	0.27	0.55	0.29	0.92

平均分散分析によるポートフォリオの最適化 ～ソルベンシーII制約条件のもとで

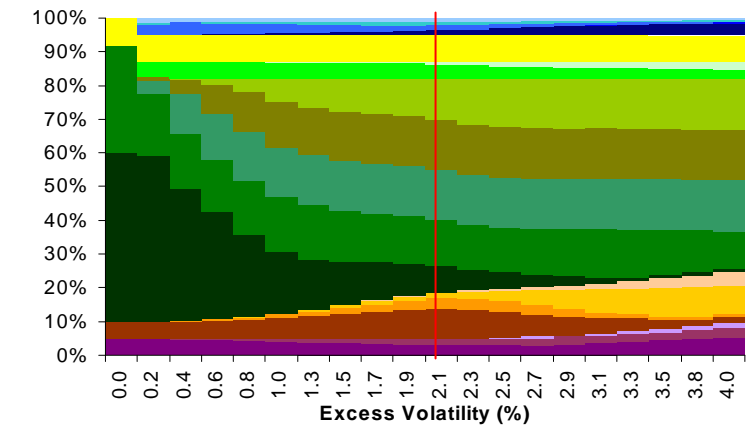
有効フロンティアと最適ポートフォリオ



Current Asset Universe



Enhanced Asset Universe

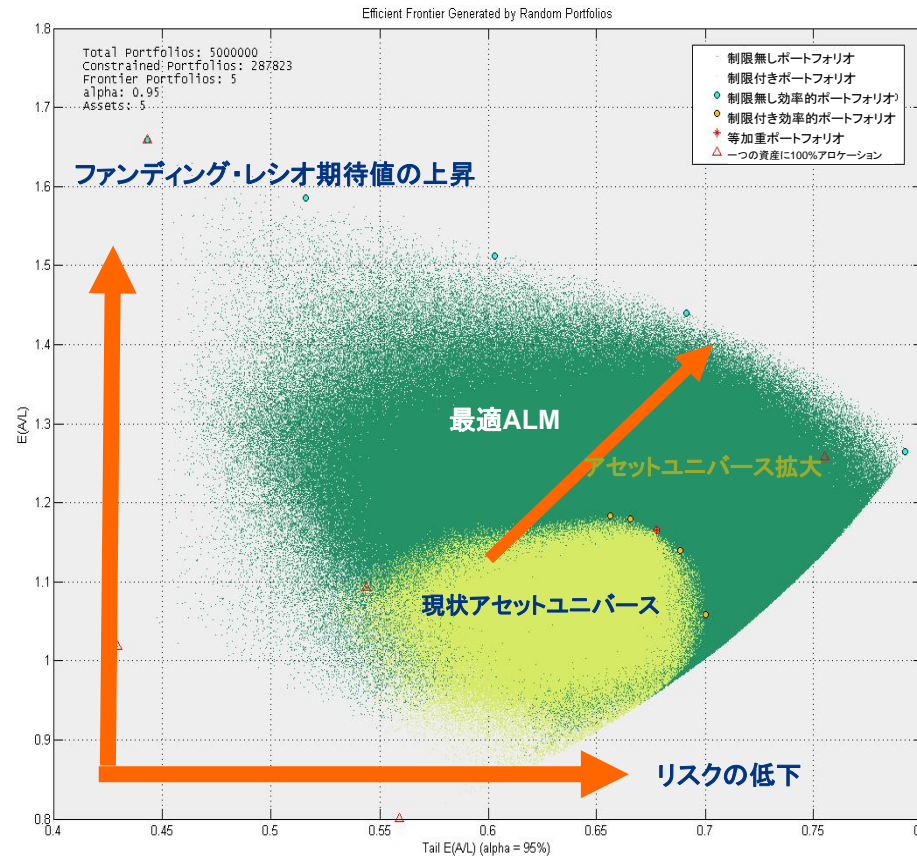
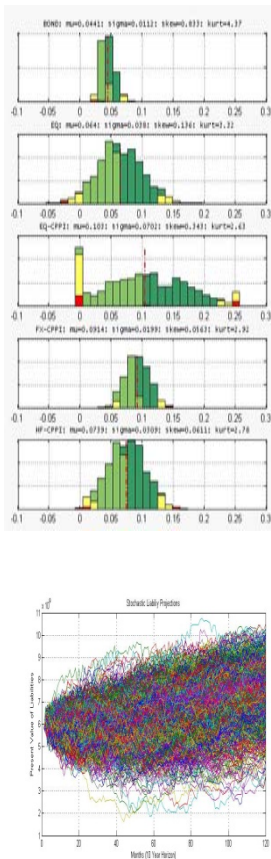


実際のケーススタディ 3

負債ダイナミクスを取り入れたサープラスの最適化

CVaRを用いた統合ALM ～ソルベンシーII、資産負債経済価値両面の最適化

“ファンディング・レシオ期待値” 対 “最悪の場合のファンディング・レシオ”



最適なアロケーションの選択:

基本的要因の確率論的モデリング

負債と潜在的資産マッチングの
サンプル経路を生成

潜在的資産アロケーションの
ユニバースを生成

“ファンディング・レシオ期待値”と
“最悪の場合のファンディング・
レシオ”とのトレードオフに基づいた
最適なアロケーションの選択

Tail E(A/L) 95%

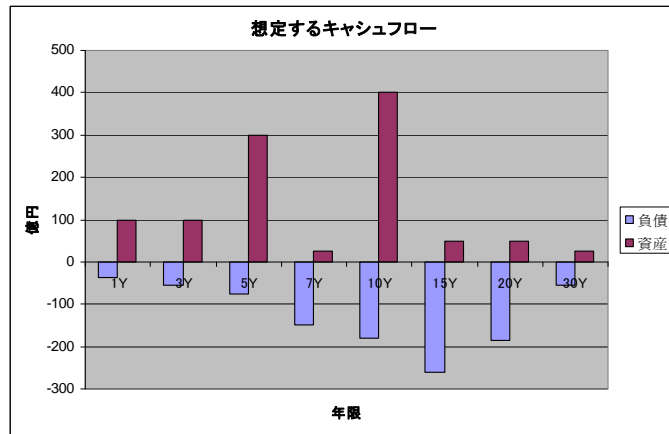
“20分の1の確率の最悪のシナリオとなった場合:A/Lの期待値は?”

日本におけるALMの例

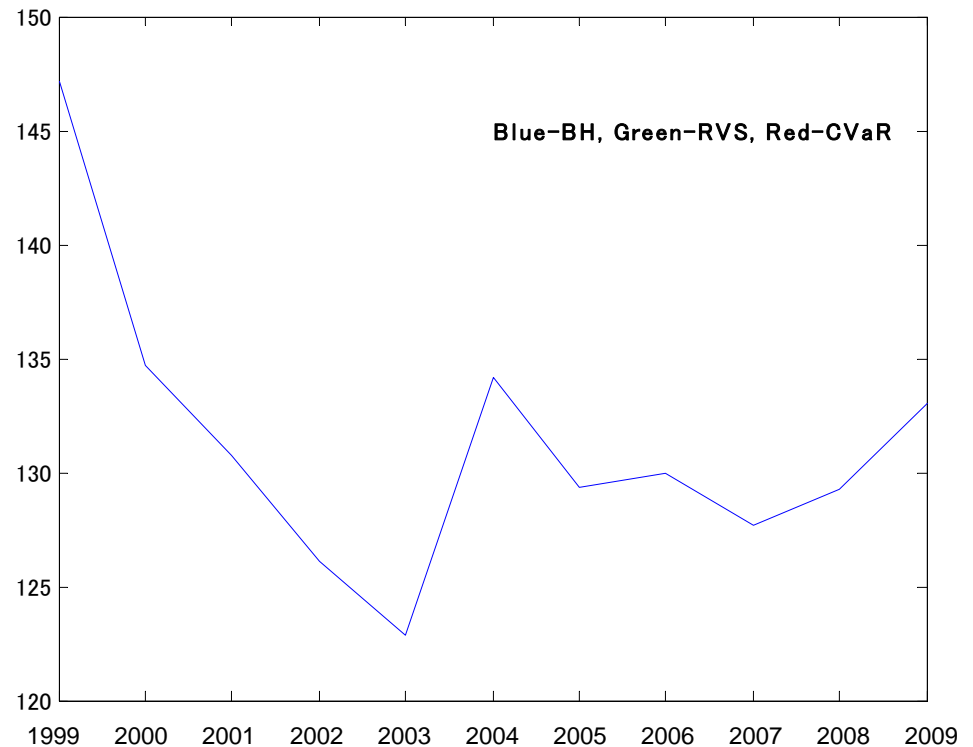
～ALM観点での円金利投資戦略への応用
(定額年金の運用戦略)

過去のサープラス変動 ～バイアンドホールド戦略

以下のキャッシュフローが定額年金におけるそれであると想定。JGBの実際の過去のデータからサープラスがどのように変化してきたかを計算した。金利の変化に伴うサープラスの各期の数値変動が窺える。キャッシュフローを能動的に変化させない場合は、このようにサープラスは大きく変化し、IFRS導入後はこの変化がPLに影響してしまうことになる。

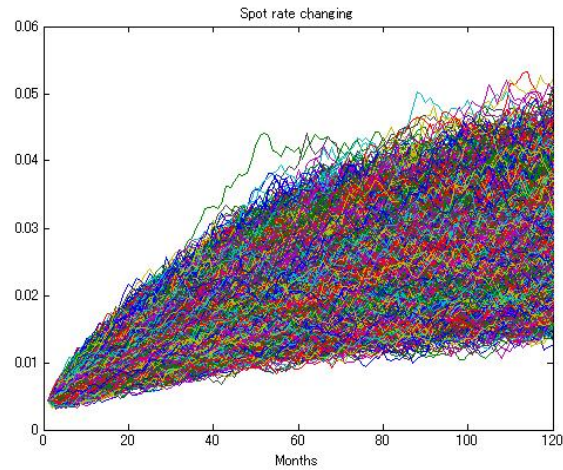


各年の金利変動により

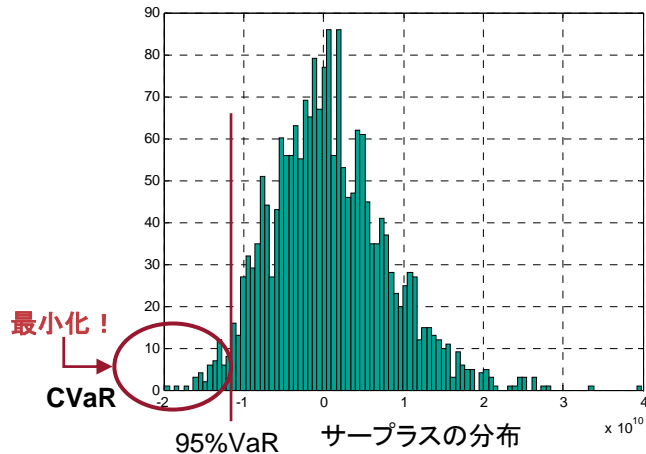


条件付バリュー・アット・リスク(CVaR)による最適化

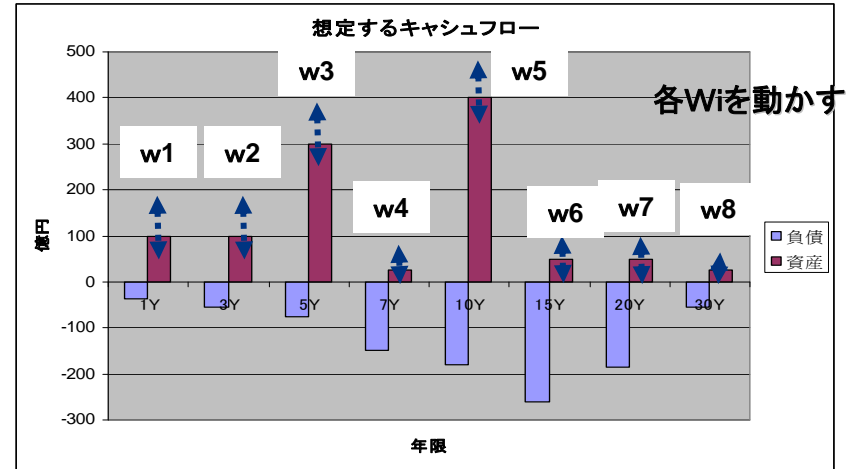
イールドカーブシナリオ



サープラスのワーストケースでの期待値



キャッシュフローの最適制御



t : 年度 (1999 ~ 2009)
 i : イールドカーブ、各年限
 イールドカーブの推定

$$dZ^t = M^t dt + \Sigma^t dW^t$$

$$dY^t = \Lambda dZ^t$$

サープラス最適化

$$\tilde{S}ur_t = \tilde{A}_t - \tilde{L}_t = \sum_{i=1}^n NCF_{t+i}^i \cdot \exp\left(-\int_0^{t_i} dY_i^t\right)$$

$$NCF_{t+i}^i = \omega_{t+i}^i \cdot NCF_t^i$$

$$\omega = \arg(\min CVaR_{95\%} [\tilde{S}ur_{t+1} | \mathfrak{F}_t])$$

s.t

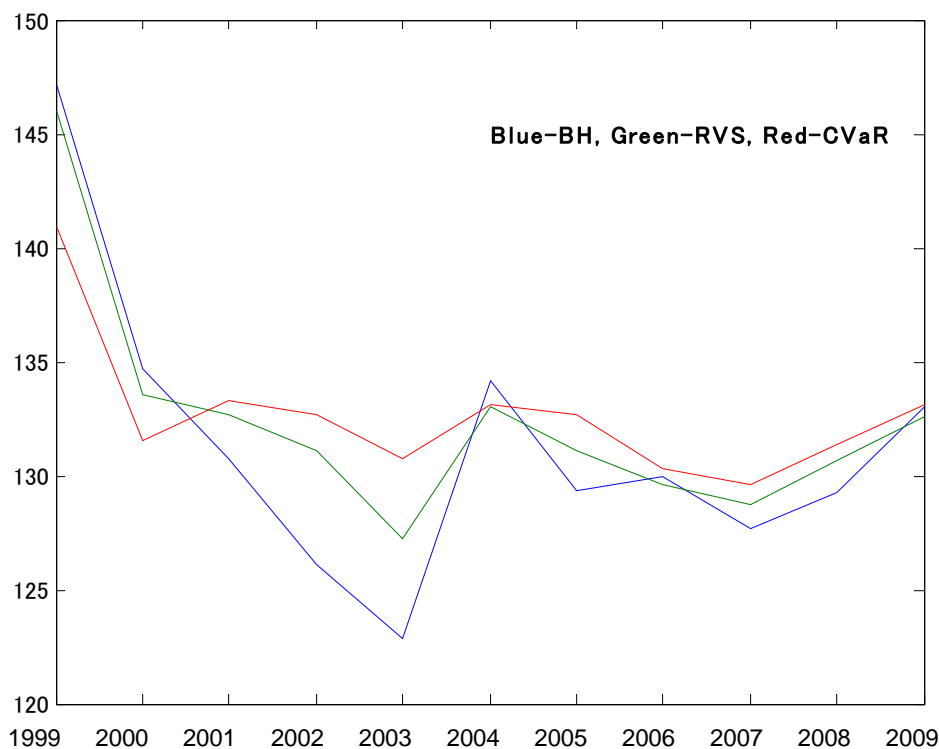
$$pv_t \equiv \sum_{i=1}^n NCF_t^i \cdot D(AY_t^i) = \sum_{i=1}^n NCF_{t+i}^i \cdot D(AY_t^i)$$

$$E\left[\sum_{i=1}^n \frac{NCF_{t+i}^i}{pv_t} \cdot \exp\left(-\int_0^{t_i} dY_i^t\right) \middle| \mathfrak{F}_t\right] = \mu$$

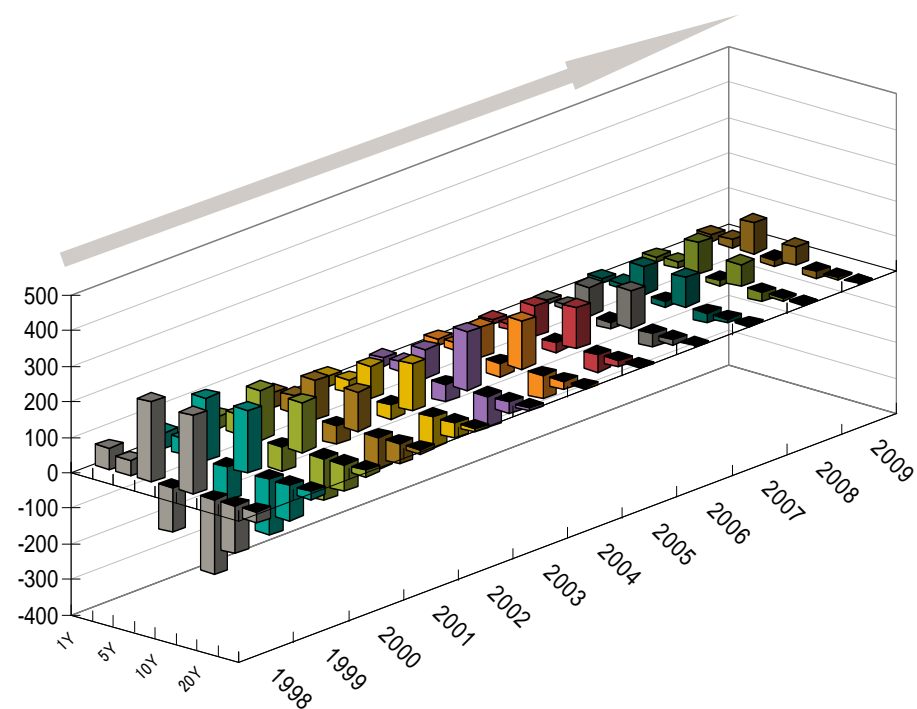
CVaR最適化戦略の結果

もともとはリスク管理の色合いの強いCVaR抑制化の運用戦略により、毎年安定的なサープラス推移となり、結果として他の運用戦略よりもパフォーマンスは良好であった。

Surplus change Back Test



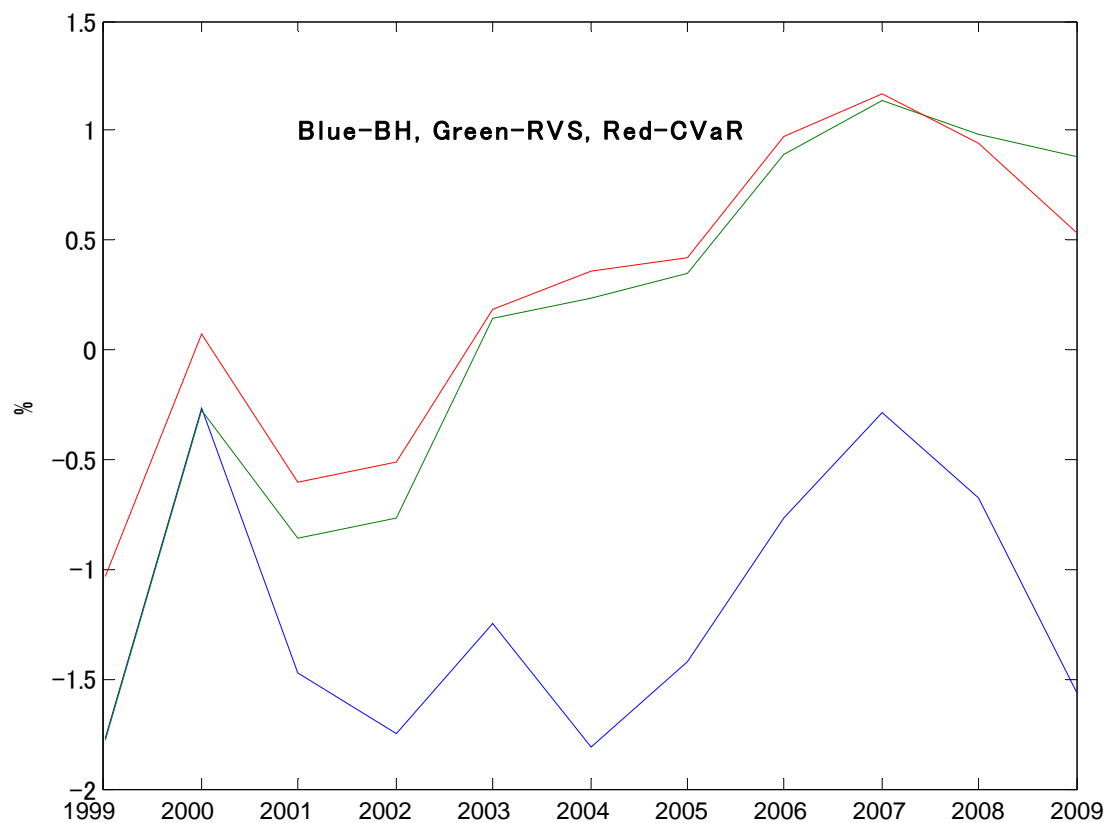
毎年のリバランスによるネット・キャッシュフローの変化



実現年間リターン結果

さらに、各年でみた実現収益(注)も、CVaR最適化戦略が最も良好な結果となっており、生保型のキャッシュフロー構造においては有効な投資戦略であると考えられる。

Realized Return BT



(1) ここでいう実現収益とは、各年限に配分されたキャッシュフローを割引債と見立てた場合の年間リターンをさす

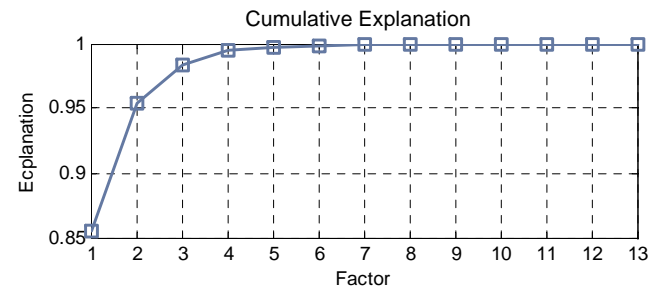
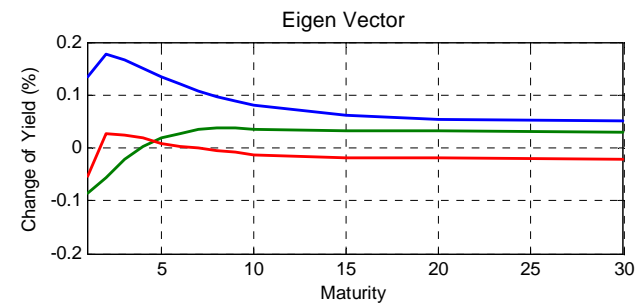
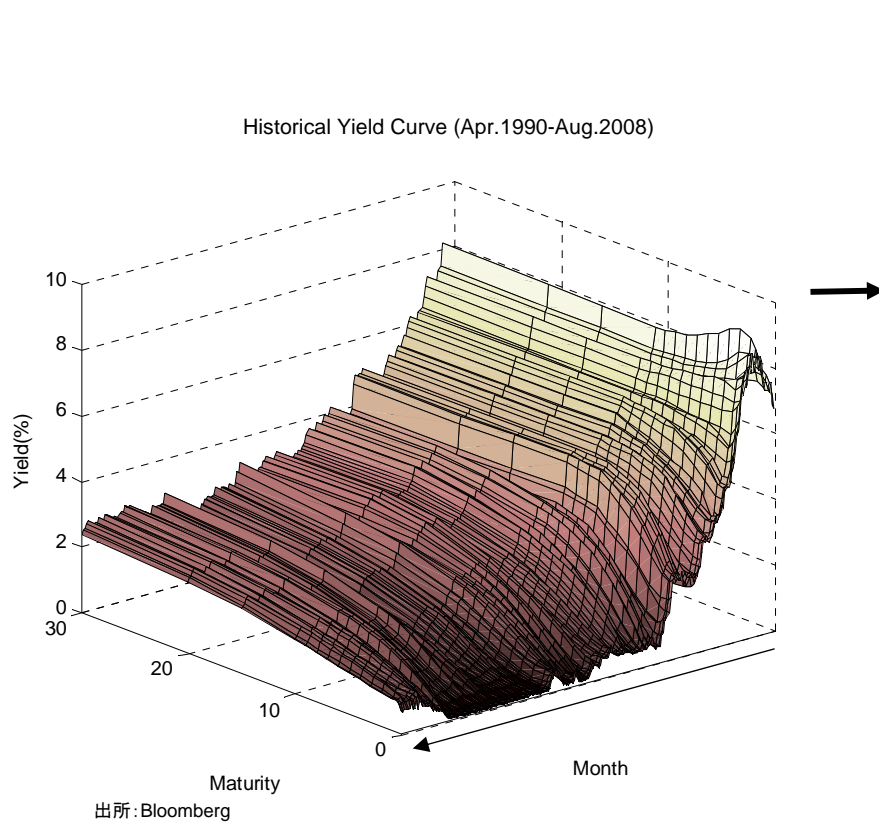


Appendix

円金利モデル(1)

-時系列モデルを用いた将来のイールドカーブシナリオ生成

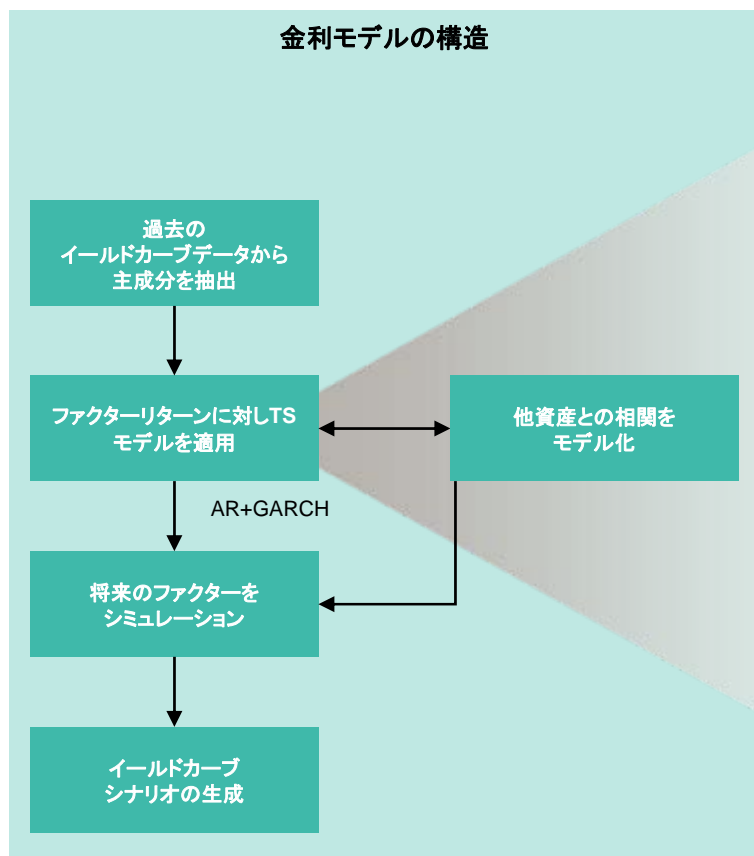
1. 主成分分析により過去のイールドカーブデータから主な成分を抽出(次元削減)



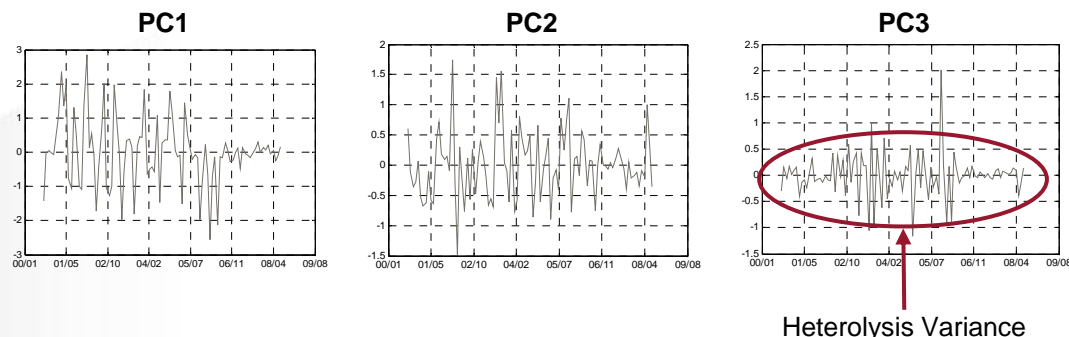
過去のイールドカーブ変動を3つのファクターへ分解する。次に時系列モデルを各主成分に適用し、将来の金利シナリオ(パス)を生成する。

円金利モデル(2)

2. 抽出した主成分に対して時系列モデルをフィッティング



Decomposed time series



時系列モデルを各主成分へ適用

AR

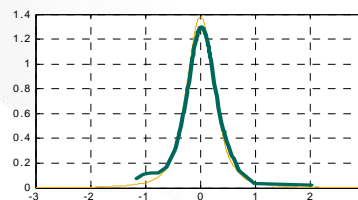
$$y_t = C + \sum_{i=1}^R \phi_i y_{t-i} + \varepsilon_t$$

GARCH

$$\sigma_t^2 = \kappa + \sum_{i=1}^P \alpha_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^Q \beta_i \varepsilon_{t-i}^2$$

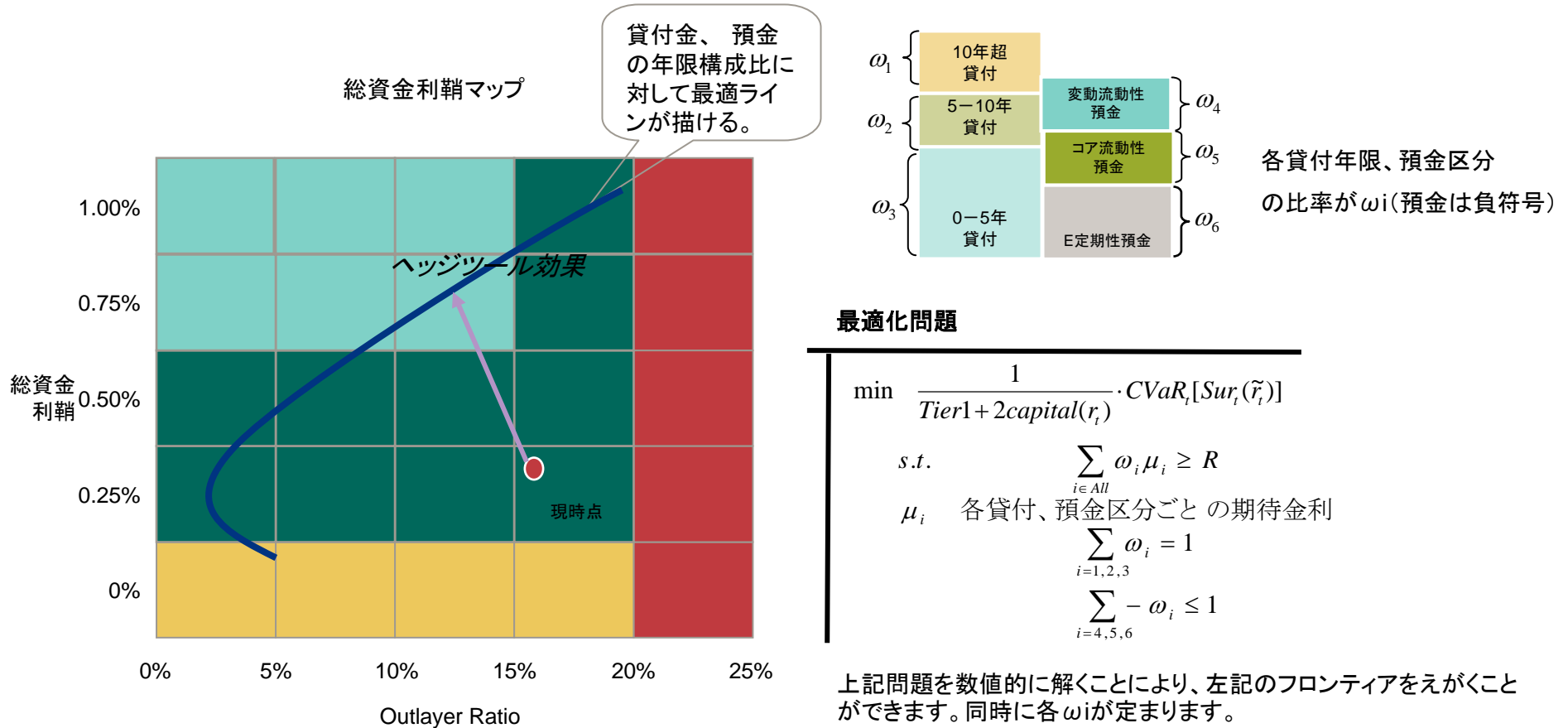
- なお、モデルのキャリブレーションに用いたデータ期間は2000年8月から2008年6月までの主成分の変化率を用いた

Historical distribution and fitted model curve



ご参考：アウトライヤー規制比率からみた最適年限配分 ～どの年限をどれだけヘッジすることが最適か？

銀行戦略にマッチした預金、貸付金の年限ごとの適正割合を最適化スキームにより考慮することも可能。



上記問題を数値的に解くことにより、左記のフロンティアをえがくことができます。同時に各 ω_i が定まります。

⇒リスク、リターンの両面で最も適正な貸付金年限構成比率、預金構成比率が求まります。

本資料は情報提供のみを目的としてロイヤルバンク・オブ・スコットランドplc（以後「RBS」）が作成しました。本資料は目論見書や募集資料の一部や全体をなすものではなく、ここで使われている用語は、本資料に記載された有価証券（以後「有価証券」）や取引（以後「取引」）に関して、発行された募集資料やその他取引資料（以後、総じて「募集資料」）によって限定されます。本資料に記載された情報は機密扱いで、意図された受取人（以後、各「受取人」）のみが使用することを意図しています。本資料はRBSの所有物であり、要請があればRBSに返却せねばならず、コピーを作成していただいても複製しなければなりません。RBSの同意を得ずに複製、又は、第三者へ開示することはできません。

この文書に記載されている投資及び投資サービスは、該当する証券法に即して合法的に当該資料が配布された個人にのみ提供できます。本資料は、金融サービス市場法2000（金融促進法）オーダー2005の19（1）条に該当する投資に関する事柄にプロとしての経験を持つ個人、または本資料が合法的に配布された個人（以後、総じて「洗練された投資家」）のみを対象として配布されています。この文書に記載のある有価証券を手にしたそれ以外の個人が利用することは認められません。本資料は英国FSAの規定で定義される個人の個人顧客には提供できず、米国証券法の対象となる個人にも提供できません。また米国国内での配布、米国人・米国企業（"US person"）への配布、又は本資料の配布が禁じられている管轄地域での配布は認められません。

各受取人は、本資料を閲覧することにより、居住する管轄地域の法令に従って合法的配布により本資料を所有している個人であることを表明します。

本資料は、有価証券、その他の証券または、有価証券に対する権利の売買申込み又は申込の勧誘を意図するものではなく、有価証券への投資アドバイスや提案として解釈されるものではありません。

RBSは受取人に対しアドバイザーの役割や信託義務を負いません。本資料は取引に関連するすべてのリスクを特定することを目的としていません。RBSとその関連会社、エージェント又は代理人は、有価証券投資の法的扱い、規制上の扱い、会計上の扱い、関連する税金について受取人にアドバイスの提供をすることはありません。本資料の受取人は、取引とそれに付随するリスク、及び本資料中の情報についての関連性や正確さについて、独自の評価を行うとともに、取引に参加するか否かを判断するために必要と考えられるその他の調査を行い、自身の法務、財務、その他のアドバイザーに相談するものとします。募集資料がある場合には、各受取人は投資の判断をする前に募集資料を熟読し、そこに含まれた情報のみに基づいて投資の判断をするものとします。

本資料に含まれる情報は、興味をもった当事者が取引の準備的分析をするために、[譲渡人/発行人] またはその関係者によって提供された情報を基に作成されました。従って本質的に限定的であり、完成版ではなく、予告なく改訂、変更されることがあり、最終版の募集資料が出た際にはそちらが優先されます。本文書に含まれる情報は、信頼するに足るものと考えられる一方、その正確性についてRBSは独自の検証を行っておりませんので、そのことを十分ご理解いただいた上で提供されます。本文書に含まれる情報や見解の正確性又は完全性について、RBSはいかなる表明、保証（明示的・黙示的を問わず）を行わず、かつ、いかなる種類の責任・義務を負うこともありません。但し、これは、管轄地域の適用法又は規制において発生し、合法的に免責することが可能でないかも知れない個人に対する義務や責任を制限、除外、又は限定するものではありません。

別途記載のない限り、本資料はいかなる格付会社の審査、認定を受けていません。

RBSとその関連会社、連結会社、社員、又は顧客は、本文書に記載された有価証券（又は関連する有価証券又は金融商品又は関連する派生商品）に対して利害を持っていることがあります。これには、本文書に記載のある有価証券に関連した取引、保有、マーケットメーカーとしての役割、財務又は顧問サービスの実施などの行為が含まれるかも知れません。また、弊社はかかる有価証券の公募の際に幹事又は共同幹事を務めたことがあるかも知れず、本文書に記載されている会社と一般銀行業務または投資銀行業務の関係を結んでいるかも知れません。従って本文所に記載がない情報をRBSが入手していることもあります。

本資料は英国FSAの認可、規制監督を受けるRBSにより発行されています。いかなる見解又は意見（計算書又は予測を含む）も本書冒頭記載の日付時点のRBSの判断であります。本資料の受取人は上記のパラグラフの内容と矛盾する表明・誓約があった場合、それに依存してはなりません。

ロイヤルバンク・オブ・スコットランドplc は一定の管轄地域においてABN AMRO Bank N.V.の認定エージェントとしての役割を担っています。

ロイヤルバンク・オブ・スコットランドplc スコットランドでの登録番号90312
登録上のオフィス所在地: 36 St Andrew Square, Edinburgh EH2 2YB.

菊模様のロゴ、'RBS'、'The Royal Bank of Scotland' はロイヤルバンク・オブ・スコットランドグループ plc.の商標です