
リスクマネジメント(総論)

2019年2月

日本銀行金融機構局

金融高度化センター

目次

1. リスク、リスクマネジメントの定義

2. リスクの計量化

3. VaRの計測と検証

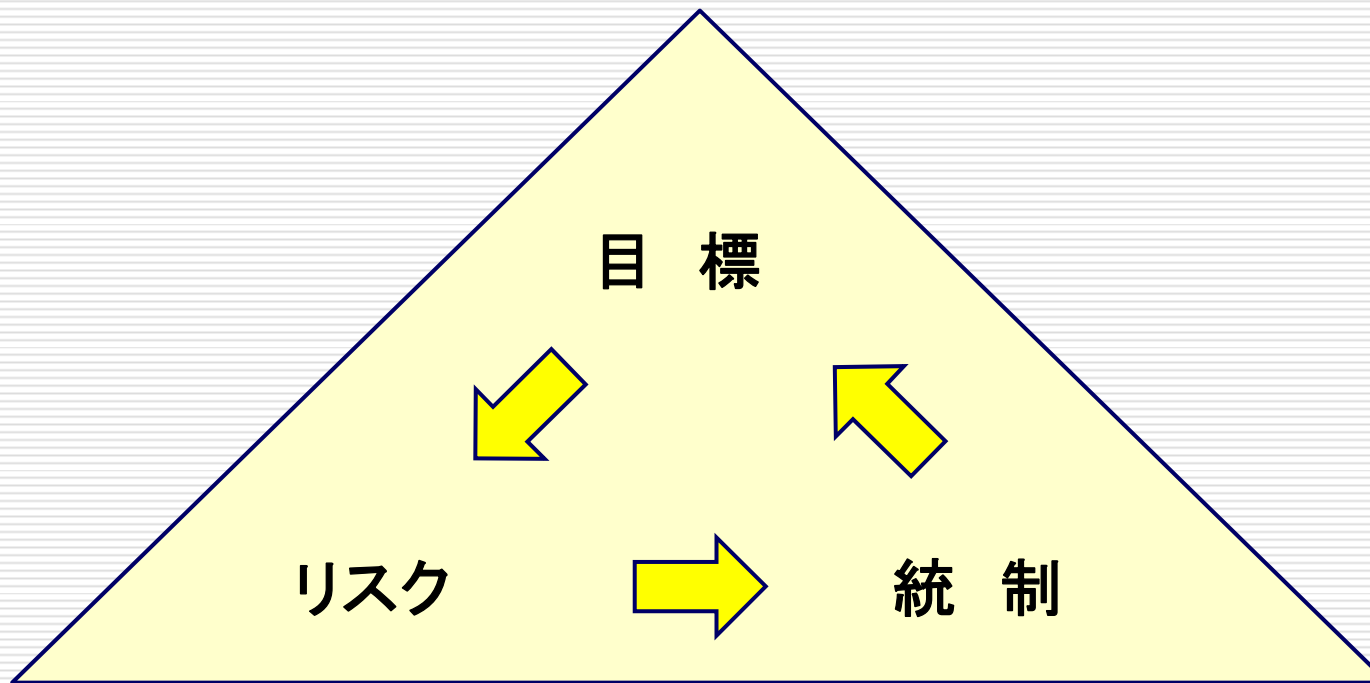
4. ストレステスト、シナリオ分析

1. リスク、リスクマネジメントの定義

リスクの定義

- ◆ 組織の目標・目的の達成に(マイナスの)影響を与える事象の発生可能性
- ◆ 影響の大きさと発生の可能性に基づいて測定される

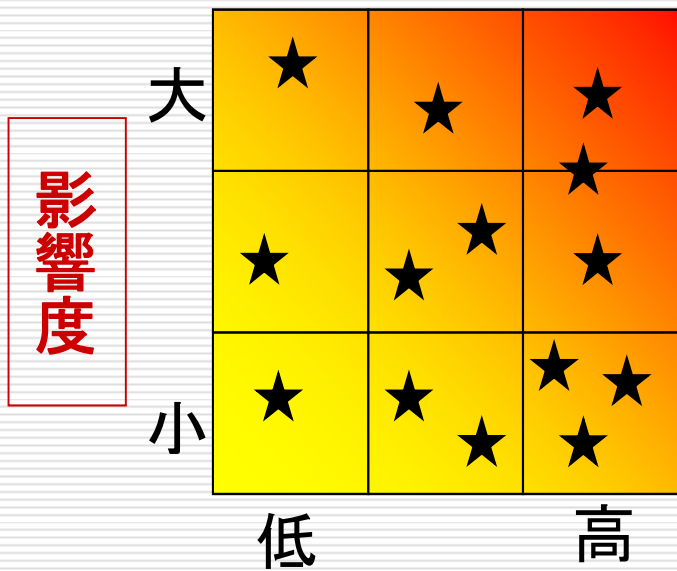
目標・リスク・統制



リスクマネジメント

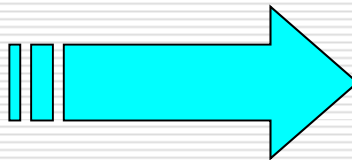
リスク・マップ

固有リスク



発生可能性

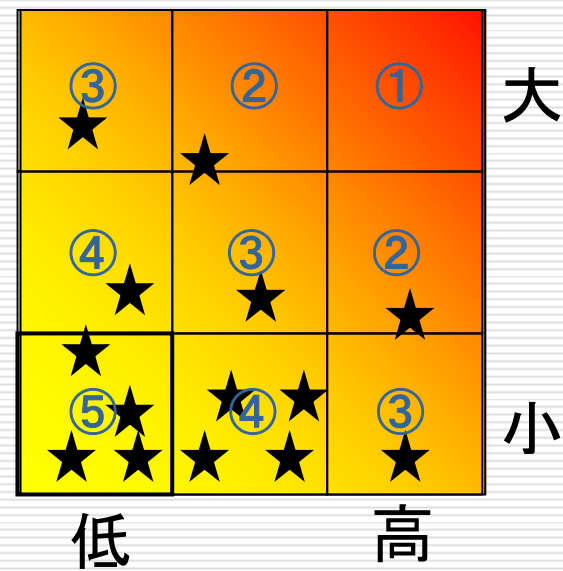
コントロール



統制リスク/脆弱性

★ リスク事象

残余リスク



発生可能性

影響度

固有リスク

- ◆ コントロール等が全く整備されていないと仮定した場合に存在するリスク

残余リスク

- ◆ 不利な事象の影響と発生の可能性を軽減する措置(コントロール等)を講じた後にさらに残るリスク

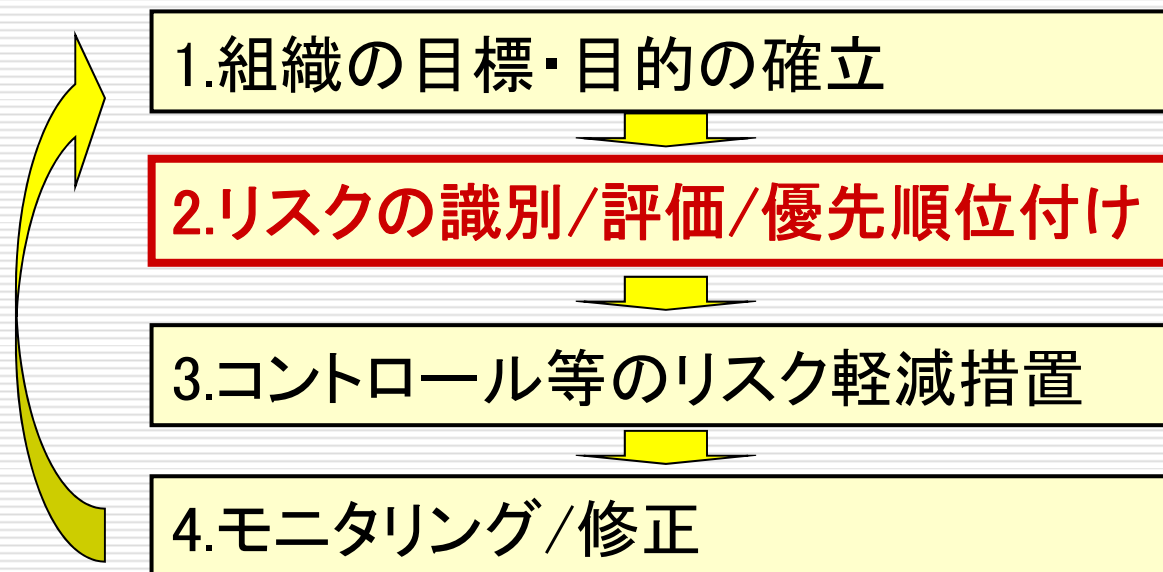
統制リスク/脆弱性

- ◆ 機能しないコントロール手続きに依存するリスク

統制リスク	小さい	大きい
脆弱性	低い	高い
コントロール	強い (有効である)	弱い (有効でない)

リスクマネジメントの定義

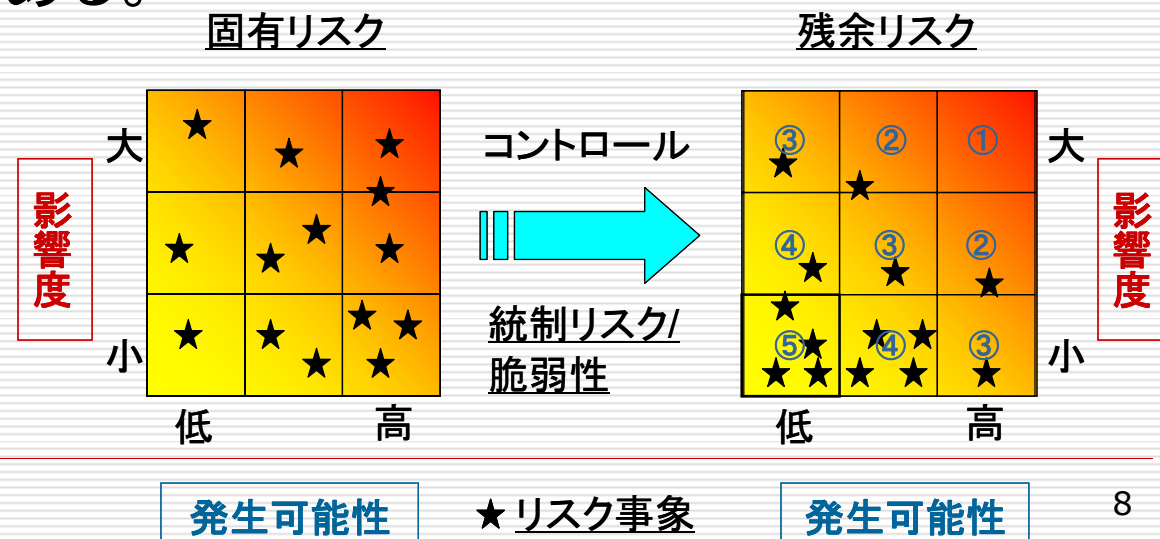
- ◆ 組織の目標・目的の達成に関して合理的保証を提供するため、発生する可能性のある事象や状況を識別、評価、管理、コントロールするプロセス



リスク評価の様々な手法

① リスクマップ方式

- ◆ 残余リスクでみて、右上の領域(影響度が大きく、発生可能性が高い)の方が重要度が高いと評価するのが一般的。
- ◆ 固有リスクでみて、影響度が大きい方が重要度が高いと評価することもある。
- ◆ 残余リスクでみて、発生可能性が高い方が重要度が高いと評価することもある。



② スコアリング方式

- ◆ 「影響度」、「発生可能性」、「コントロールの有効性」を評点化し、乗じることによって、残余リスクを評点化する。
- ◆ 「残余リスク」の評点に「閾値」を設けて、重要度を評価するのが一般的。
- ◆ 固有リスクの「影響度」や「コントロールの有効性」の評点に「閾値」を設けて、重要度を評価することもある。

(例)

リスク内容	固有リスク		コントロール	残余リスク
	影響度 (評点A)	発生可能性 (評点B)	有効性 (評点C)	評価 (評点A×B-C)
XXXXX	○点	△点	◇点	○×△-◇点
XXXXX	●点	▲点	◆点	●×▲-◆点
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

③ リスク計量化方式

- ◆ 残余リスクの「影響度」を金額ベースに換算し、それぞれの「発生可能性」の想定(〇年に1回)を置く。
- ◆ 「影響度」が一定金額を超えたり、「発生可能性」が一定頻度を超えるとき、重要度が高いと評価する。

(例)

リスク内容	影響度			発生頻度	統制上の改善点
	直接費用	間接費用	その他		
XXXXX	○円	○円		〇年に1回	×××××
XXXXX	△円	△円	顧客の信用を毀損	△年に1回	×××××
XXXXX	◇円	◇円		◇年に1回	×××××
XXXXX	●円	●円	顧客の信用を毀損	●年に1回	×××××
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

共通点、相違点

(共通点)

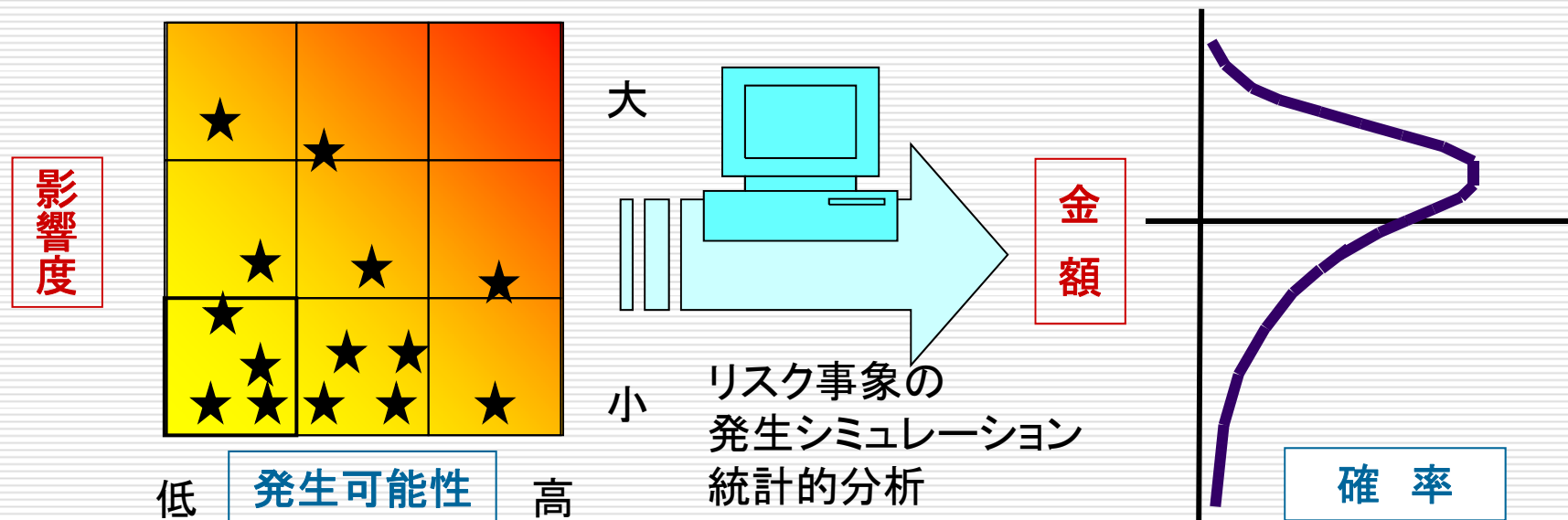
- ◆ リスクマップ方式、リスク評点化方式、リスク計量化方式いずれの方式でも、リスクの重要度や優先順位を決めることは可能。

(相違点)

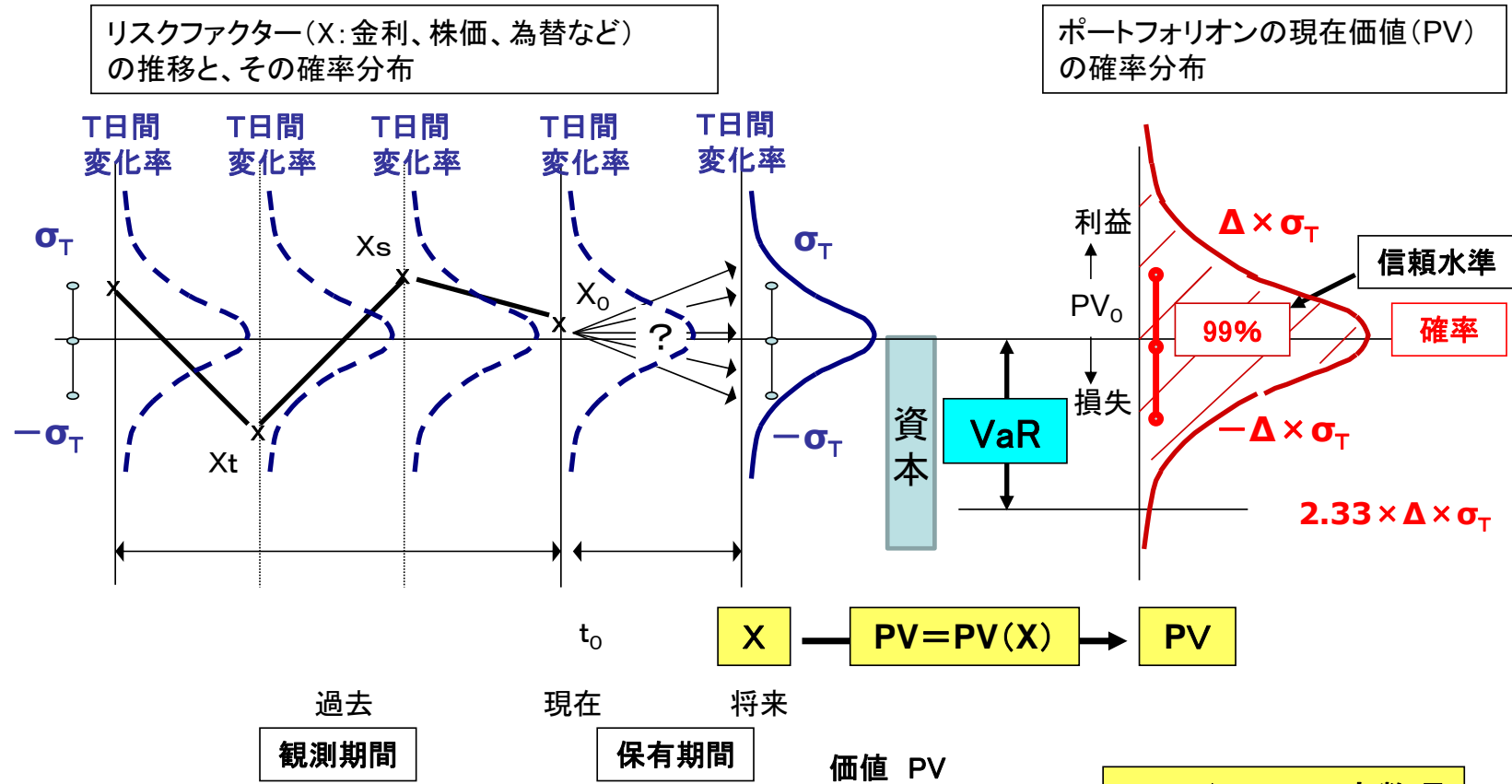
- ◆ しかし、当該組織の収益・経営体力と対比して過大なリスクを負っているか否かは、リスク計量化方式でないと判定できない。

3. リスクの計量化

- ◆ リスク事象の「影響度」を金額換算し、「発生可能性」を確率であらわす。
- ◆ リスク事象の発生シミュレーションや統計的分析により、経営に与える影響を把握する。



VaR(バリュー・アット・リスク)

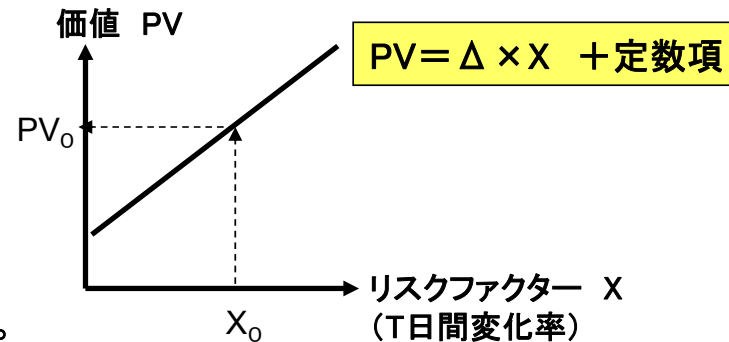


仮定①

リスクファクターの確率分布は正規分布(i. i. d.)

仮定②

Δ は一定、すなわち、ポートフォリオ価値PVはリスクファクターの1次関数としてあらわされる。



	信頼係数		感応度		ボラティリティ	
VaR	=	2.33	×	Δ	×	σ_T

- ◆ ポートフォリオの現在価値は、リスクファクターの変動の影響を受けて変化する。
- ◆ VaRは、リスクファクターのボラティリティと、リスクファクターの変動に対する現在価値の感応度を考慮したリスク指標。

ボラティリティ = リスクファクターがどれだけ変動するか
(σ_T : 変化率の標準偏差)

感応度 = 現在価値ベースでは、リスクファクターの変動が、どれだけ増幅されるか
(Δ : 関数式の傾き)

VaR(バリュー・アット・リスク)の発展

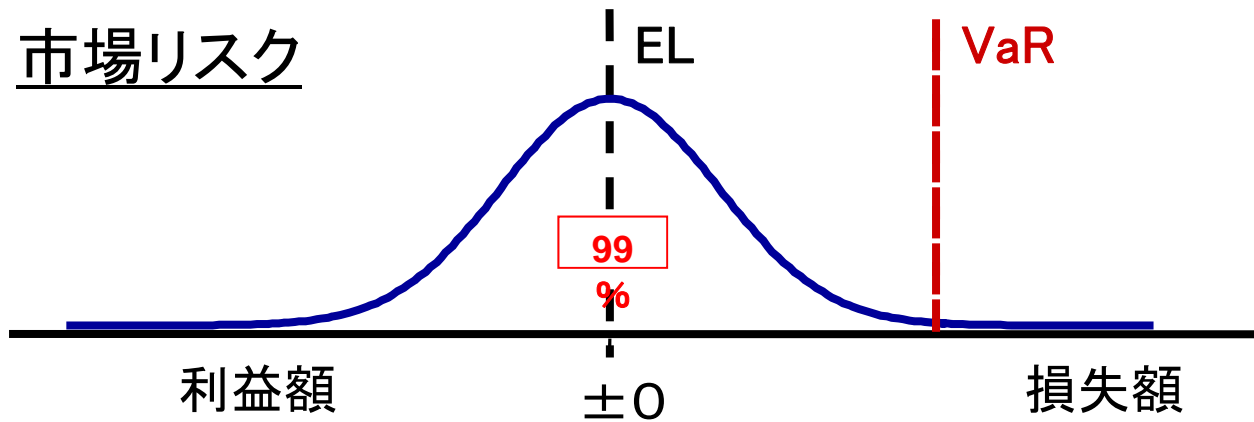
- ◆ VaRの計測モデルは改良が加えられ、様々な計測手法が開発された。

⇒ 分散共分散法、モンテカルロ・シミュレーション法、
ヒストリカル法。

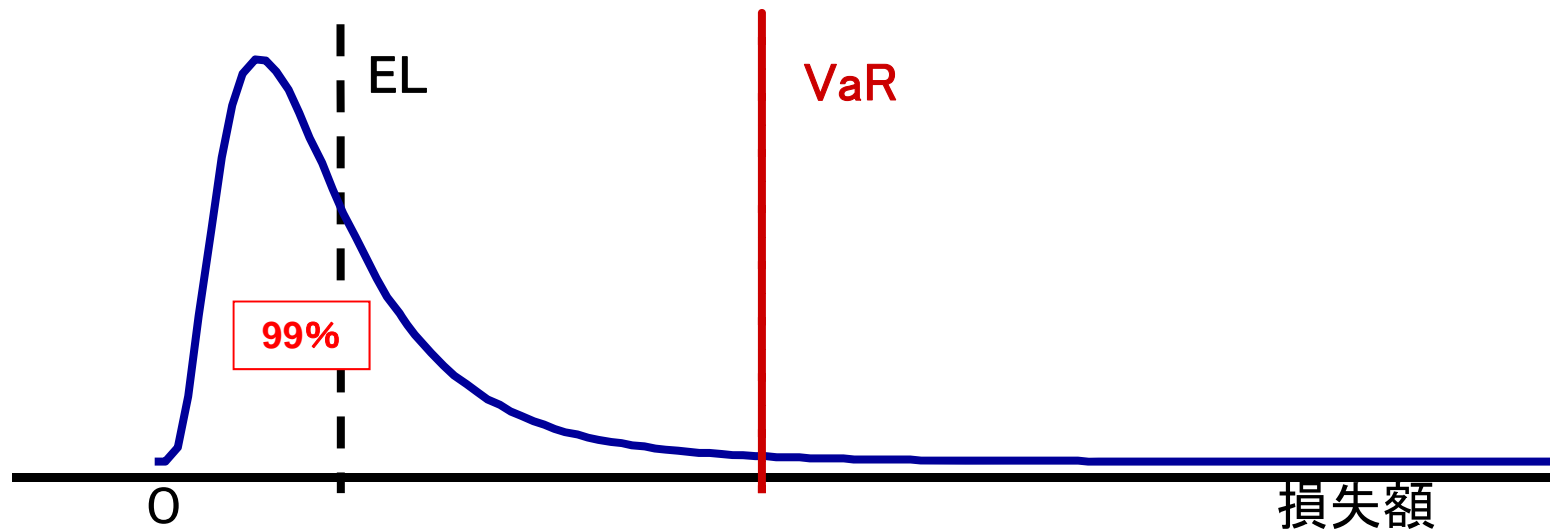
VaR(バリュー・アット・リスク)の発展

- ◆ リスクの計測対象も、市場リスク以外にも、貸し倒れなどの信用リスクや、事件・事故、システム障害、災害など業務全般に係るオペレーショナル・リスクに拡大。
- ◆ 最近では、各リスクカテゴリーのリスクを VaR という共通の尺度で測定して、リスクを統合管理する企業・金融機関が増加している。

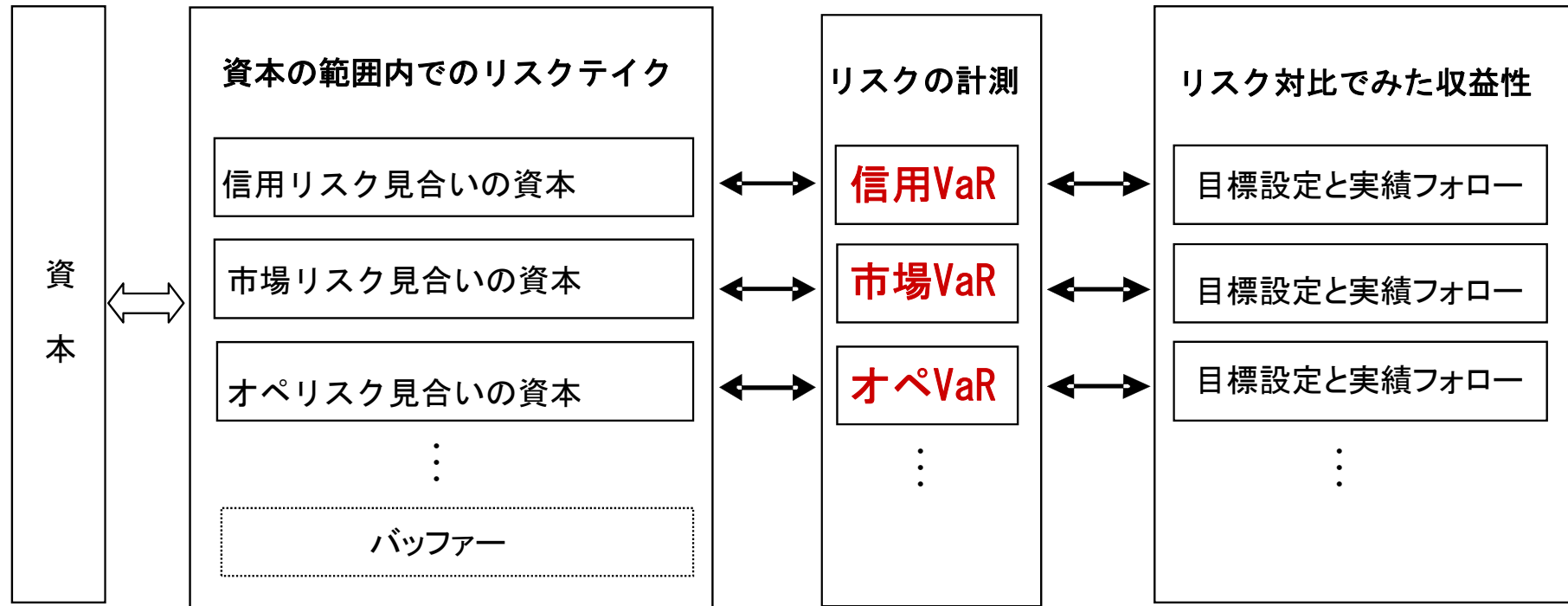
リスクカテゴリー別に見た損失分布(イメージ)



信用リスク、オペレーショナル・リスク



統合リスク管理



VaRを定義する

- ① 過去の一定期間(観測期間)の変動データにもとづき、
- ② 将来のある一定期間(保有期間)のうちに
- ③ ある一定の確率(信頼水準)の範囲内で
- ④ 被る可能性のある最大損失額を
- ⑤ 統計的手法により推定した値をVaRとして定義する。

VaRの特徴を一言でいうと

- ◆ 「過去」のデータを利用して
- ◆ 統計的手法で「推定」される
- ◆ 「確率」を伴うリスク指標

VaR(バリュー・アット・リスク)は

- どのくらいの損失が、どのくらいの確率で起きるかが分かる、画期的なリスク指標である。
- しかも、過去のデータに基づき統計的手法を用いて求められるため、客観性が高い。
- そのため、株主、顧客、当局に対する説得力が高い。

VaR(バリュー・アット・リスク)は

- 統計的手法によって求められる指標であるため、その「前提」を確認する必要がある。
- 厳密に言えば、統計的に「推定」された値であり、使用に耐えられるか、バックテストなどで統計的に「検証」する必要がある。
- 「過去は繰り返す」という考え方に基づいて求められているため、予測値としては「限界」がある。ストレス・テストなどで「補完」する必要がある。

3. VaRの計測と検証

- ◆ 金利・株価・為替等のリスクファクターの変動に伴って金融資産・負債の価値が、確率的に、どのように変動するかを捉える。
- ◆ 市場VaRの計測手法としては、①分散共分散法、②モンテカルロ・シミュレーション法、③ヒストリカル法等があるが、各計測手法の制約を踏まえ、リスクプロファイルに合った計測手法を選択する必要がある。

A. 分散共分散法

ー デルタ法とも呼ばれる

リスクファクターが正規分布にしたがって変動し、リスクファクターに対する当該資産・負債の現在価値の感応度(デルタ)が一定であると仮定して、VaRを算出する。

(利点)

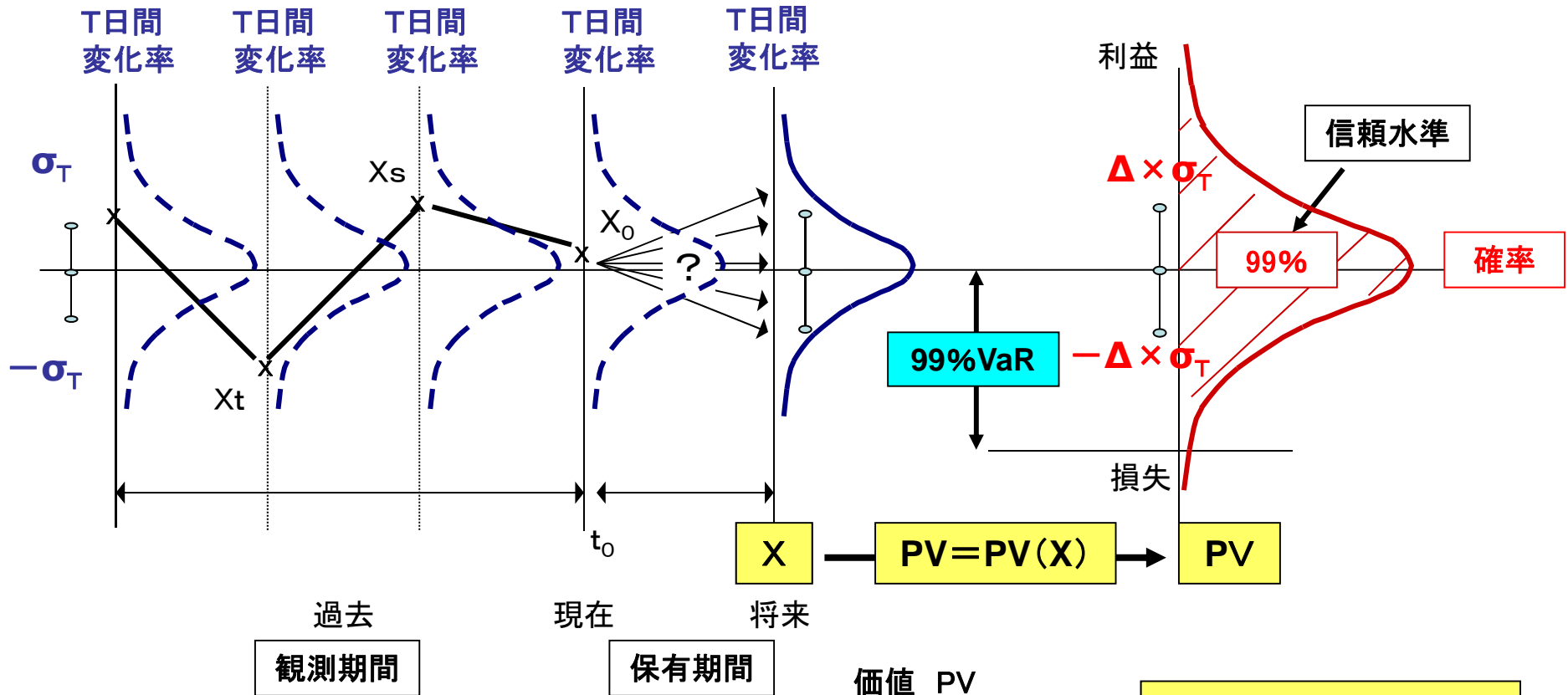
- VaRの算出が容易。

(欠点)

- リスクファクターの変動が、必ずしも正規分布に従うとは限らない(例えば、実際の分布がファット・テイルの場合、VaRを過少評価する可能性)。
- 感応度(デルタ)が一定にならない場合は、近似式での計測となる。

$$\text{感応度:デルタ}(\Delta) = \Delta PV / \Delta X$$

分散共分散法(ムービング・ウィンドウ法)

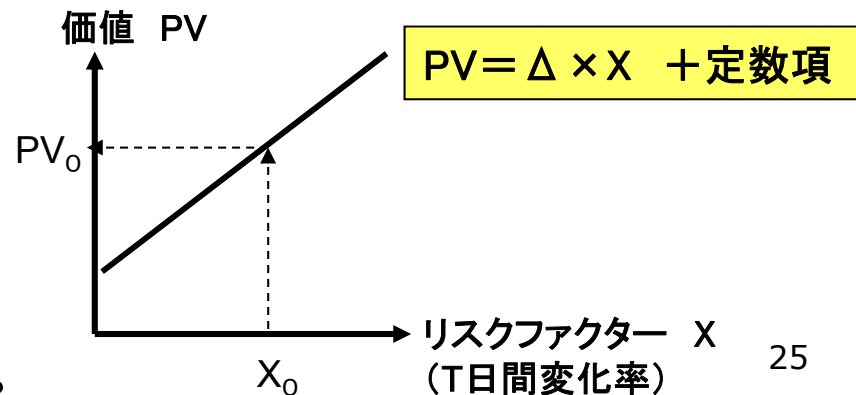


仮定①

リスクファクターの確率分布は正規分布(i. i. d.)

仮定②

Δ は一定、すなわち、ポートフォリオ価値PVはリスクファクターの1次関数としてあらわされる。



	信頼係数		感応度		ボラティリティ	
VaR	=	2.33	×	Δ	×	σ_T

- ◆ ポートフォリオの現在価値は、リスクファクターの変動の影響を受けて変化する。
- ◆ VaRは、リスクファクターのボラティリティと、リスクファクターの変動に対する現在価値の感応度を考慮したリスク指標。

ボラティリティ = リスクファクターがどれだけ変動するか
(σ_T : 変化率の標準偏差)

感応度 = 現在価値ベースでは、リスクファクターの変動が、どれだけ増幅されるか
(Δ : 関数式の傾き)

分散共分散法(ムービング・ウィンドウ法)の計算例

(例) 投信残高(PV) : 100億円(東証TOPIX指数に完全連動)

リスクファクター(X_t): 東証TOPIXの10日間変化率 ^(注1)

⇒ X_t は、同一かつ互いに独立な正規分布 $N(0, \sigma^2)$ にしたがって変動すると仮定。

観測期間 : 250日

保有期間 : 10日間

信頼水準 : 99%

現在価値の変化額 = 100億円 × 東証TOPIXの10日間変化率

$$\begin{aligned} \text{VaR} &= \boxed{\text{信頼係数}} \times \boxed{\text{感応度}(\Delta)} \times \boxed{\text{リスクファクターの標準偏差}(\sigma)} \\ &= \boxed{2.33} \times \boxed{100\text{億円}} \quad (\text{注2}) \times \boxed{\sigma} \end{aligned}$$

(注1) リスクファクターとしては、金利、為替、株価等の変化率(幅)を利用することが多い。

(注2) 感応度(Δ)は100億円(=現在価値の変動額÷東証TOPIXの10日間変化率)。 27

分散共分散法(ムービング・ウィンドウ法)による計算例

VaRの計算シート

株式投信 100 億円

観測データ 250

分散共分散法(デルタ法)

保有期間	10 日
信頼水準	99.00 %
信頼係数 (関数NORMSINV)	2.33
標準偏差 (関数STDEVA)	3.869 %

↑ 正規分布と想定 ↓ 信頼係数 × 標準偏差

	10日間 変化率
2006/9/29	0.785
2006/9/28	1.194
2006/9/27	0.319
2006/9/26	-2.994
2006/9/25	-3.783
2006/9/22	-3.139
2006/9/21	-3.894
2006/9/20	-5.040
2006/9/19	-3.538
2006/9/15	-2.474
2006/9/14	-2.248
2006/9/13	-1.822
2006/9/12	-1.875

予想変化率	×	感応度	=	VaR	億円
9.000		100		9.00	

$PV = \Delta * X$
 PV : 株式投信価額
 X : 東証TOPIX指数の変化率
 Δ : 直近時点の株式価額(PV₀) × 1

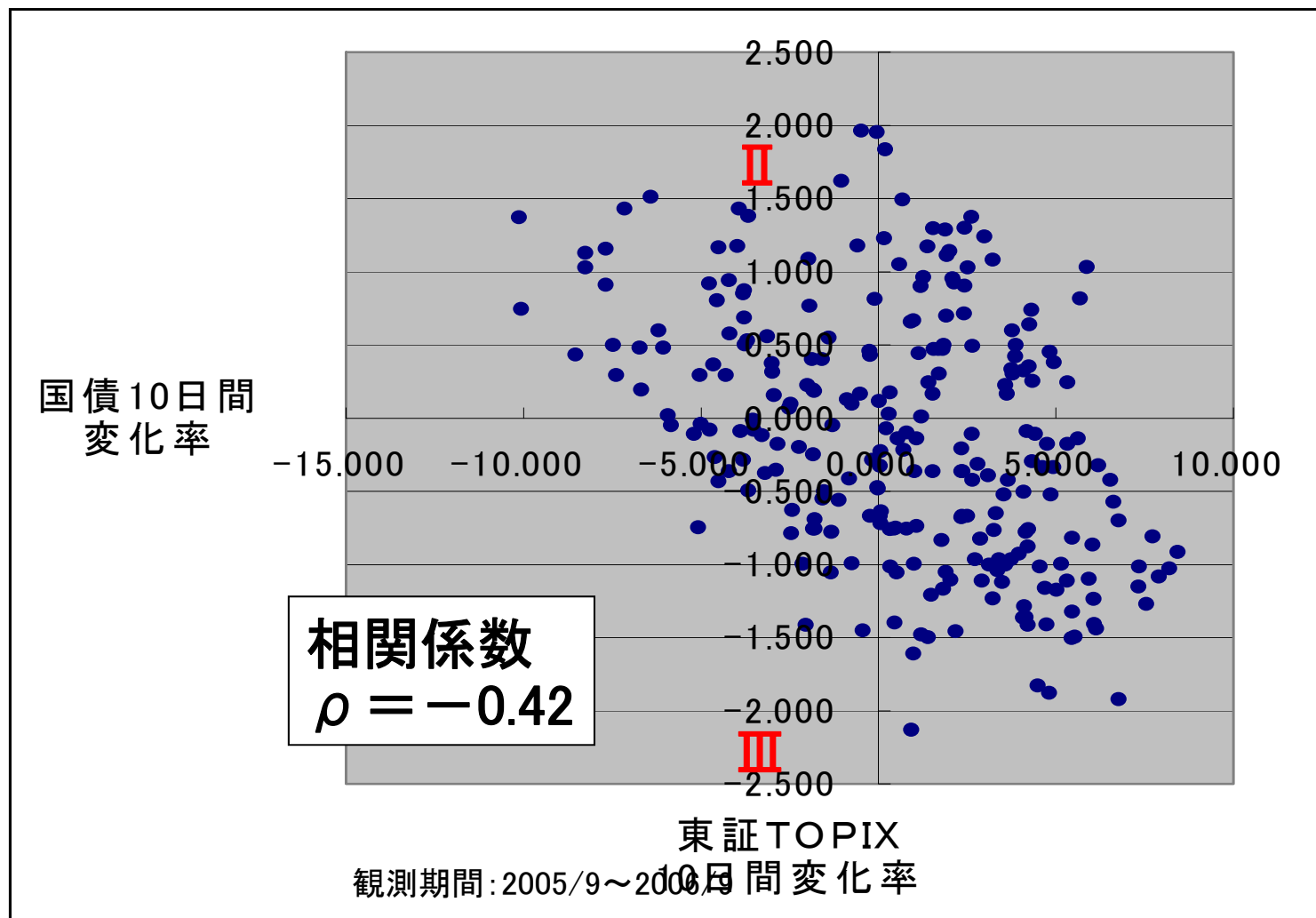
MW法 : ムービング・ウィンドウ法

複数のリスクファクター、相関の考慮

- ◆ ポートフォリオ価値に影響を与えるリスクファクターは複数存在する。
- ◆ リスクファクター間の「相関」がリスク総量を変化させるため、「相関」をみながらポートフォリオの残高・構成を見直すのが一般的。
 - 分散投資によるポートフォリオ価値の安定化
 - レバレッジを利かせたハイリスク・ハイリターン投資
- ◆ 代表的なリスクファクター間の「相関」の変化をフォローすることが重要。

国債価格変化率と株価変化率の相関関係

- ◆ **II、IV**のエリアに分布が多く、「負の相関」が観察される。



分散共分散法(デルタ法)の計算例 — リスクファクターが2つの場合

VaRの計算シート 分散共分散法(MW法)

【ポートフォリオ】

株式投信	100	億円
10年割引国債	100	億円

保有期間	10	日
信頼水準	99.00	%

観測データ	250	日
-------	-----	---

	東証TOPIX 10日間変化率	10年割引国債 10日間変化率
2006/9/29	0.785	-0.098
2006/9/28	1.194	0.010
2006/9/27	0.319	0.177
2006/9/26	-2.994	0.315
2006/9/25	-3.783	0.688
2006/9/22	-3.139	0.560
2006/9/21	-3.894	-0.088
2006/9/20	-5.040	0.295
2006/9/19	-3.538	-0.010
2006/9/15	-2.474	0.098
2006/9/14	-2.248	-0.197
2006/9/13	-1.822	0.187
2006/9/12	-1.875	0.403
2006/9/11	-0.235	0.433
2006/9/8	0.007	0.118
2006/9/7	-0.591	1.179
2006/9/6	0.155	1.228
2006/9/5	0.582	1.051
2006/9/4	1.534	1.296
2006/9/1	-0.495	1.964
2006/8/31	0.184	1.837

株式投信	単独VaR	標準偏差	× 信頼係数	× 感応度
9.00	9.00	3.8686	2.33	100
割引国債	1.99	0.8568	2.33	100

単純合算	ポートVaR	①>②:ポートフォリオ効果
10.99	10.99	
①	8.35	②

投信VaR	国債VaR	相関行列		9.00	投信VaR
9.00	1.99	1	-0.4233	1.99	国債VaR
		-0.4233	1		

行列計算(関数MMULT)

8.1560	-1.8162
--------	---------

行列計算(同)

VaR² : 69.78

VaR : 8.35

投信感応度	国債感応度	分散共分散行列		100.00	投信感応度
100.00	100.00	14.96626	-1.4031	100.00	国債感応度
		-1.4031	0.7341395	100.00	

行列計算(関数MMULT)

1356.3178	-66.8938
-----------	----------

行列計算(同)

ポート分散 : 12.89 (単位調整)

ポート標準偏差 : 3.59

信頼係数 : 2.33

ポートVaR : 8.35

(リスクファクターが1変量の場合)

$$99\%VaR = \text{信頼計数} \times \Delta \times \sigma$$

$$= \text{信頼係数} \times$$

$$\sqrt{\Delta \times \sigma^2 \times \Delta}$$

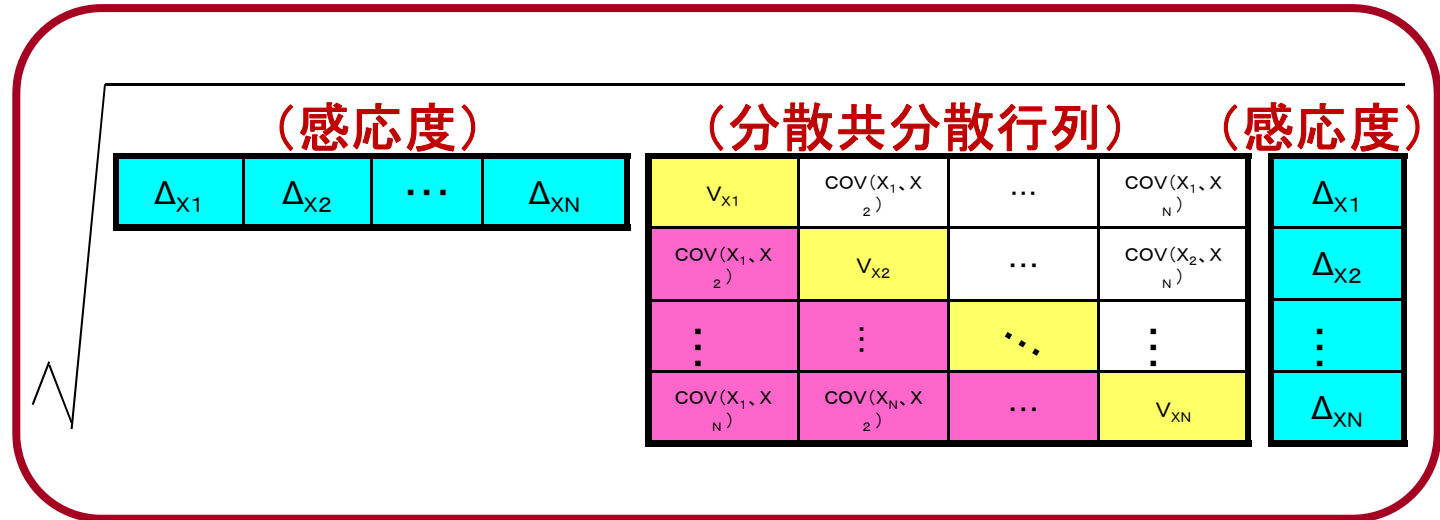
$$= \text{信頼係数} \times$$

$$\sqrt{\text{感応度} \times \text{分散} \times \text{感応度}}$$

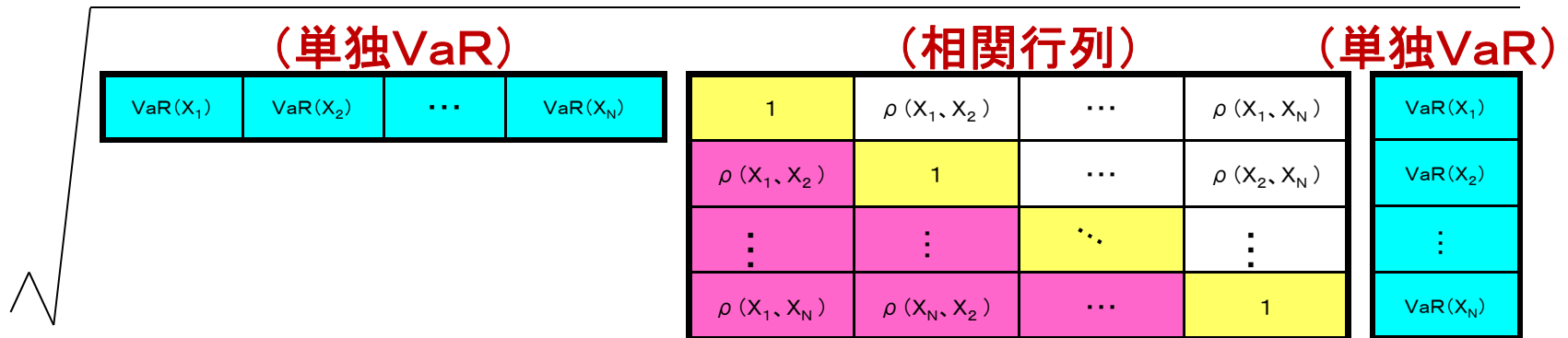
(リスクファクターが多変量の場合)

99%VaR

=信頼計数 ×



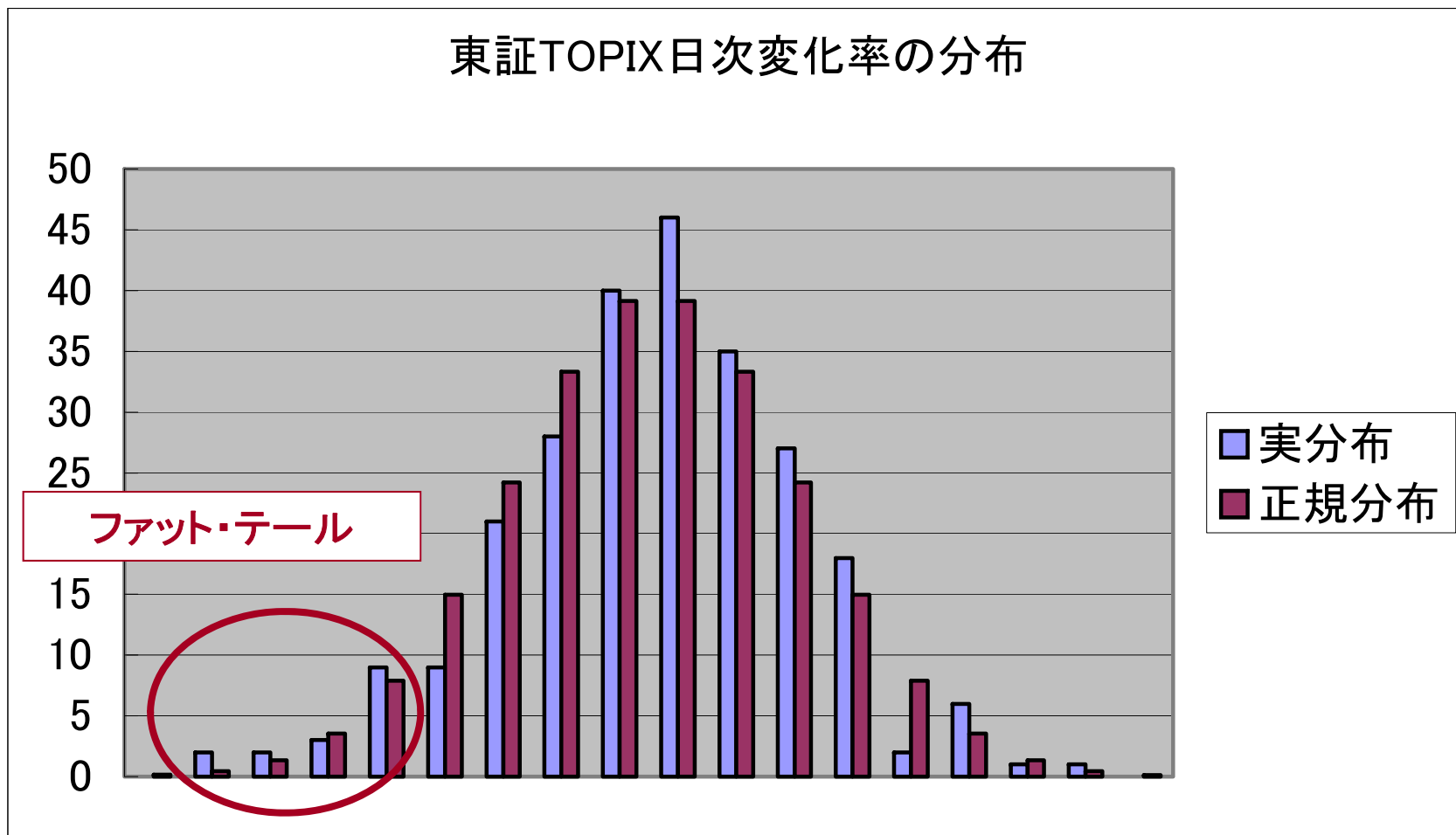
=



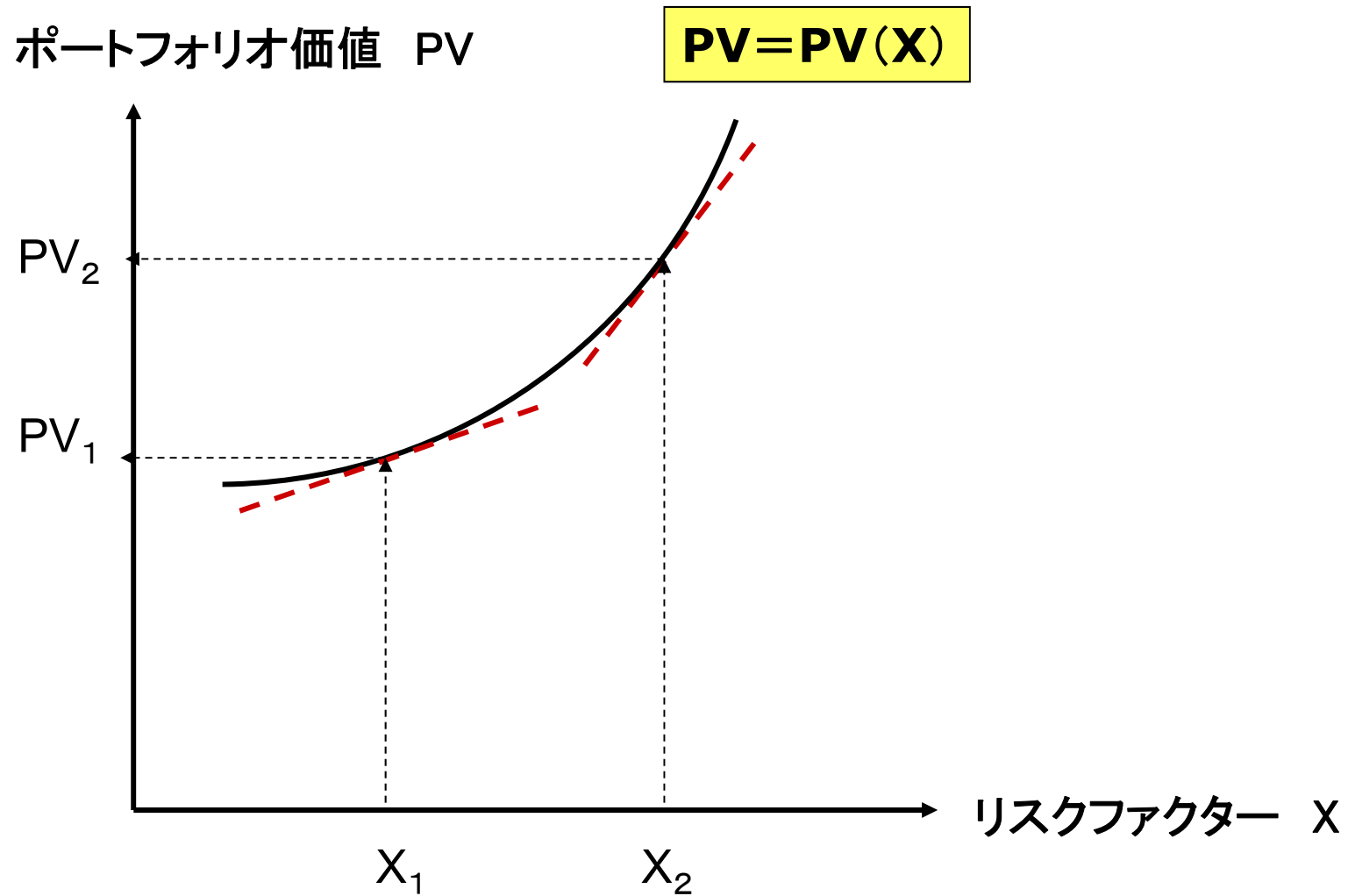
留意事項

- ◆ リスクファクターの変動が正規分布に従うと仮定している。
- ◆ デルタは一定であると仮定している。
- ◆ 実際には、上記の仮定が満たされることはないが、分散共分散法で計測されたVaRは全く意味がないのか？
⇒ 分散共分散法で計測されたVaRについて「近似的な適用」が可能かどうかを検討する。

リスクファクターの変動 : ファットテールなケース



ポートフォリオ価値とリスクファクターの関係 : デルター一定が満たされないケース



B. モンテカルロ・シミュレーション(MS法)

乱数を利用して、繰り返しリスクファクターの予想値を生成する。

上記リスクファクターの予想値に対応した当該資産・負債の現在価値をシミュレーションにより算出する。

シミュレーションで得られた現在価値を降順に並べて、信頼水準に相当するパーセンタイル値からVaRを求める。

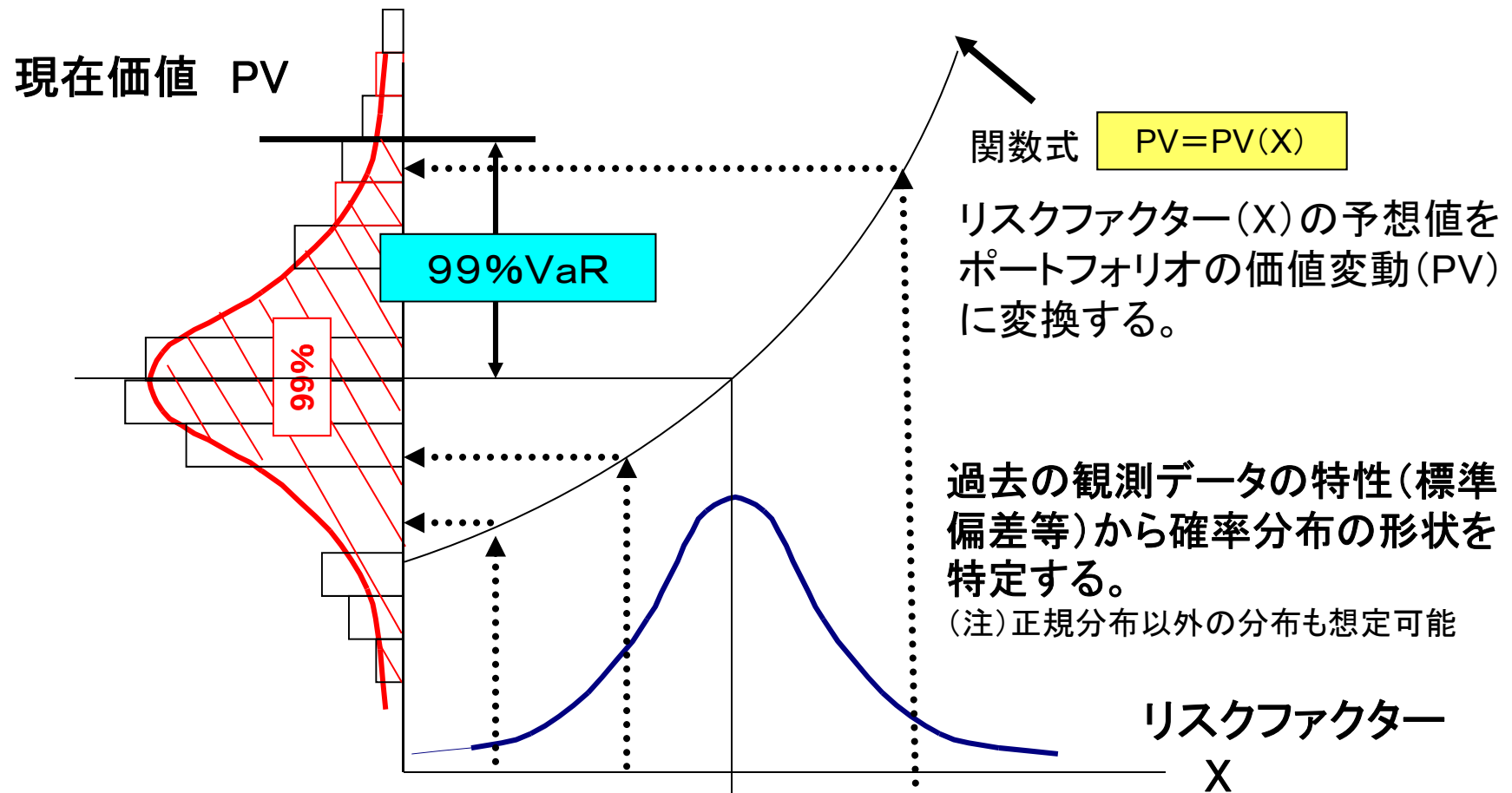
(利点)

- ・リスクファクターの確率分布について正規分布以外も想定可能。
- ・非線型リスクにも対応が可能。

(欠点)

- ・リスクファクターの分布に前提あり(モデルリスク)。
- ・複雑なモデルで大量のデータを扱うと、計算負荷が重い。

乱数を発生させ、繰り返しリスクファクターの予想値を生成。
そして、ポートフォリオの価値変動をシミュレーションする。



乱数を発生させ、繰り返しリスクファクター(X)の予想値を生成。

VaRの計算シート

モンテカルロ・シミュレーション法

株式投信 100 億円

保有期間 10 日
 信頼水準 99.0 %

F9キーで再計算

観測データ 250

分布関数を特定(ここでは正規分布)
 標準偏差 (関数STDEVA) 3.869 %

VaR
 8.92 億円

↑

↓

↑

↑

↓ 乱数で1万個の予想変化率を発生

関数PERCENTILE

↓ NORMSINV(RAND()) × 標準偏差

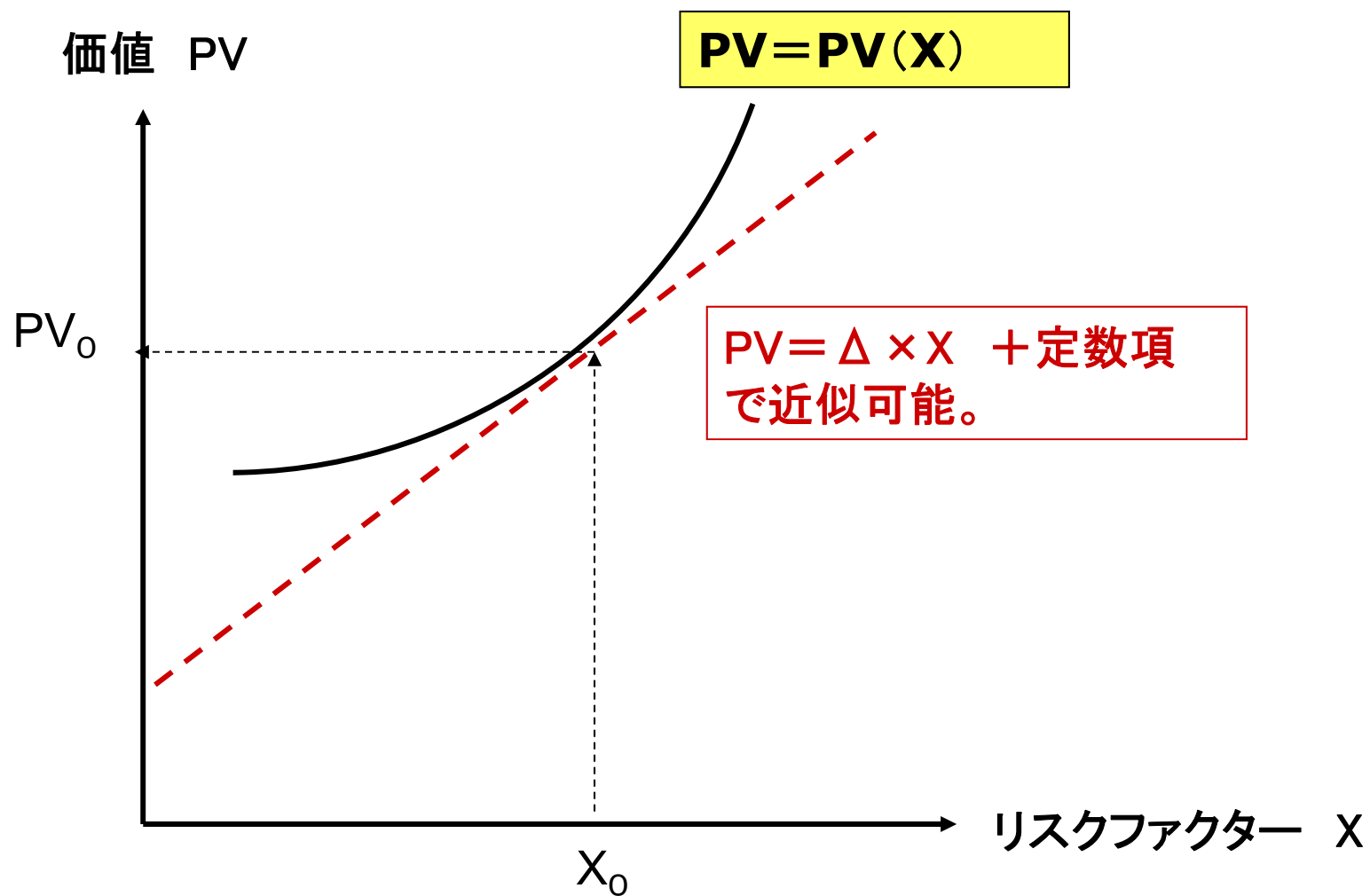
↑

	10日間 変化率	10日間 予想変化率	残高	10日間 予想増減額
2006/9/29	0.785	-1.9155	100.00	-1.9155 億円
2006/9/28	1.194	0.0509	100.00	0.0509
2006/9/27	0.319	5.0609	100.00	5.0609
2006/9/26	-2.994	-2.3250	100.00	-2.3250
2006/9/25	-3.783	-0.1294	100.00	-0.1294
2006/9/22	-3.139	2.1462	100.00	2.1462
2006/9/21	-3.894	1.1020	100.00	1.1020
2006/9/20	-5.040	-8.9002	100.00	-8.9002
2006/9/19	-3.538	-5.5228	100.00	-5.5228
2006/9/15	-2.474	2.6461	100.00	2.6461
2006/9/14	-2.248	-2.5754	100.00	-2.5754
2006/9/13	-1.822	-2.5844	100.00	-2.5844
2006/9/12	-1.875	-2.3236	100.00	-2.3236
2006/9/11	-0.235	2.1802	100.00	2.1802
2006/9/8	0.007	3.0396	100.00	3.0396

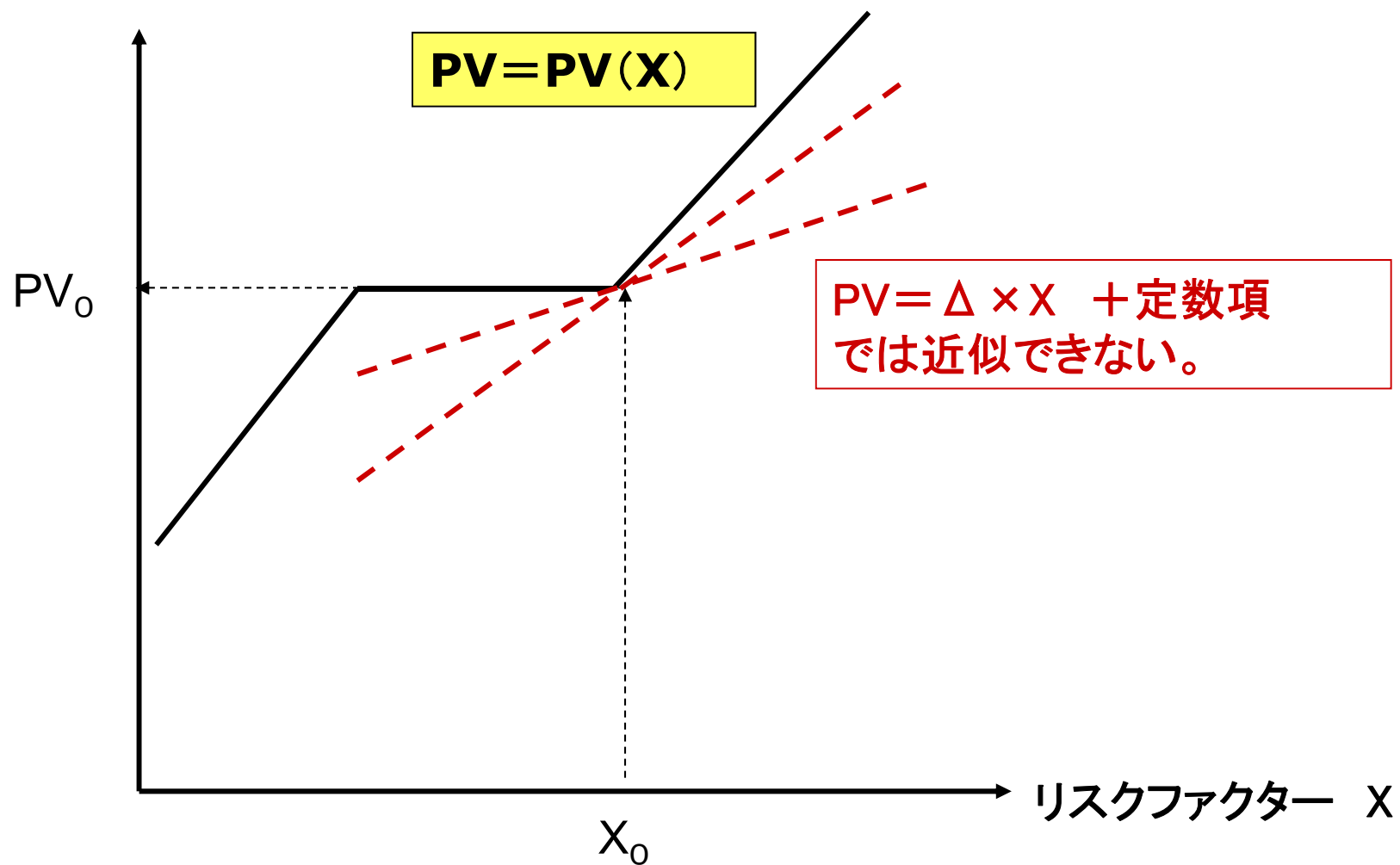
留意事項

- ◆ 分散共分散法では、デルタ一定が前提となっている。非線形リスクが強いオプション性の商品等については、分散共分散法によるVaRの計測値では、近似精度が十分に得られないことがある。
- ◆ 非線形リスクが強い商品については、正確な価格算出モデルを利用して、モンテカルロ・シミュレーション法や後述のヒストリカル法により、VaRを計測するのが望ましい。

デルタ(Δ)一定の仮定が満たされなくても
近似精度が相応に得られ、分散共分散法を適用しても問題がないケース



デルタ(Δ)一定の仮定が満たされないため、
近似精度が殆ど得られず、分散共分散法を適用するのが適当でないケース



C. ヒストリカル法

現時点のポートフォリオ残高・構成を前提に、過去のリスクファクター値を利用して、理論価値を遡って計算する。

こうして得られた現在価値の分布を用いて信頼水準に相当するパーセンタイル値からVaRを求める。

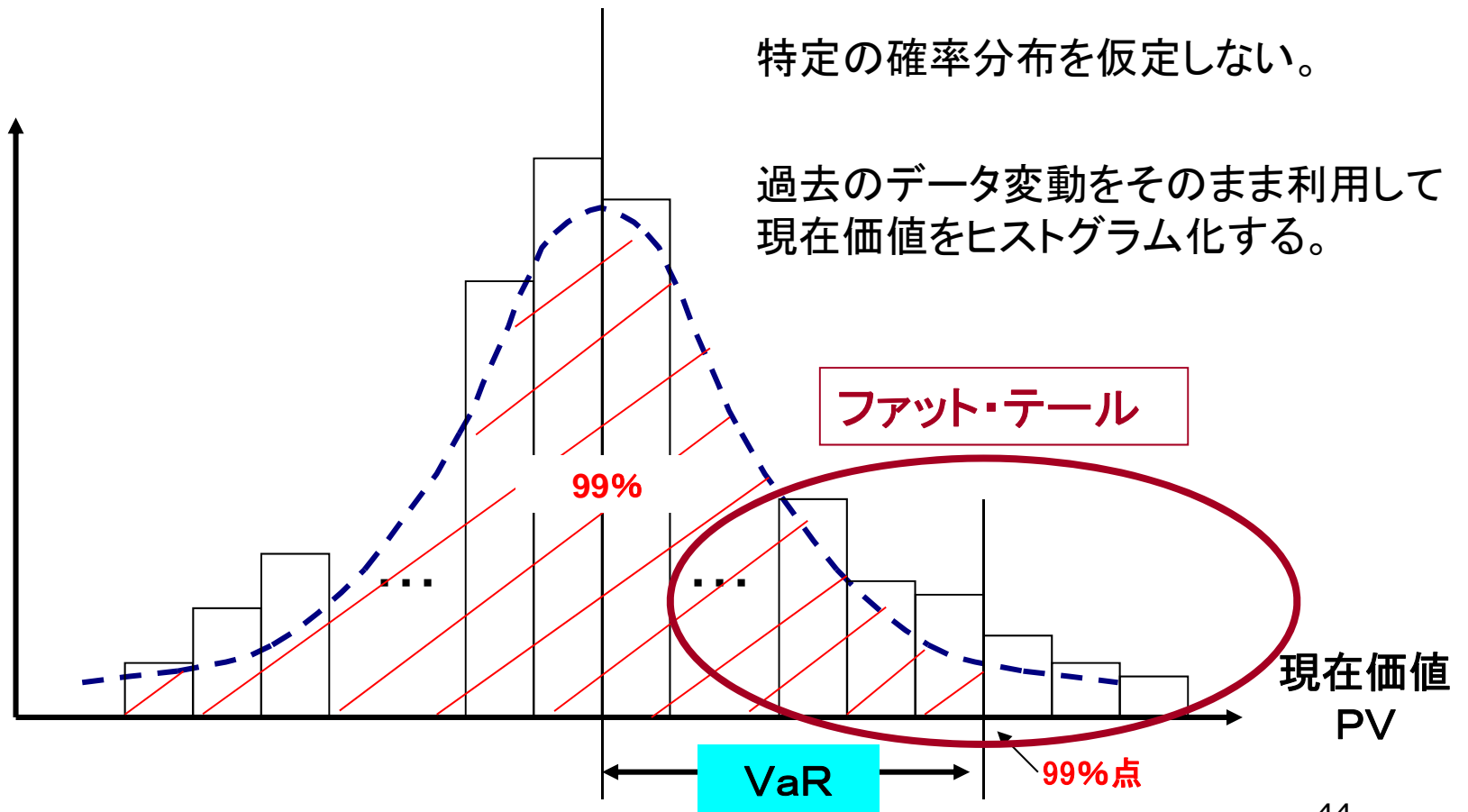
(利点)

- ・ 確率分布として特定の分布を前提にしない。
- ・ 過去のデータ変動にもとづく分布を利用するため、過去のデータ変動が持つファット・テール性、非線形リスクを相応に勘案することができる。

(欠点)

- ・ 過去に起こったことしか取り扱えない。
- ・ 観測期間を短くとるとデータ数が不足し、計測結果が不安定化する。
- ・ データ数を確保するため、観測期間を長くとると、遠い過去のデータに引摺られ、直近のデータ変動が反映されにくい。

ヒストリカル法は、過去のデータ変動を利用して
そのままヒストグラムを作る(イメージ図)



VaRの計算シート

ヒストリカル法

株式投信 100 億円

保有期間 10 日
信頼水準 99.0 %

観測データ 250

VaR
8.40 億円

↑
関数PERCENTILE

↑

	10日間 変化率		残高	=	10日間 予想増減額	
2006/9/29	0.785	×	100.00	=	0.7853	億円
2006/9/28	1.194	×	100.00	=	1.1939	
2006/9/27	0.319	×	100.00	=	0.3185	
2006/9/26	-2.994	×	100.00	=	-2.9940	
2006/9/25	-3.783	×	100.00	=	-3.7832	
2006/9/22	-3.139	×	100.00	=	-3.1390	
2006/9/21	-3.894	×	100.00	=	-3.8939	
2006/9/20	-5.040	×	100.00	=	-5.0403	
2006/9/19	-3.538	×	100.00	=	-3.5385	
2006/9/15	-2.474	×	100.00	=	-2.4744	
2006/9/14	-2.248	×	100.00	=	-2.2478	
2006/9/13	-1.822	×	100.00	=	-1.8216	
2006/9/12	-1.875	×	100.00	=	-1.8745	
2006/9/11	-0.235	×	100.00	=	-0.2346	
2006/9/8	0.007	×	100.00	=	0.0068	
2006/9/7	-0.591	×	100.00	=	-0.5914	

留意事項

- ◆ VaR計測モデルをブラック・ボックス化させず、リスクプロファイルに合致したVaR計測モデルを選択する必要がある。
- ◆ しかし、多大な経営資源・コストをかけて、より高度なVaR計測モデルへの乗り換えを図ることだけが経営の選択肢ではない。
- ◆ たとえば、
 - ① 現行VaRモデルの限界を踏まえて、ストレステスト、多様なシナリオ分析を強化する
 - ② リスク量の捕捉が難しい複雑なリスクプロファイルの仕組商品投資からの撤退を検討するなど、幅広い選択肢の中から検討を行うことが重要。

バックテストによるVaRの検証

- ◆ VaRは、過去の観測データから統計的手法を用いて計測された推定値。バックテストによる検証を要する。
- ◆ VaRの計測後、事後的にVaRを超過する損失が発生した回数を調べる。

⇒ VaR超過損失の発生が、信頼水準から想定される回数を大幅に上回っていないか。

例えば、99%の信頼水準のVaRを計測している場合は、VaRを超過する損失が発生する確率は、100回に1回と想定される。

(参考)

バーゼル銀行監督委員会の3ゾーン・アプローチ

- ◆ 信頼水準99%、保有期間10日のトレーディング損益に関するVaR計測モデルについて、250回のうち何回、VaRを超過する損失が発生したかによって、その精度を評価する。

	超過回数	評 価
グリーン・ゾーン	0～4回 (2%未満)	モデルに問題がないと考えられる
イエロー・ゾーン	5～9回 (2%以上4%未満)	問題の存在が示唆されるが決定的ではない
レッド・ゾーン	10回以上 (4%以上)	まず間違いなくモデルに問題がある

「マーケット・リスクに対する所要自己資本算出に用いる内部モデル・アプローチにおいてバックテストングを利用するための監督上のフレームワーク」、1996年1月、バーゼル銀行監督委員会

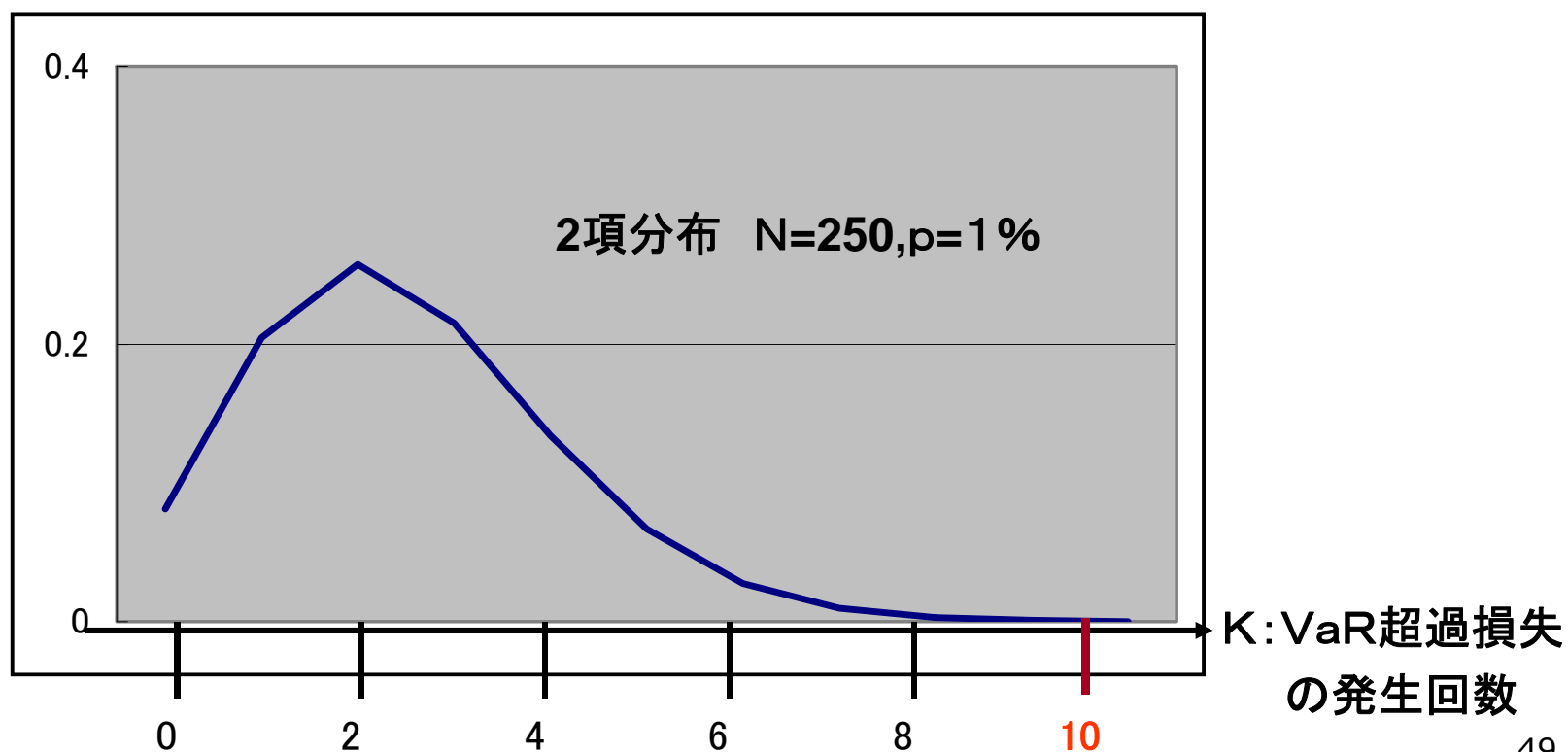
VaRを超過する損失が発生する回数(K)とその確率

VaRを超過する確率 $p = 1\%$

VaRを超過しない確率 $1-p = 99\%$ (信頼水準)

VaRの計測個数 $N=250$

$$\text{発生確率 } f(K) = {}_{250}C_K (0.01)^K (0.99)^{250-K}$$



バックテスト(2項検定)

観測データ数	250	N回
信頼水準	99%	
1 - 信頼水準	1%	p%

N回の観測で、K回、VaRを超過する確率

2項分布 ${}_N C_K p^K (1-p)^{N-K}$

VaR超過回数 (K回)	確率	累積確率	VaR超過回数 (K回以上)
0	8.11%	100.00%	0回以上
1	20.47%	91.89%	1回以上
2	25.74%	71.42%	2回以上
3	21.49%	45.68%	3回以上
4	13.41%	24.19%	4回以上
5	6.66%	10.78%	5回以上
6	2.75%	4.12%	6回以上
7	0.97%	1.37%	7回以上
8	0.30%	0.40%	8回以上
9	0.08%	0.11%	9回以上
10	0.02%	0.03%	10回以上
11	0.00%	0.01%	11回以上
12	0.00%	0.00%	12回以上
13	0.00%	0.00%	13回以上
14	0.00%	0.00%	14回以上
15	0.00%	0.00%	15回以上

バックテストは「検定」の考え方にしたがって行う。

■ VaR計測モデルは正しい(帰無仮説)。



■ VaR超過損失の発生が、250回中、10回以上発生した。



■ VaR超過損失の発生が、250回中、10回以上発生する確率は0.03%と極めて低い。



■ VaR計測モデルは誤っている(結論)。

分散共分散法・VaRの検証例

バックテストによるVaRの検証シート

【ポートフォリオ】

株式投信	100	億円
10年割引国債	100	億円

保有期間	10	日
信頼水準	99.00	%

観測データ	250	日
-------	-----	---

	東証TOPIX 10日間変化額	10年割引国債 10日間変化額	ポートフォリオ 10日間変化額	VaR(分散共分散法)			超過回数(超過1:範囲内:0)		
				株式投信	割引国債	ポート全体	7	4	6
2006/9/29	0.79	-0.10	0.69						
2006/9/28	1.19	0.01	1.20						
2006/9/27	0.32	0.18	0.50						
2006/9/26	-2.99	0.31	-2.68						
2006/9/25	-3.78	0.69	-3.10						
2006/9/22	-3.14	0.56	-2.58						
2006/9/21	-3.89	-0.09	-3.98						
2006/9/20	-5.04	0.29	-4.75						
2006/9/19	-3.54	-0.01	-3.55						
2006/9/15	-2.47	0.10	-2.38						
2006/9/14	-2.25	-0.20	-2.44	9.05	1.99	8.41	0	0	0
2006/9/13	-1.82	0.19	-1.63	9.04	2.00	8.40	0	0	0
2006/9/12	-1.87	0.40	-1.47	9.03	2.01	8.40	0	0	0
2006/9/11	-0.23	0.43	0.20	9.02	2.01	8.39	0	0	0
2006/9/8	0.01	0.12	0.12	9.02	2.03	8.40	0	0	0
2006/9/7	-0.59	1.18	0.59	9.02	2.05	8.40	0	0	0

バックテストの分析・活用

- ◆ バックテストにより、VaR超過損失の発生が判明したときはその原因・背景について、分析を行うのが重要。
- ◆ VaR超過損失の発生事例の分析により、
①ストレス事象の洗出しや、②VaR計測モデルの改善に繋げることができる。

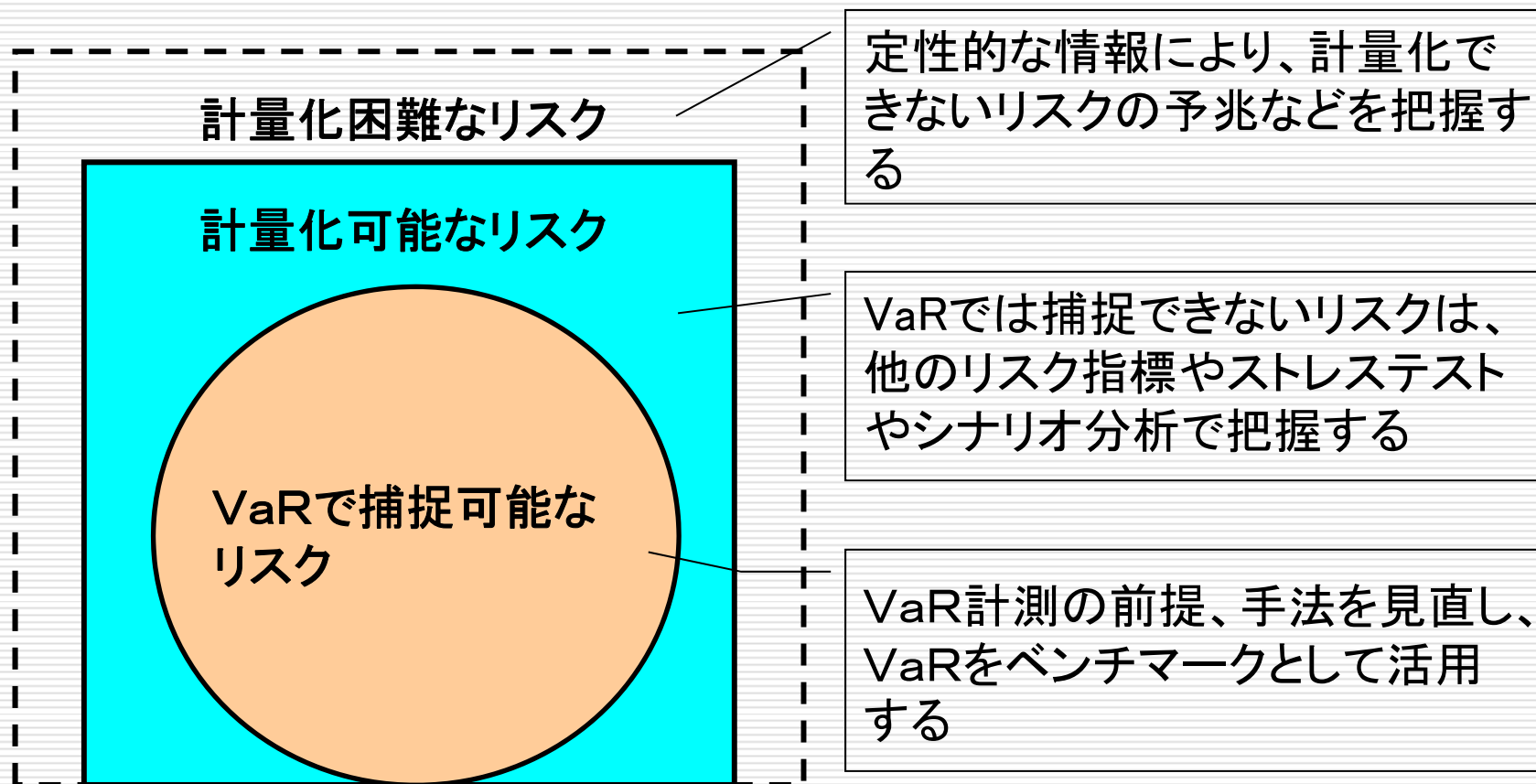
VaR超過損失の発生原因・背景

- ストレス事象の発生
- ボラティリティの変化
 - VaR計測後、ボラティリティが増大
- 確率分布モデルの問題
 - 実際の確率分布が正規分布よりもファットテイル
- トレンド、自己相関がある
 - \sqrt{T} 倍ルール*での近似に限界
 - *VaR計測で保有期間を調整する手法のこと
- 観測データ数の不足
 - 観測データが不足すると、VaRは不安定化
- 観測期間が不適切
 - 遠い過去の観測データ(ボラティリティ小)の影響

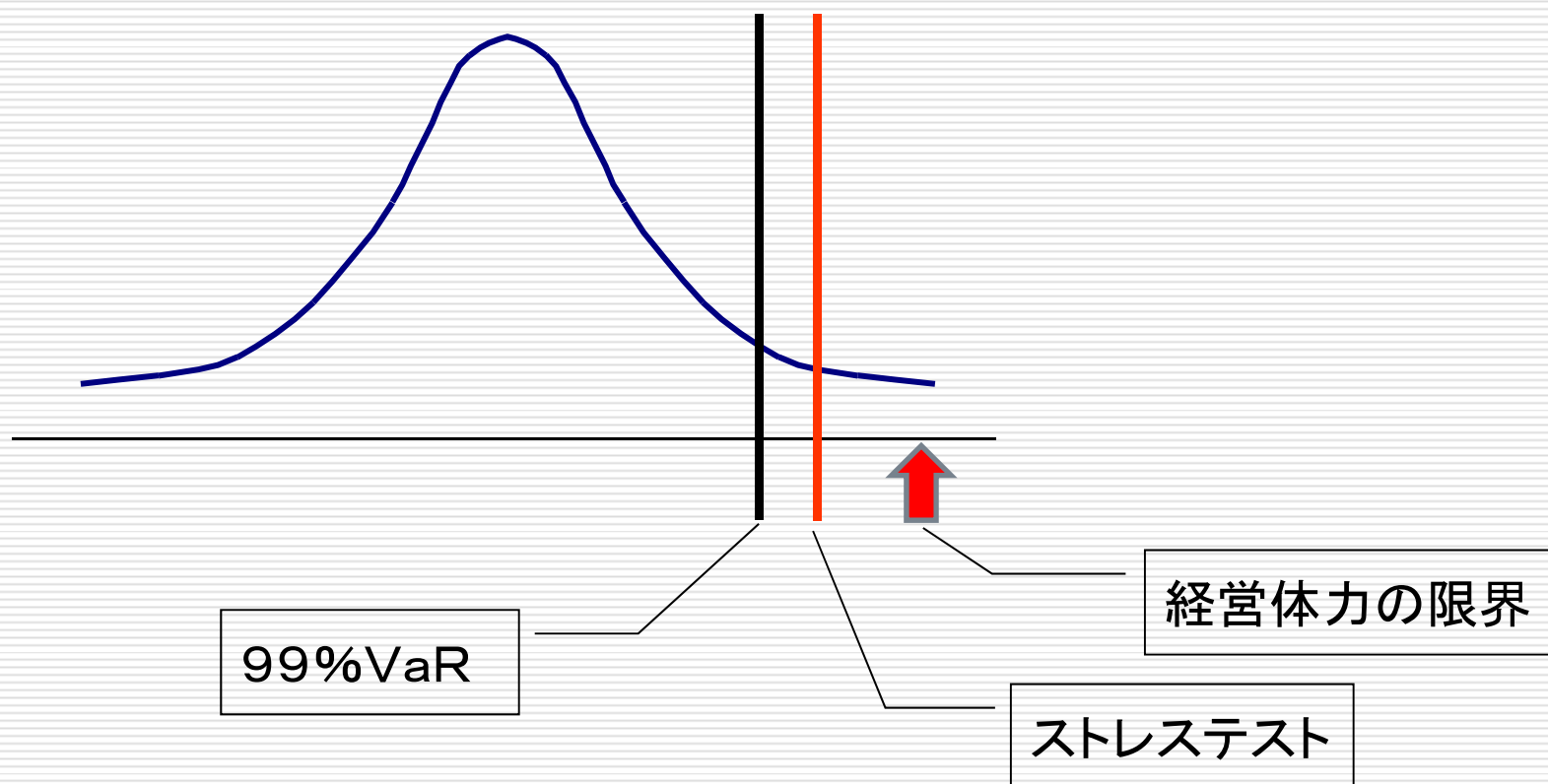
4. ストステストとシナリオ分析

- ◆ リスクプロファイルが多様化、複雑化しているため、複数の定量的なリスク指標と定性的な情報を組み合わせて複眼的にリスクを把握する重要性が増している。
- ◆ 金融危機の発生後、VaRを過信せず、ストレステスト、シナリオ分析の結果等を使って、リスクの状況を複眼的に把握すること、予兆管理などの観点から、フロント部門における定性的な情報を収集・活用することの重要性が強調されるようになった。

包括的なリスク把握(概念図)



《金融危機以前》ストレステストでVaRを補完する



《金融危機後》

ストレステスト、シナリオ分析を経営に活用する

【短期の視点】

シナリオ分析①
(経営陣、フロントの懸念事項)

シナリオ分析②
(マクロ経済アプローチ)

99%VaR
(ベンチマーク)

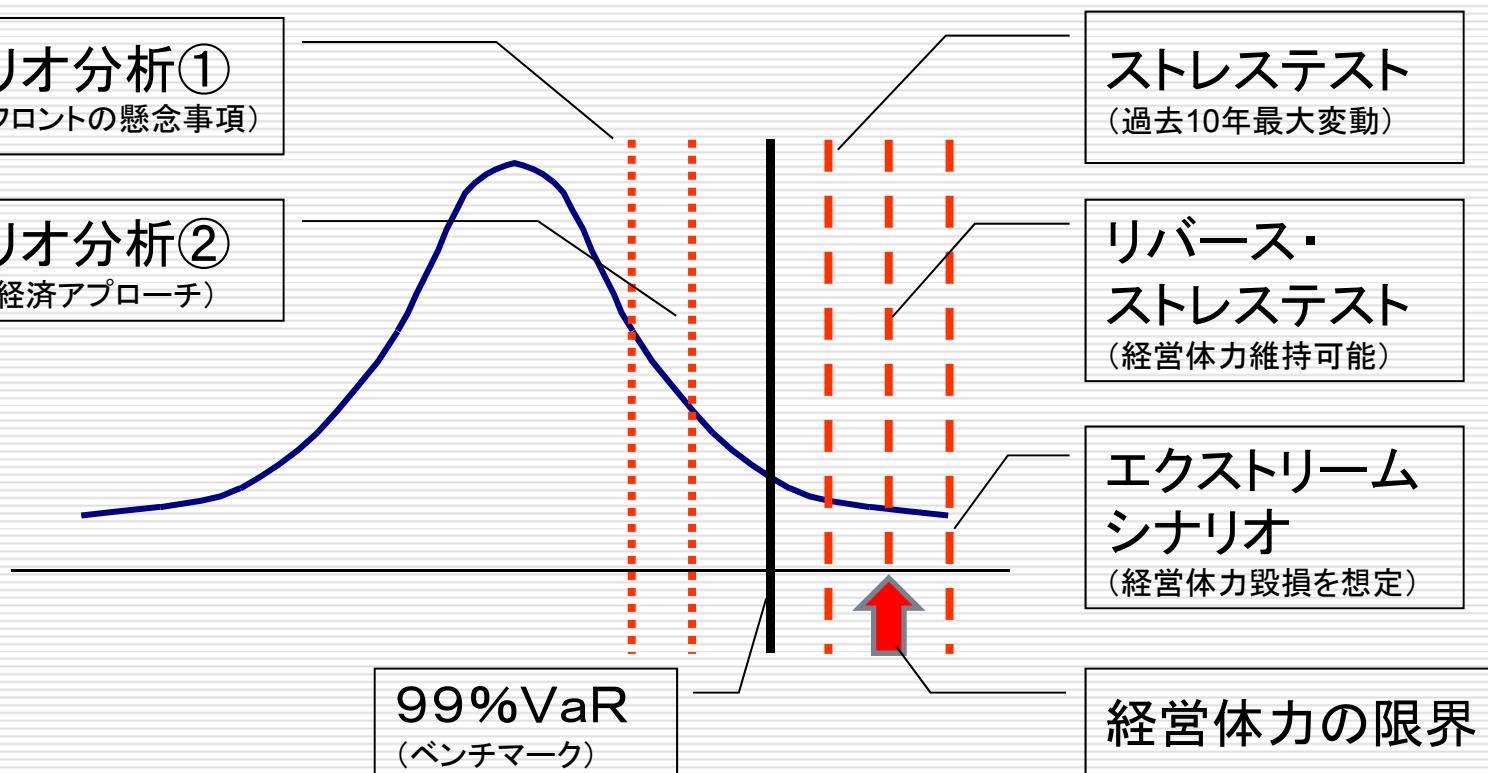
【中長期の視点】

ストレステスト
(過去10年最大変動)

リバーズ・
ストレステスト
(経営体力維持可能)

エクストリーム
シナリオ
(経営体力毀損を想定)

経営体力の限界



ストレステスト、シナリオ分析のポイント①

- ◆ VaRの限界を正しく理解し、ストレステスト、多様なシナリオ分析を行い、経営に活用する。
- ◆ より具体的には、過去イベントをみるだけでなく、「フォワード・ルッキング な視点」を持って、将来のリスクに備える。
- ◆ 組織全体の「リスクプロファイル」を分析・勘案して、重要なリスク事象を洗い出す。
 - 組織のリスクプロファイルの勘案
「この組織はどのようなことが起きたら困るか」
 - 環境変化の予想
「その可能性は高まっているか」

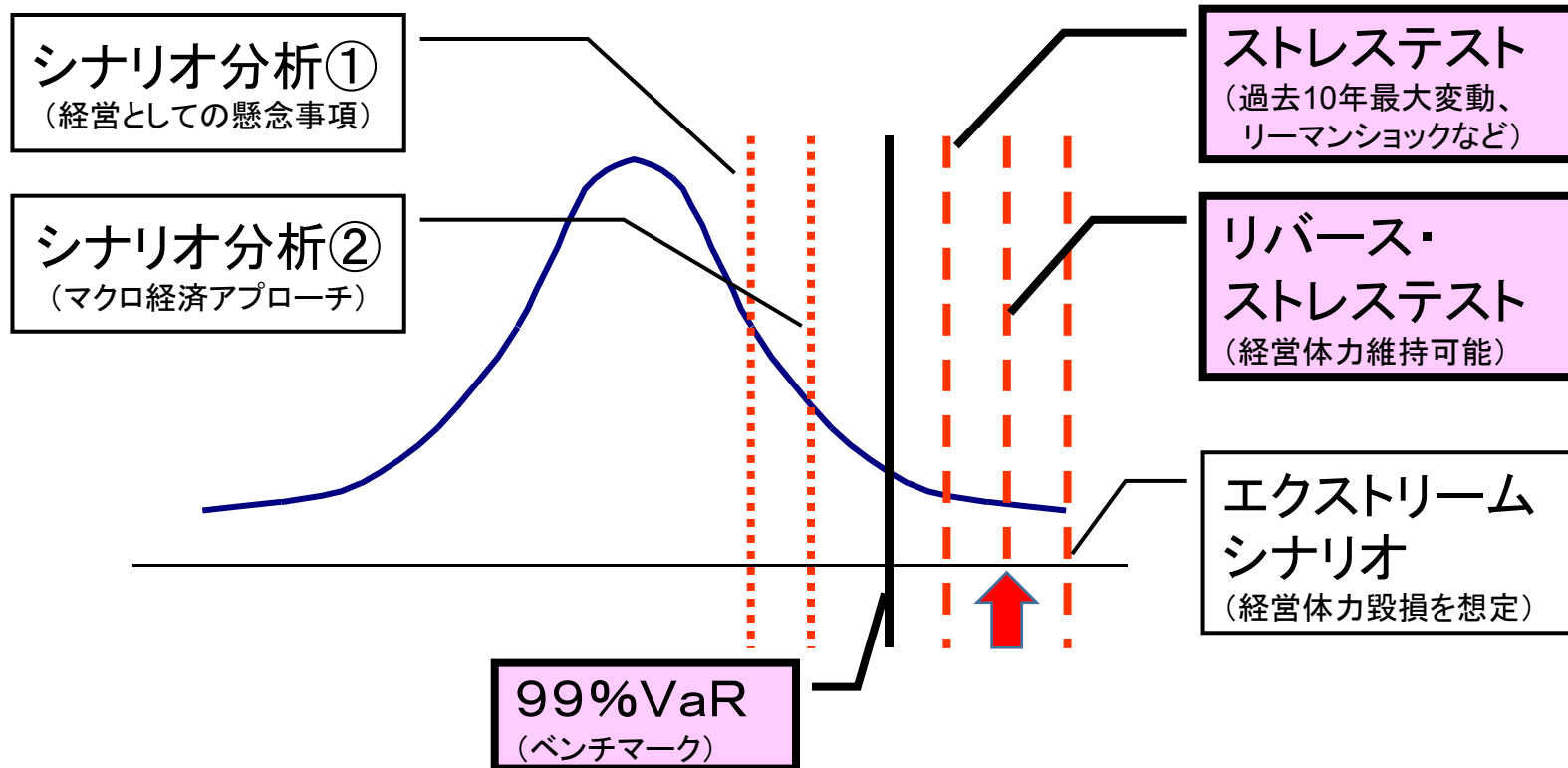
ストレステスト、シナリオ分析のポイント②

- ◆ 目的に応じて「複数のシナリオ」を作成し、経営に活用する。
 - ・ 短期の視点 → 中長期の視点
 - ・ 蓋然性の高いシナリオ → 蓋然性の低いシナリオ
 - ・ 軽度のストレス → 重度のストレス
- ◆ シナリオの策定に当たっては、リスク管理部門が、経営陣の懸念事項を聴取したり、フロントと連携して、定量・定性情報を勘案することが重要。

99%VaRや、ヒストリカルなストレステスト、リバーズ・ストレステストの結果は、常時、経営陣がみておくべきもの。機械化、システム化してマンパワーをかけずに、定期的に計算できる体制を整えることが重要。

《短期の視点》

《中長期の視点》



(例)ヒストリカル・シナリオ

	過去10年間最大変動	過去損失実績	今回損失予測
金利			
株価			
為替			
PD			
	リーマンショック時変動	過去損失実績	今回損失予測
金利			
株価			
為替			
PD			

(例)リバーズ・ストレステスト

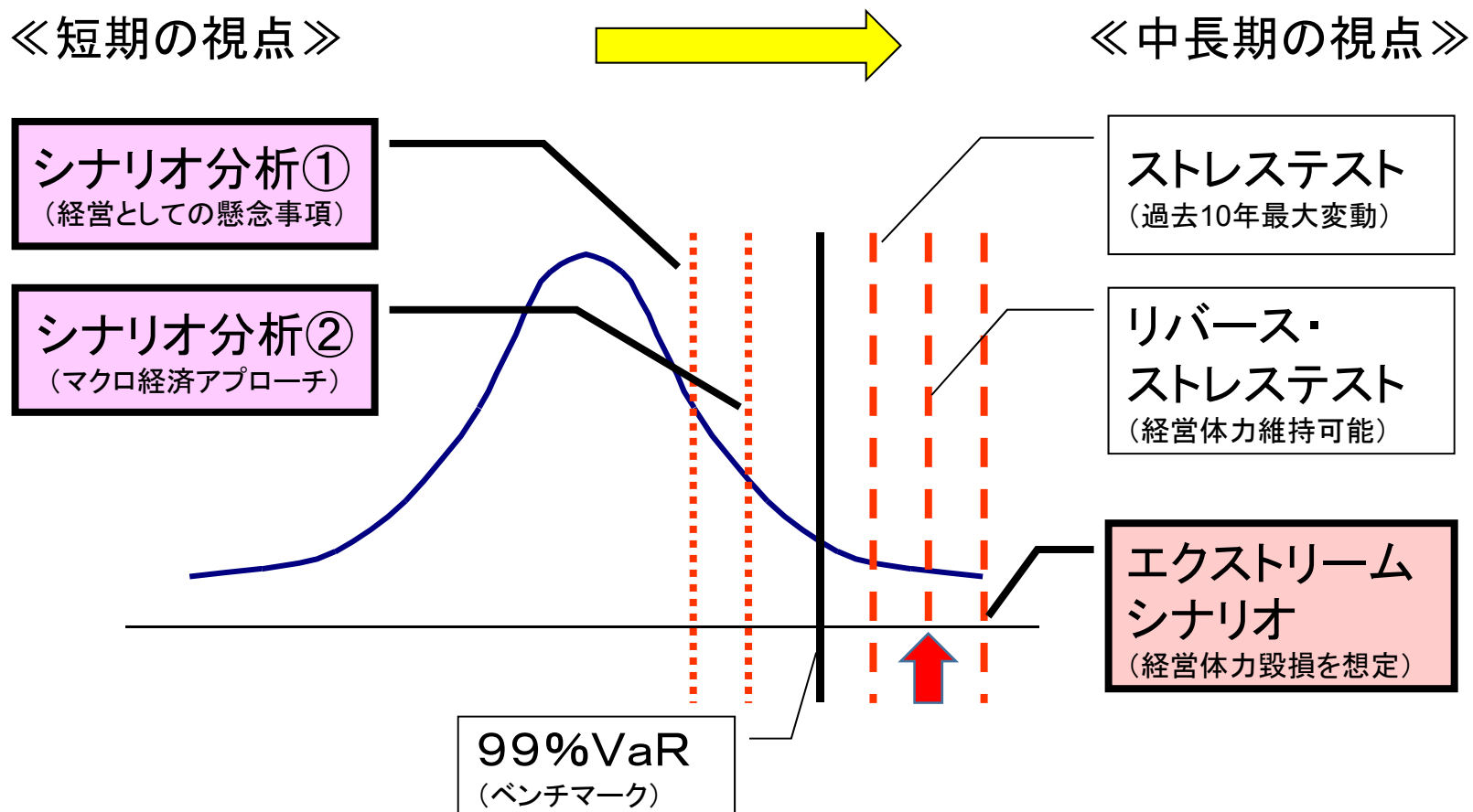
《与信コスト〇億円を想定した場合》

		金利			
		+1%	+2%	+3%	+4%
株 価	-100	11.00%	9.00%	9.00%	8.00%
	-200	10.00%	9.00%	9.00%	8.00%
	-300	10.00%	9.00%	8.00%	7.00%
	-400	10.00%	9.00%	8.00%	7.00%
	-500	9.00%	9.00%	8.00%	6.00%

《与信コスト〇億円を想定した場合》

		金利			
		+1%	+2%	+3%	+4%
株 価	-100	9.00%	9.00%	8.00%	7.00%
	-200	9.00%	8.00%	8.00%	7.00%
	-300	8.00%	7.00%	7.00%	6.00%
	-400	8.00%	7.00%	6.00%	6.00%
	-500	7.00%	6.00%	6.00%	5.00%

短期の視点で蓋然性の高い軽度のリスクシナリオの作成からはじめて、
中長期の視点で蓋然性の低い重度のストレステストの作成へと進むのが
現実的。



(例)シナリオ分析(マクロ経済アプローチ)

- 公的機関、外部エコノミスト等による経済見通し等を参考にしてマクロ経済ベース(GDP、各種経済指標)のストレス発生を想定。
 - 金利・株価・為替等のリスクファクターの変動を想定して、市場リスクの変動を把握する。
-
- 企業の生産・出荷、財務指標への影響などを想定し、格付遷移等を予想して、信用コストの変動を把握する。

(例)シナリオ分析(マクロ経済アプローチ)

一般的には、経済情勢の見通しなど、より蓋然性の高いシナリオを作った方が経営と議論しやすいことが多い。

1. 内外経済見通し

米国経済	
欧州経済	
新興国経済	
日本経済	

2. マクロ経済指標

GDP	
消費者物価指数	
現金給与総額	
設備投資	
住宅着工件数	
⋮	

3. リスクファクターの変化率

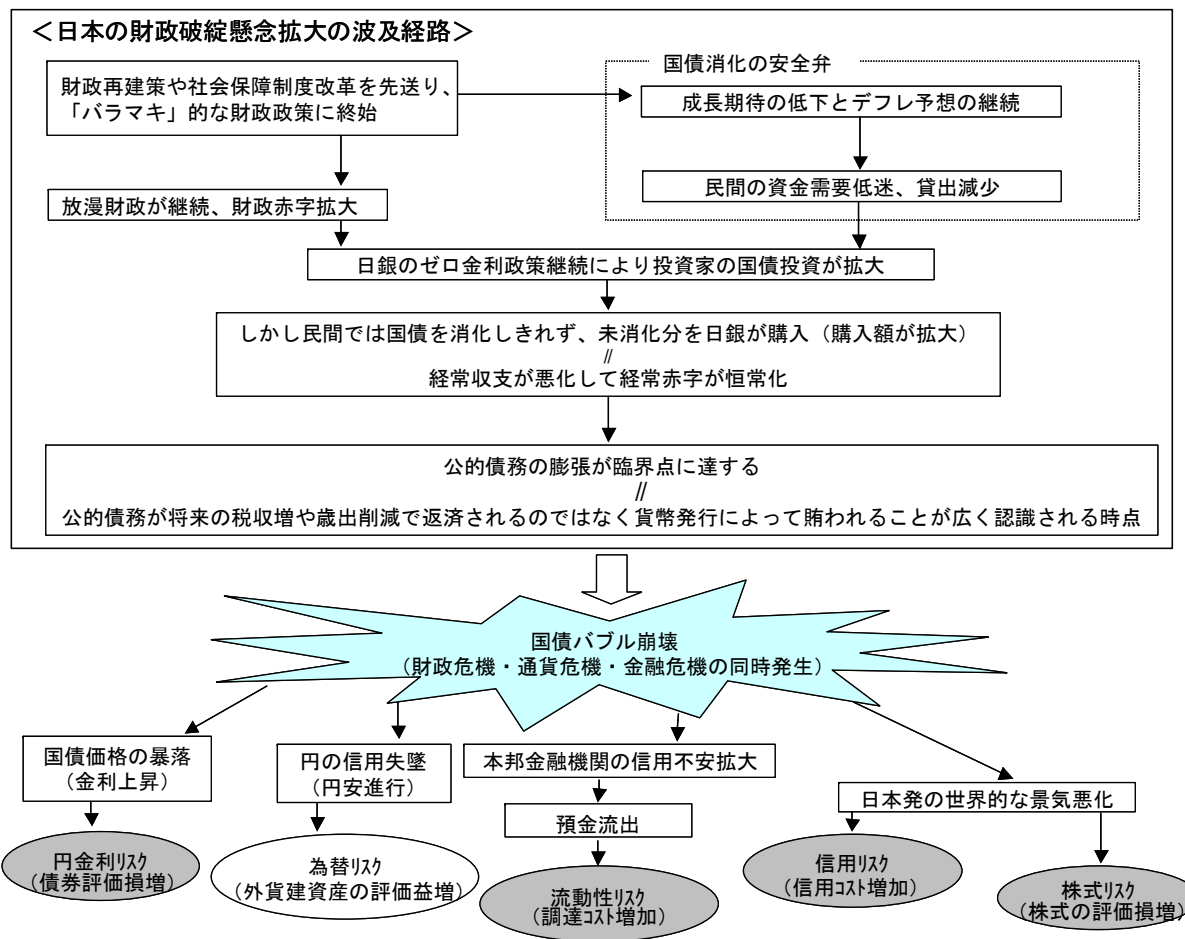
金利	
株価	
為替	
PD(一般企業)	
担保価格	
PD(住宅ローン)	
担保価格	

(例)信用コストの想定

- 今後、発生しそうなシナリオにもとづき、信用コストの発生を見積もることができてはじめて議論の俎上にのぼる。
- モデル分析や個別企業の財務指標(B/S、P/L)、格付遷移の将来予想にもとづいて、与信ポートフォリオ全体の変化をシミュレーションして、信用コストの変動を把握する。
 - 取引先すべて(格付対象先)の財務指標(B/S、P/L)、格付遷移の将来予想を行っている先もある。
 - 中小金融機関では、財務指標(B/S、P/L)、格付遷移の将来予想を行う対象は、ベンチマーク企業に限定し、与信ポートフォリオの変化シナリオを想定している。

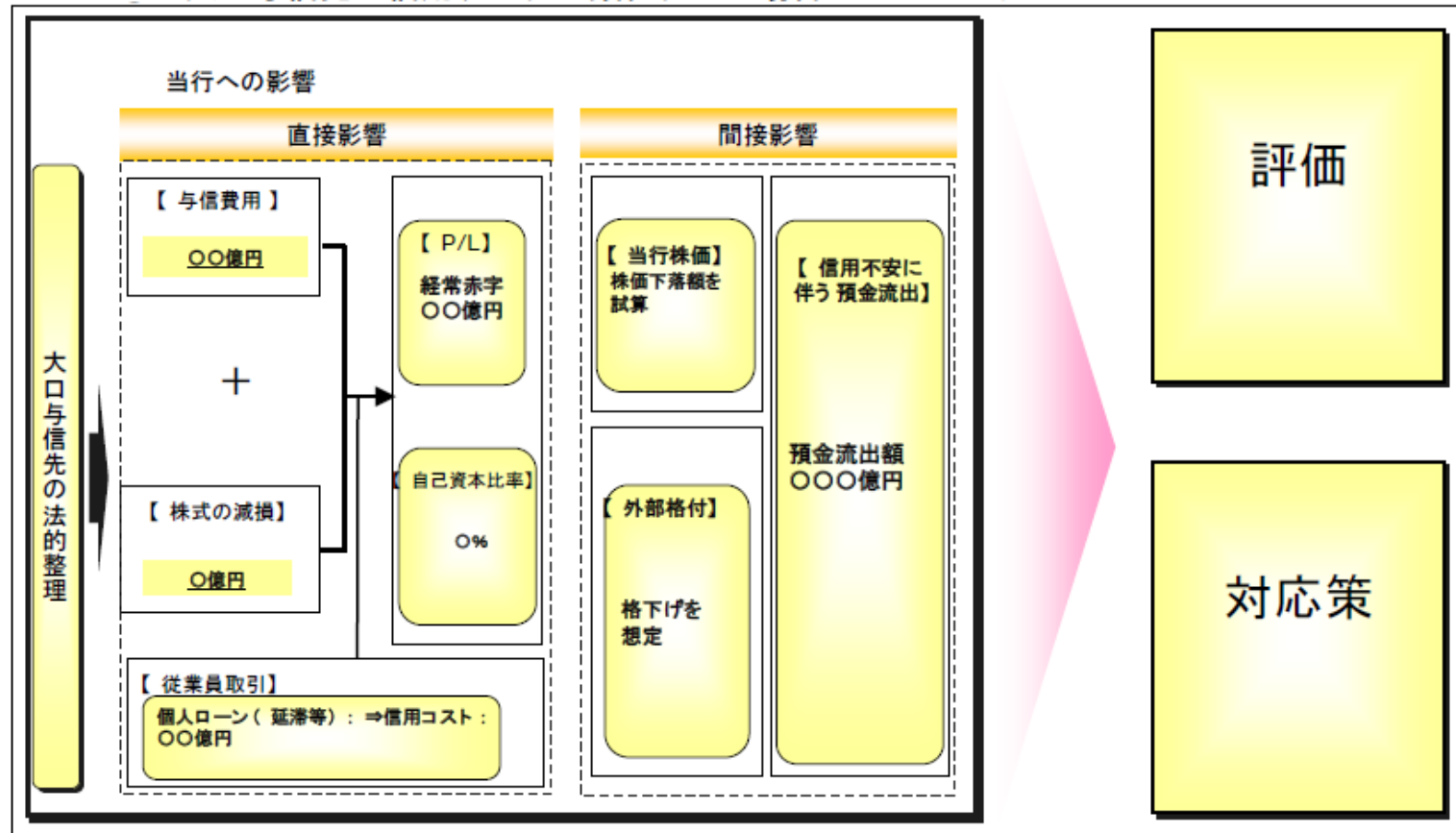
(例)シナリオ分析(マクロ経済アプローチ)

ただ、危機的な状態に陥る重度のストレス・レベルを設定する方が経営と議論になるケースもある。



(例)シナリオ分析(大口与信先の倒産)

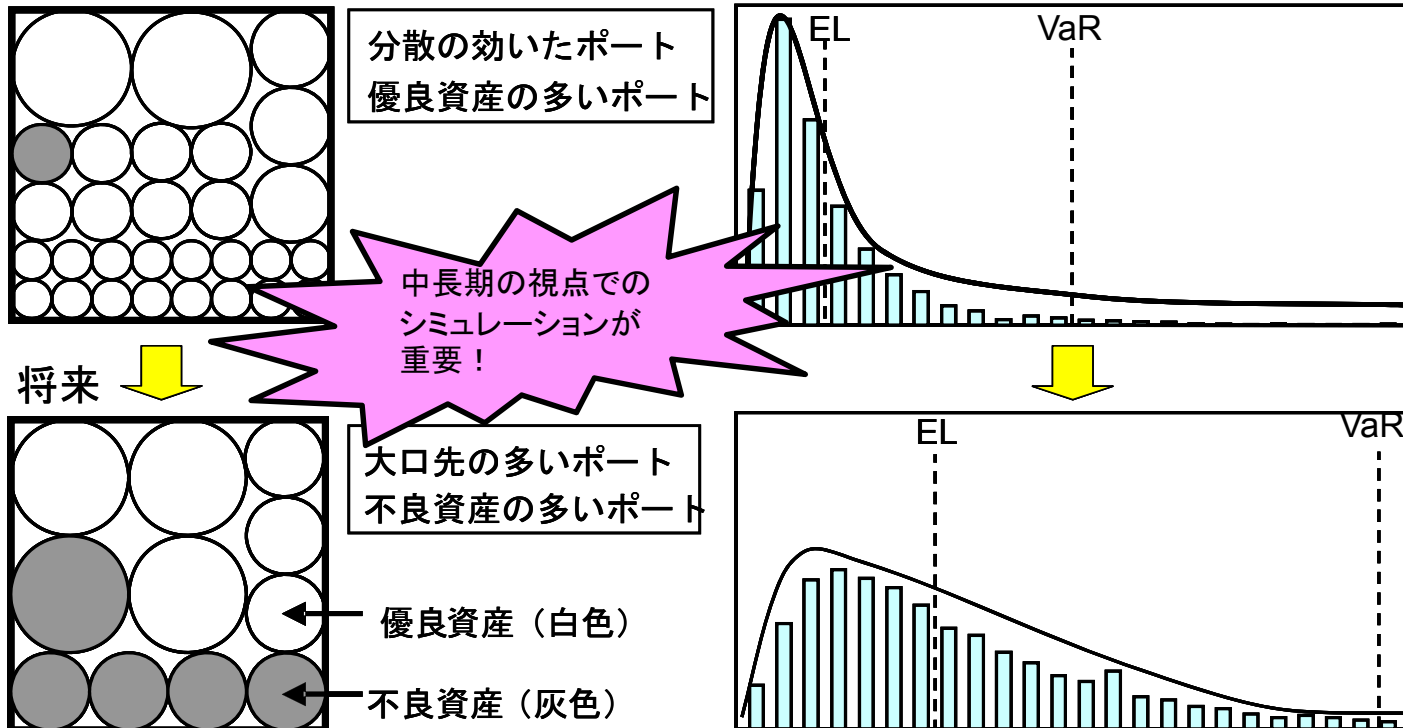
大口与信先の信用リスクが顕在化した場合のストレステスト



与信集中リスクに関するストレステスト

- ・今後10年間の与信集中を想定
- ・限度額一杯までの融資実行を想定

現在



⇒ EL、ULの変化額をみる。期間損益、経営体力を毀損しないか

ストレステスト、シナリオ分析を「経営に活用」するとは具体的にどのようなことか？

- ◆ さまざまな視点から多様なシナリオを想定し、いざというときに備えて、予め対応策を協議・検討しておくことが重要。
 - いざというとき、削減可能なリスク
 - ・ リスク枠、損失限度、アラームポイントの設定・見直し
 - ・ リスク削減の優先順位、実行手順の検討
 - いざというとき、削減困難なリスク
 - ・ 資金流動性の確保方法、実行手順の検討
 - ・ 資本増強の必要性、実行のタイミングの検討

最後に忘れてならないのが、 ストレステスト、シナリオ分析の「結果を共有」すること

- ◆ ストレステスト、シナリオ分析の結果を上級管理職が知っていれば、「予兆」を見逃すことはなく、重要事項として経営陣に報告を行うことができる。
- ◆ ストレステスト、シナリオ分析の結果を組織内で共有することが重要。
- ◆ リスクコミュニケーションを改善させることでリスクの予兆管理（気付き等）に繋げることができる。

ストレステスト、シナリオ分析の高度化事例 にみる共通項

- ◆ 経営陣によるリーダーシップの発揮
- ◆ 適切な経営資源の投入
- ◆ リスクコミュニケーションの充実

4. リスクコミュニケーションの充実

- ◆ ガバナンスやリスク管理の枠組みを組織内で有効に機能させ、リスク管理の実効性を高めていくためには、リスクコミュニケーションの充実が重要。
- ◆ リスクコミュニケーションの2つの軸
 - 経営陣をトップとし、管理者、担当者に至るラインの縦方向のリスクコミュニケーション
 - 役員間、異なる本部各部門を跨ぐ組織横断的なリスクコミュニケーション
- ◆ リスクコミュニケーションを改善させることでリスクの予兆管理や、各部門でのリスク認識の充実(気付き等)に繋げる。

リスクコミュニケーションの充実を図る動き

- フロント内にミドル部署(リスク管理部署)を新設・拡充する。
- リスク管理部門をフロント部門に隣接させて、コミュニケーションを促す。
- リスク管理部門が、フロントの取引を日々チェックして、多額の取引については、取引の背景や今後のスタンスを聴取。
- 新しい商品への投資や大口取引等を行う場合、リスク管理部門が、そのリスクプロファイルや経営への影響を事前チェックするルールを導入する。

リスクコミュニケーションの充実を図る動き

- リスク管理委員会やALM委員会とは別の機会を設け、役員、フロント、リスク管理部門が毎週集まって、内外の金融・経済の動向などをフランクに自由討議。
- ストレステストの実施において、シナリオの選定、ストレスレベルの設定等に関して、リスク管理部門が中核となり、経営陣やフロントとの間での綿密な情報交換・議論を行っている。
- 役員向けの勉強会を適宜開催して、リスク指標の見方などの解説を行っている。
- リスク管理委員会やALM委員会における討議内容をその場で役員全員に理解してもらうのは難しいため、委員会後に役員1人、1人に説明。

リスクコミュニケーションの充実を図る動き

➤ 経営トップとリスク管理部が、月に3回、意見交換を実施。

(例)

項番	リスク事象	具体的なシナリオ	損失見込み額(顕在化時) —ストレステスト結果等を踏まえて	リスクの状況(現状)	対策・管理方針
①	国債暴落による損失拡大	・・・を契機に日本国債の格付が低下。金利が急騰。	金利〇%上昇時 評価損 〇億円 (将来期間利益の〇年分) リバースストレステスト 会計上の資本毀損が生じる金利水準を逆算	金利リスク量 100BPV 〇億円 VaR 〇億円	・金利上昇に伴う評価損が期間利益〇年分の範囲に収まっているかを確認。 ・マクロ経済指標や、金融・財政政策、成長戦略のモニタリング強化。 ・ポジション削減のトリガー事象の特定。
②	株価下落による損失拡大	・・・を契機に株価が大幅に下落。保有株式で強制償却が発生。	年間50%超下落(強制償却1回) 〇億円 年間75%超下落(強制償却2回) 〇億円	保有株式 評価損額 〇億円 感応度 〇億円	・ロスカットルールの見直し(幅、ソフト・ハード) ・政策投資株式の保有見直し・売却
③	企業業績の悪化による信用コストの増大	経済が低迷し、企業業績が悪化。倒産も増加し、信用コストが増大。	将来 EL 〇億円 UL 〇億円 —主要取引先企業への将来融資額を予想。B/S、P/Lの将来予想にもとづき格付・PDの変動を把握して、信用コストのシミュレーションを実施。	現状 EL 〇億円 UL 〇億円	・ストレステストによるEL、ULの変化額を把握。 ・期間損益、資本と対比し、経営体力の十分性を確認。
④	住宅ローンの延滞増加	家計所得が増加しないなかで、物価が上昇。金利上昇に伴う支払負担増から住宅ローンの延滞が増加。	将来 延滞件数、金額	現状 延滞件数、金額	・延滞しやすい債務者の特定 ・優遇金利の付与対象の見直し
⑤	①～⑤が同時発生	①～⑤が同時発生			・同時発生の可能性を点検。 ・兆候の有無をモニタリング。

リスクコミュニケーションの充実を図る動き

(例、続き)

項番	リスク事象	具体的なシナリオ	損失見込み額(顕在化時) —ストレステスト結果等を踏まえて	リスクの状況(現状)	対策・管理方針
⑥	仕組商品投資	為替円高に伴い、PRDC債の利回りが低下(ゼロ%)。大幅な評価損が発生。	為替相場が〇円まで上昇したときの利回り・評価損を計算。	現状 利回り、評価損益	・仕組商品投資のリスクプロファイルの把握と投資方針の見直し
⑦	最大融資先の倒産	最大融資先が倒産。関連会社、取引先企業も連鎖倒産し、従業員向け融資も延滞が増大。	損失発生の予想 本体〇億円 関連会社〇億円 取引先企業〇億円 従業員〇億円	融資額 本社 〇億円 関連会社〇社、〇億円 取引先企業〇社、〇億円 従業員〇名、〇億円	・新集中リスクが顕在化し、経営体力の毀損を招かないかを確認。 ・融資方針、与信上限額の見直し
⑧	地方公共団体等の債務償還能力の低下	地方公共団体の債務償還能力が疑問視され、地方債の価格が大幅に下落。		対象債券・貸出残高	・債券・融資方針の見直し
⑨	銀行格付の引下げ、風評等を受けて預金が流出	・・・を契機に銀行格付が引き下げられ、風評も立って市場調達が困難化。預金も大幅に流出。	預金流出額の想定 ▲〇億円 インターネット預金 ▲〇億円 市場性調達額の停止 ▲〇億円	現状 流動資産保有額 市場性調達額	・流動性資産の保有額の見直し ・コンティンジェンシープランの見直し
⑩	大震災の発生による損害	〇〇地震が発生(マグニチュード〇)。各営業地域の震度 沿海地域の津波の高さ、到達スピード	営業店、職員の被災予想 主要取引先の被災予想 下記地域の住宅被害と2重ローンの発生予想		・経営への影響の把握 ・業務継続計画の見直し
⑪	電力危機	システムセンターを含む営業エリアで、長期間にわたり、電力の供給が停止。			
⑫	新興国で金融危機発生	新興国で金融危機が発生。			
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

- 本資料に関する照会先

日本銀行金融機構局金融高度化センター

企画役 碓井茂樹 CIA,CCSA,CFSA

Tel 03(3277)1886 E-mail shigeki.usui@boj.or.jp

- 本資料の内容について、商用目的での転載・複製を行う場合は予め日本銀行金融機構局金融高度化センターまでご相談ください。転載・複製を行う場合は、出所を明記してください。
- 本資料に掲載されている情報の正確性については万全を期しておりますが、日本銀行は、利用者が本資料の情報をを用いて行う一切の行為について、何ら責任を負うものではありません。