



拡張VaR概説書

銀行勘定のリスク計量化

平成17年9月28日

株式会社 メッセージ

拡張VaR方式について

概要

- 現在の資産(負債)を時価で購入(調達)し、保有期間運用し、保有期間後に時価で売却(返済)した場合の損益変動リスクの最大値(期待値-1%値)

開発の背景

- 東京三菱銀行の吉藤氏(1997:「日銀研究」第16号第3号)の提案。
- 通常のVaRでは、保有期間が短期のため、銀行勘定の貸出などの流動性の少ない商品进行评估できない
- EaRでは、償還時の損益等が満期時点でしか評価できず、長期シミュレーションが必要となり、短期でのリスク対リターンでの戦略比較ができない。また、政策株のリスクも評価できない

拡張VaRの利点

- 保有期間を長期に設定可能のため、流動性の少ない商品も評価可能
- 保有期間内でデフォルト、期前解約等のイベントをシナリオ発生させ、評価可能のため、信用リスク、プリペイメントリスクも市場リスクと同時計量可能
- 保有期間内での新規投資(調達)进行评估できるため、戦略比較が可能
- 政策株、為替リスク等リスクも計量可能

最近の事例

- 金融システムレポート「金融システムの現状と評価」、日本銀行(2005/08)P. 22
拡張VaRを使用した分析結果の記述があります

拡張VaR開発の背景

- ⌚ 融資などは流動性がない
 - ⌚ リスクホライズンの長期化
(長期化にともなう、信用リスク、フロー(新規契約)商品の評価が必要)
- ⌚ ロール・オーバー
 - ⌚ 手形貸付(短期融資)などの継続性
 - ⌚ 定期預金の自動継続
- ⌚ 解約、期前償還の問題(プリペイメント・リスク)
 - ⌚ 定期預金の解約、住宅ローンの期前償還
- ⌚ 普通預金のモデル化(負債のリスク)
 - ⌚ 事実上、「満期がない」商品
 - ⌚ 将来のCF(流入、解約)推定モデルによる

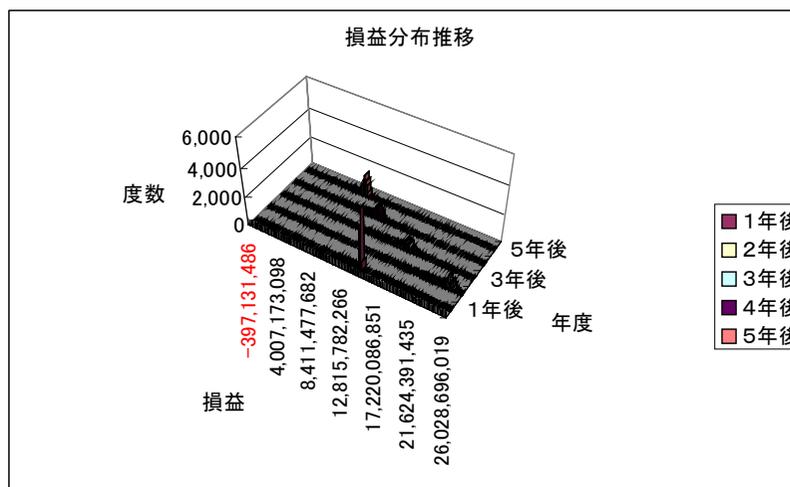


υ EaRとは

- υ 受取利息、支払利息等の変動リスク
- υ 償還時等の償還損益考慮
- υ ロールオーバー、解約・期前償還を考慮
- υ フロー(新規分)も考慮

υ EaRの欠点

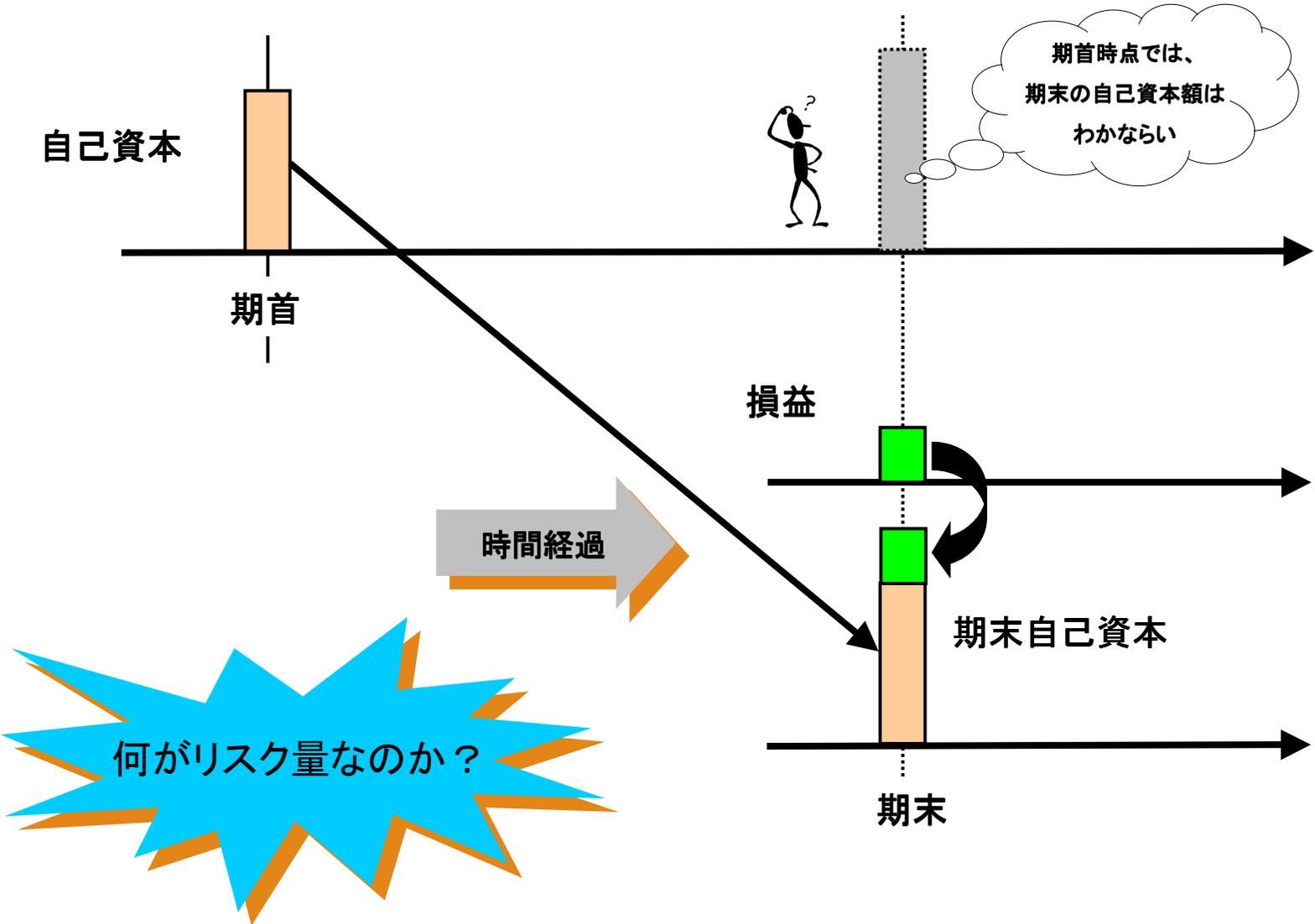
- υ 簿価ベースのため、償還・回収にともなうリスクは満期時に発生(認識)
- υ 株式のリスクは計測不能
株式配当のみ計量化できる
- υ 信用リスクが表現しにくい
- υ 固定金利商品のリスクはなし



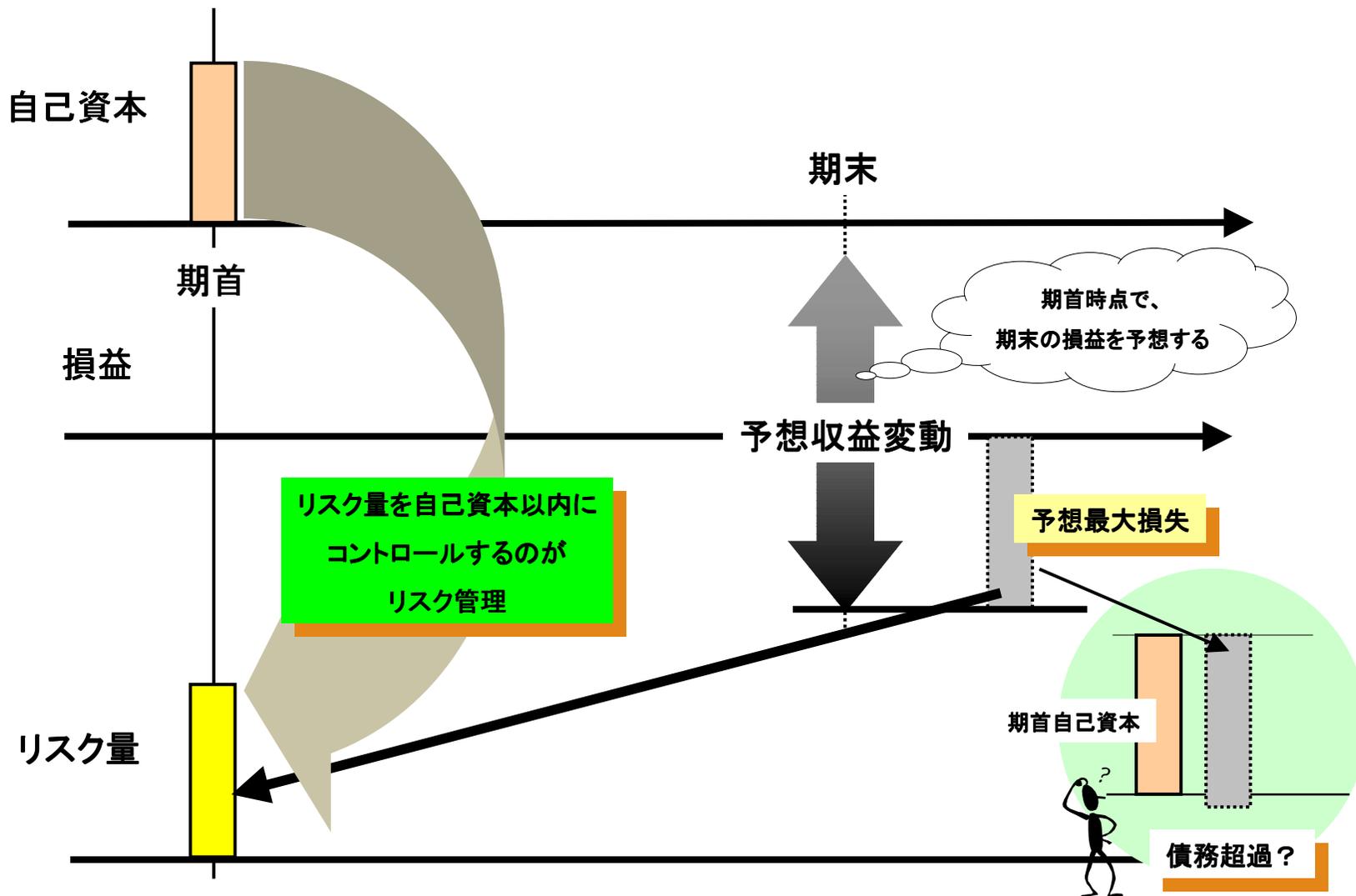
- ④ 新規資産、負債のリスクが計量可能
 - ④ 投資戦略の評価可能
 - ④ 予算策定に使用できる
- ④ 信用リスク計量も可能
 - ④ 保有期間内での信用イベント(デフォルト、格付変動)によるリスクが表現可能
- ④ 固定金利商品の市場リスクが計量可能
- ④ 株価変動リスクも計量可能
- ④ プリペイメントリスクも扱える
 - ④ 保有期間内での解約・期前償還イベントによるリスクが表現可能
- ④ 統合リスクの計量化
 - ④ 市場リスクと信用リスクを統合したリスク計量が可能

リスク管理とは...

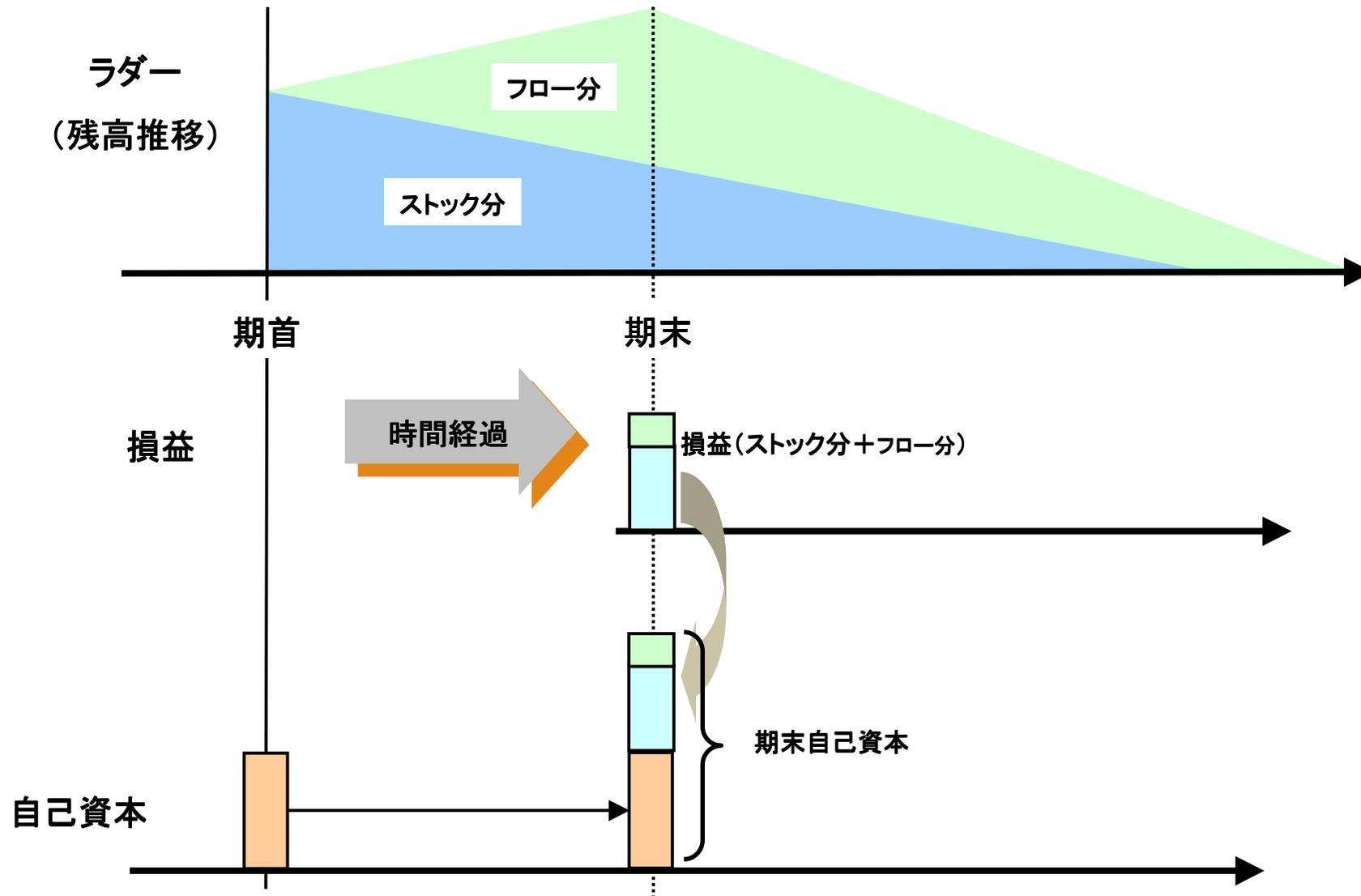
自己資本の推移



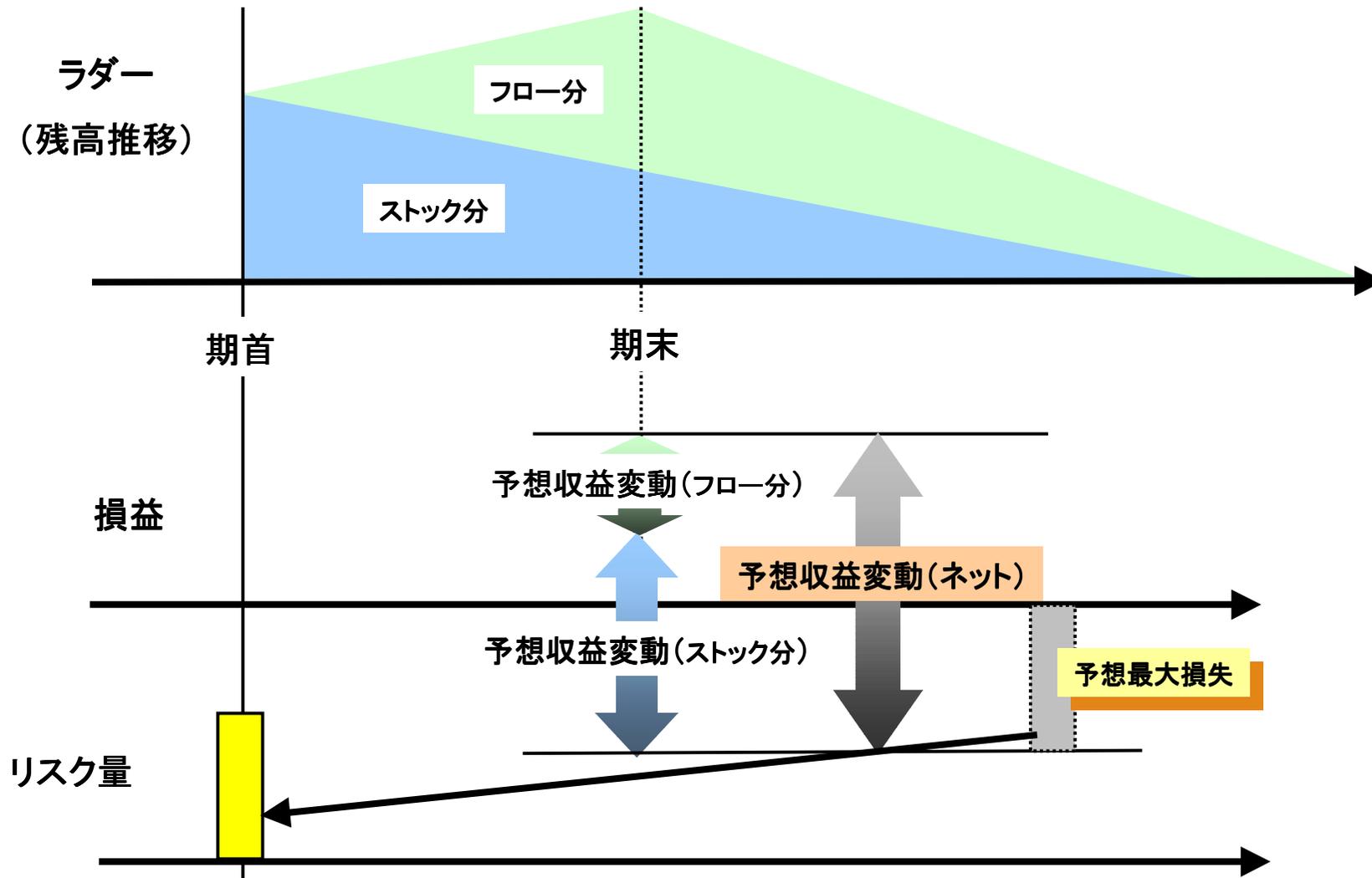
自己資本とリスク



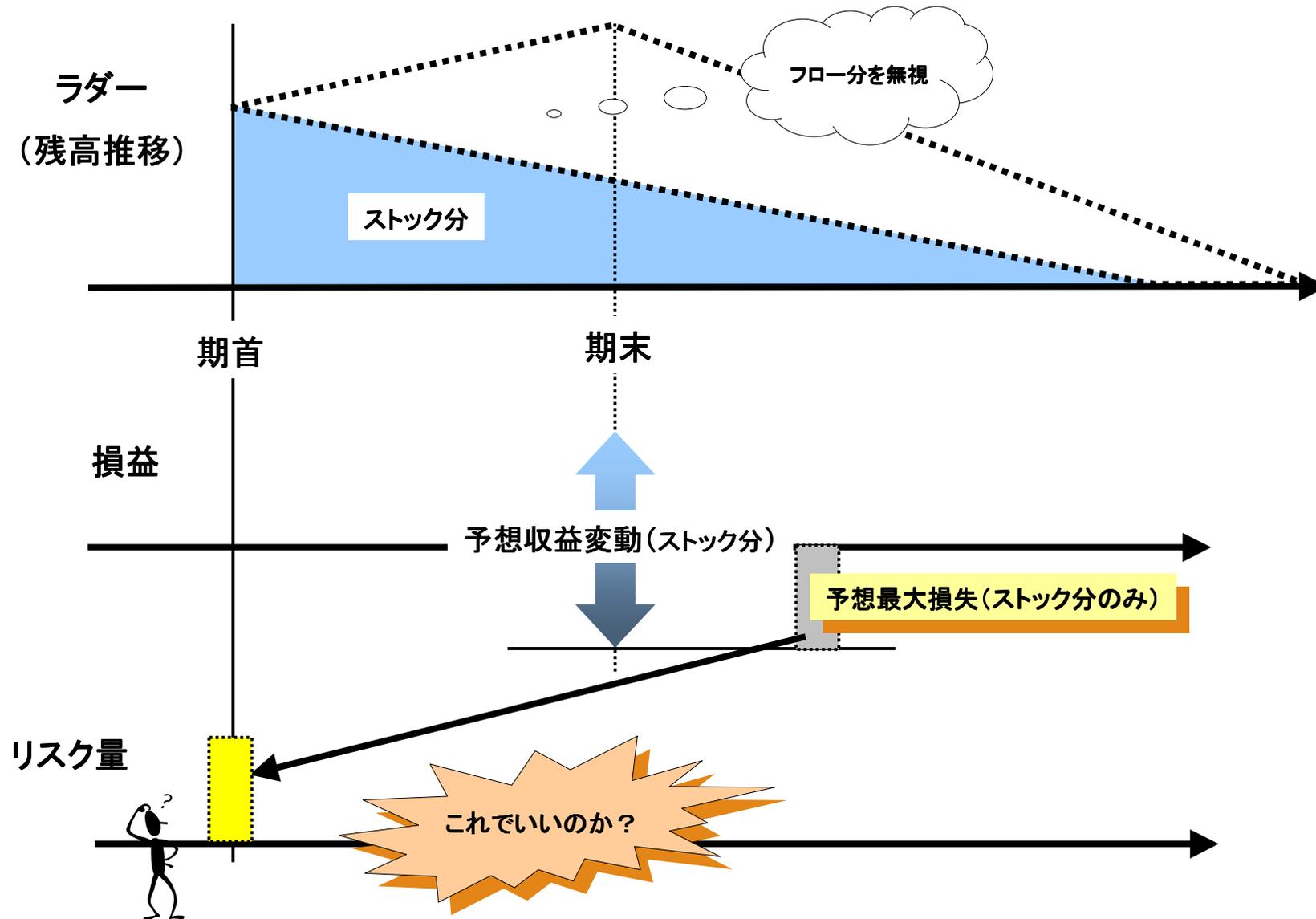
自己資本の推移の分解



リスク計測

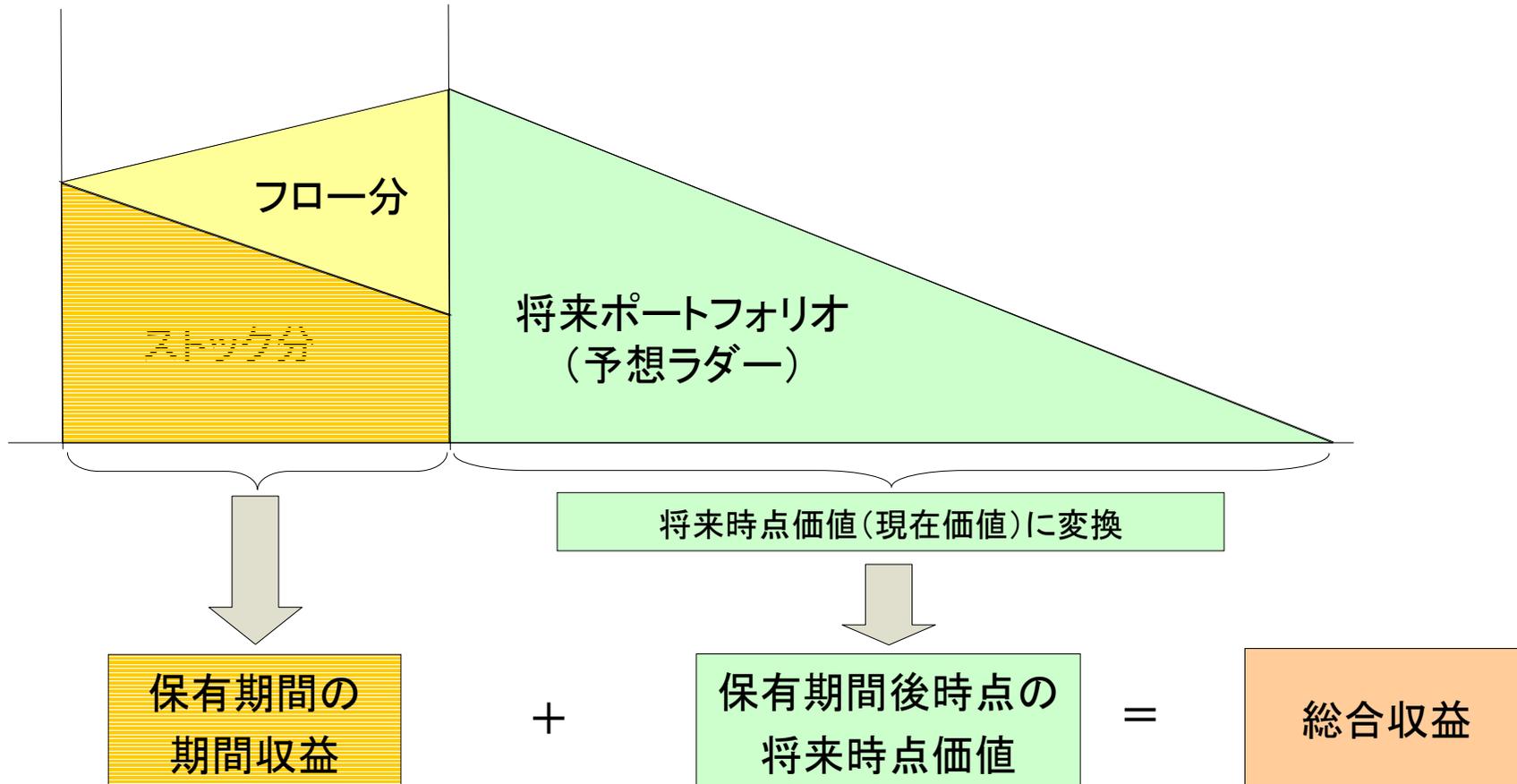


VaRによるリスク管理

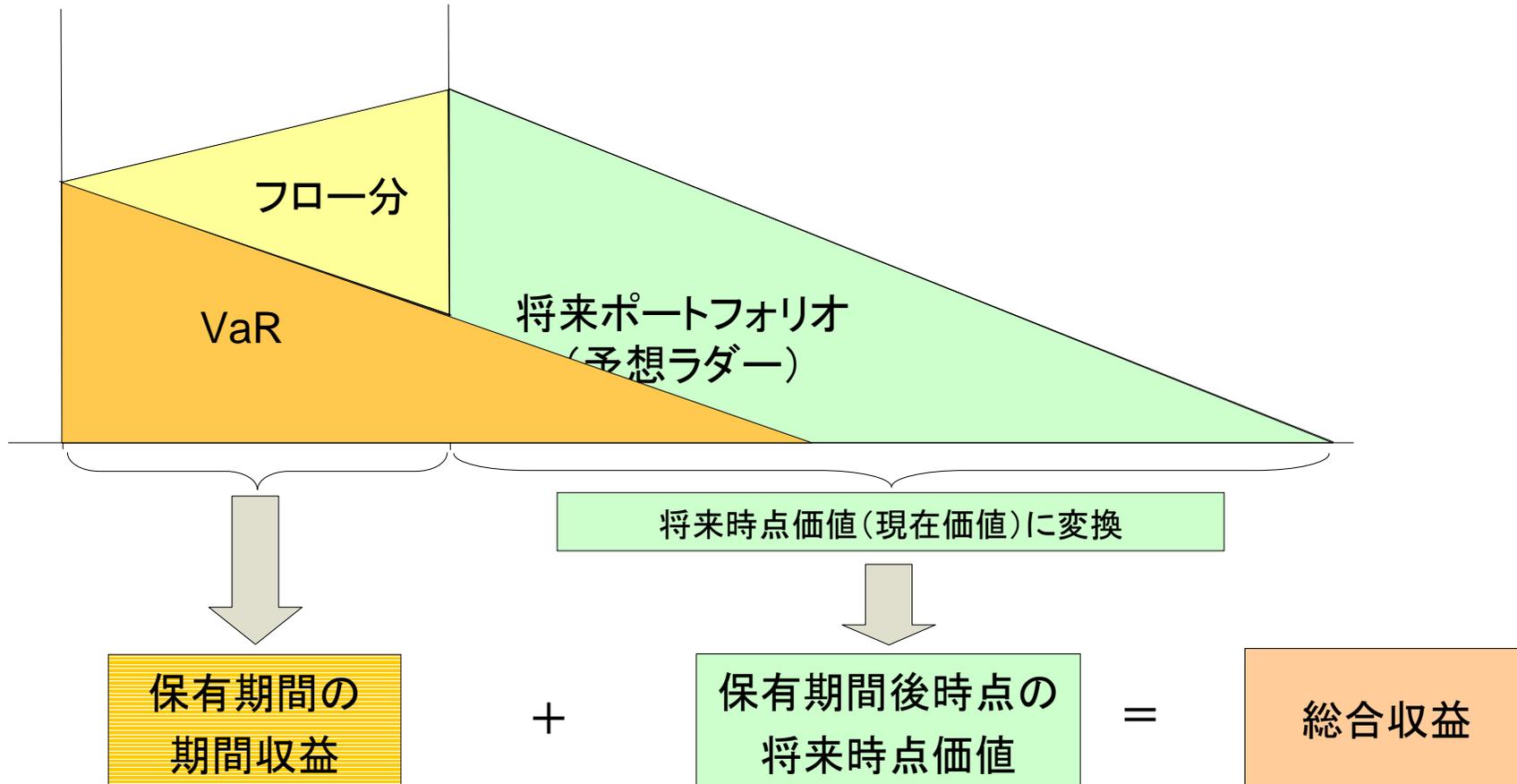


拡張VaRの説明

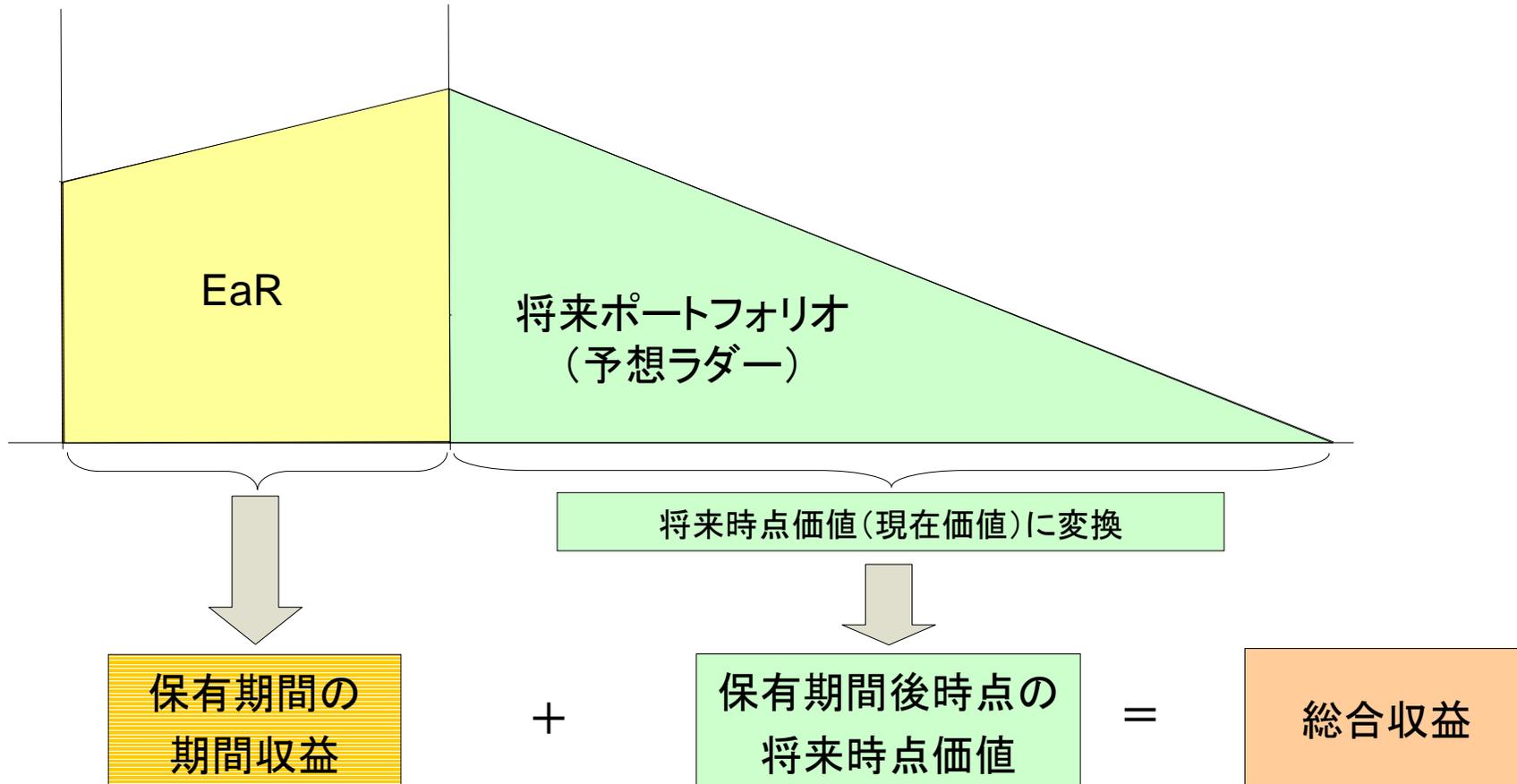
拡張VaR方式



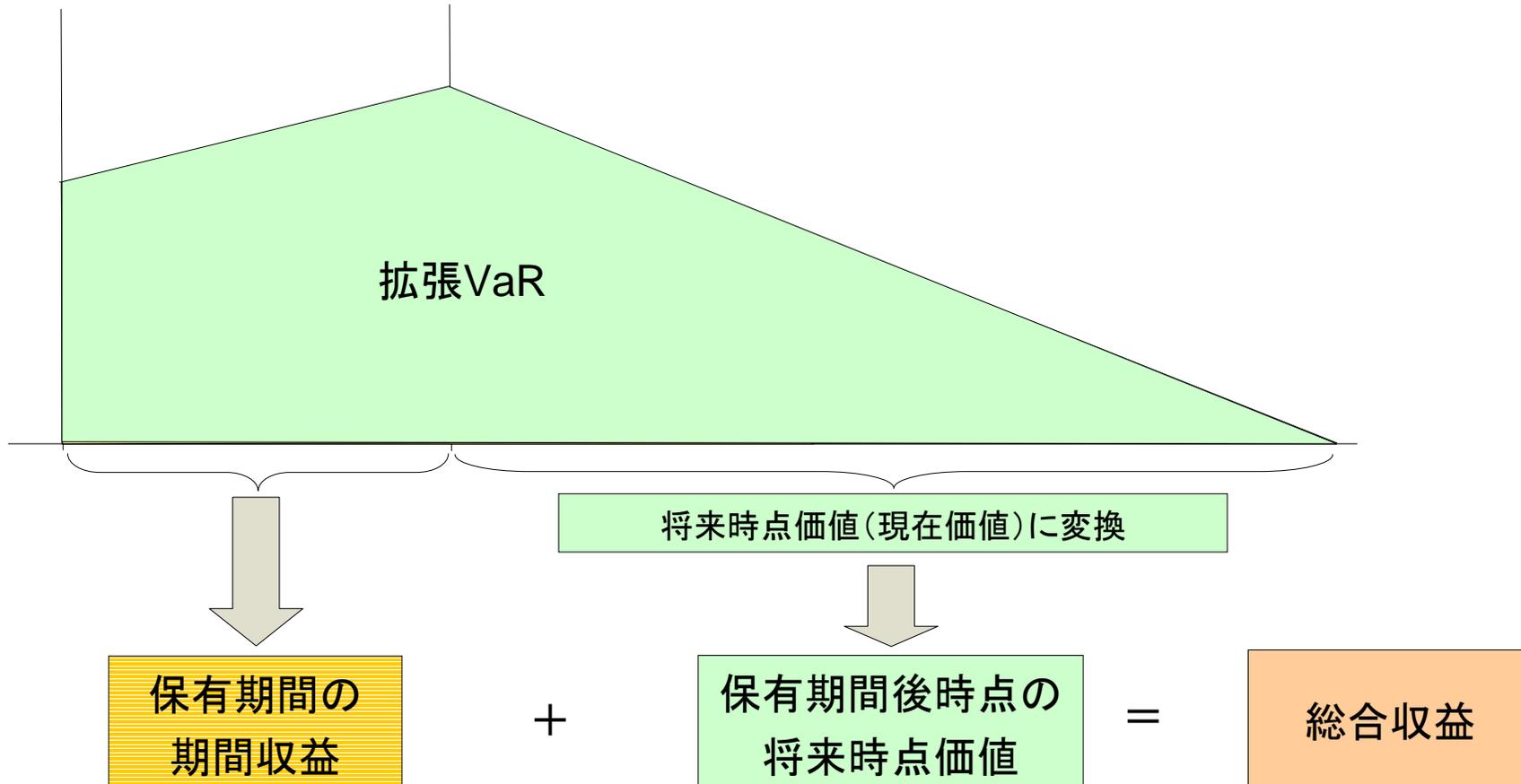
拡張VaR方式



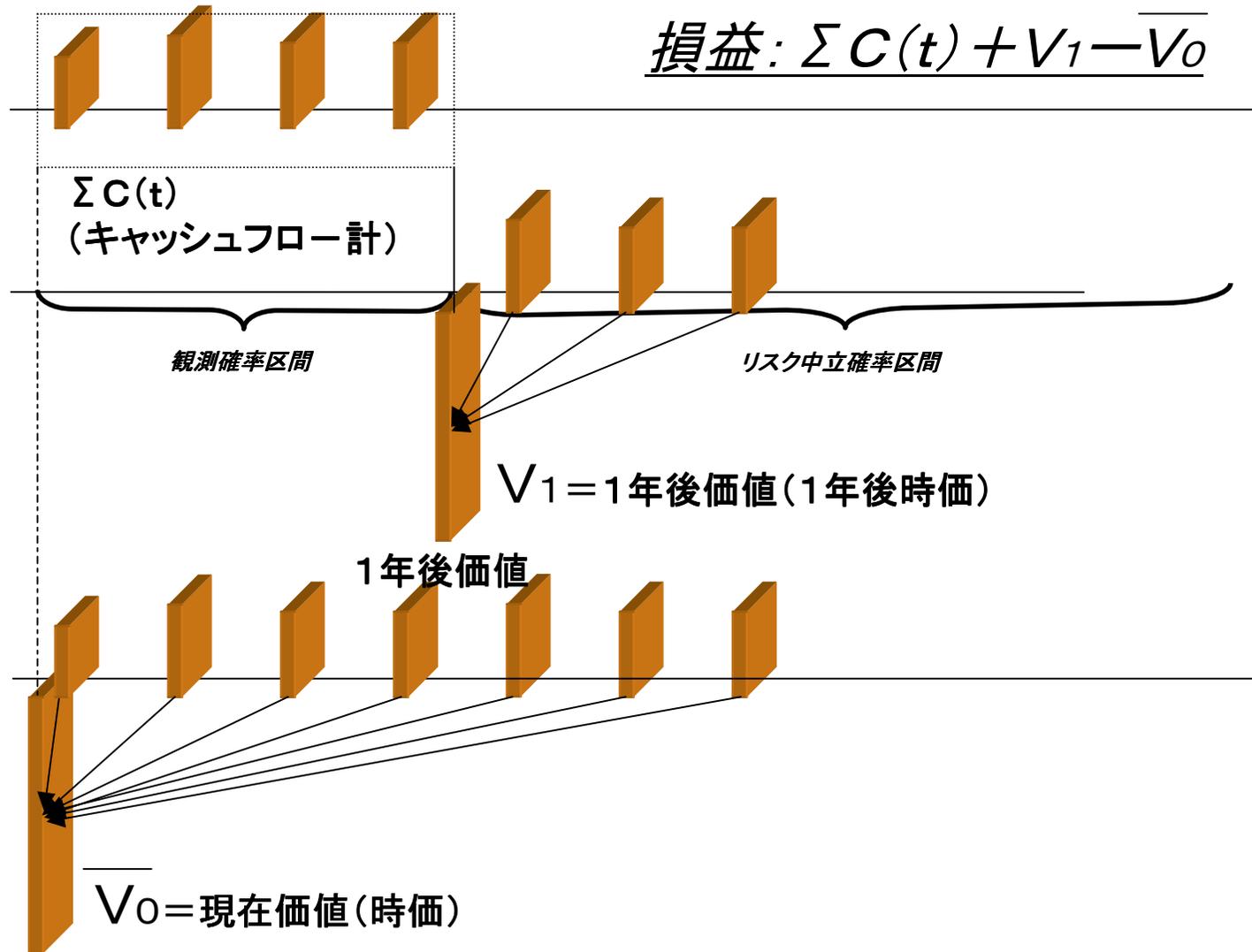
拡張VaR方式



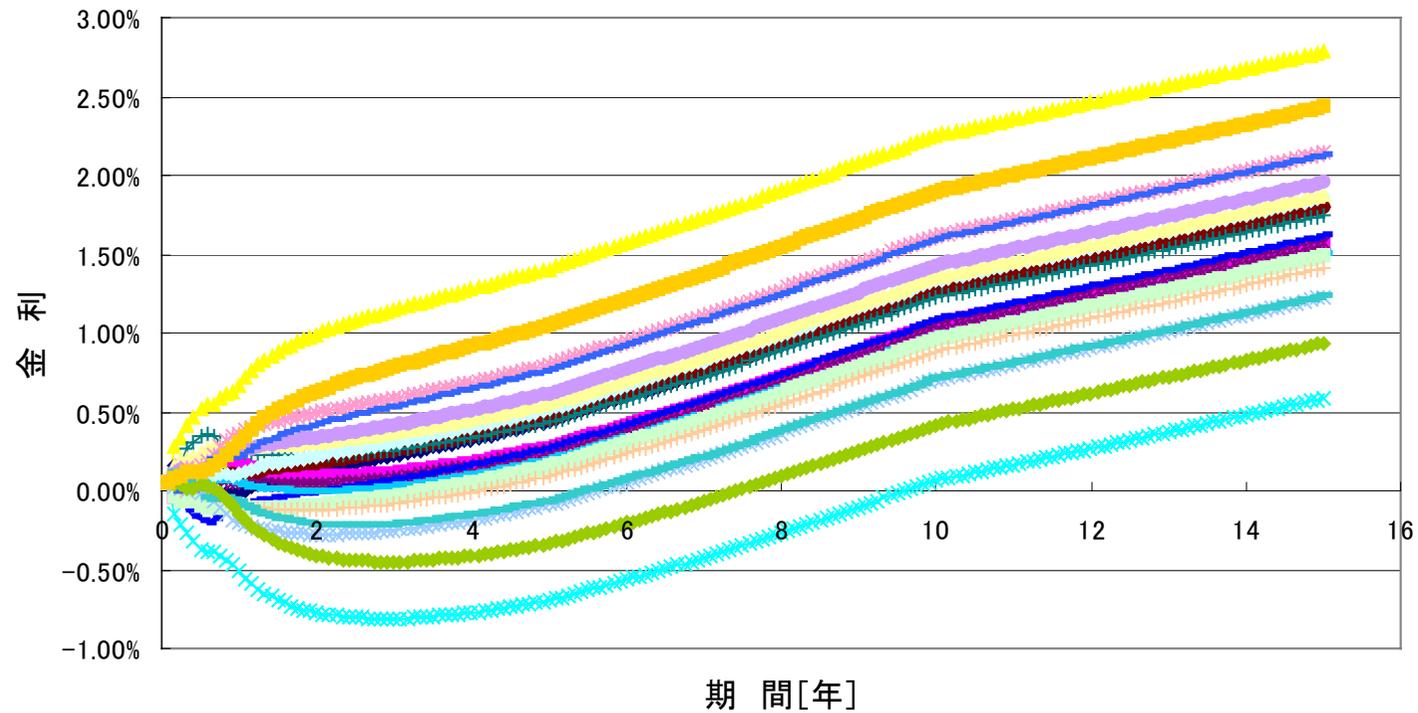
拡張VaR方式



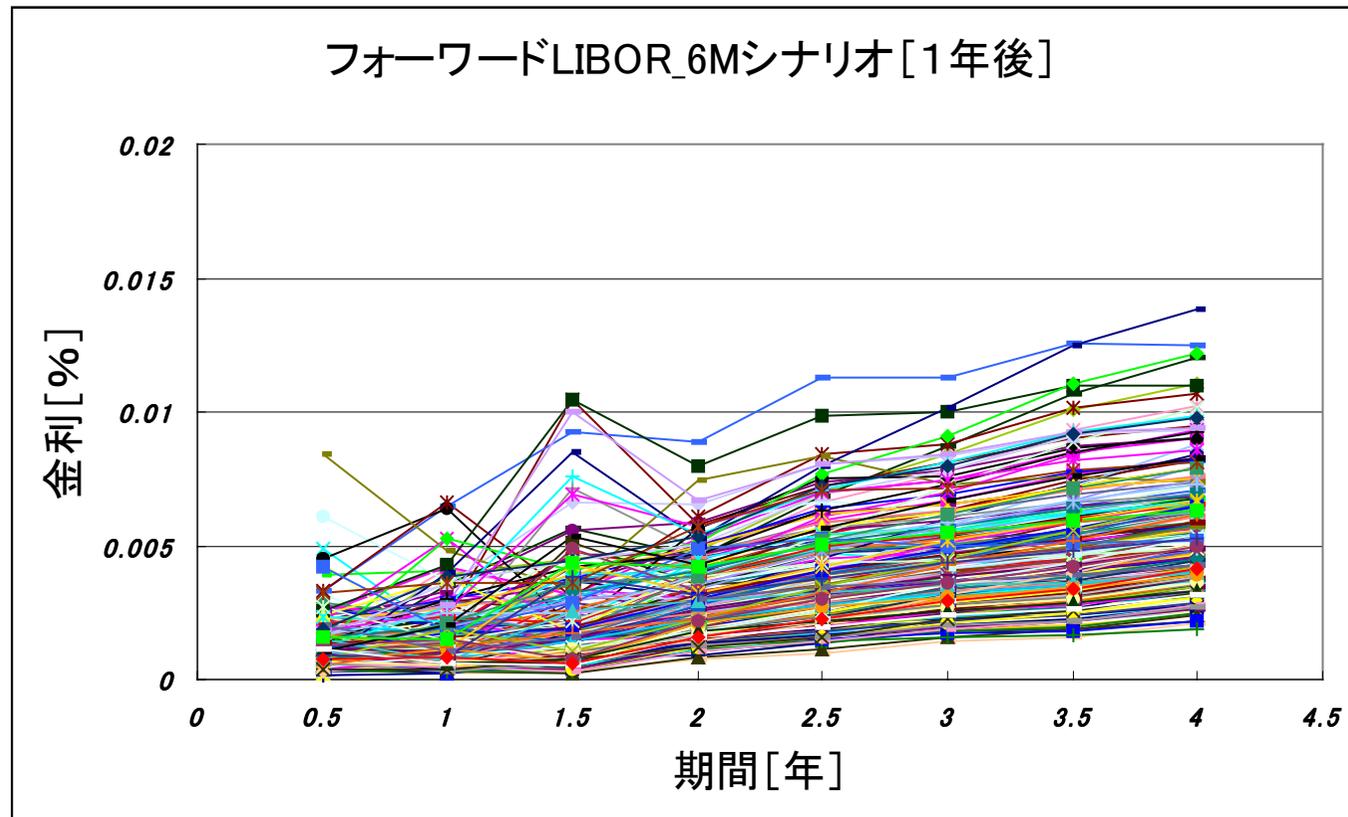
拡張VaR方式



ゼロレート・シナリオ



金利シナリオ例: 20シナリオ
- マイナス金利を許容の場合 -



5年間発生の場合

200シナリオでの平均

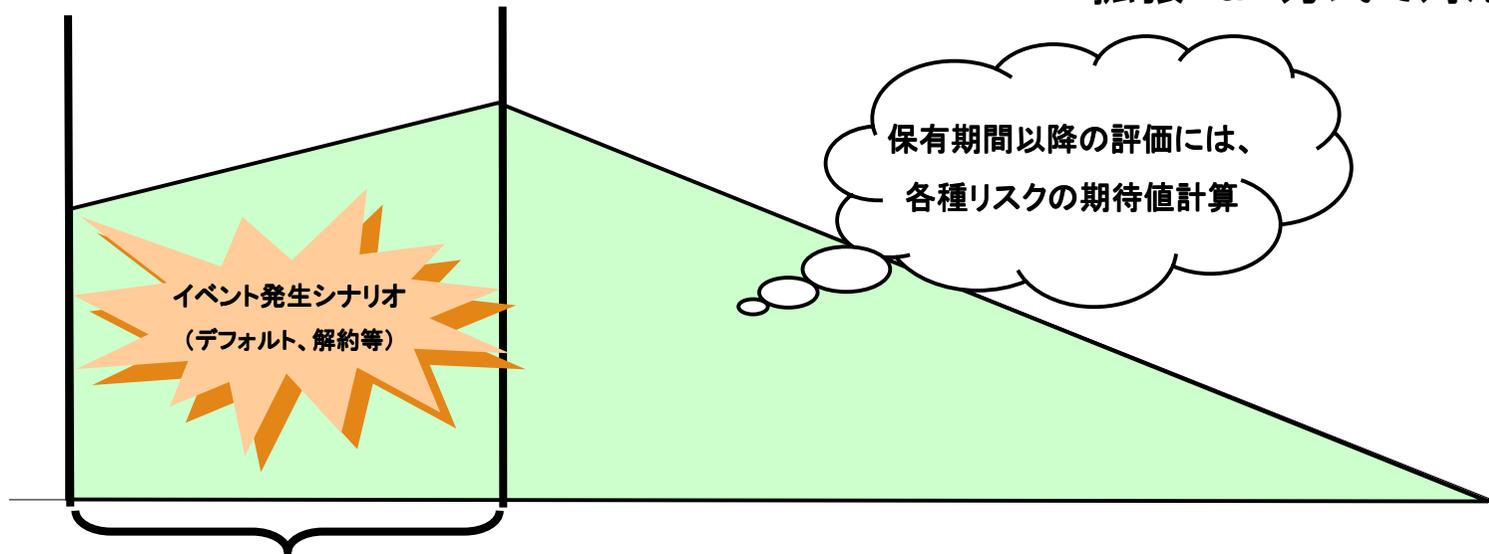
期間[年]	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
平均	0.135%	0.151%	0.222%	0.293%	0.377%	0.437%	0.494%	0.555%
現在値	0.133%	0.160%	0.245%	0.295%	0.381%	0.441%	0.502%	0.563%

現在値:現時点での1年後時点6ヶ月ごとのフォワードLIBOR_6Mの値

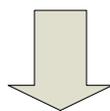
拡張VaRの機能拡張

— 統合拡張VaRへ —

拡張VaR方式で対応可能



保有期間内で
イベント発生



損失計算

拡張VaR方式では、保有期間内で、実際にイベントシナリオ(デフォルト、解約、期前償還等)を発生させることにより、市場リスク[円貨/外貨金利、為替、株式変動]だけでなく、
①信用リスク[デフォルト、格付推移、担保価値変動]
②プリペイメントリスク[期前解約、繰上償還]
③流動性リスク[自行格付が低下し、調達額、調達金利等に支障をきたすイベント]にも、系統的に拡張を加えることも可能である。

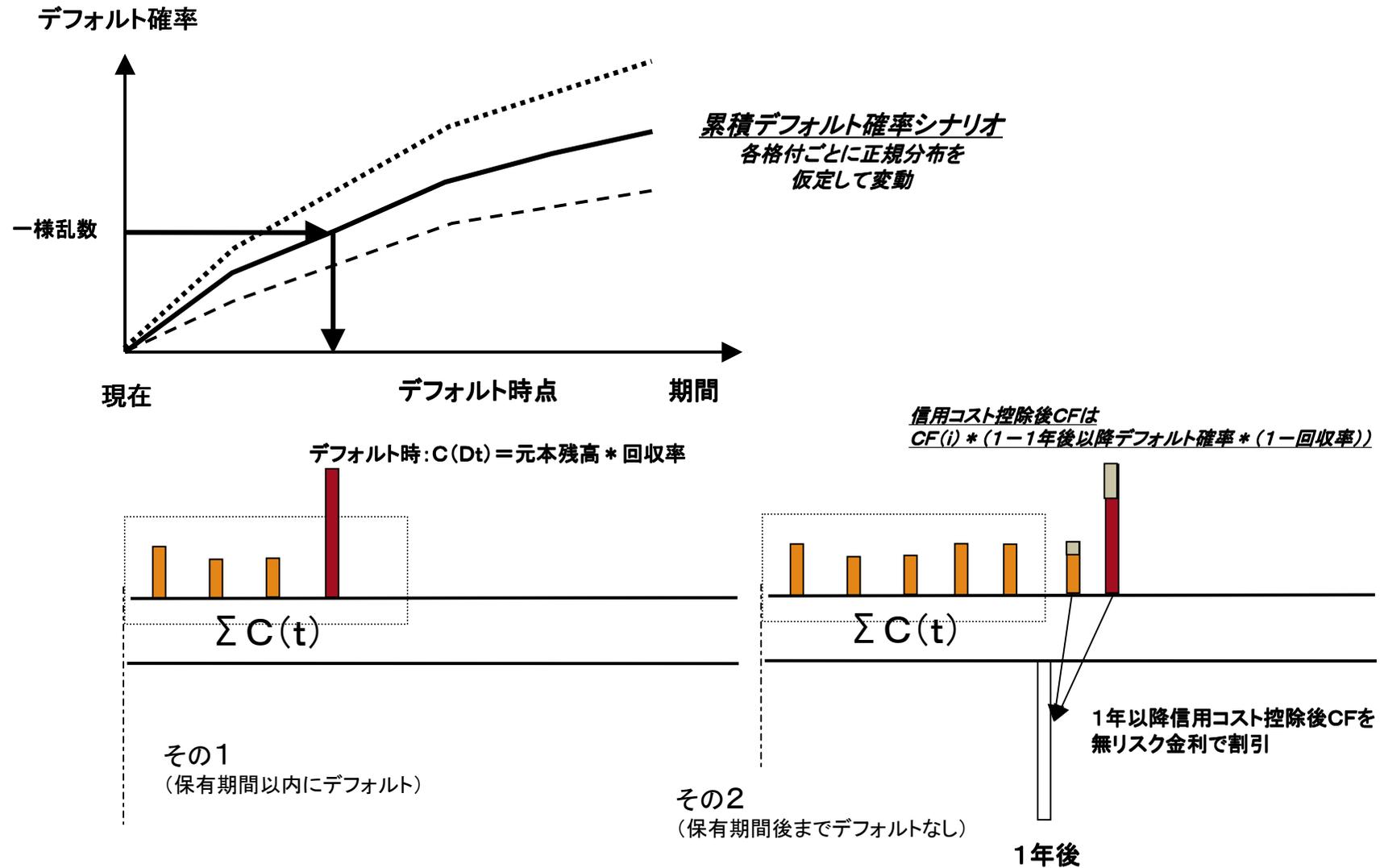
信用リスクの各種計量化手法

- ④ 保険数理手法 (CSFP CreditRisk+™)
 - ④ デフォルト率は不確実でありポアソン分布に従う
 - ④ デフォルト1件当たりの損失額は一定とし、デフォルト件数ごとの発生確率から損失分布を計算する
- ④ **キャッシュフロー調整手法 (弊社手法等)**
 - ④ デフォルト時点でキャッシュフローを調整する <=ハザード過程のシナリオ化
 - ④ 割引金利は無リスク金利
 - ④ 保有期間後の価値計算
損益 = 保有期間後の価値 - 時価 の分布から非期待損失を計算
- ④ **割引率調整手法 (CreditMetrics™)**
 - ④ 将来キャッシュフローは調整しない
 - ④ 割引金利を格付に応じて調整 (スプレッド付加) する <=格付推移過程のシナリオ化
損益 = 保有期間後の価値 - 時価 の分布から非期待損失を計算
- ④ **金融工学モデルによる時価評価**
 - ④ デフォルト過程によるモデル化
Duffie-Singleton Model, Jarrow-Turnbull Model など
 - ④ マルコフ連鎖モデル
Jarrow-Lando-Turnbull Model など
損益 = 保有期間後の価値 - 時価 の分布から非期待損失を計算
 - ④ 無リスク金利過程はいろいろなモデルを使用



2手法を採用

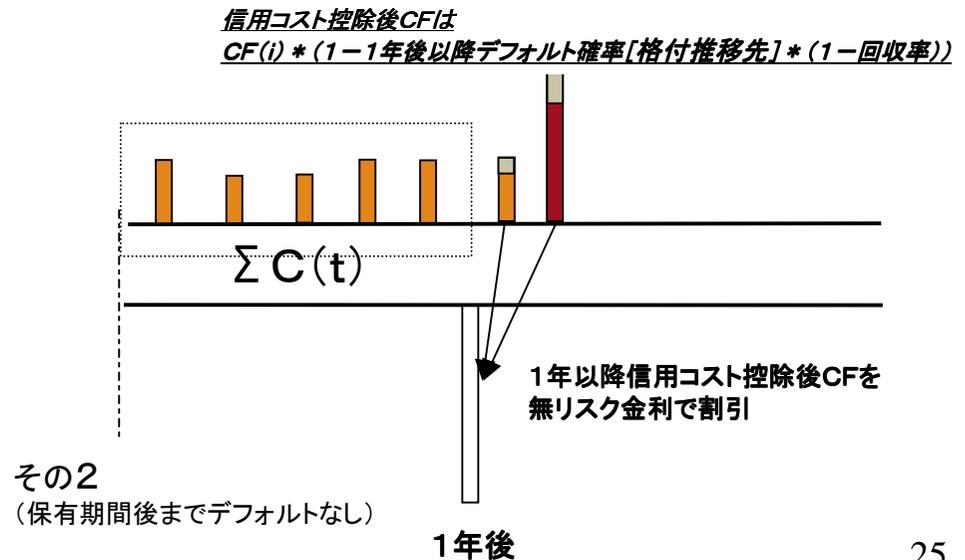
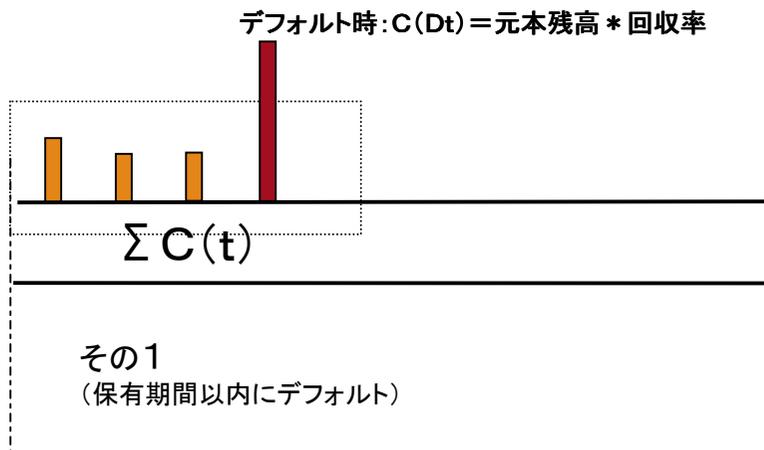
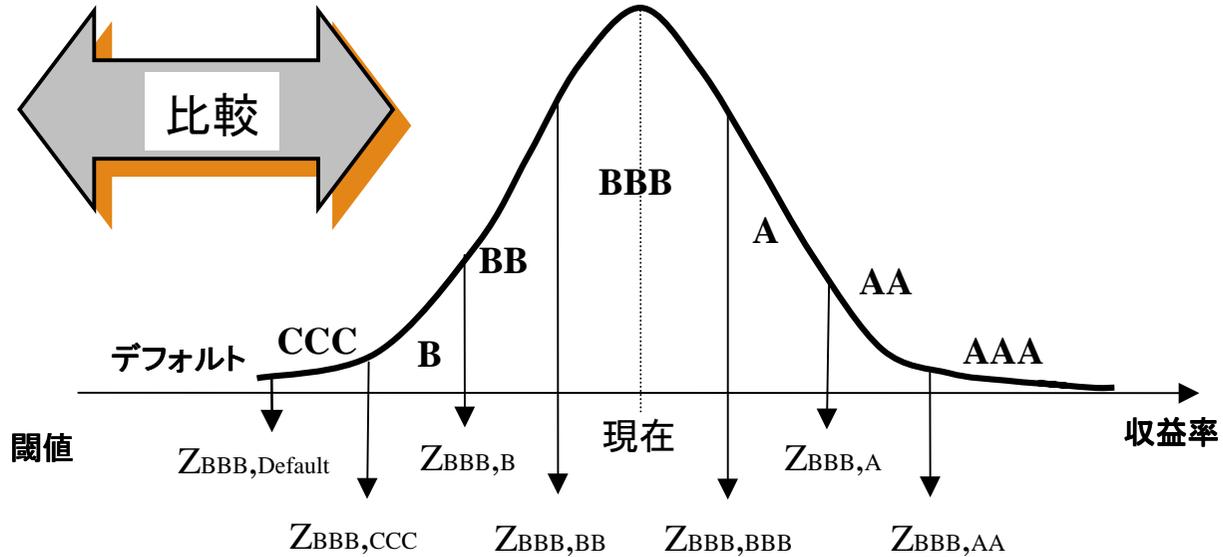
信用リスクの計量手法 (DMモード)



信用リスクの計量手法 (MTMモード)



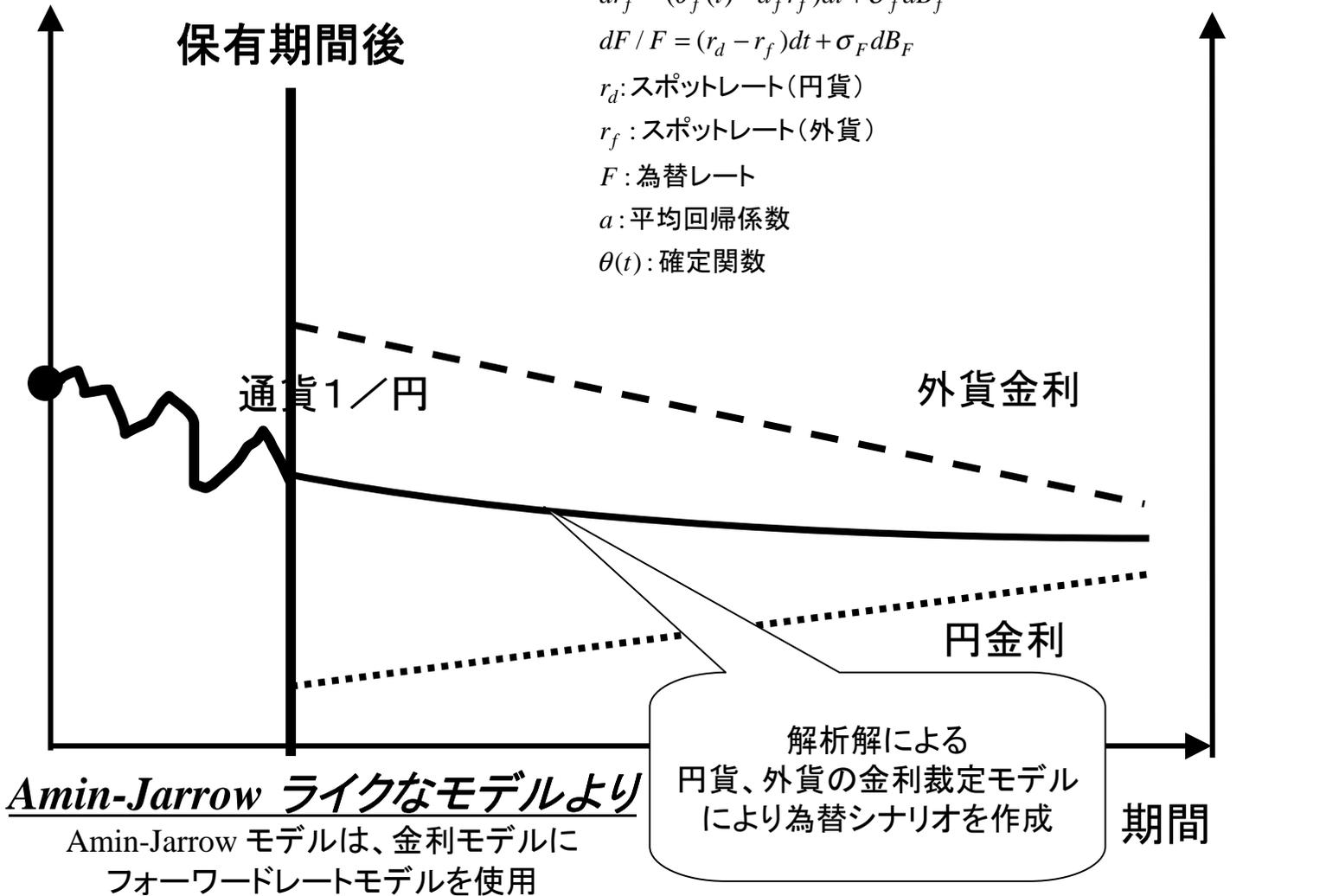
収益率シナリオの
標準正規乱数: r_k



為替シナリオ作成



ゼロクーポンレート



$$dr_d = (\theta_d(t) - a_d r_d)dt + \sigma_d dB_d$$

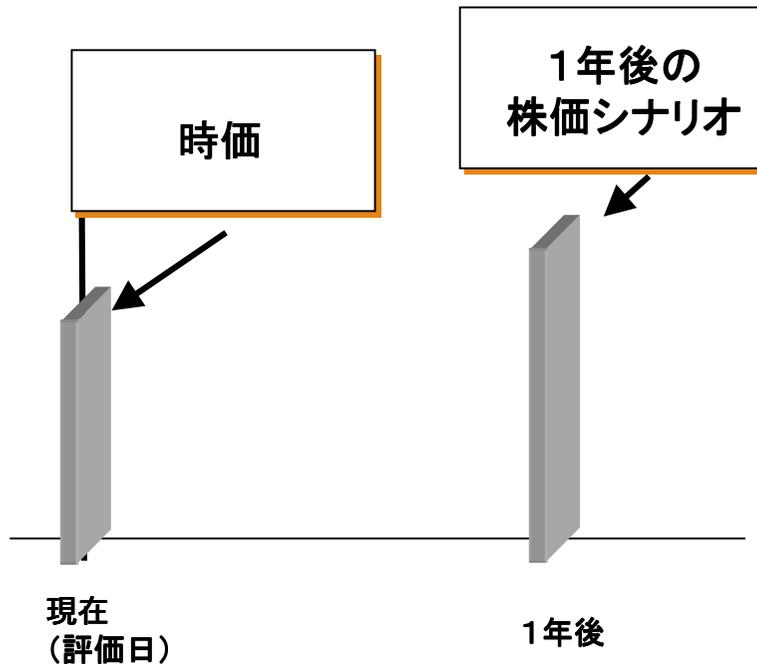
$$dr_f = (\theta_f(t) - a_f r_f)dt + \sigma_f dB_f$$

$$dF / F = (r_d - r_f)dt + \sigma_F dB_F$$

r_d : スポットレート(円貨)
 r_f : スポットレート(外貨)
 F : 為替レート
 a : 平均回帰係数
 $\theta(t)$: 確定関数

Amin-Jarrow ライクなモデルより
 Amin-Jarrow モデルは、金利モデルに
 フォワードレートモデルを使用

株価シナリオ作成



保有期間が1年の場合

$$S(12m) = (S_{Idx}(12m) - S_{Idx}(0)) / S_{Idx}(0) * \beta * S(0) + S(0)$$

$S(12m)$: 対象株式の1年後株価

$S(0)$: 対象株式の時価

$S_{Idx}(12m)$: 株価指数の1年後指数値

$S_{Idx}(0)$: 株価指数の現在値

β : 対象株式ベータ

$$dS_{Idx} / S_{Idx} = \mu dt + \sigma dW$$

$$d(\ln S_{Idx}) = (\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + \sigma dW$$

dW : ウィナー過程

株式指標シナリオは、
10種まで指定可能
外株の場合は、保有期間後の
為替シナリオで円貨に変換

プリペイメントリスク計量可能

- v 一定率(基本バージョン)
- v 比例ハザードモデル(オプション)
 - v 預金(独自の比例ハザードモデルを使用)
 - v 住宅ローン(Schwartz & Torous型ハザードモデル)
 - v ベースライン解約率: 基本的な解約率の推移を表す
 - v 借換対象商品等の金利との差額により解約率が変動

$$\pi(t) = \pi_0(t) e^{\sum_i \beta_i z_i}$$

$$\pi_0(t) = \frac{\gamma p (\gamma)^{p-1}}{1 + (\gamma)^p}$$

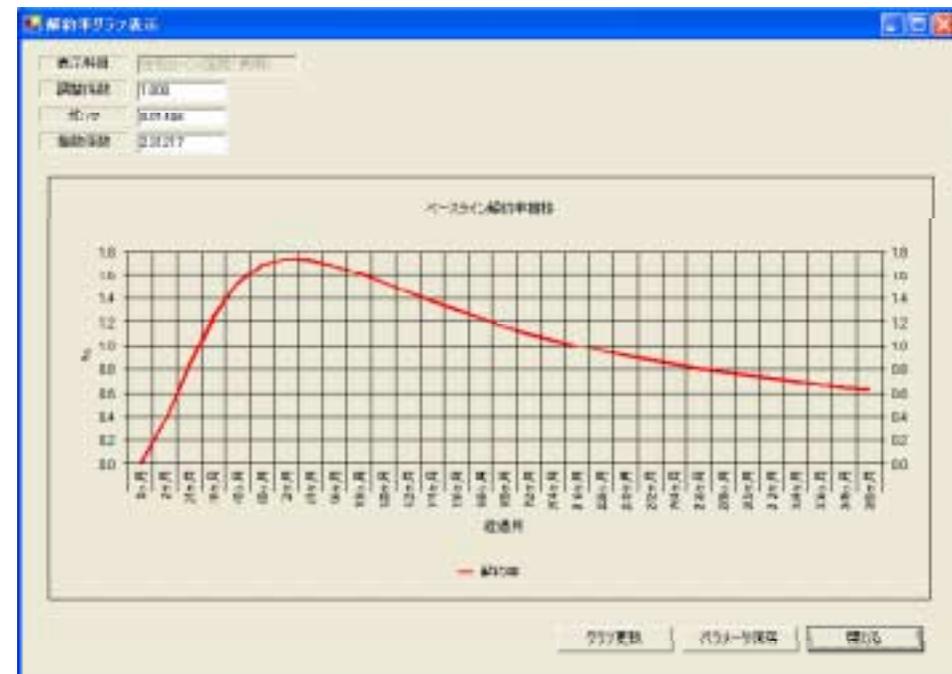
$\pi_0(t)$: ベースラインハザード関数

z_i : i 番目の共変量の値

β_i : i 番目の共変量の係数

γ, p : 推定パラメータ

借換対象金利との差など

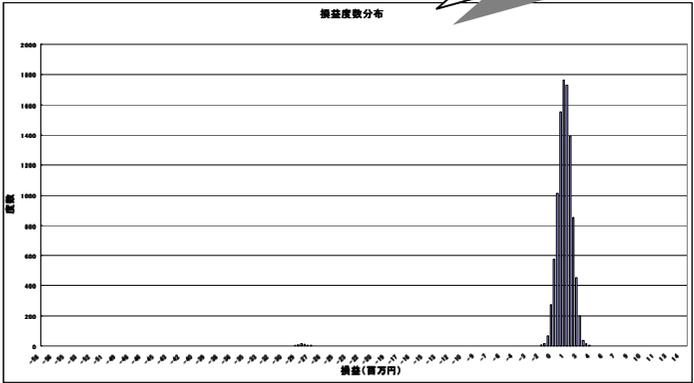
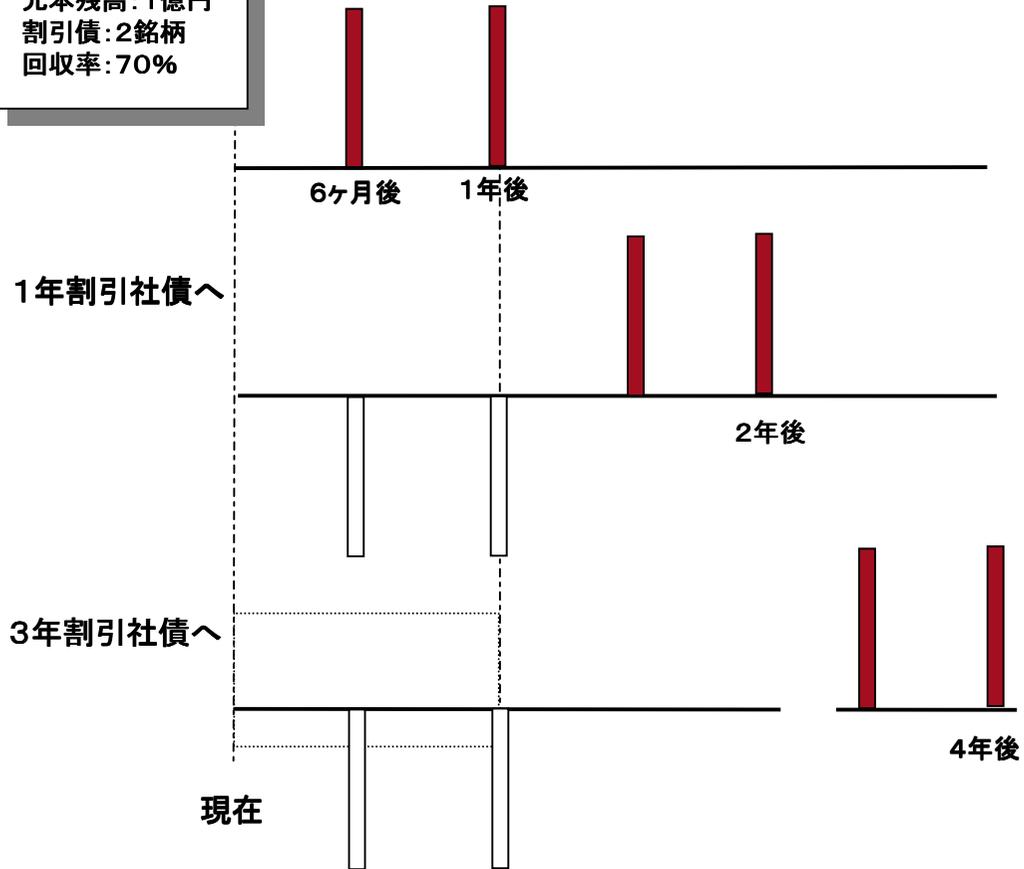


拡張VaRの利点(例) - 再投資効果測定 -

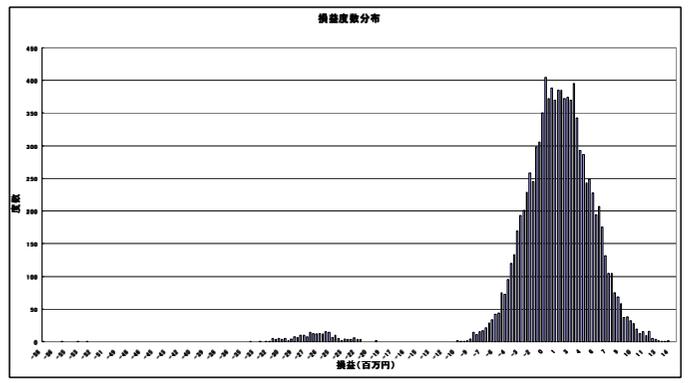


再投資割引社債
 格付:BBB
 元本残高:1億円
 割引債:2銘柄
 回収率:70%

統合リスク
 の場合



VaR: 1,748,997
 CVaR: 15,993,767

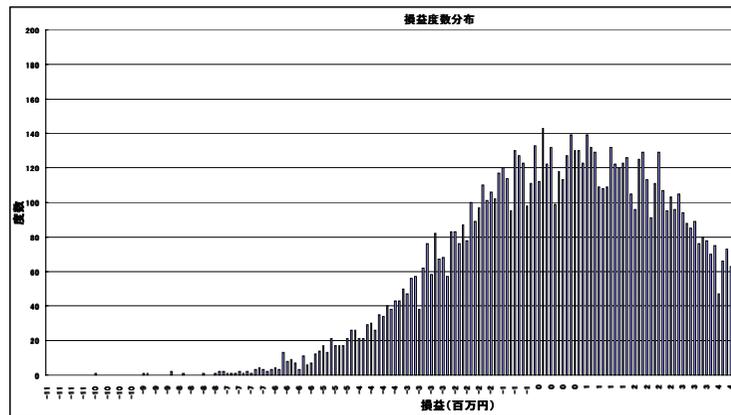


VaR: 27,608,845
 CVaR: 30,657,089

拡張VaRの利点(例) - 市場+信用の統合リスク計量可能 -

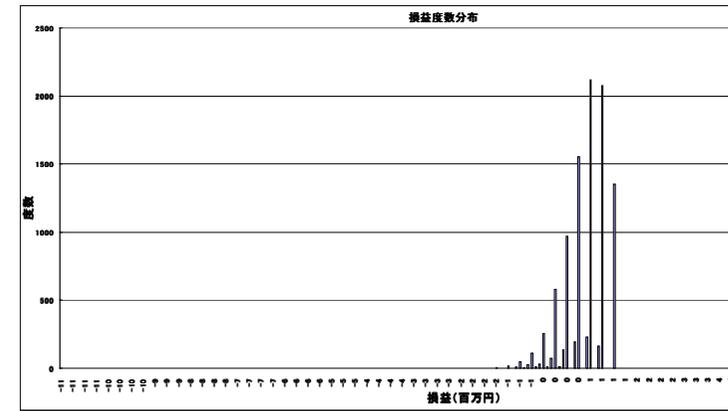


市場リスク



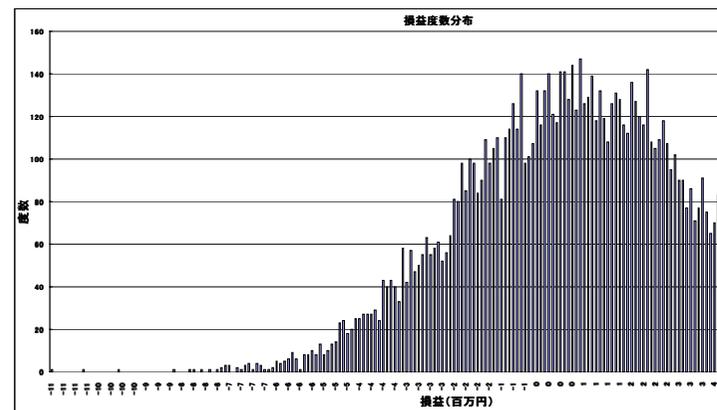
現在価値: 94,335,820
 VaR: **6,082,981**
 CVaR: **6,946,202**

信用リスク



現在価値: 93,722,804
 VaR: **1,288,023**
 CVaR: **1,621,409**

格付: BBB
 元本残高: 100万円
 残存期間: 5年
 割引債: 100銘柄
 回収率: 70%



現在価値: 93,631,527
 VaR: **5,992,585**
 CVaR: **7,005,196**

市場+信用リスク

VaRと拡張VaRの違い

商品種	保有期間	流動性	VaR種類
商品有価証券 デリバティブ	短い	高い	VaR
貸付 保険	長い	ほとんどない	拡張VaR

拡張VaRの利点

- 1) 計量化期間(保有期間)内の新規契約も考慮可能
- 2) 信用リスクとの統合可能
- 3) 保有期間でのキャッシュフローのマッチングにより
投資戦略による再投資効果を評価可能

VaRと拡張VaRの計量結果



	額面	簿価為替	拡張VaR	通常VaR	備考
割引債1年	100,000,000	1	0	610,237	
元本均等(変動)3年	100,000,000	1	302,132	78,927	
利付債5年	100,000,000	1	3,971,269	6,599,221	
利付ドル債	1,000,000	120	25,727,079	28,086,752	ドル金利リスクなしの場合
国内株式	100,000,000	1	42,615,848	33,400,429	

評価時点効果

計測条件

ボラティリティーの違い

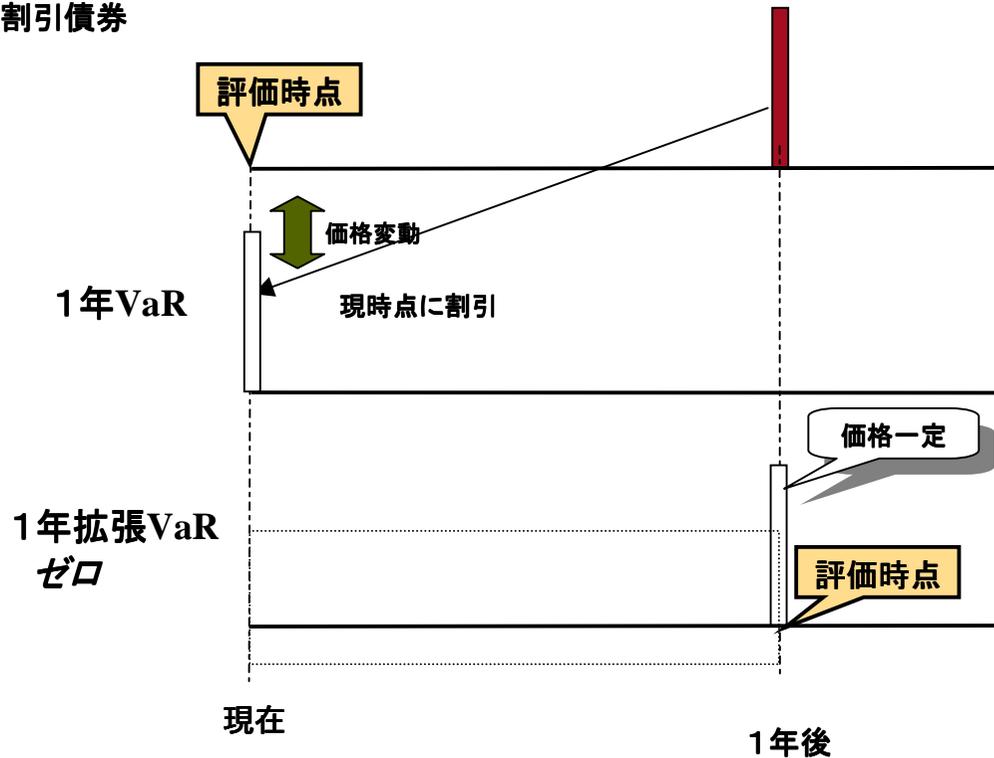
(短期での計測の方が、計測区間では小さかった)

- (1) 保有期間: 1年
- (2) 過去データ: 1998/01 - 2003/01 月末データ
- (3) ボラティリティー
 - ① 通常VaR: 1ヶ月 * SQRT(12)
 - ② 拡張VaR: 1年、1ファクターHull-White Model

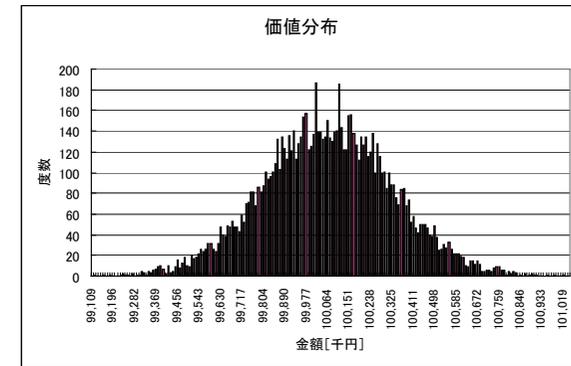
評価時点効果



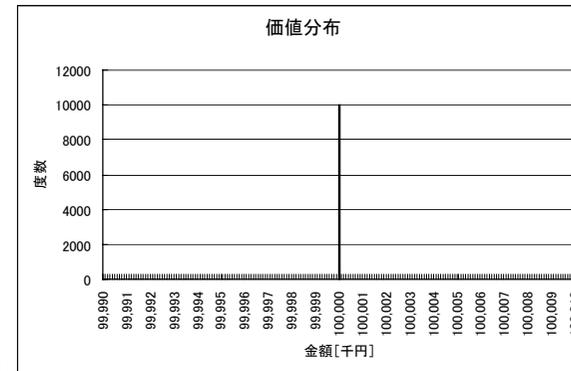
残存期間1年の
割引債券



1年VaR



1年拡張VaR

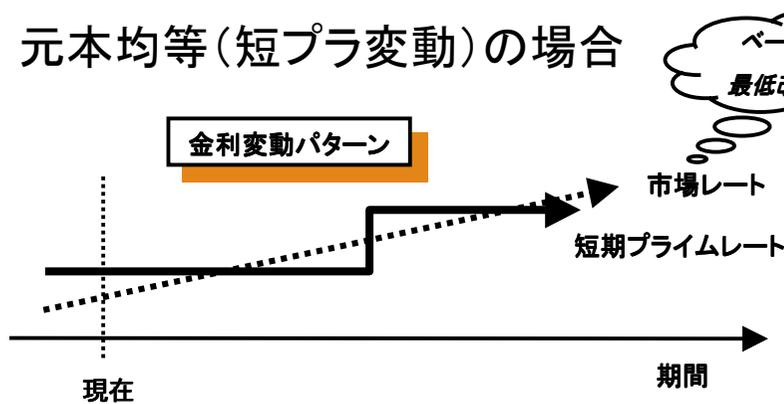


VaRでは実際の保有期間の時間経過を考慮しないため
1年後の場合でもVaRはゼロとならない

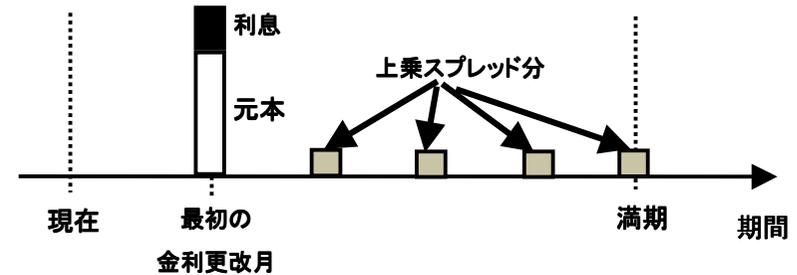
デュレーションが
実際より長くなる

ベースス効果

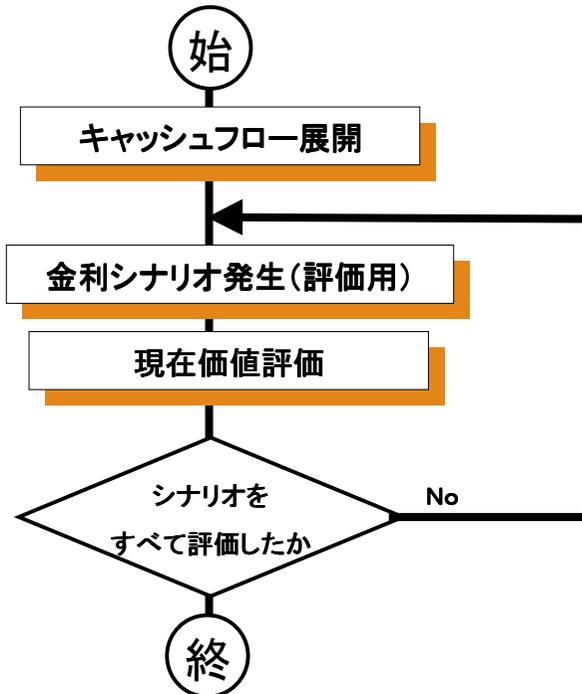
元本均等(短プラ変動)の場合



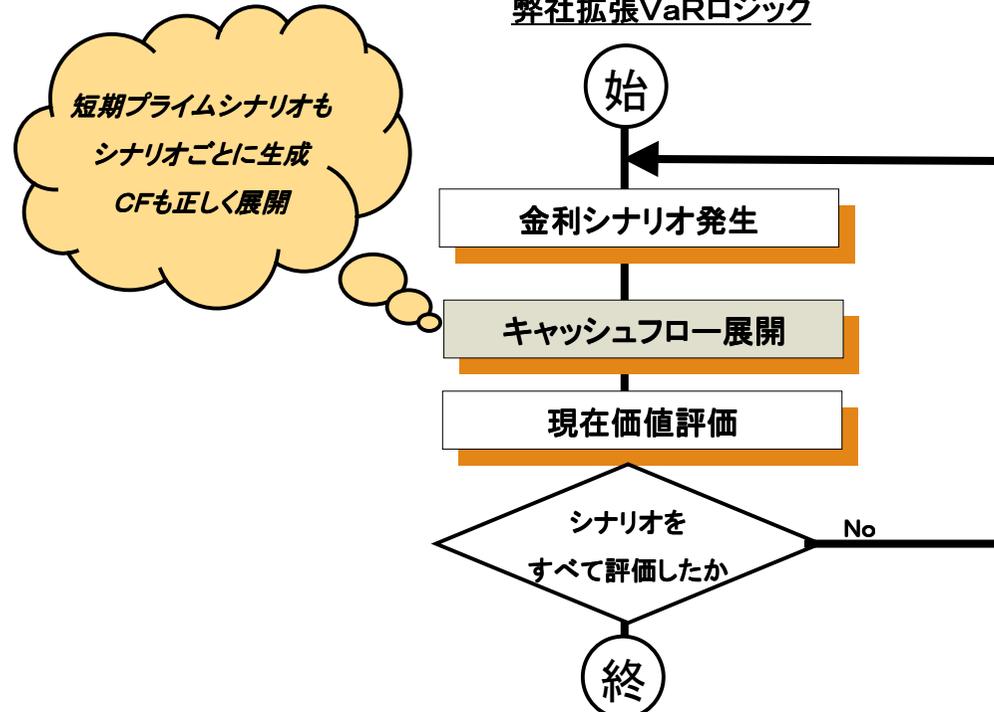
変動型の通常VaRでの一般的なCF展開方法



一般的な通常VaRロジック



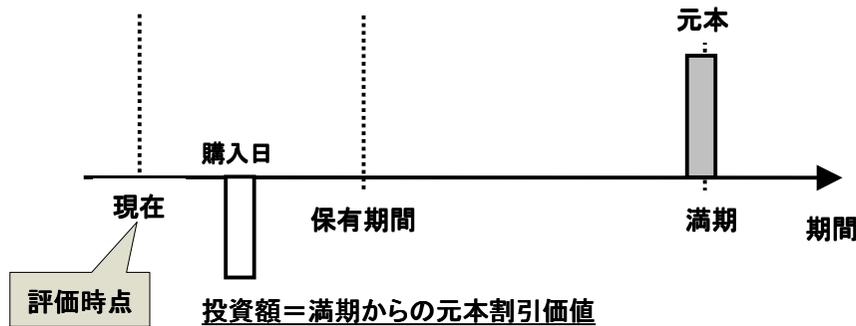
弊社拡張VaRロジック



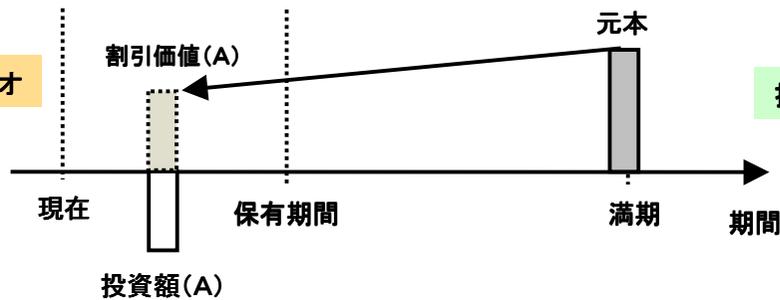
もしもVaRでフロー(新規取組)を評価したら...

フローのCF展開方法(割引債)

シナリオごとに正しくCF生成を行っている前提

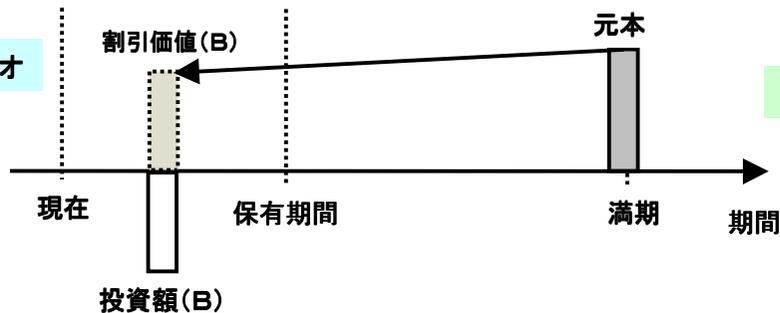


金利上昇シナリオ



投資額(A) = 割引価値(A)

金利下降シナリオ



投資額(B) = 割引価値(B)



(注意)
貸出、預金については、
取組時の投資額、調達額が、
時価ではないので、リスクが計算されますが、
正しいリスク量ではありません

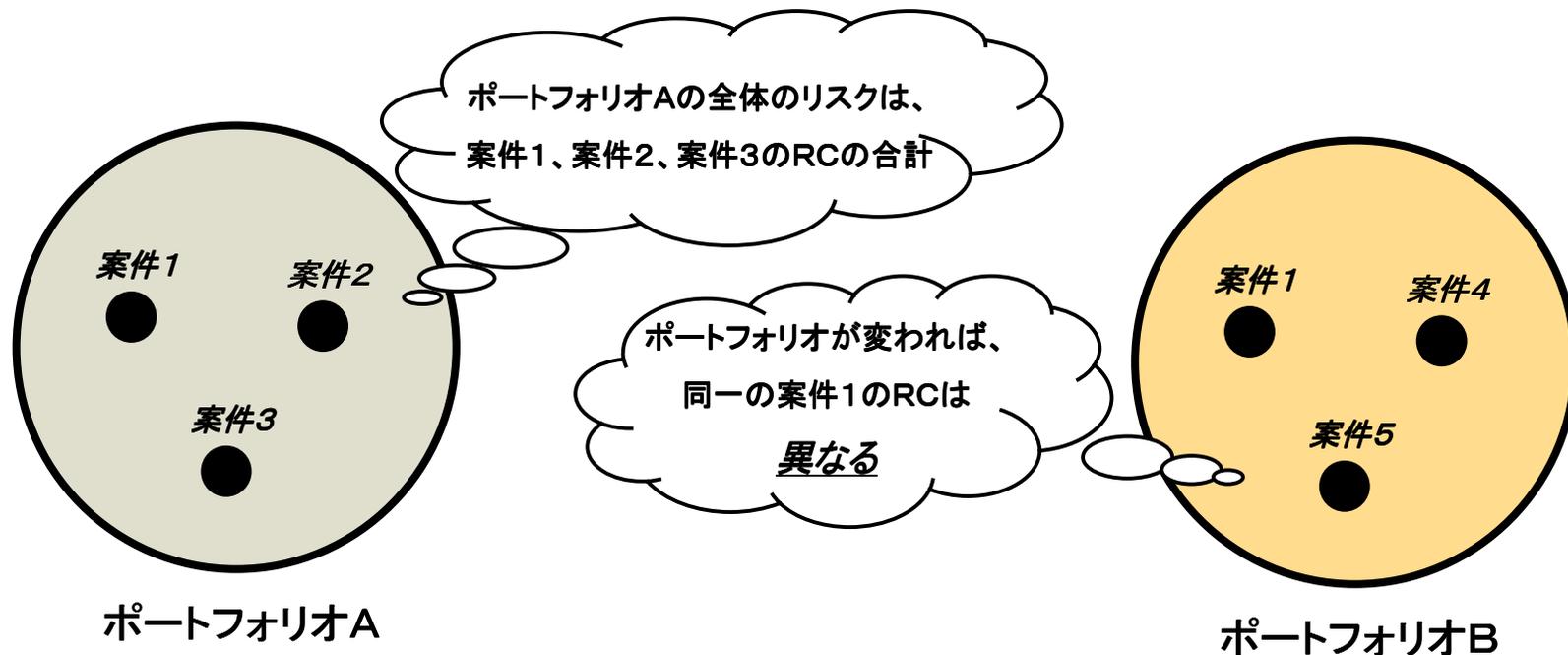
リスク寄与度 (RC) について

RC(リスク寄与度)について

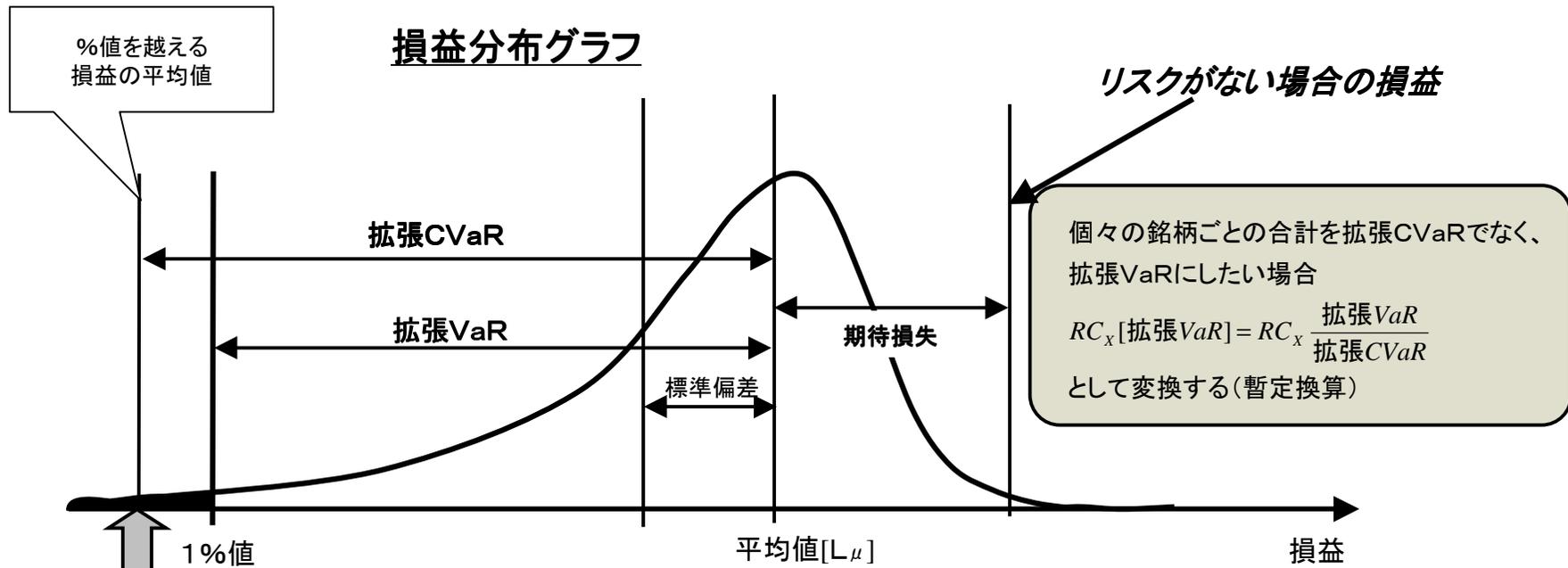
- ⌚ ポートフォリオ全体のリスクに対する個々の案件(保有銘柄等)のリスクの影響度を表現する
- ⌚ 個々の案件のRCの合計が、ポートフォリオ全体のリスク量(所要資本額)となる
- ⌚ 新規投資案件の選択判断の基準に使用できる

- ⌚ 選択判断基準として

==> 期待収益額 - 所要資本 * 資本調達コスト率 とした場合、この所要資本をRCと考えることにより計算可能



RCの計算方法(1) - シミュレーション型[拡張CVaR値利用] -



ポートフォリオが、A、Bの2銘柄から構成されていると仮定
全分布が10000シナリオとすると、拡張VaR値以下のシナリオの
100シナリオを使用して計算

使用するシナリオが
少なくなるので、
RCの計算精度は落ちる

シナリオ1の損益合計: $L_A(1) + L_B(1)$
 シナリオ2の損益合計: $L_A(2) + L_B(2)$

 シナリオ100の損益合計: $L_A(100) + L_B(100)$

$$CVaR = L_\mu - \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} L(i)$$

$$L_\mu = L_{A,\mu} + L_{B,\mu}, \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} L(i) = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} \{L_A(i) + L_B(i)\}$$

$$\text{拡張CVaR} = RC_A + RC_B$$

よって

$$RC_A = L_{A,\mu} - \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} L_A(i), RC_B = L_{B,\mu} - \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} L_B(i)$$

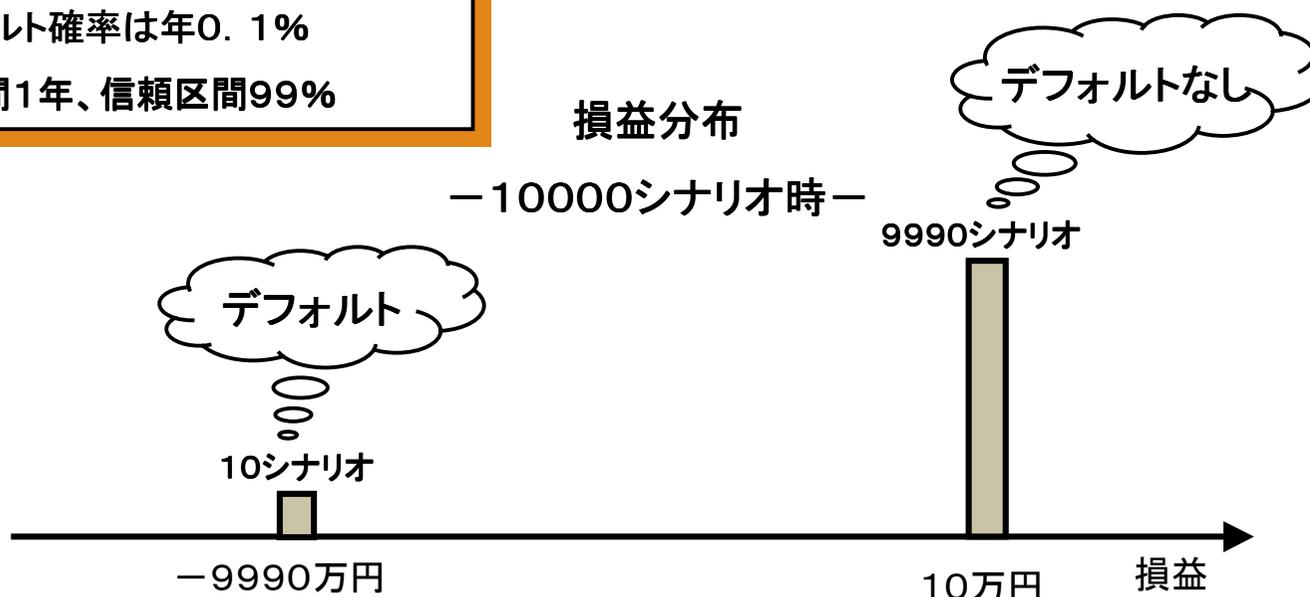
L_μ : ポートフォリオ損益の平均値、 $L_{X,\mu}$: 銘柄Xの損益の平均値
 $L_X(i)$: シナリオiでの銘柄Xの損益、 RC_X : 銘柄Xのリスク寄与度

拡張CVaRの利点 (対 拡張VaR)



拡張CVaRの方がテイルリスクを正しく評価できる

残存期間1年の割引社債(額面1億円)
時価9990万円
回収率を0(ゼロ)と仮定
デフォルト確率は年0.1%
保有期間1年、信頼区間99%

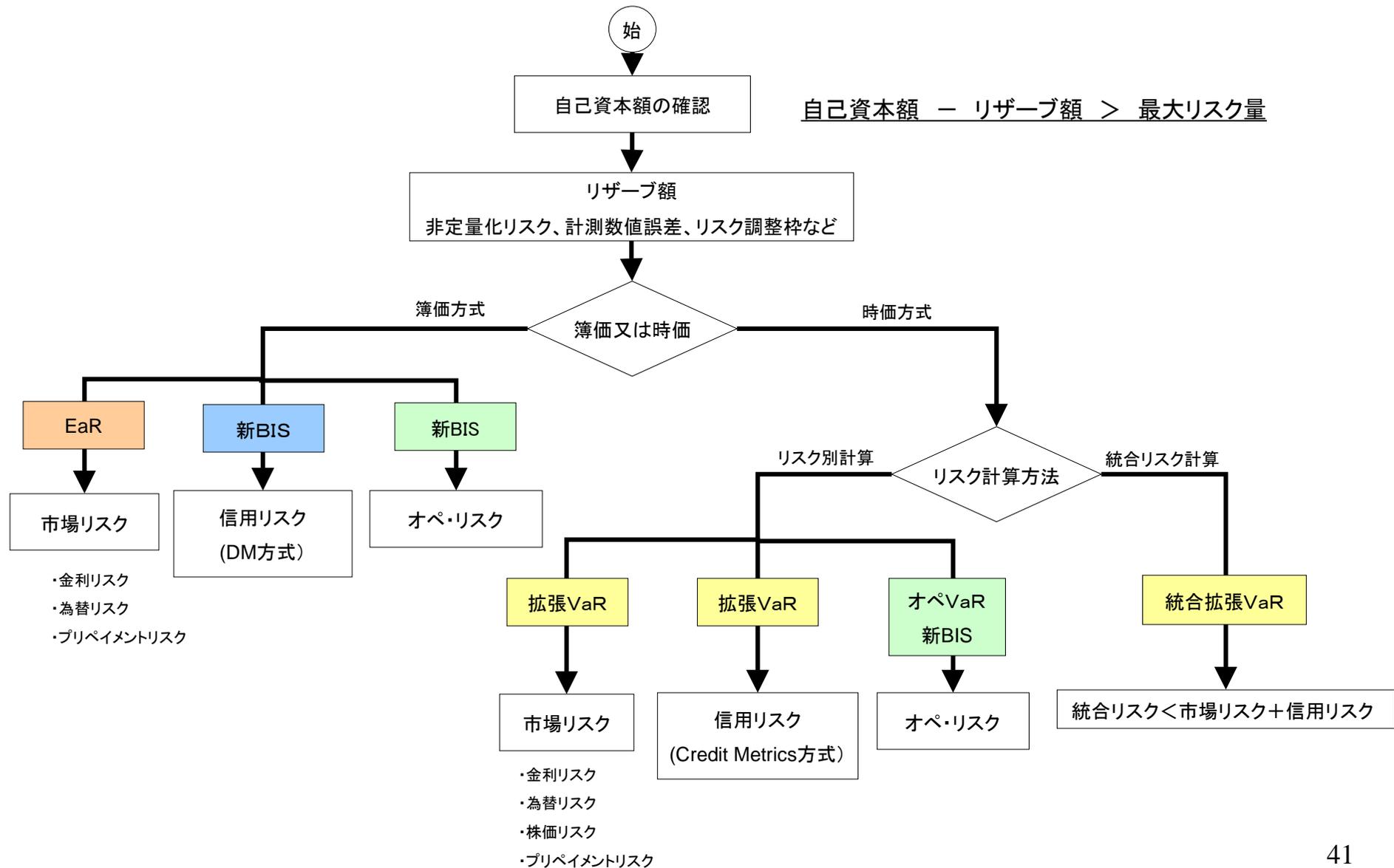


$$\text{平均値} = (-9990\text{万円} * 10 + 10\text{万円} * 9990) / 10000 = 0\text{円}$$

拡張VaR = 平均値 - 1%値 = 0 - 10万円 = -10万円 < == 最大損失の方が、平均値より大きい。 リスクなし

拡張CVaR = 平均値 - 1%値以下の平均値 = 0 - (-9990万円 * 10 + 10万円 * 90) / 100 = 990万円。 リスクあり

保有リスク量の計測－簿価方式又は時価方式－



統合拡張VaRシステム –画面サンプル(1)–

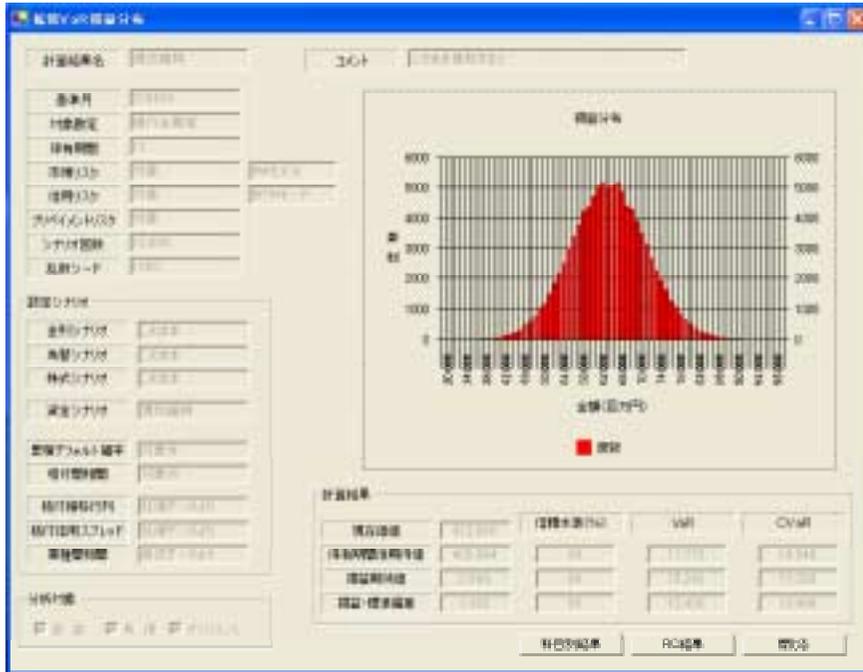


各種シナリオ等選択画面

金利モデル、計算パラメータ等選択画面



統合拡張VaRシステム -画面サンプル(2)-



計算結果表示画面

明細別リスク寄与度(RC)表示画面

科目	積付	業種	口座・主証	積付/業種	積付	リスク寄与度(純値)	リスク寄与度(比率)
300400040	+	1	100	0	623,461,839	-18,793	0
300400040	+	1	100	0	623,461,839	197,018	0
300400040	+	1	100	0	623,461,839	-206,771	0
300400040	+	1	100	0	1,246,923,677	562,329	0
300400040	+	1	100	0	1,246,923,677	312,150	0
300400040	+	1	100	0	1,246,923,677	1,071,787	0
300400040	+	1	100	0	1,870,384,615	6,024,921	0
300400040	+	1	100	0	1,870,384,615	3,711,616	0
300400040	+	1	100	0	1,870,384,615	2,270,004	0

株式会社 メッセージ

営業部 部長 伊藤 公一

E-Mail: ito@message-no1.co.jp

〒108-0073

東京都港区三田4-1-7 広栄ビル5F

Tel: 03-5730-4348 Fax: 03-5440-2528

URL: <http://www.message-no1.co.jp>