

流動性リスクや
不動産投資リスクまで対応

統合リスク計算エンジン RACERS-ALM

Risk Adjusted Calculation Engine by Random Sequence

Ver. 1.0

New

生・損保版

並列版(複数マシン使用)
開発中

Vertical

2000/04/01 発売開始

販売: ニチメンデータシステム 株式会社

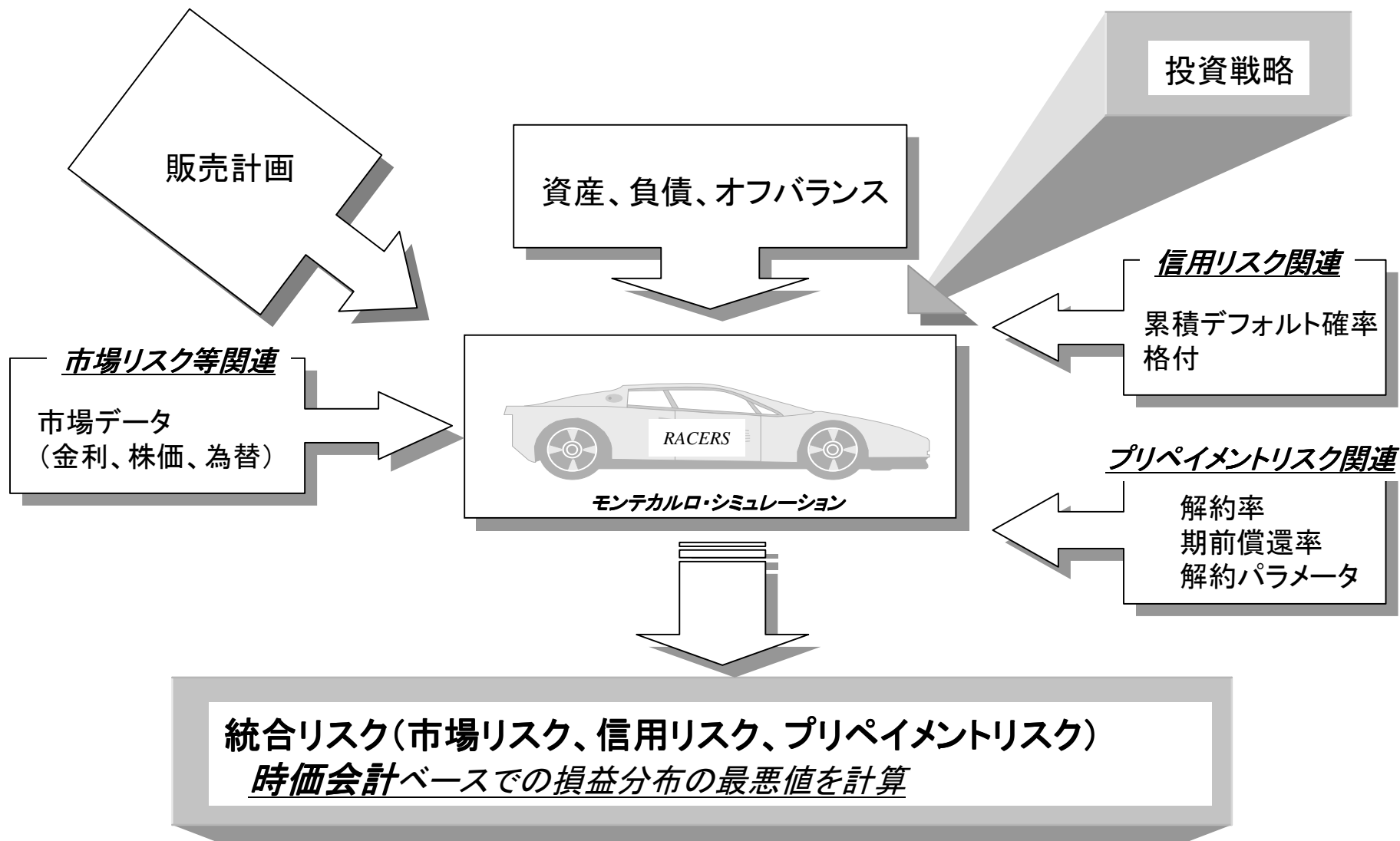
開発: 株式会社 メッセージ

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

RACERS-V 開発ポリシー

- **「戦略なくして、調達、運用なし」**
 - 資産、負債を統合してリスク計測し、考慮後、調達、運用戦略を練る
- **「リスク同時計測なくして、意味がなし」**
 - 市場変動のみでデフォルトのない世界も、市場変動なくデフォルトのみの世界もない

RACERS-V とは...



RACERS-V 適用範囲

－ 貸借対照表 －

有価証券 国債、公社債 株式 外債 外国株式	積立保険
貸付金 契約者貸付 企業貸付 個人ローン	積立年金
不動産	積立財形保険
その他資産	死亡保険
	生死混合保険
	生存保険
	その他負債

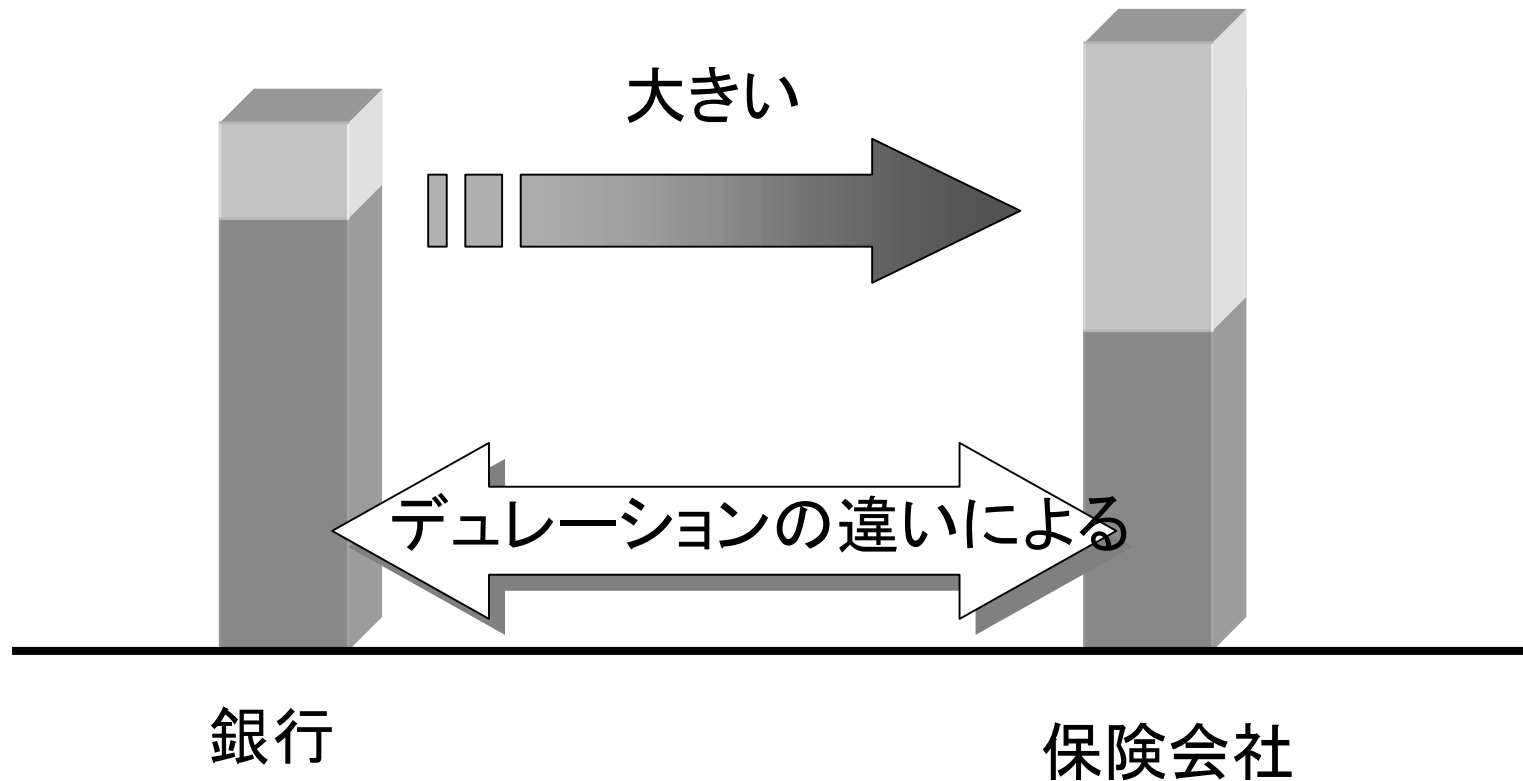
オフバランス商品：金利スワップ、為替予約、株式先物、債券先物など

RACERS-V の特徴

- **統合リスクの計量化システムをPCで実現**
 - 市場リスク、信用リスク、プリペイメントリスクを統合して計量化可能
 - 流動性リスク、不動産投資リスクまで計量可能
 - 金利変動シナリオ(Hull-Whiteモデル)、デフォルト確率シナリオ、プリペイメント(比例ハザードモデル)を同時に考慮。
 - モンテカルロ・シミュレーションにより、非対称な分布を計量化可能
- **拡張VaR方式を採用**
 - (期間収益+1年後価値-現在価値)の変動分布の1%値。流動性の少ない商品での長期のVaR計算に対応
- **キャッシュフローを内部で生成**
 - 変動金利商品の評価で必要
- **高速演算モジュール**
 - 計算しながら集計も同時に実行。集計時間の短縮化可能。

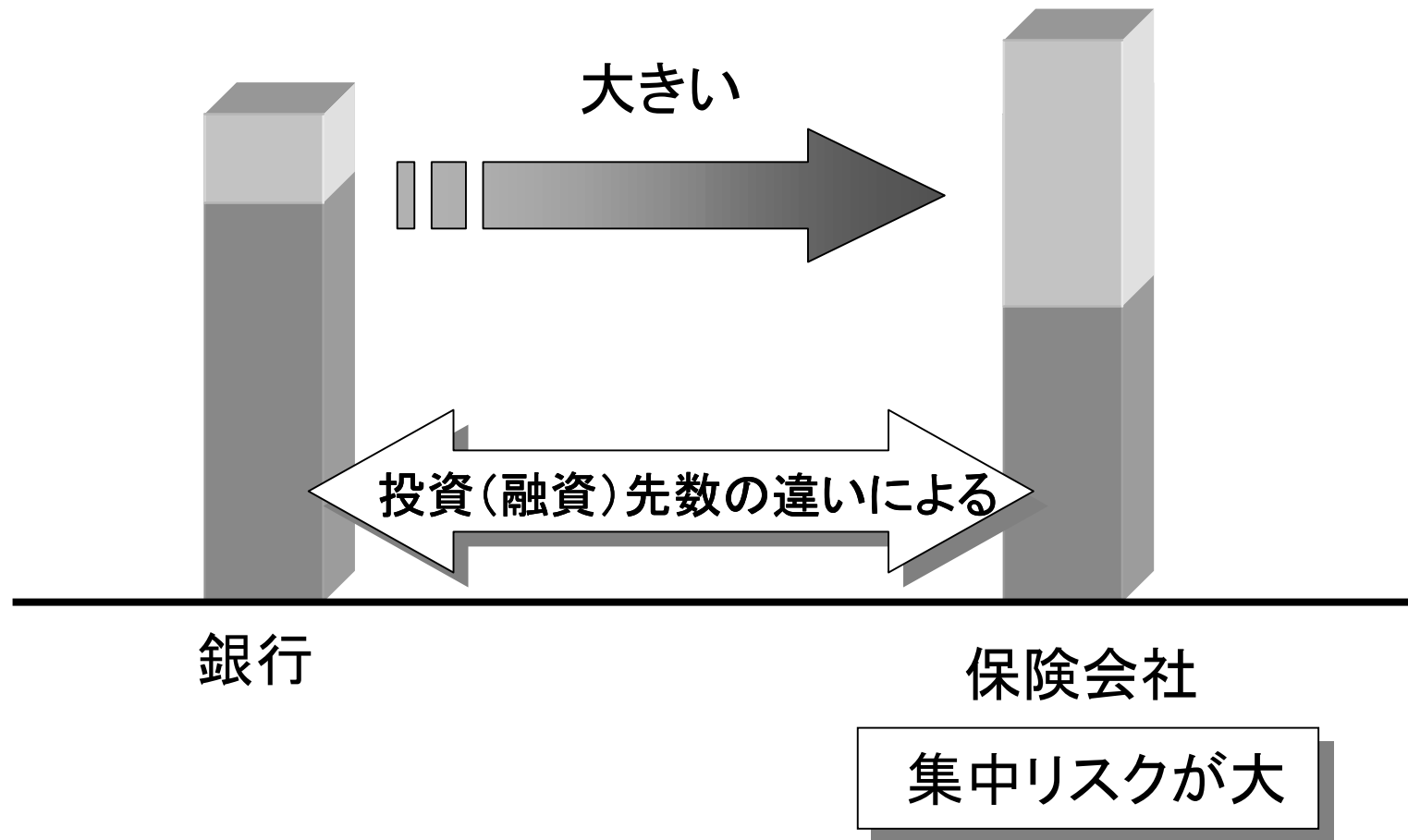
市場リスク

負債側現在価値の市場リスクによる
変動を比較すると
(資産規模が同じなら)



信用リスク

資産価値の信用リスクによる
変動を比較すると
(与信残高が同じなら)



リスク資産と変動率

大手生保

全資産比(%)			
	A社	B社	X社
一般貸付	29.6	24.4	5.8
(固定)	21.8	17.9	-
株式	16.5	17.9	1.9
(外国株式)	3.5	1.3	0.4
外国債券	6.9	6.4	7.6
不動産	5.3	6.1	0.3

平成10年度・ディスクロージャー誌より



年間収益率とボラティリティー				
	ドル/円	日経225	S&P500	6大都市商業地地価
平均	-3.68%	3.39%	12.66%	-1.41%
ボラティリティー	13.46%	22.67%	13.17%	22.77%
対象期間	80/01-00/02	84/01-00/02	80/03-00/02	85/03-99/03

Vertical での機能アップ項目

- 縦方向(商品方向)演算による資産、負債キャッシュフローにマッチしたストラテジック・アロケーション機能を実現
- 未収利息方式から実収利息方式へ
- 多通貨対応
 - 外貨資産に対応可能、外国株式対応
- 対象商品の大幅拡張
 - 積立保険、積立年金、定期保険、養老保険対応
 - 債券先物、株式先物対応
 - 商業用不動産対応
- デフォルト処理機能の拡張
 - 株式のデフォルト処理 ・ ・ 保有期間内デフォルト考慮
 - 債券、貸付、株式の同一債務者デフォルト処理(名寄せ対応)
- シナリオ作成機能の向上
 - 乱数生成にメルセンヌ・ツイスター使用
 - コレスキー分解からSVD分解へ
 - 3ヶ月おき から 1ヶ月おきへ
- シナリオ別キャッシュフロー分布計算 ・ ・ 流動性分析(オプション機能)

Strategic Allocation 機能とは... その1

縦方向計算で実現可能

時間方向

資産

- 商品A(科目1)
- 商品B(科目1)
-
- 商品L(科目9)

資産計 $ACF(i)$

負債

- 商品X(科目10)
-
- 商品Z(科目12)

負債計 $LCF(i)$

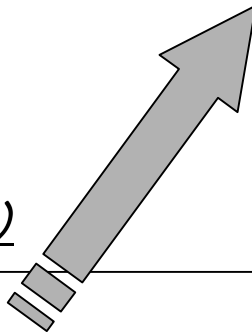
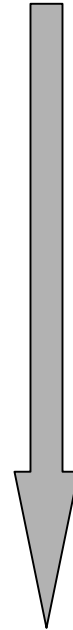
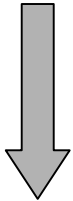
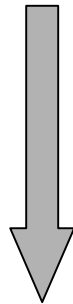
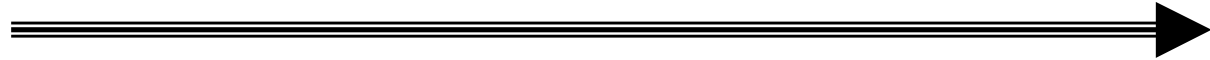
戦略投資シナリオ

+ 商品1(科目X)
+ 商品2(科目Y)

投資資金

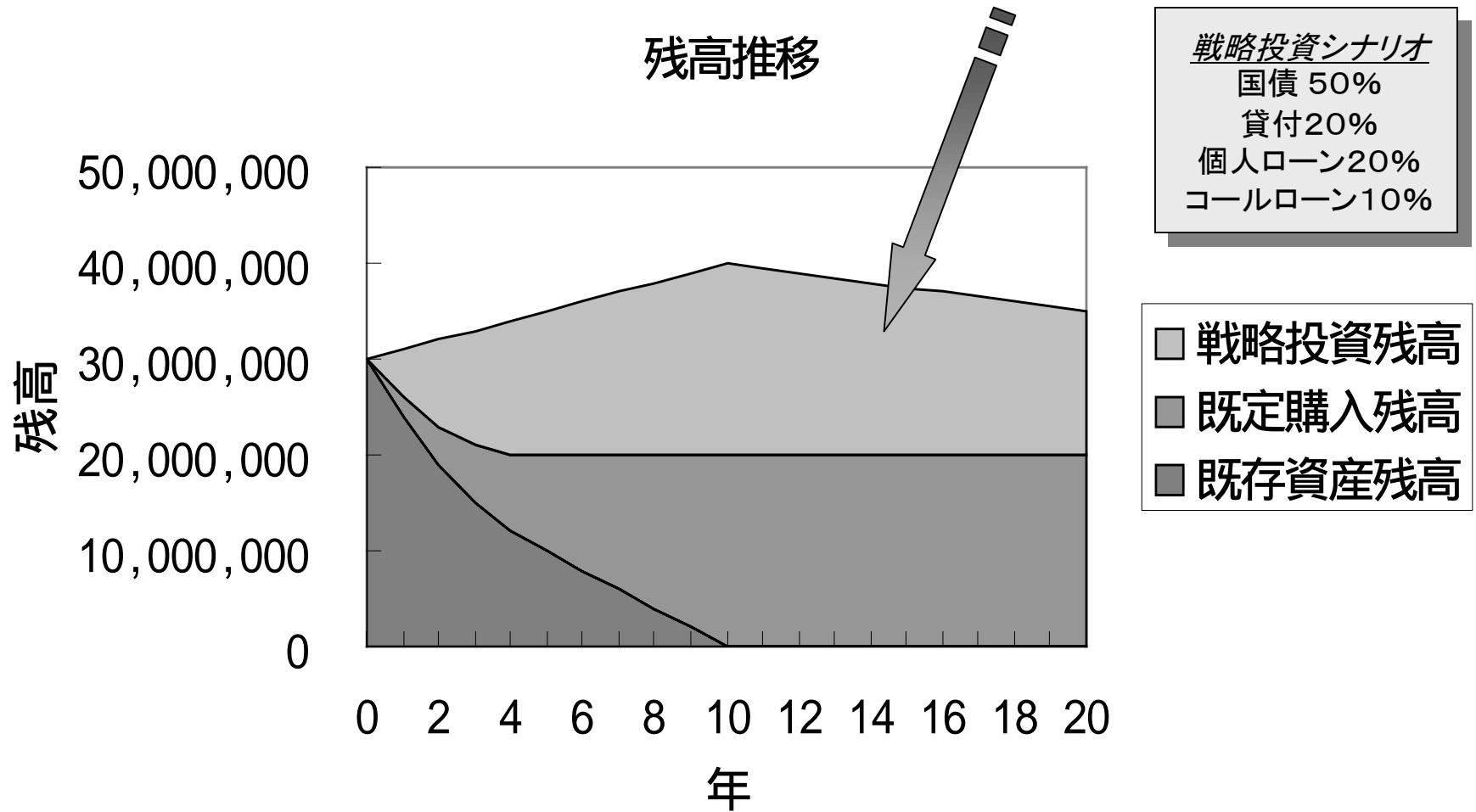
$$CF(i) = ACF(i) - LCF(i)$$

$CF(i+1)$



Strategic Allocation 機能とは. . . その2

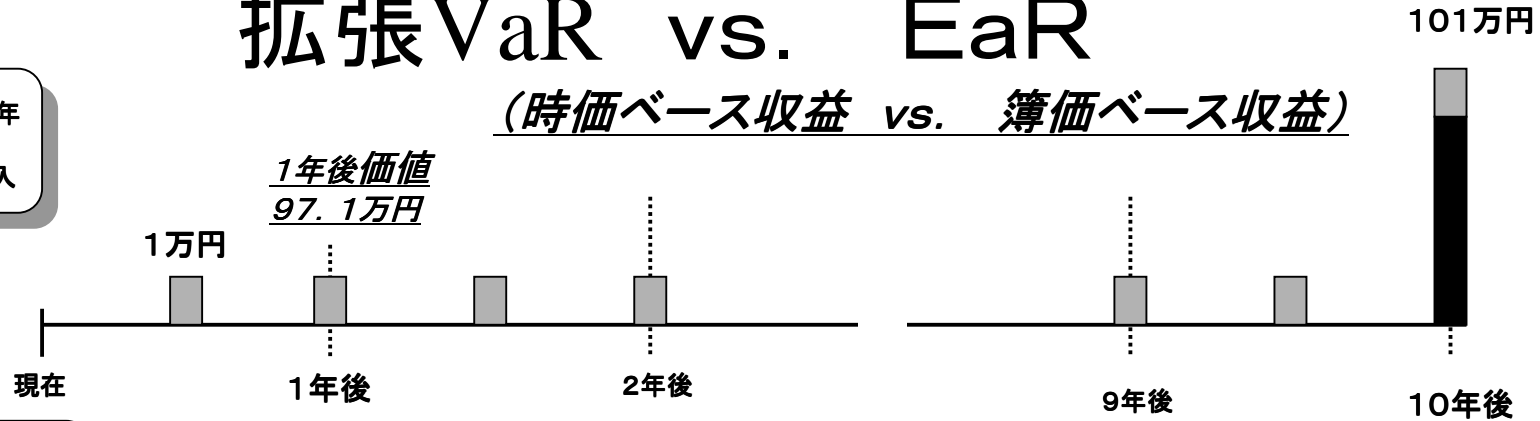
新規資産を資産、負債のキャッシュフローに見合った金額で
に基づきシステム内部で生成



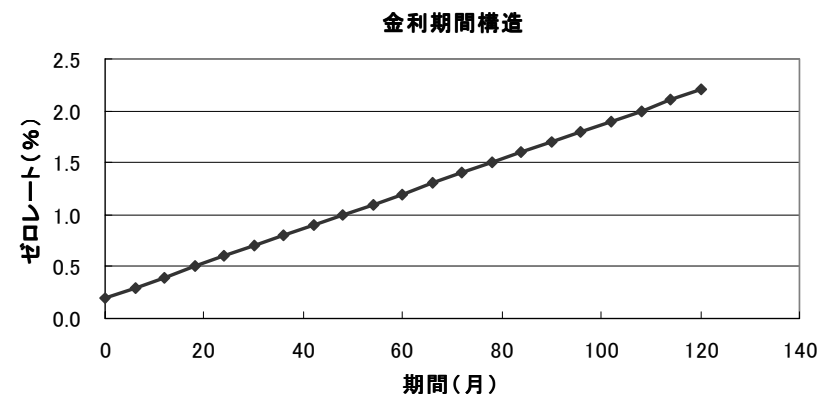
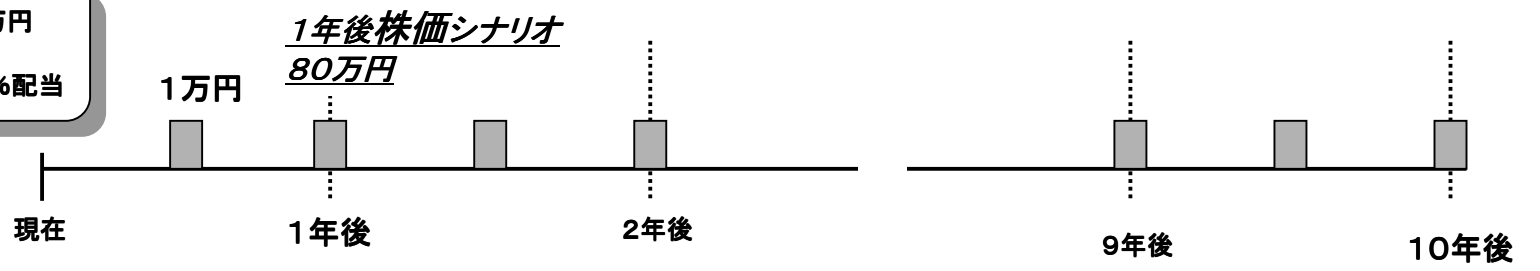
拡張VaR vs. EaR

(時価ベース収益 vs. 簿価ベース収益)

債券: 満期10年
クーポン 2%
98.7万円購入



株式: 時価100万円
1株で購入
額面5万円、40%配当

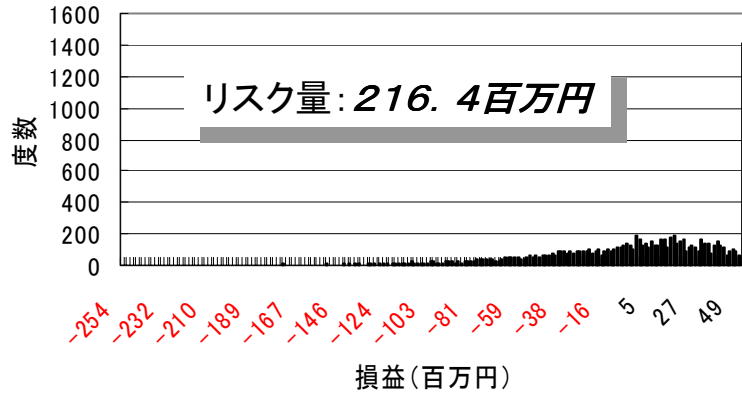


	万円	
	拡張VaR	EaR
債券	0.4	2.0
株式	-18.0	2.0
損益	-17.6	4.0

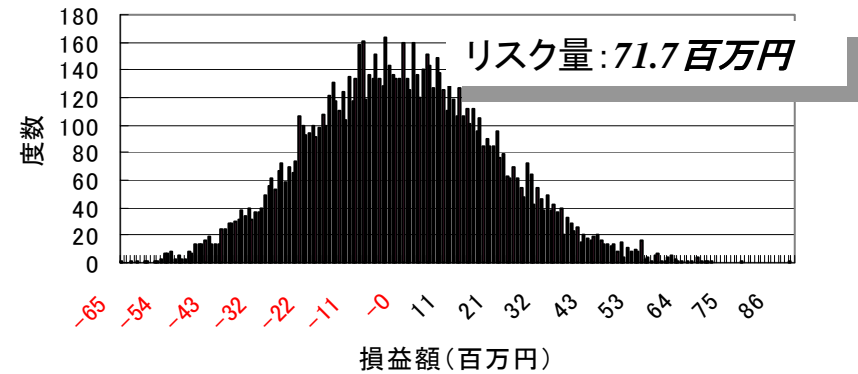
信用リスクだけ計測できますか？

— 同時計測の必要性 —

損益分布(信用リスクのみ)



損益分布(市場リスクのみ)

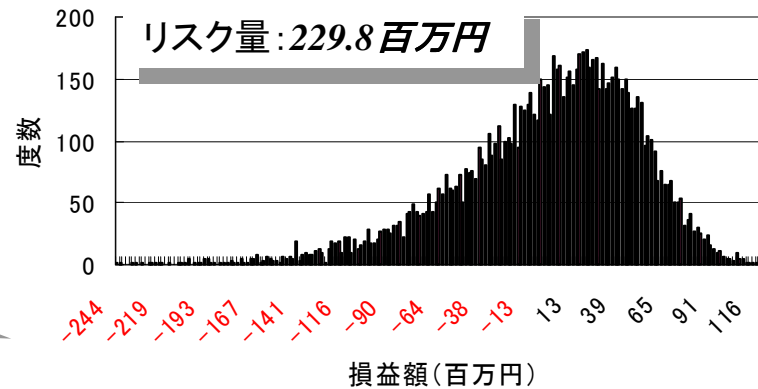


計測条件:

元本均等・変動
短期プライム連動
満期 5年、毎月返済
格付 BBB、回収率 50%
元本残高 1億円、100案件

加算と違う!!

損益分布(市場+信用リスク)

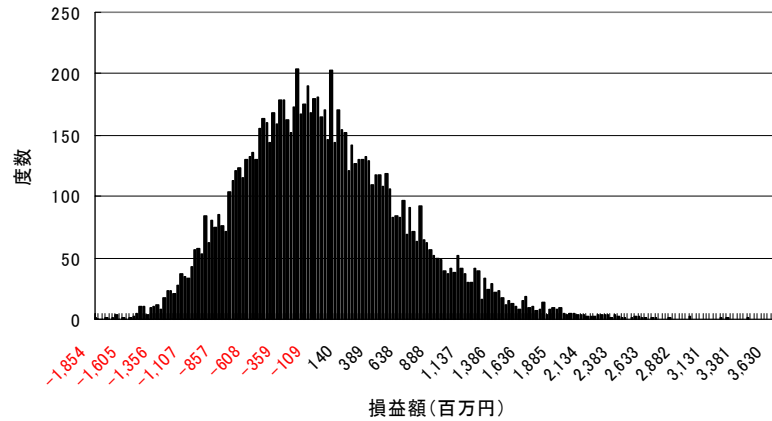


名寄せ効果

— 同時デフォルト —

案件ごと

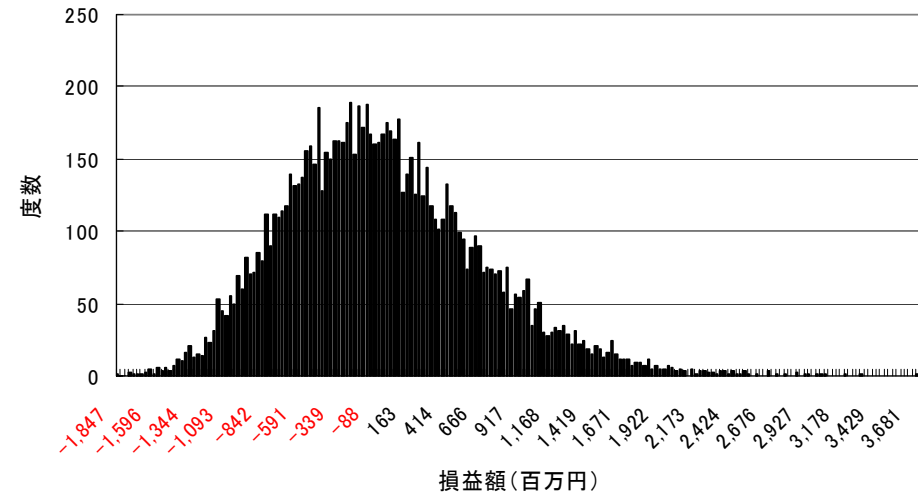
損益分布



リスク値:- 1,269 百万円

名寄せ

損益分布



リスク値:- 1,321 百万円

計測条件:

債務者: 33

格付 BBB

案件: (債券、貸付、株式) * 33債務者

債券: 額面1億円、満期5年、クーポン2%

貸付: 短期プライム連動、満期 5年、毎月返済
元本残高 1億円

株式: 時価1億円、ベータ1.0

回収率 50%(債券、貸付)

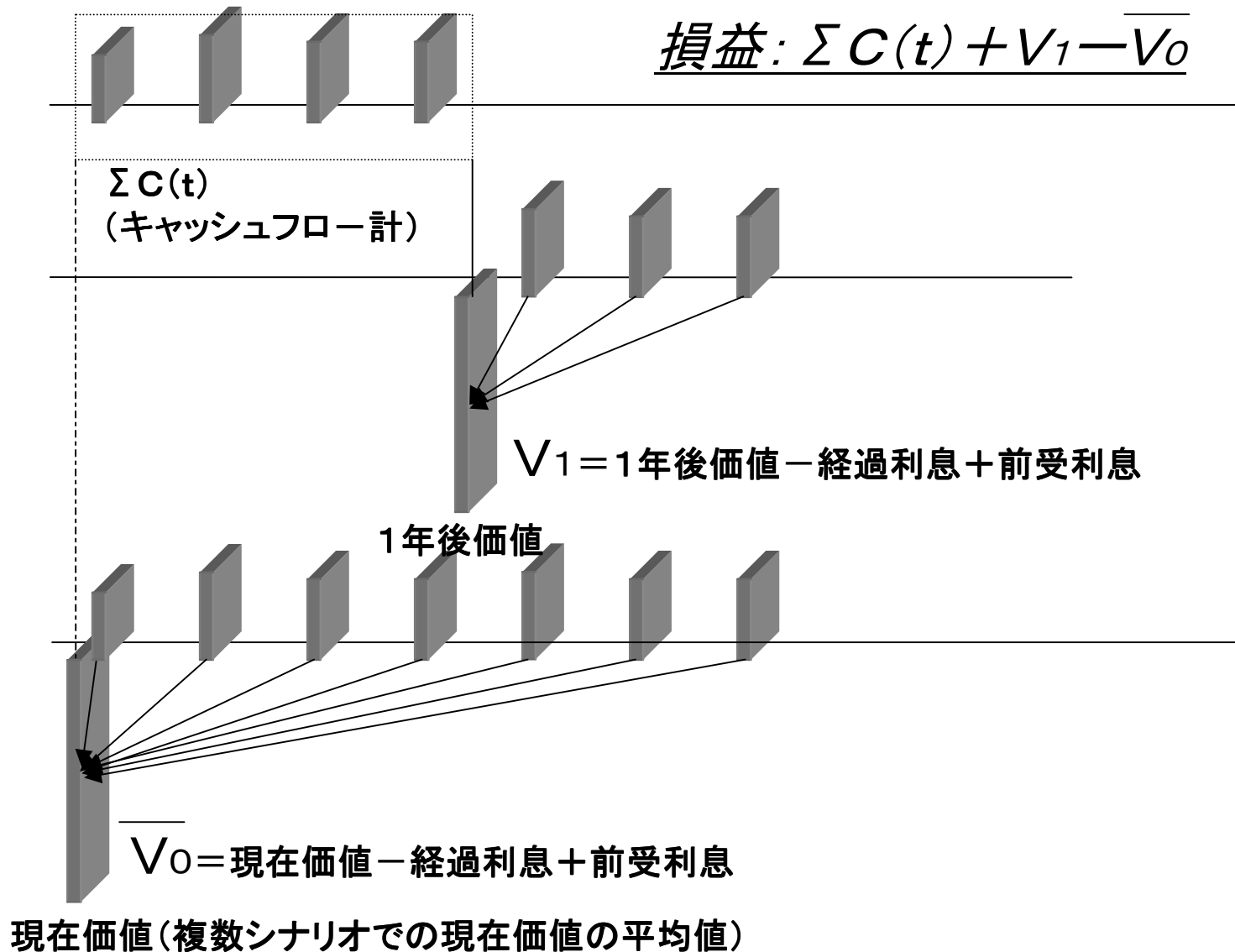
リスク増大

流動性リスク計測(案)

ー資金繰りリスクー

- 自社の信用度の変動に応じて、保険解約率を変動させる
- 自社の信用度の変動に応じて、保険予定利率を変動させる
- キャッシュフロー分布を評価
 - 調達限度額を設定し、下回る確率を計算

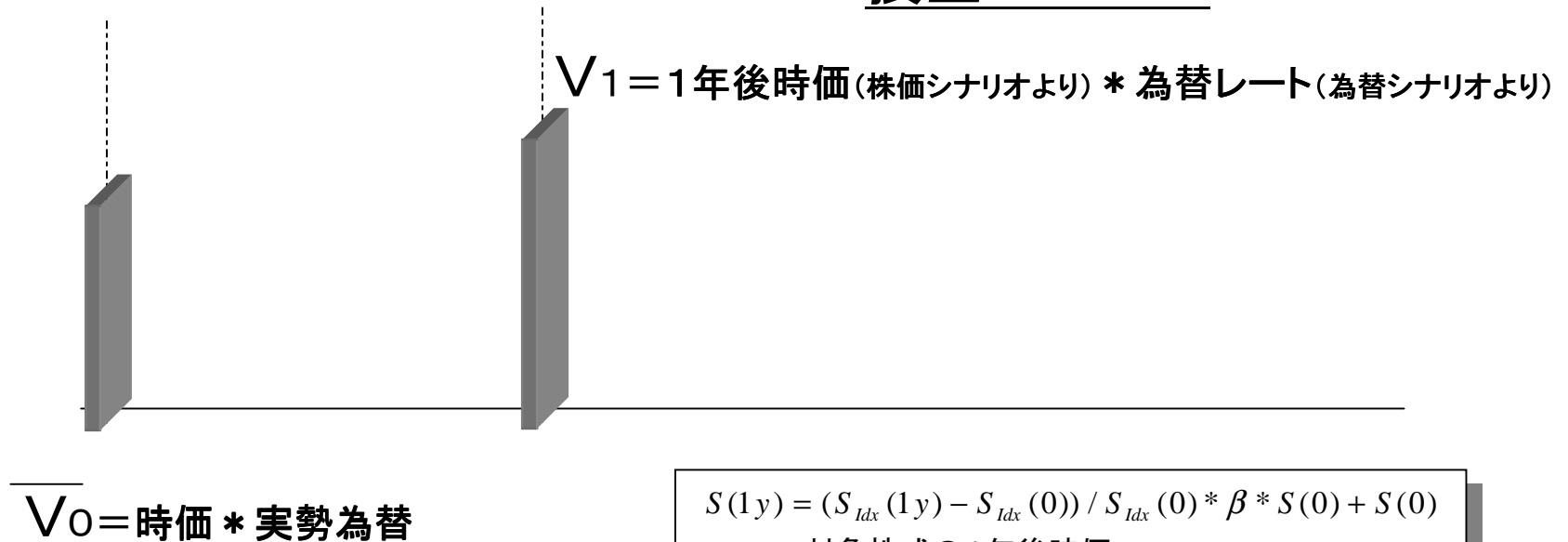
RACERS-Vの評価法(1)



RACERS-Vの評価法(2)

株式の評価方法

$$\underline{\text{損益}}: V_1 - \overline{V_0}$$



$$S(1y) = (S_{Idx}(1y) - S_{Idx}(0)) / S_{Idx}(0) * \beta * S(0) + S(0)$$

$S(1y)$: 対象株式の1年後時価

$S(0)$: 対象株式の時価

$S_{Idx}(1y)$: 株価指数の1年後指数 値

$S_{Idx}(0)$: 株価指数の現在値

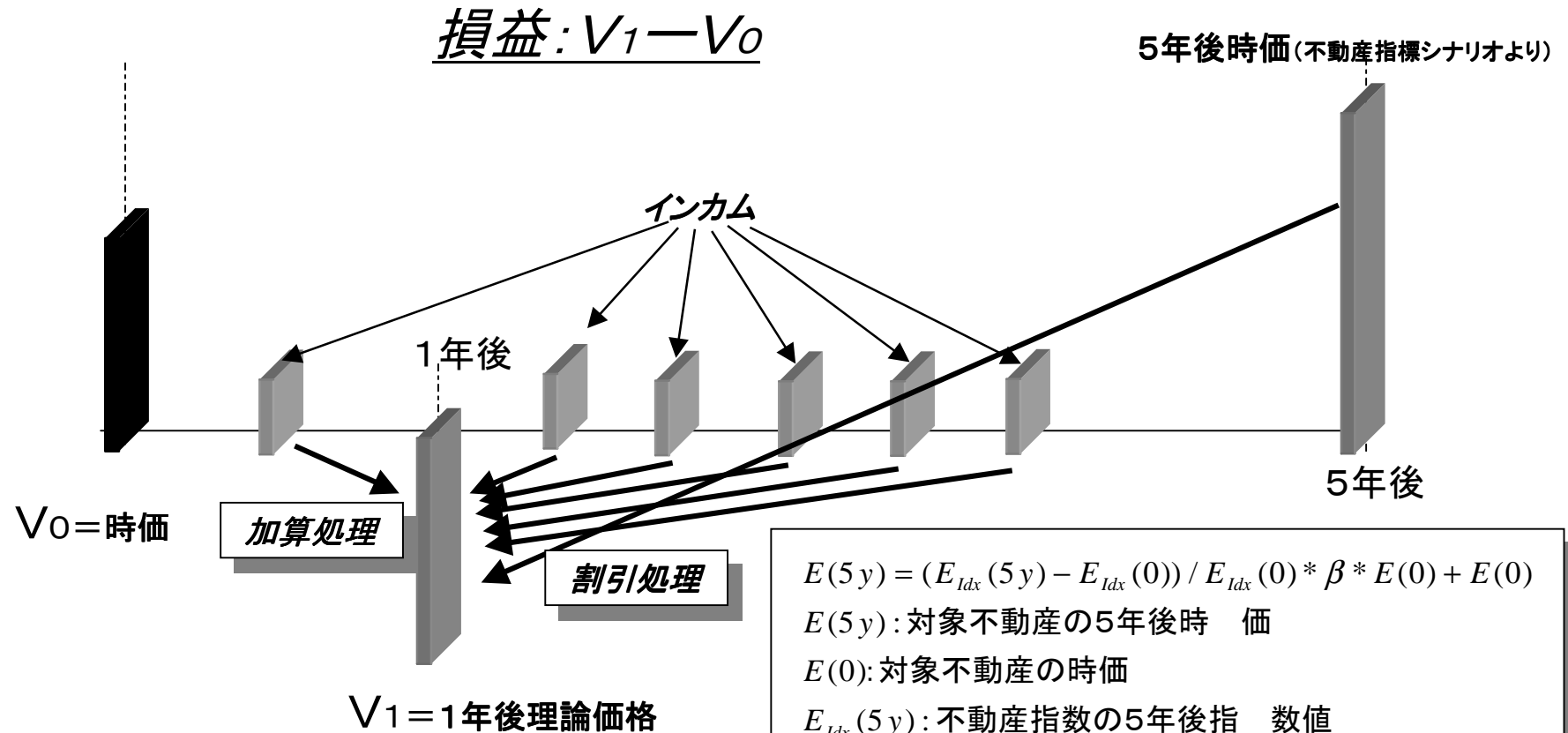
β : 対象株式ベータ

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

$$dS_{Idx} / S_{Idx} = (r_d - d) dt + \sigma dB [\text{オプション}]$$

RACERS-Vの評価法(3)

不動産の評価方法



$$E(5y) = (E_{Idx}(5y) - E_{Idx}(0)) / E_{Idx}(0) * \beta * E(0) + E(0)$$

$E(5y)$: 対象不動産の5年後時 価

$E(0)$: 対象不動産の時価

$E_{Idx}(5y)$: 不動産指数の5年後指 数值

$E_{Idx}(0)$: 不動産指数の現在値

β : 対象不動産ベータ

$$dE_{Idx} / E_{Idx} = \mu dt + \sigma dB$$

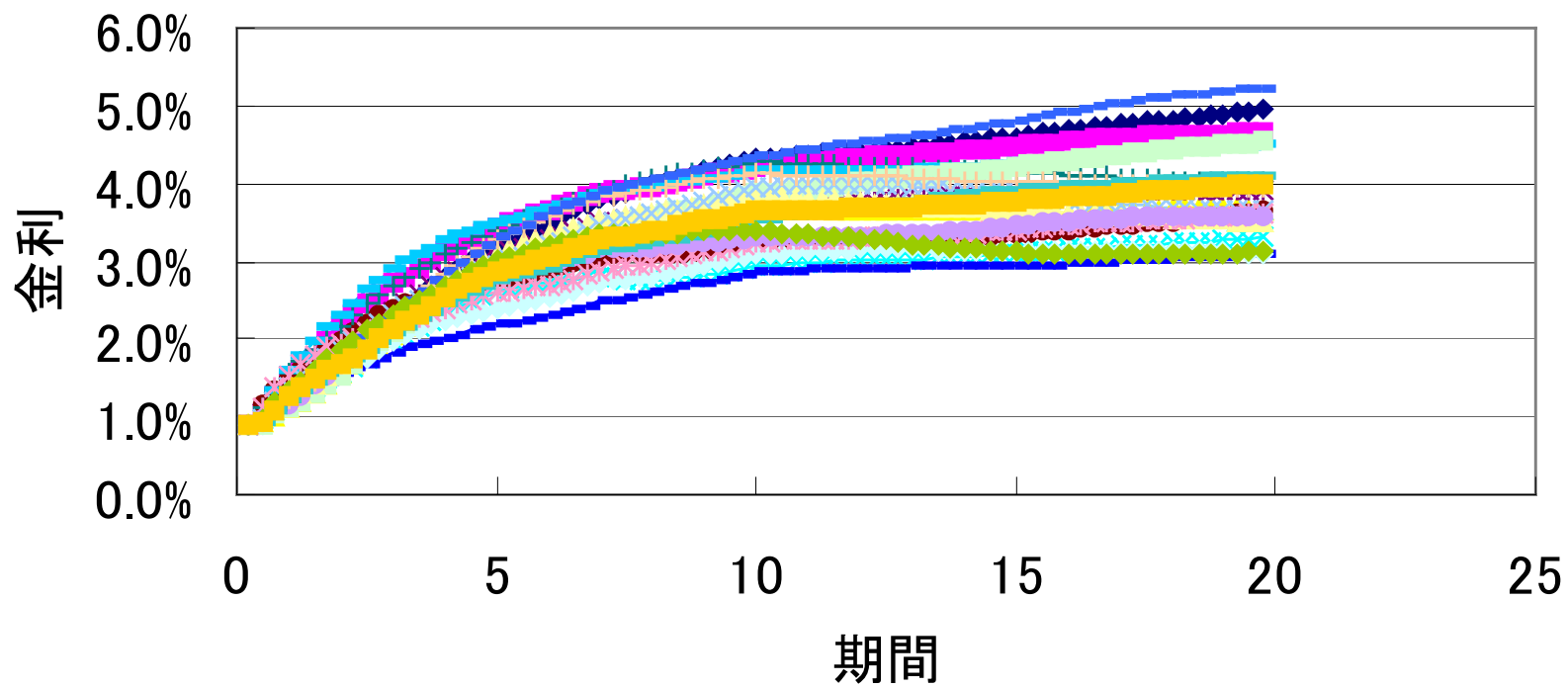
μ : 平均収益率

σ : ボラティリティー

RACERS-V の金利シナリオ生成方法

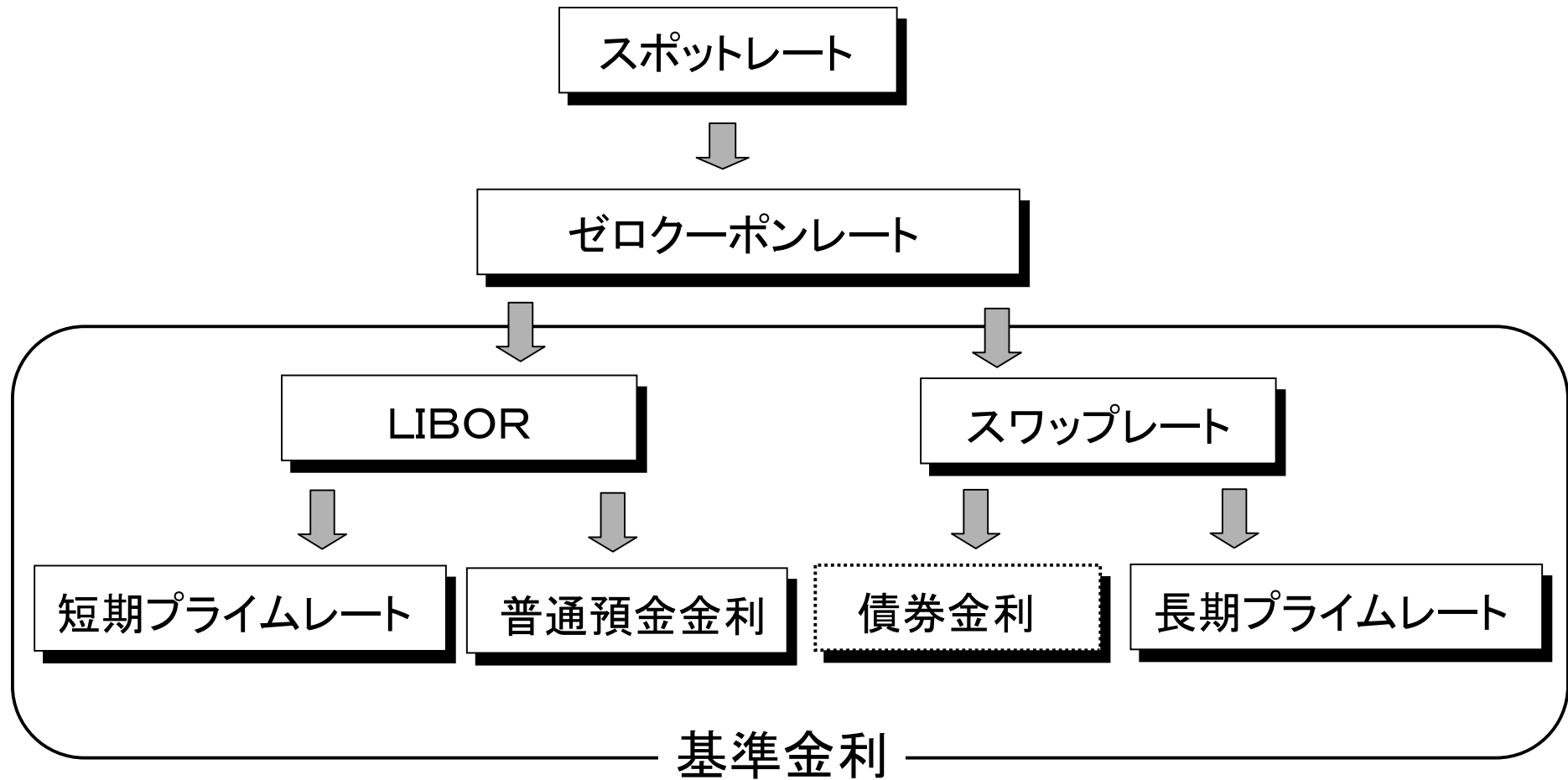
— *Hull-White Model* を使用 —

ゼロレート・シナリオ



金利シナリオ例: 20シナリオ

金利シナリオから基準金利作成(19種)



為替シナリオの作成

ゼロクーポンレート

為替レート

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

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

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

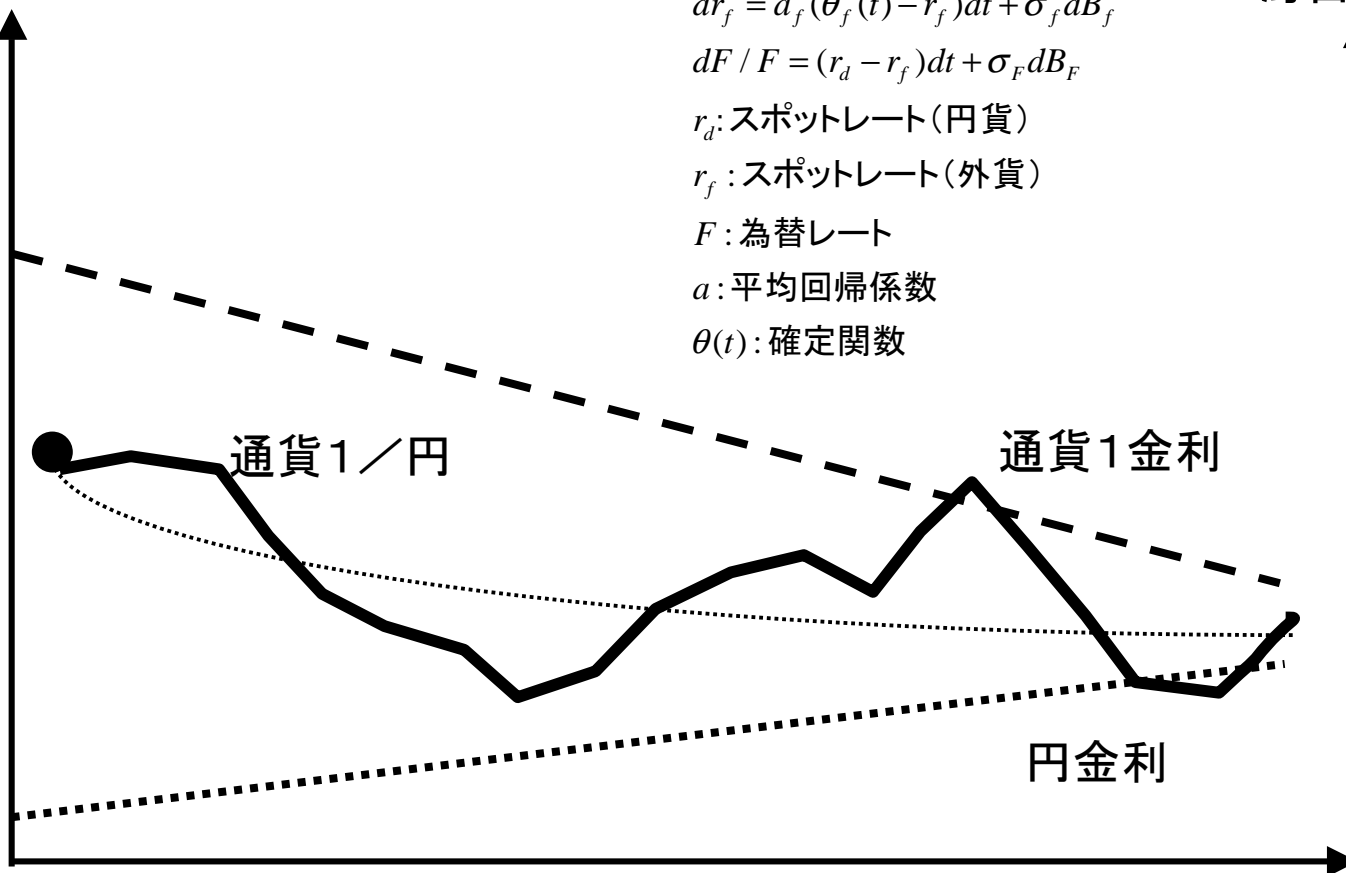
r_d : スポットレート(円貨)

r_f : スポットレート(外貨)

F : 為替レート

a : 平均回帰係数

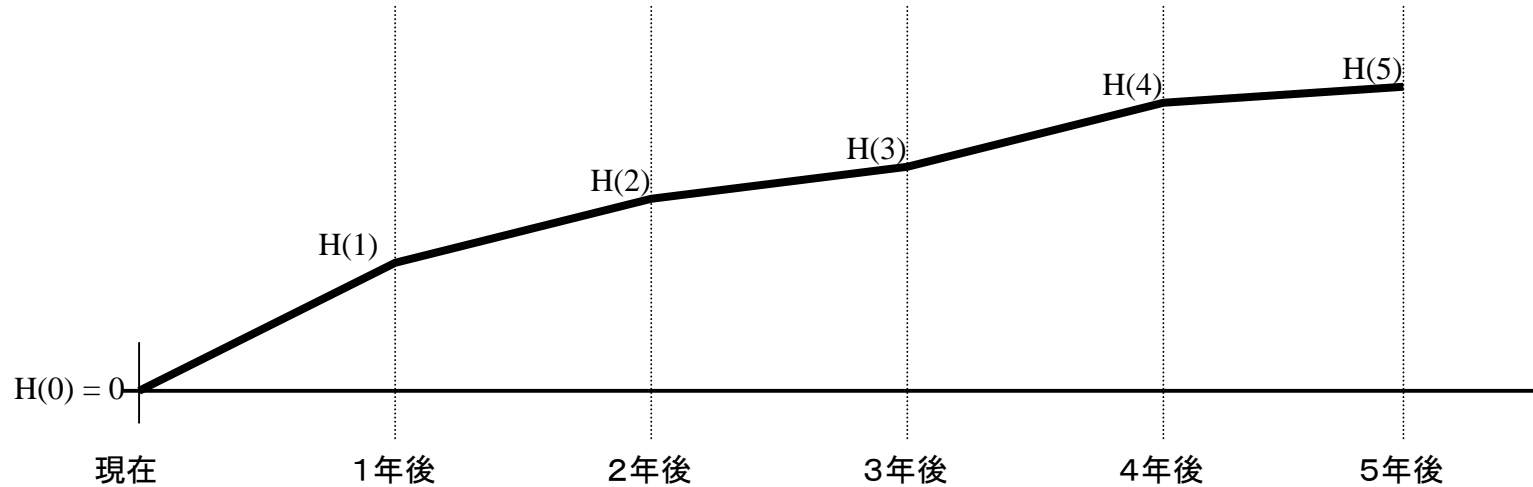
$\theta(t)$: 確定関数



金利裁定モデルより

時間

デフォルト確率シナリオの生成



$$h_k(i) = h_\mu(i) + h_\sigma(i)r_k(i)$$

$$1 \geq h_k(i) \geq 0$$

$h_k(i)$: i 区間のデフォルト確率 (k 番目シナリオ)

$h_\mu(i)$: i 区間のデフォルト確率平均

$h_\sigma(i)$: i 区間のデフォルト確率標準偏差

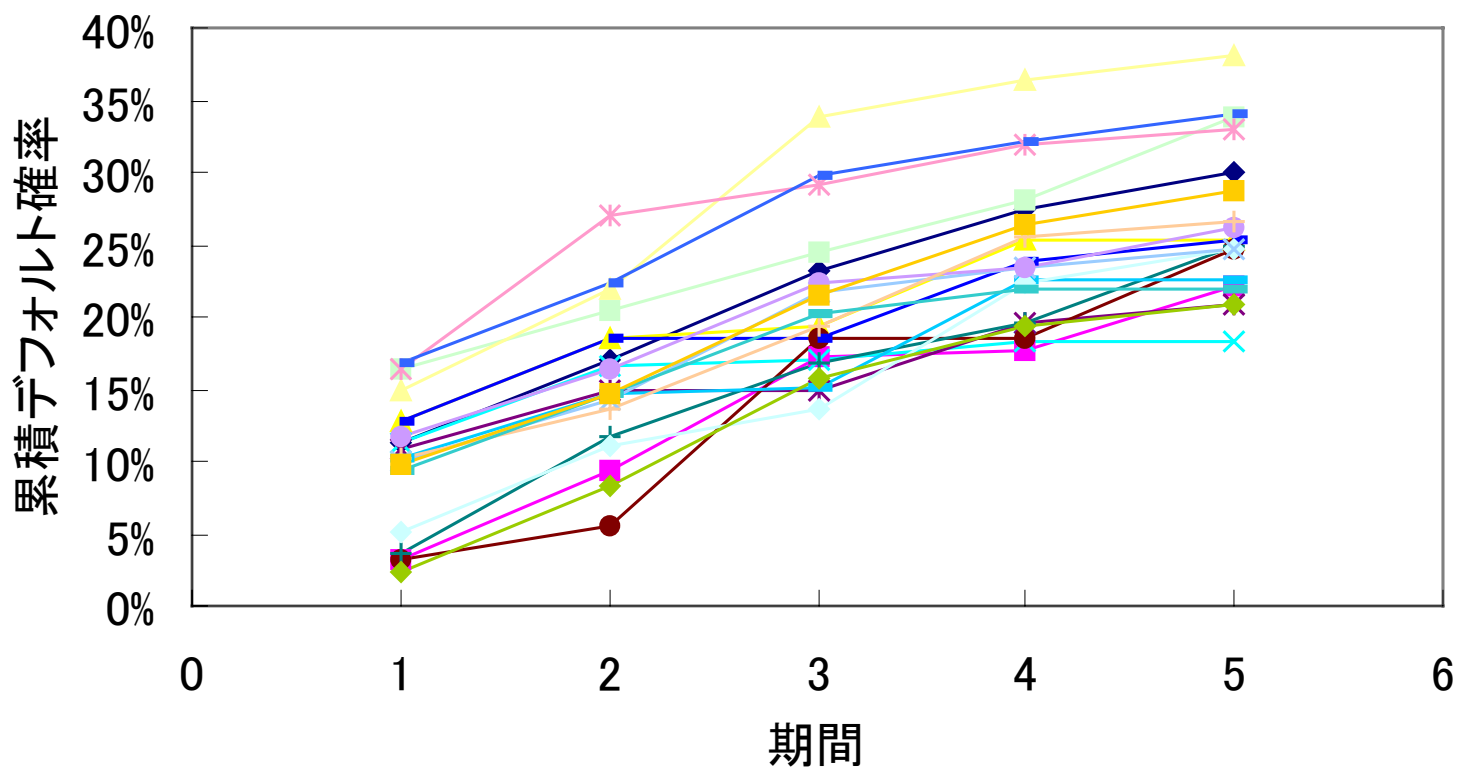
$r_k(i)$: i 区間標準正規乱数 (k 番目シナリオ)

$$H_k(1) = h_k(1)$$

$$H_k(i) = h_k(i) + H_k(i-1)$$

$H_k(i)$: i 累積デフォルト確率 (k 番目シナリオ)

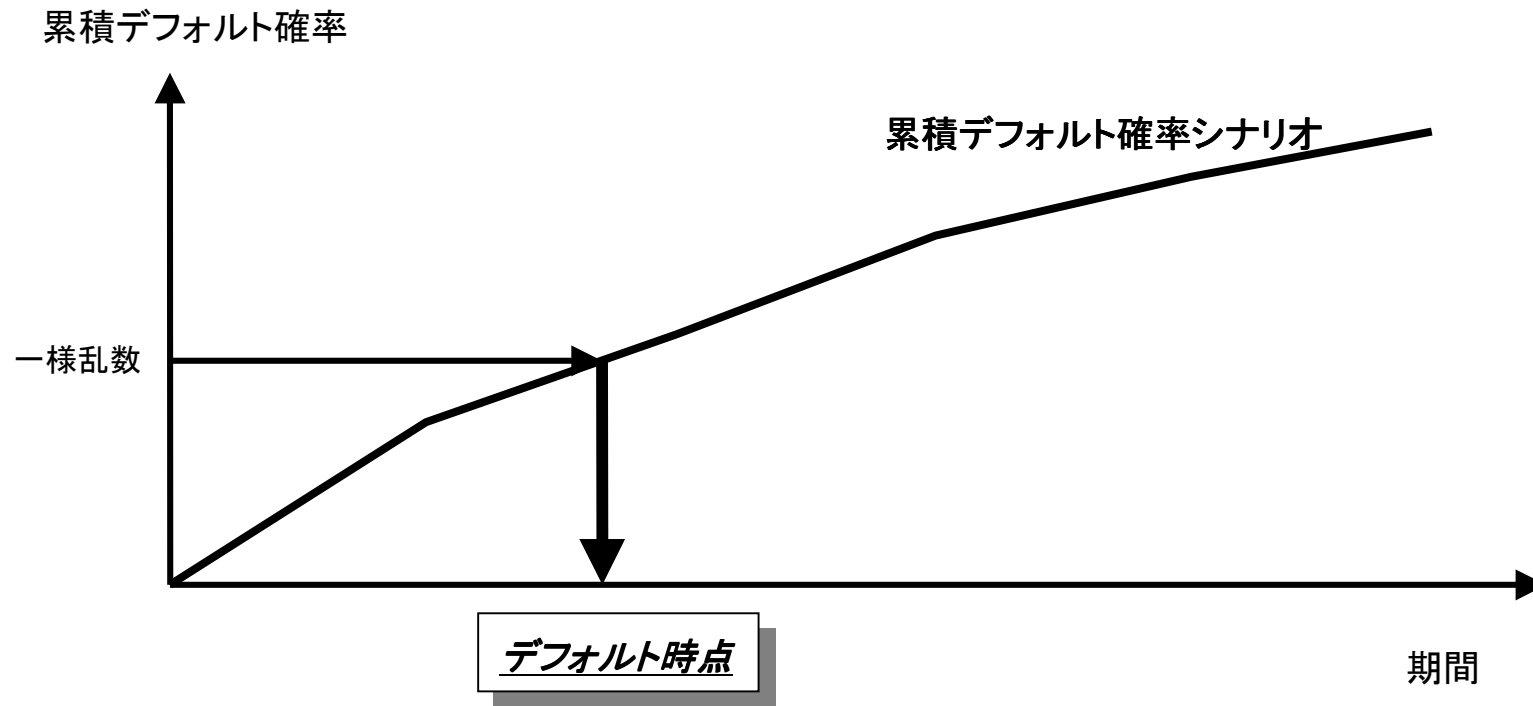
累積デフォルト確率シナリオ



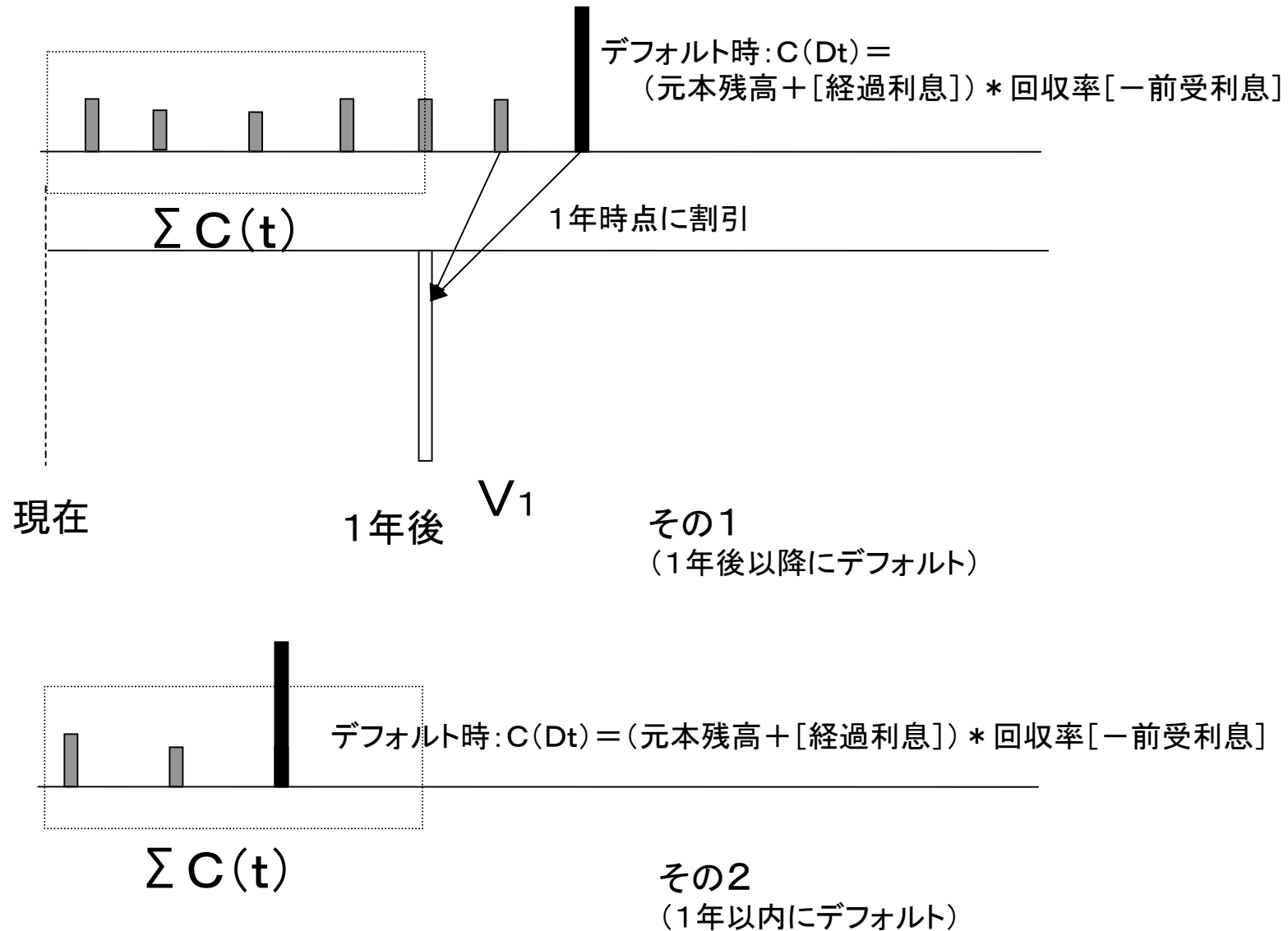
累積デフォルト確率シナリオ例: 20シナリオ

RACERS-Vのデフォルト時点決定

利点：デフォルト時点がわかる

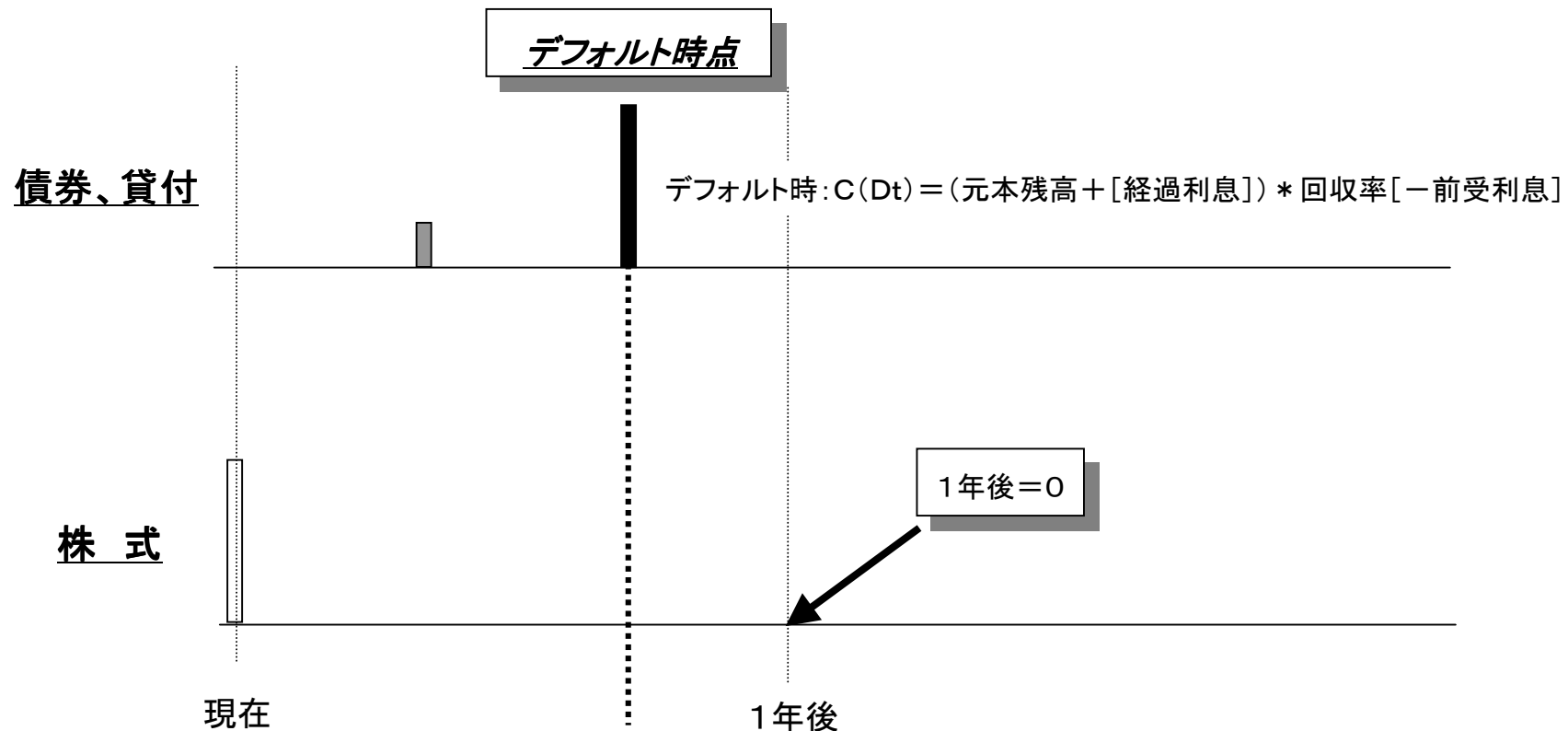


RACERS-Vのデフォルト時処理(1)



RACERS-Vの名寄せデフォルト処理

債券、貸付、株式を同時にデフォルト処理



注意: 株式は1年以内のみ考慮

プリペイメントリスク対応

- 一定率（基本バージョン）
- 比例ハザードモデル（オプション）
 - 預金（独自の比例ハザードモデルを使用）
 - 住宅ローン（Schwartz & Torous型ハザードモデル）

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

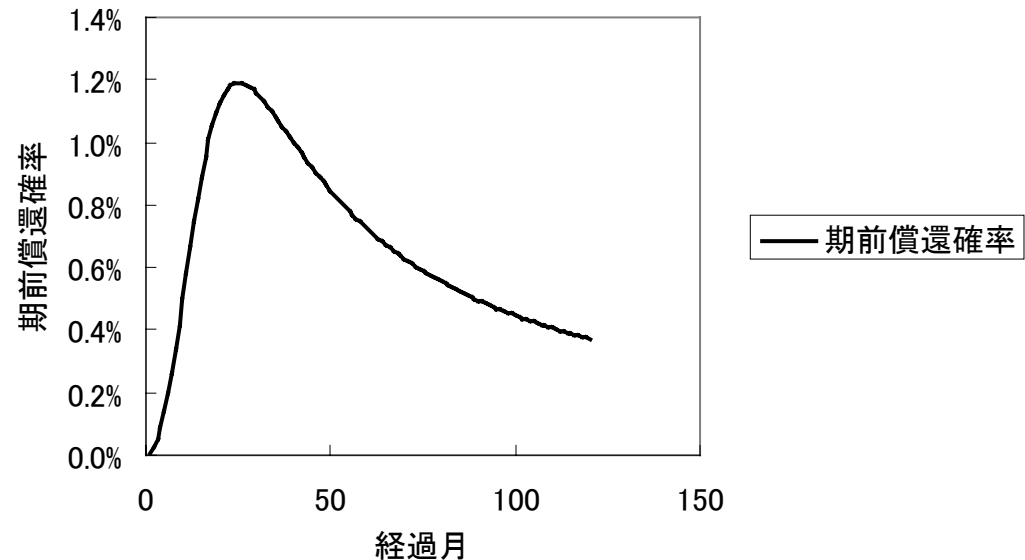
$$\pi_0(t) = \frac{\gamma p (\gamma t)^{p-1}}{1 + (\gamma t)^p}$$

$\pi_0(t)$: 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

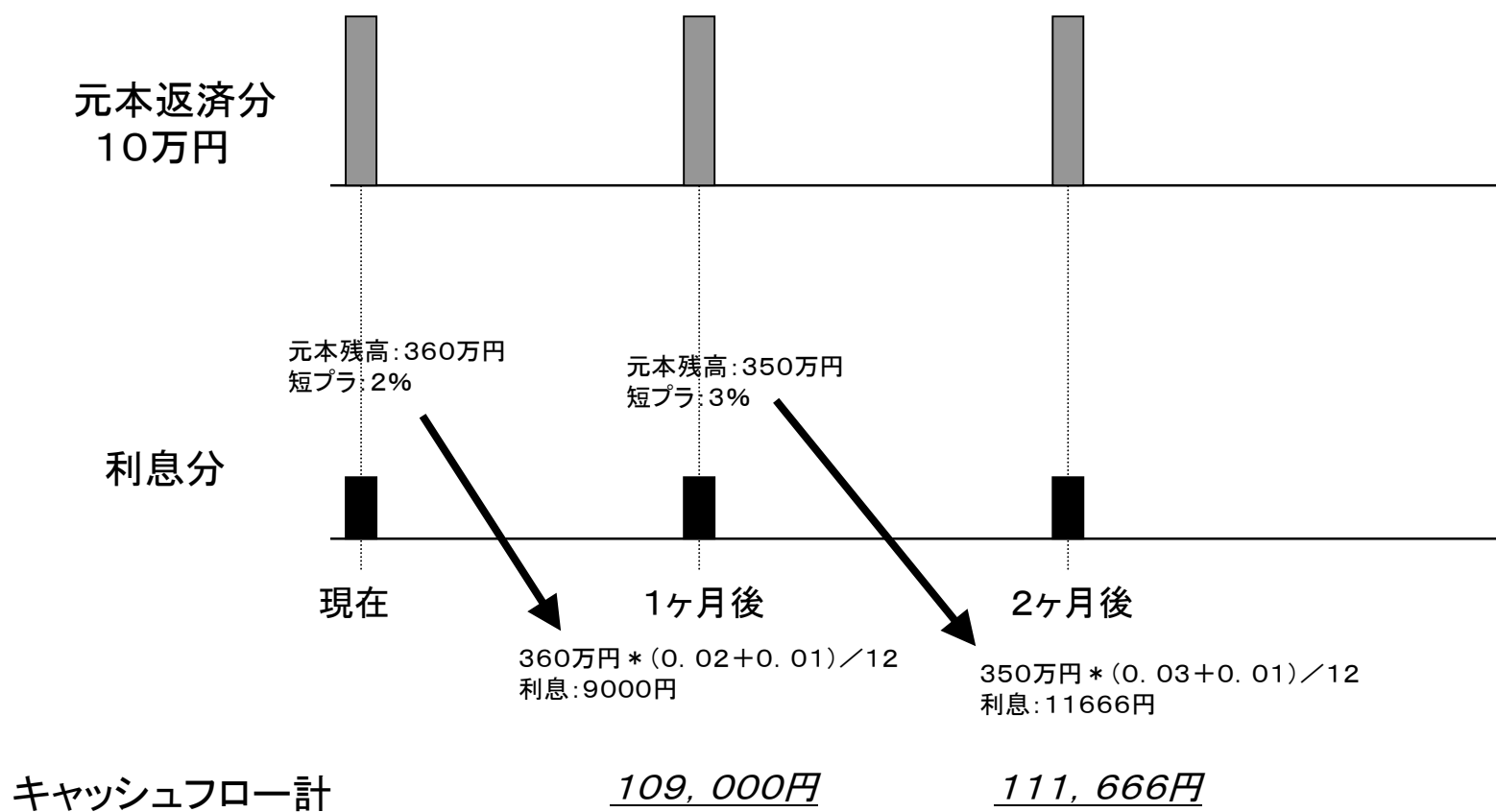
γ, p : 推定パラメータ



キャッシュフローの生成

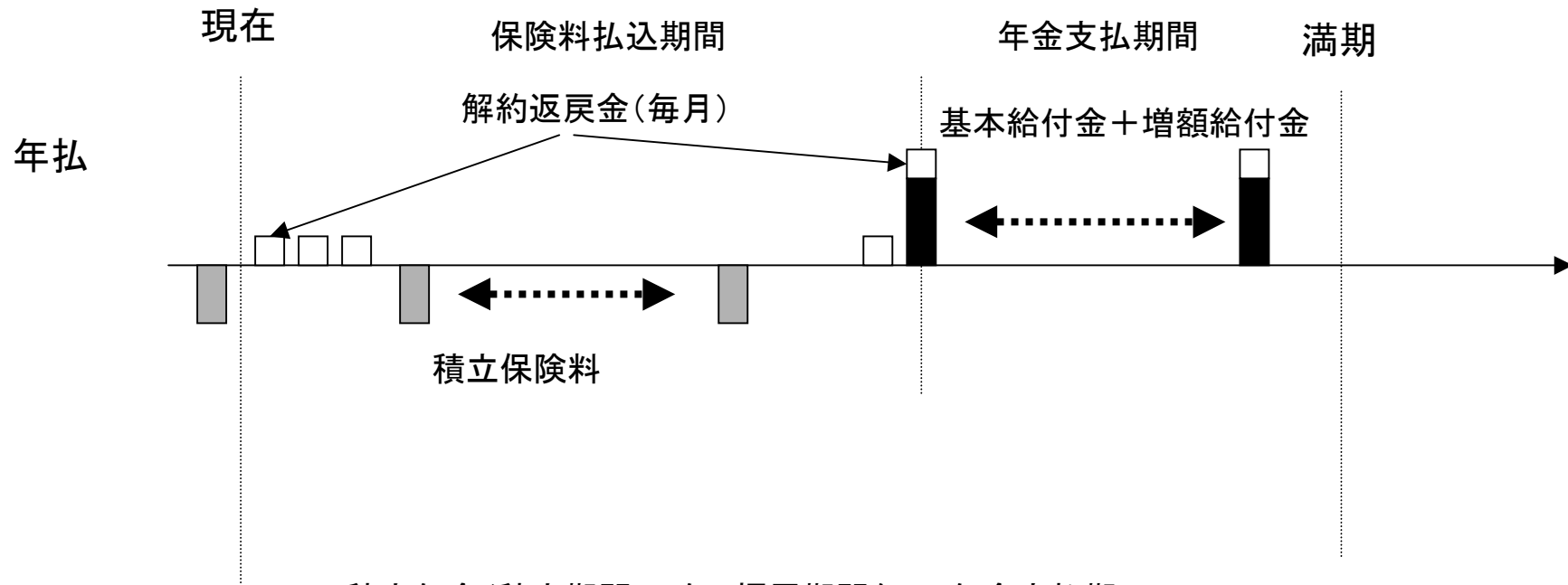
(例)

5年満期元本均等返済・変動金利貸付の場合。
元本600万円、残期間3年、短期プライム金利連動、
スプレッド 1.0 %、1ヶ月ごと金利更改



キャッシュフローの生成2

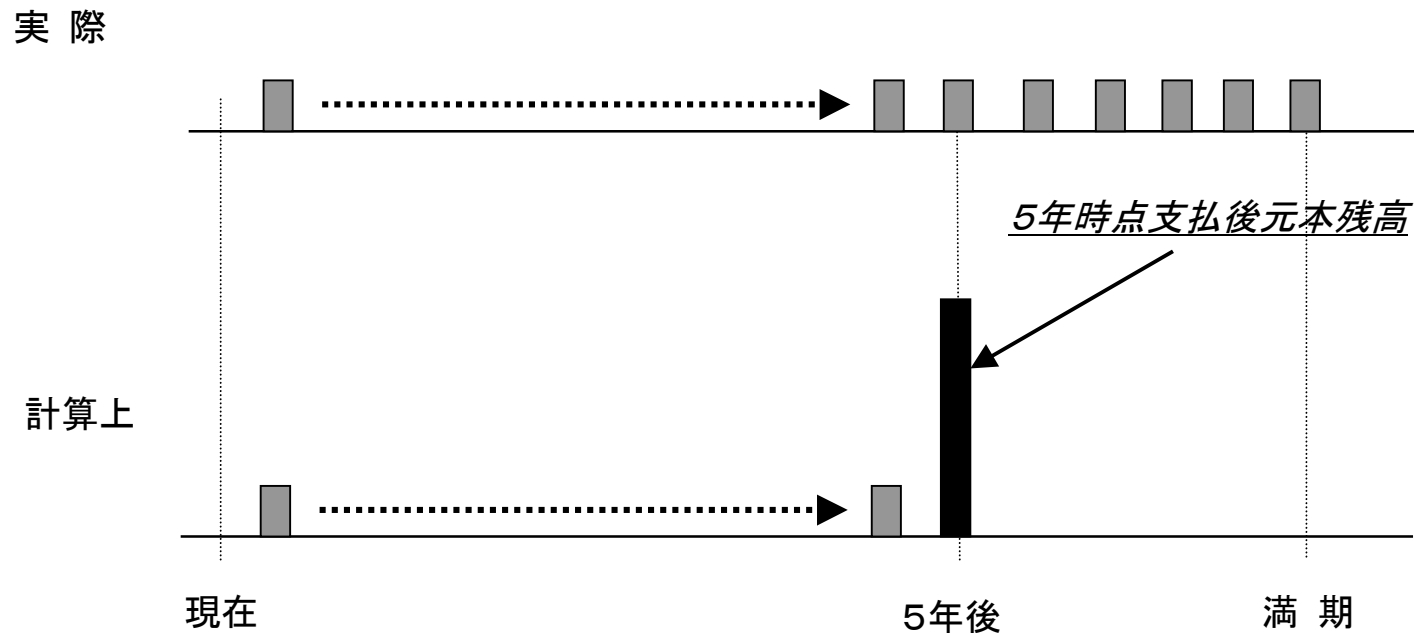
積立年金の場合



積立年金(積立期間20年、据置期間なし、年金支払期間10年)、解約率一定(毎月)
計算打切り方式:責任準備金計上
現在価値計算は上記CFを無リスク金利で割引く
注意)加算給付金については、未考慮

キャッシュフロー計算の打ち切り処理

計算期間の5年を超える貸付には、5年目時点に元本残高、経過利息をたてる(前受利息を引く)打ち切り処理を行います



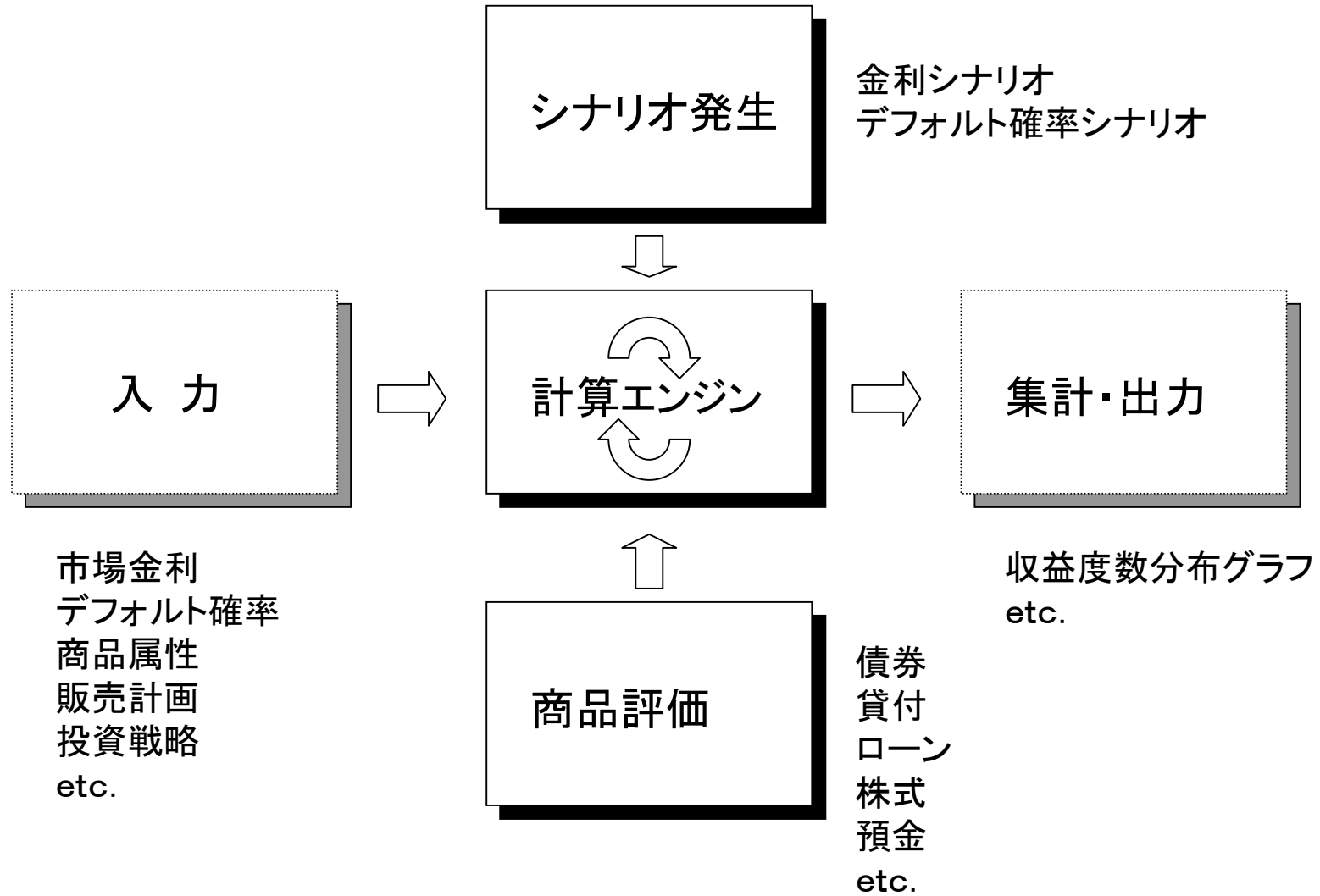
この処理の影響は、5年以降の貸付利率、割引金利の値により、実際の価値より、大きくなる場合、小さくなる場合が生じます。

オプションで、シミュレーション前に、5年時点価値を計算して打ち切り処理をすることもできます。

構成

- シナリオ発生モジュール
 - 金利シナリオ(Hull-White モデル)
 - 多通貨金利対応
 - 短期プライムレートなど19種の基準金利シナリオ作成
 - 格付、期間別デフォルト確率シナリオを発生
 - 株価シナリオ
- 計算エンジン
 - 全商品、全シナリオでの拡張VaRなどを計算をする。縦・横方向演算
- 商品評価モジュール
 - 貸付([期限一括、元本均等、元利均等]3種 * 2パターン[固定、変動])、住宅ローン、債券、流動性預金、定期預金、変動定期預金、定期積金、金利スワップ、株式、積立年金、積立保険、債券先物、株式先物、定期保険、養老保険
 - 不規則商品のキャッシュフローデータ対応
 - 実収利息方式
- 入力モジュール(要カスタマイズ)
- 集計出力モジュール(要カスタマイズ)

構成図



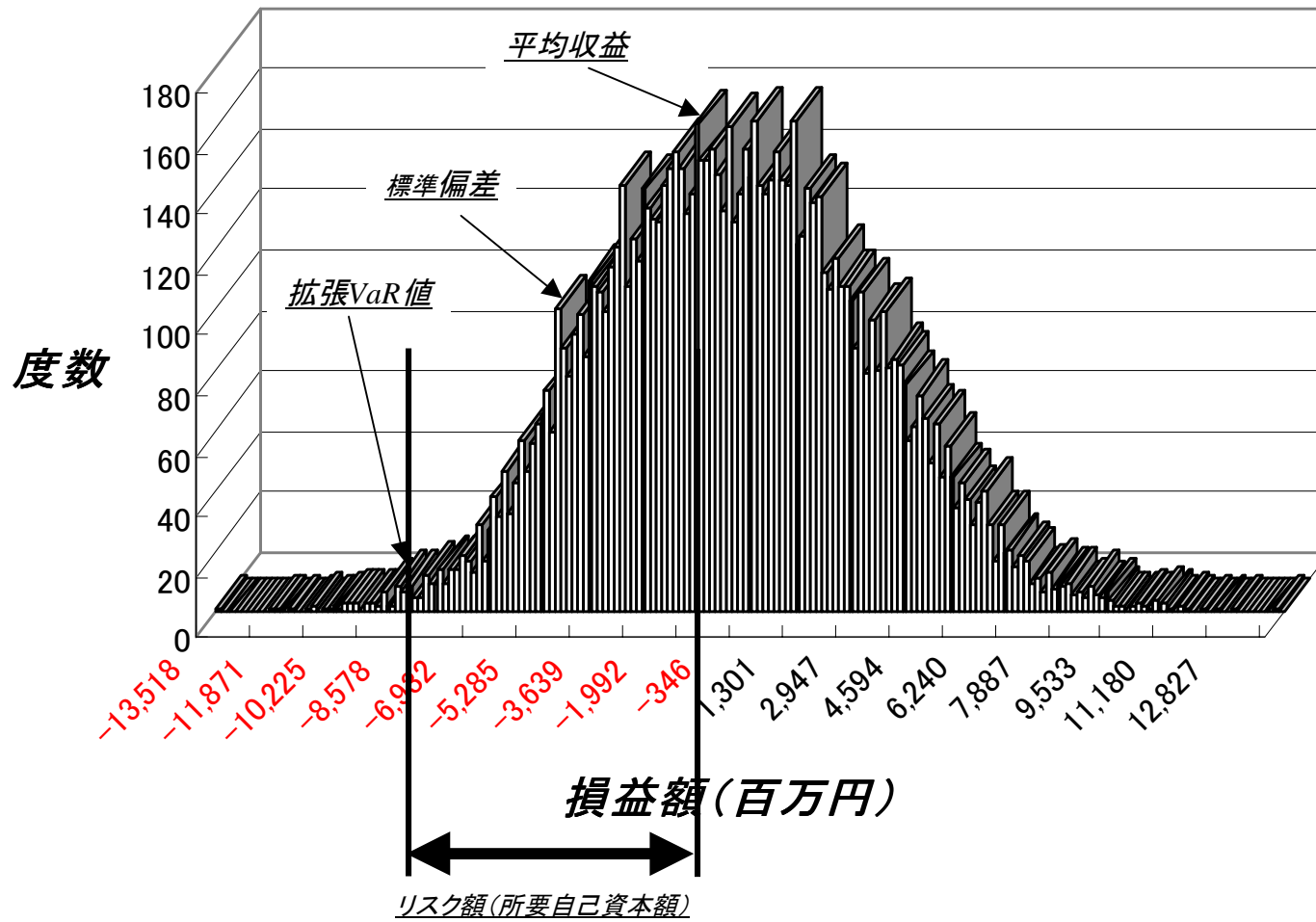
RACERS-V入力項目

- **市場金利**
 - LIBOR, スワップレート
- **金利シナリオ作成パラメータ**
 - Hull-White Model の平均回帰係数、ボラティリティー
 - 多通貨金利間の相関行列
 - 基準金利作成での回帰パラメータ
- **デフォルト確率データ**
 - 5年間の累積デフォルト確率の平均、標準偏差
 - 格付間相関行列値
- **プリペイメントデータ**
 - 住宅ローンの期前償還率、定期預金などの期前解約率
 - 比例ハザードモデルを使用する場合は、各種パラメータ
- **商品属性**
 - 債務者コード、満期、残期間、元本残高、金利、基準金利、スプレッド、金利更改期間、据置期間、元本返済区分、格付、金利基準月、金利適用月、時価(株式)、ベータ(株式)など
- **投資期間での資産投資配分**
- **投資期間での新規取組計画**
 - 資産、負債種類ごとの新規取組データ[既定パターンあり]

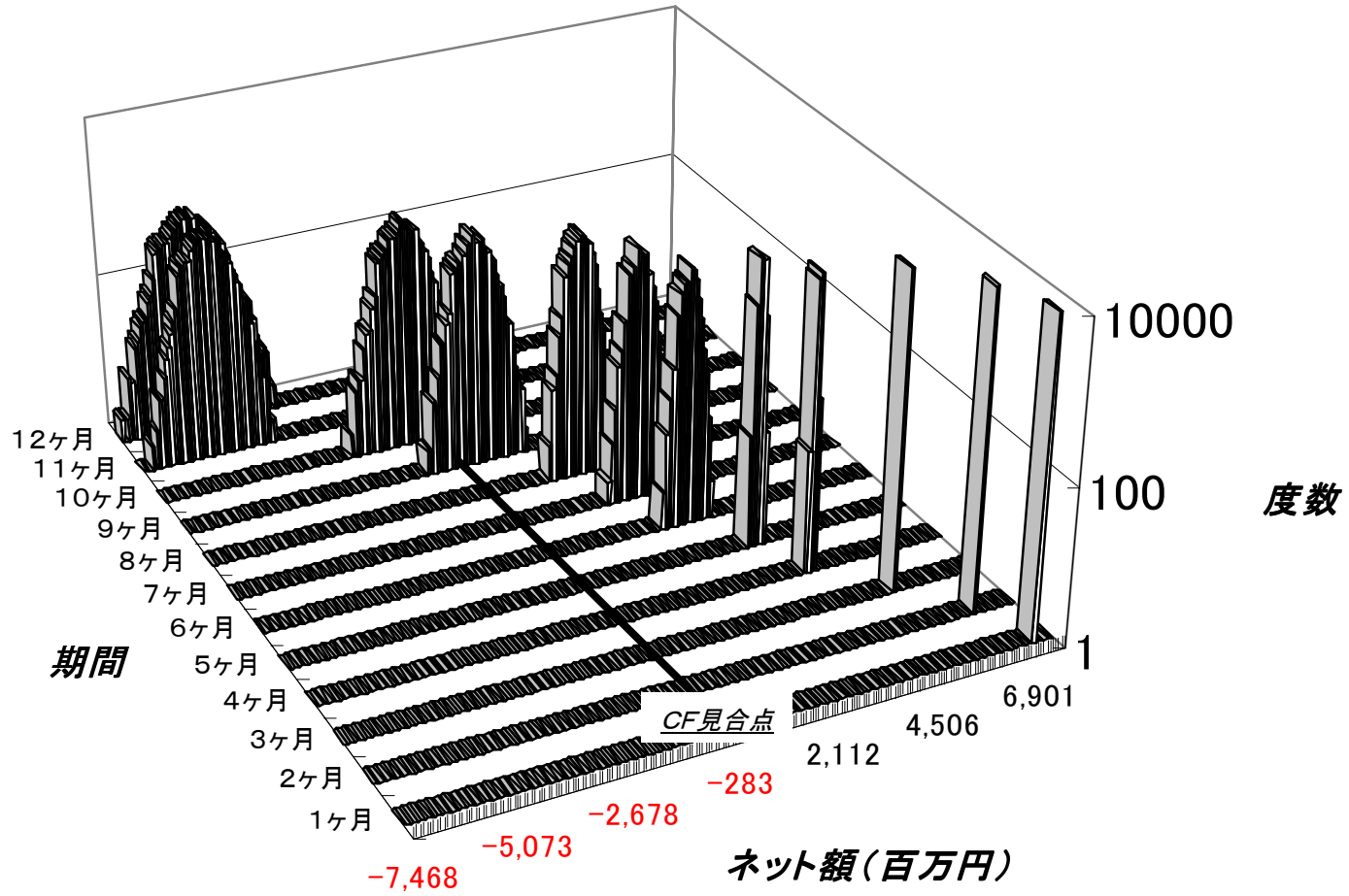
RACERS-V出力

- 資産、負債の現在価値(時価評価)分布
- 1年後収益分布、拡張VaR、ExpectedShortfall
- 1年後NAV分布、NAV-VaR、ExpectedShortfall
- 限界リスク(各科目ごと)
- 限界VaR(各科目ごと)
- 市場リスク、信用リスク、プリペイメントリスク、(流動性リスク)
- 格付変動デルタ
- 自社デフォルト確率(NAV-VaRより、CF分布より)

損益分布



キャッシュフロー分布



システム構成

- Pentium III 800 MHz 1 GB 20GBHD 1台
- OS は、Windows-NT 4.0 (SP5以上)
- 必要メモリ量は以下の項目に依存
 - 科目数
 - 資産、負債の契約数
 - 出力項目数
 - シナリオ数(10000シナリオまで)

計算時間1 (基本計算条件)

- Pentium III 750MHz、512MB
- Windows-NT 4.0 SP5
- Visual-C++ 6.0 SP3
- 各10000データ、10000シナリオ時
- 対象シナリオ
 - 金利シナリオ(20通貨)
 - デフォルト確率シナリオ(8格付)
 - 基準金利 16種
- 計算期間
 - 5年間(60ヶ月)、デフォルトなし
- 自動投資
 - コールローン

計算時間2(資産・負債条件)

- **利付債**
 - 5年満期、残期間59ヶ月、固定、クーポン年2回
- **貸付**
 - 元本均等、5年満期、残期間59ヶ月、変動
 - 毎月返済、毎月金利更改(長プラ連動)
- **住宅ローン**
 - 元利均等、変動、満期20年、残期間239ヶ月
 - 毎月返済、4月、10月基準の6月、12月金利更改(長プラ連動)
 - 期前償還あり(一定率)
- **積立保険**
 - 5年、残期間59ヶ月、月払い、解約あり(一定率)
- **積立年金**
 - 20年間月払、10年間(年1回支給)。残期間179ヶ月
 - 解約あり、加算給付金なし
- **死亡保険(定期保険)**
 - 35年間月払。残期間419ヶ月
 - 解約あり
- **生死混合保険**
 - 30年間月払。残期間359ヶ月
 - 解約あり

計算時間3(計測値)

商 品	計算時間(秒)
利付債	716
貸付	1,055
住宅ローン	4,751
積立保険	1,151
積立年金	1,321
死亡保険	1,997
生死混合保険	2,017

サンプルB/S

一般勘定・貸借対照表									
資 産					負 債				
科目	準拠金利	期間	比率	科目	期間	比率			
預貯金			3						
有価証券			52	定期保険	月払	35	16		
	国債		10	18	終身保険	月払	75	20	
	社債		5	7	養老保険	月払	30	62	
	株式	含み30%	TOPIX連動	17					
	外国債券	米国債	10	5				(責準比)	
		ユーロ国債	10	2					
	外国株式	含み30%	SP500連動	3					
貸付			33						
	元金均等	固定	5	18					
		変動	長P	10					
	住宅ローン	固定	20	3					
		変動	20	3					
	約款貸付	変動	長P/ロール	10					
コール				2					
不動産		含み無し	6大都市指数	6	資本等		2		
その他			10	4					
資産計				100	負債計		100		
				総額	20,000,000,000,000		総額	20,000,000,000,000	

サンプル計算結果

	時 価	平均収益	VaR	限界VaR
債券	5,351,816,319,192	26,484,070,563	-192,551,636,962	115,216,350,430
株式	4,420,000,000,000	32,775,672,069	-1,731,201,196,372	-743,754,077,202
外国債券	1,385,413,646,728	3,861,367,715	-497,189,142,480	-72,012,976,886
外国株式	821,652,000,000	-4,880,689,345	-285,710,497,435	-18,280,704,881
融資	4,968,463,831,359	77,096,497,690	-70,496,012,410	-1,780,187,557
住宅ローン	2,027,560,273,700	16,721,074,044	-47,326,027,543	-3,509,323,022
預貯金	49,997,295,475	12,704,525	0	0
コール	33,331,530,316	8,469,683	0	0
不動産	1,200,000,000,000	46,848,145,975	-781,186,301,579	-224,696,583,450
その他資産	828,283,639,308	2,338,732,263	-51,482,357,094	27,070,032,240
資産計	21,086,518,536,078			
保険	24,657,300,783,091	118,513,378,163	-1,631,712,452,600	-416,104,144,273
資本	414,034,251,126	1,018,897,073	-27,240,339,276	10,590,934,983
負債計	25,071,335,034,217			
NAV	-3,984,816,498,139			
リスク量	-2,620,959,745,774			
平均収益	81,520,235,875			
RAROC	3.110320027			
RAROA	-2.04577139			

