

金融機関の金融リスク管理について

- 保険会社の統合されたリスク管理への参考事項 -

みずほ第一フィナンシャルテクノロジー株式会社

池森 俊文

2007年6月6日

目次

1．金融機関のリスク管理

- 1 - 1．リスク管理を要請される背景
- 1 - 2．自主的な統合リスク管理の枠組み
- 1 - 3．国際基準による再リスク規制（B I S 規制）
- 1 - 4．新B I S 規制の概要
- 1 - 5．第一の柱：信用リスクの計量
- 1 - 6．新規制の2つのメッセージ（=自主的な管理 + 統合リスク管理）

2．自主的な統合的リスク管理へのアイデア

- 2 - 1．保険数理におけるリスク理論
- 2 - 2．銀行経営と統合リスク管理のイメージ
- 2 - 3．業務部門毎の損益・リスク発生メカニズム

3．銀行業務のモデル化

- 3 - 1．内部資金システムとA L M
- 3 - 2．融資部門の損益・リスク計量
- 3 - 3．A L M部門の損益・リスク計量
- 3 - 4．トレーディング部門のリスク計量
- 3 - 5．銀行経営と統合管理
- 3 - 6．統合管理に向けてのチェックポイント

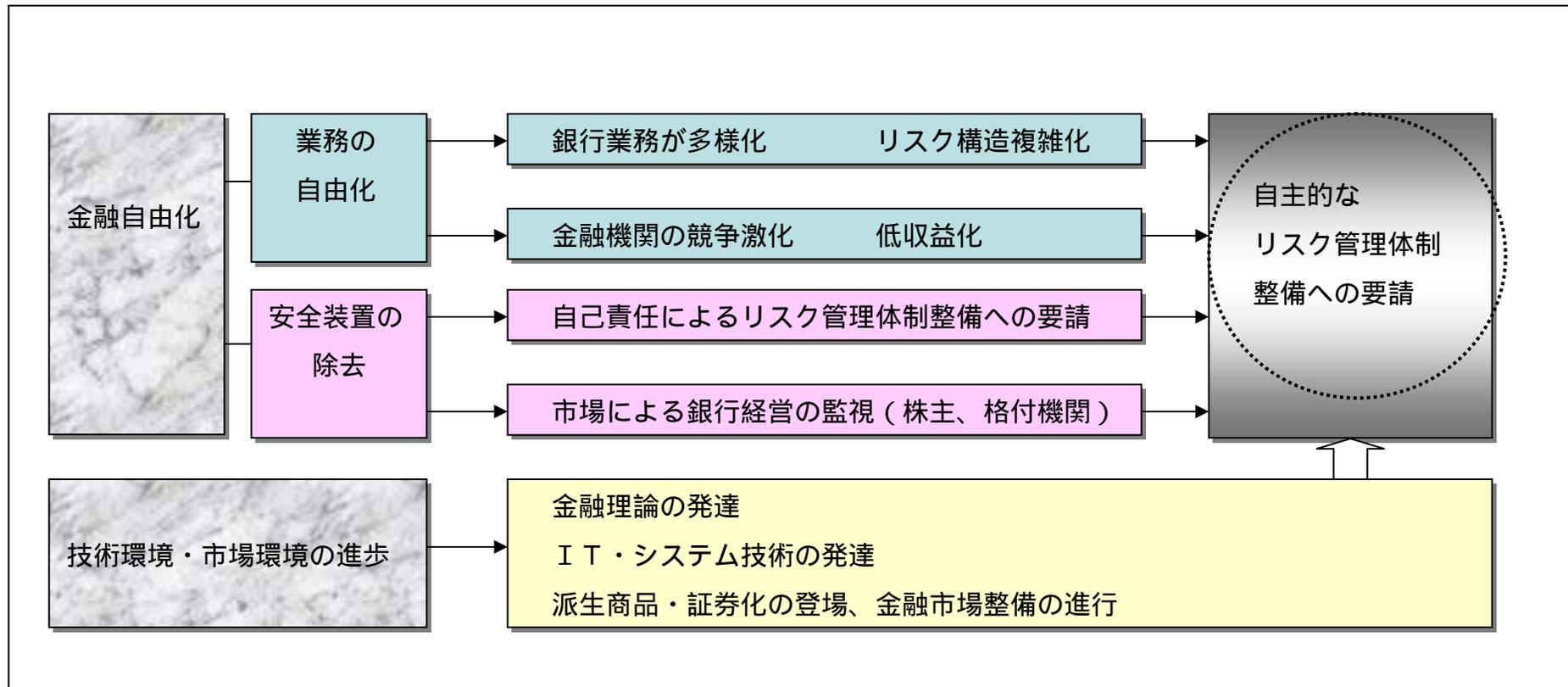
4．保険業の統合リスク管理への参考事項

- 4 - 1．業務部門への分解
- 4 - 2．損益プロセス
- 4 - 3．保険営業部門の収益・リスク管理
- 4 - 4．資産運用部門の収益・リスク管理
- 4 - 5．A L M部門の収益・リスク管理

1. 金融機関のリスク管理

1 - 1. リスク管理を要請される背景

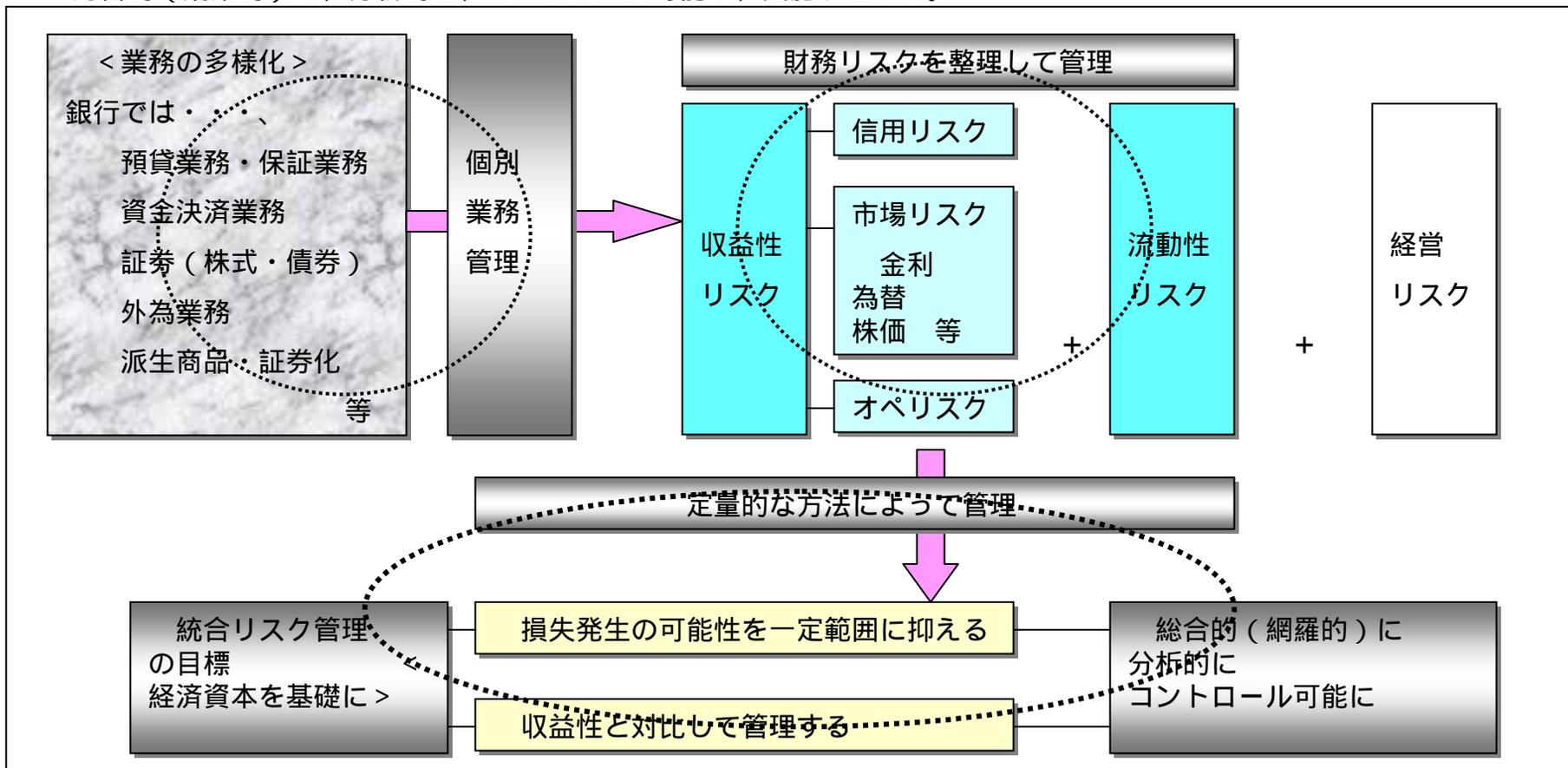
【要点】 金融自由化によって、銀行業務が多様化、保険、証券やその他業態も含めて競争が激化
自由化は外部安全装置の除去、自主的なリスク管理体制整備や、外部監視への期待が強まる
一方、技術環境・市場環境の進歩は、リスク管理体制整備をやり易くする要因に



1 - 2 . 自主的な統合リスク管理の枠組み

【要点】 統合リスク管理とは、<経済資本を基礎に> <定量的な方法によって
> 債権者 (= 預金株主の視点)
・ 損失発生の可能性を一定範囲に抑えること、
・ 収益性とリスクを対比して管理すること
総合的 (網羅的) に、分析的に、コントロール可能に、実施すること。

債権者 (= 預金
株主の視点



1 - 3 . 国際基準による再リスク規制 (B I S 規制)

(1) 経緯

国際銀行システムの健全化・安定化

銀行間競争条件の同一化



(B I S 規制の発足)

- 1 9 8 8 年 B I S 規制成立 (スイス : バーゼル)
- 1 9 9 6 年 市場リスク規制の導入 (V a R、統計的手法、内部手法の適用)

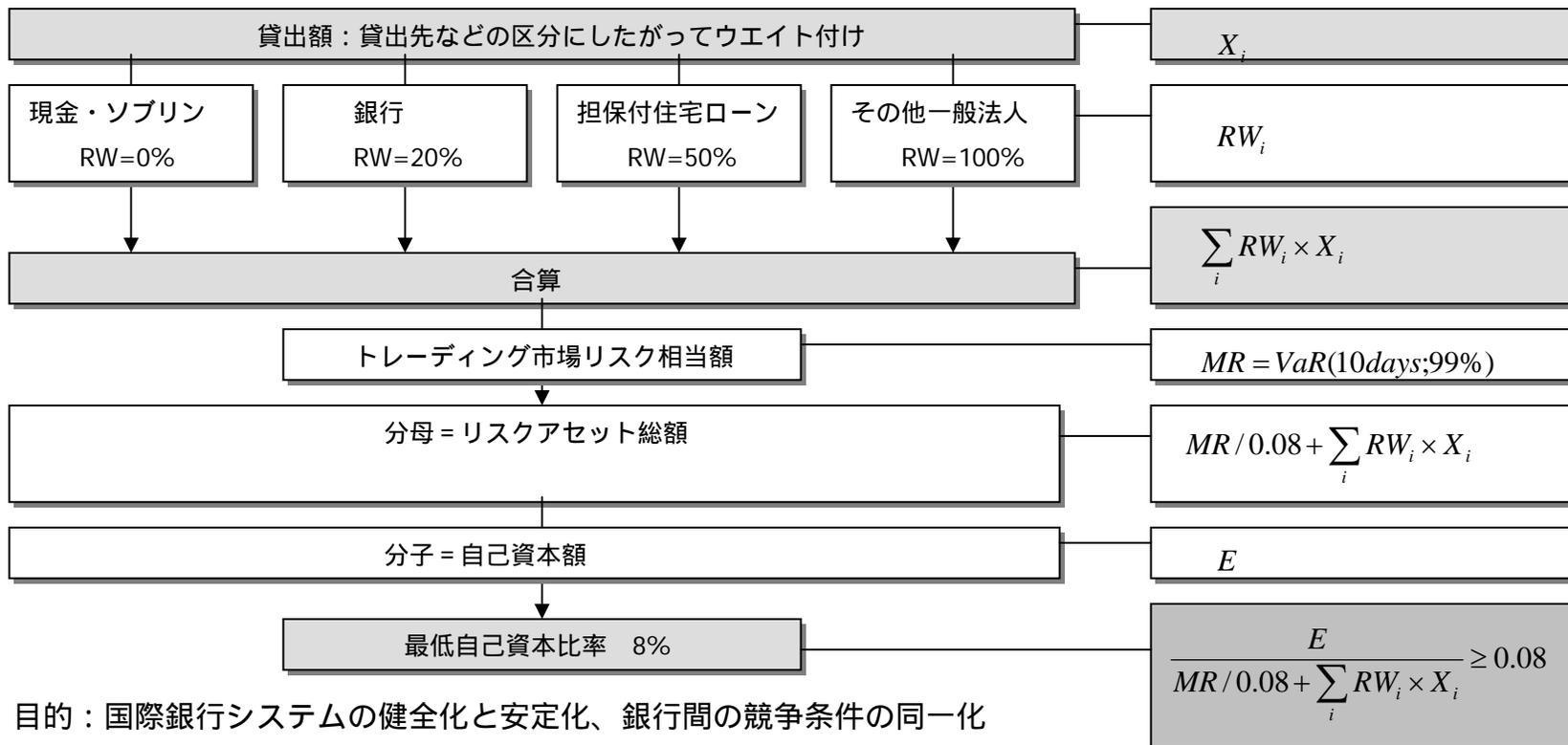
(B I S 規制改訂の経緯)

- 1 9 9 9 年 6 月 第一次市中協議案 (C P 1)
- 2 0 0 1 年 1 月 第二次市中協議案 (C P 2)
- 2 0 0 3 年 4 月 第三次市中協議案 (C P 3)
- 2 0 0 4 年 6 月 新 B I S 規制最終案の発表
- 2 0 0 6 年 3 月 金融庁告示
- 2 0 0 7 年 3 月 末 標準的手法・基礎的内部格付手法の適用開始

(今後の予定)

- 2 0 0 8 年 3 月 末 先進的手法の適用開始

(2) 従来のBIS規制(88年から実施)の概要と課題



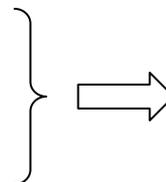
目的：国際銀行システムの健全化と安定化、銀行間の競争条件の同一化

現行規制の問題点・・・以下のような要素が考慮されていない

信用度に応じたリスク量

担保・保証・CDS等の効果

与信集中、分散状況の違いによるリスク量の違い、その他



BIS規制の見直しを実施

1 - 4 . 新 B I S 規制の概要

従来の規制

$$\frac{\text{自己資本}}{\text{信用リスク} + \text{市場リスク}} = 8\%$$

ただし、信用リスク = リスクアセット額
市場リスク = 市場リスク量 × 1.25

- 新規制のポイント
- 1) 最低比率 8% は変更せず
分子の自己資本の定義も変更せず
 - 2) 分母の信用リスク計算をより正確に
 - ・リスク度に応じてリスクウエイトを適用
 - ・信用リスク削減効果を考慮
 - 3) オペレーショナルリスクを付加
 - 4) 所要自己資本の水準は、平均として現行規制と概ね同じに
 - 5) 自己管理 (第二の柱) と、市場規律 (第三の柱) を重視

新規制

第一の柱：最低自己資本比率規制

$$\frac{\text{自己資本 (基本的には現行のまま、貸倒引当金調整)}}{\text{信用リスク} + \text{市場リスク (現行のまま)} + \text{オペレーショナルリスク}} = 8\%$$

標準的手法、内部格付手法 (基礎)、内部格付手法 (先進) のうちから選択。

事務事故・システムトラブル等による損失の可能性。今次改定案で追加される予定。

第二の柱：当局による監視

銀行自身が経営上必要な自己資本額を検討し、資本戦略を策定
当局がその妥当性を検証

バンキング勘定の金利リスク、与信集中リスクの検証、
信用リスク削減手法の残余リスクの検証等、ストレステストの設計と実行等
第一の柱でカバーされないリスクの表示

第三の柱：市場規律

情報開示の充実を通じて市場規律の実効性を高める

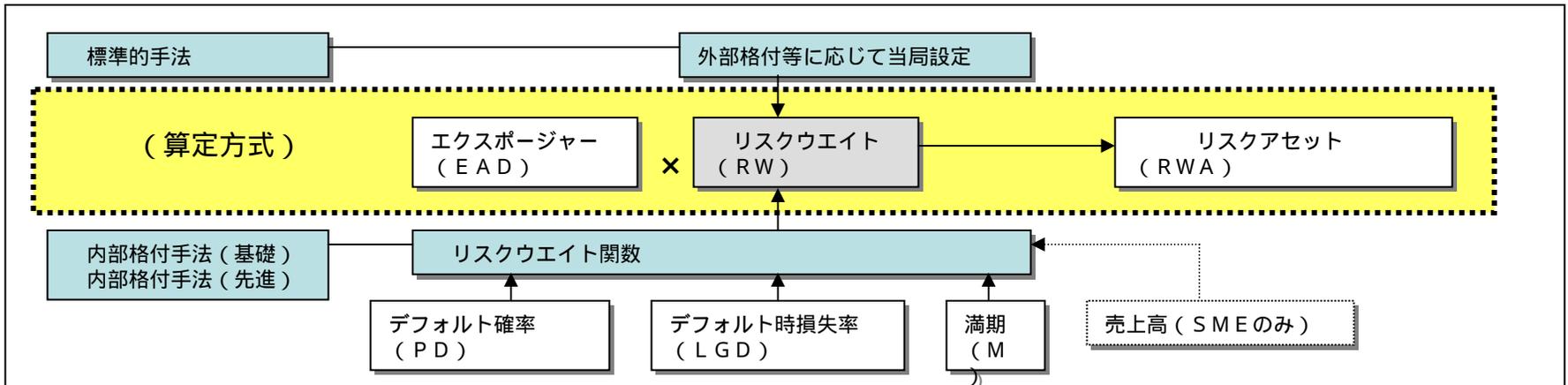
1 - 5 . 第一の柱：信用リスクの計量

1) 以下の3つの方法から選択

(注)各手法選択のための定性要件については、P.37以降を参照

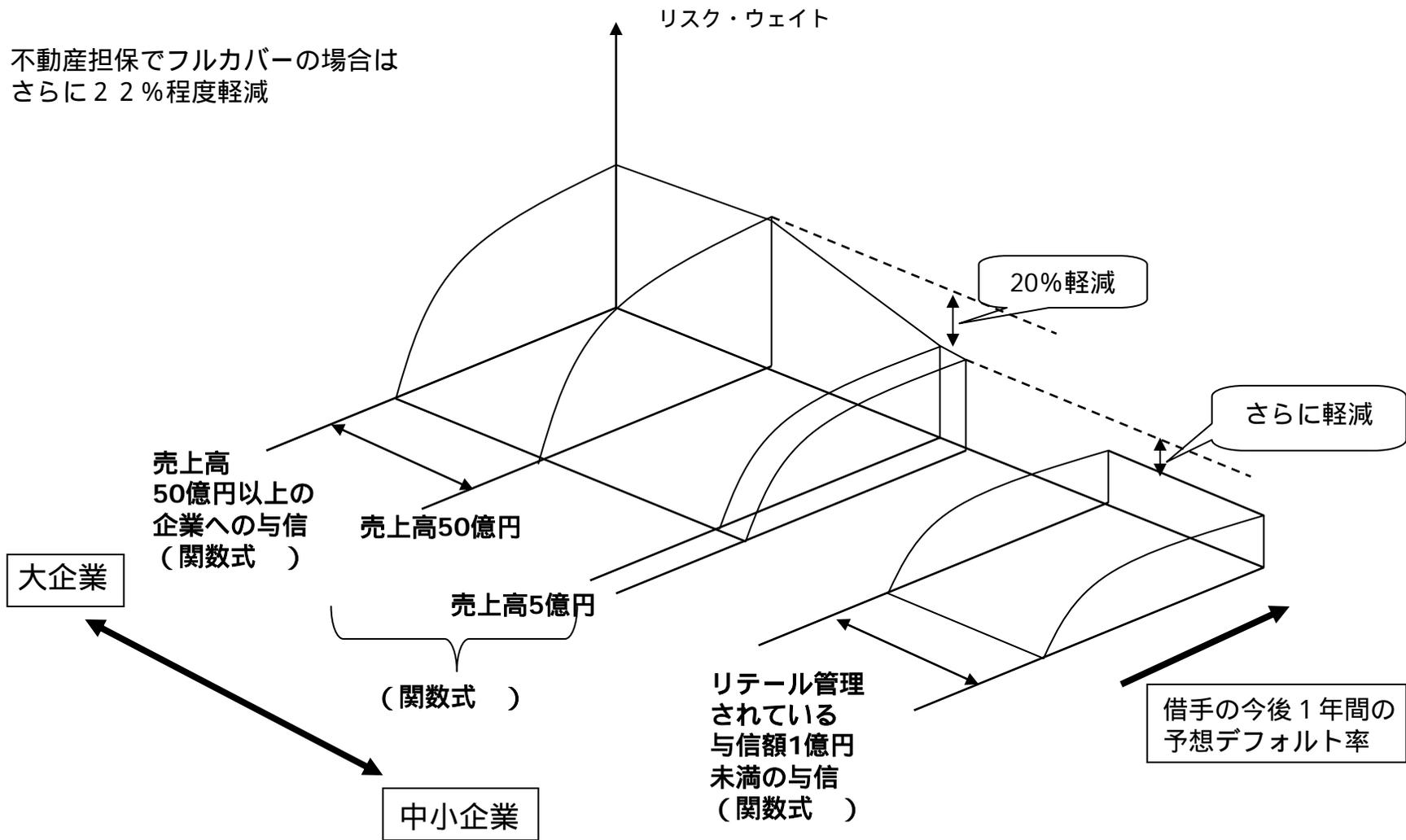
	標準的手法	内部格付手法（基礎）	内部格付手法（先進）
リスクウエイトの設定	外部格付等に応じて当局設定	リスクウエイト関数により算定	
デフォルト確率（PD）		内部格付毎に銀行推計	内部格付毎に銀行推計
損失率（LGD）		当局設定	銀行推計
エクスポージャー（EAD）		当局設定	銀行推計
保証・クレデリ・担保効果		当局設定	銀行推計
満期調整（M）		実施か否かは各国裁量	実施

リスクアセットの計算方法



内部格付手法における法人向け与信のリスク・ウェイトのイメージ

参考：金融庁資料



1 - 6 . 新規制の2つのメッセージ (= 自主的な管理 + 統合リスク管理)

第一の柱：自己資本比率規制（リスク計量の範囲） ×：対象外

	収益性リスク				流動性リスク	
	信用リスク		市場リスク			オペリスク
	個別要因	共通要因	金利リスク	その他リスク		
バンキング	(分散可能)	(分散不能)	×			
トレーディング	×				×	

第二の柱で対応

内部手法の採用

第二の柱：当局の監視

原則1：銀行は、その資本水準を維持するために、自らのリスク構造と経営戦略と関連付けて、**総合的に資本水準の適正性を検証するプロセスを有する必要がある。**

自主的な内部管理

- ・ 経営者の関与
- ・ 合理的な資本の評価
- ・ リスクの総合的な評価
- ・ モニタリングと報告
- ・ 内部監査

リスク対比による資本水準の適正性の説明 (= 統合リスク管理)

適正な資本水準の維持方法の説明 (= リスク制御)

(参考) バンキング取引とトレーディング取引

【要点】

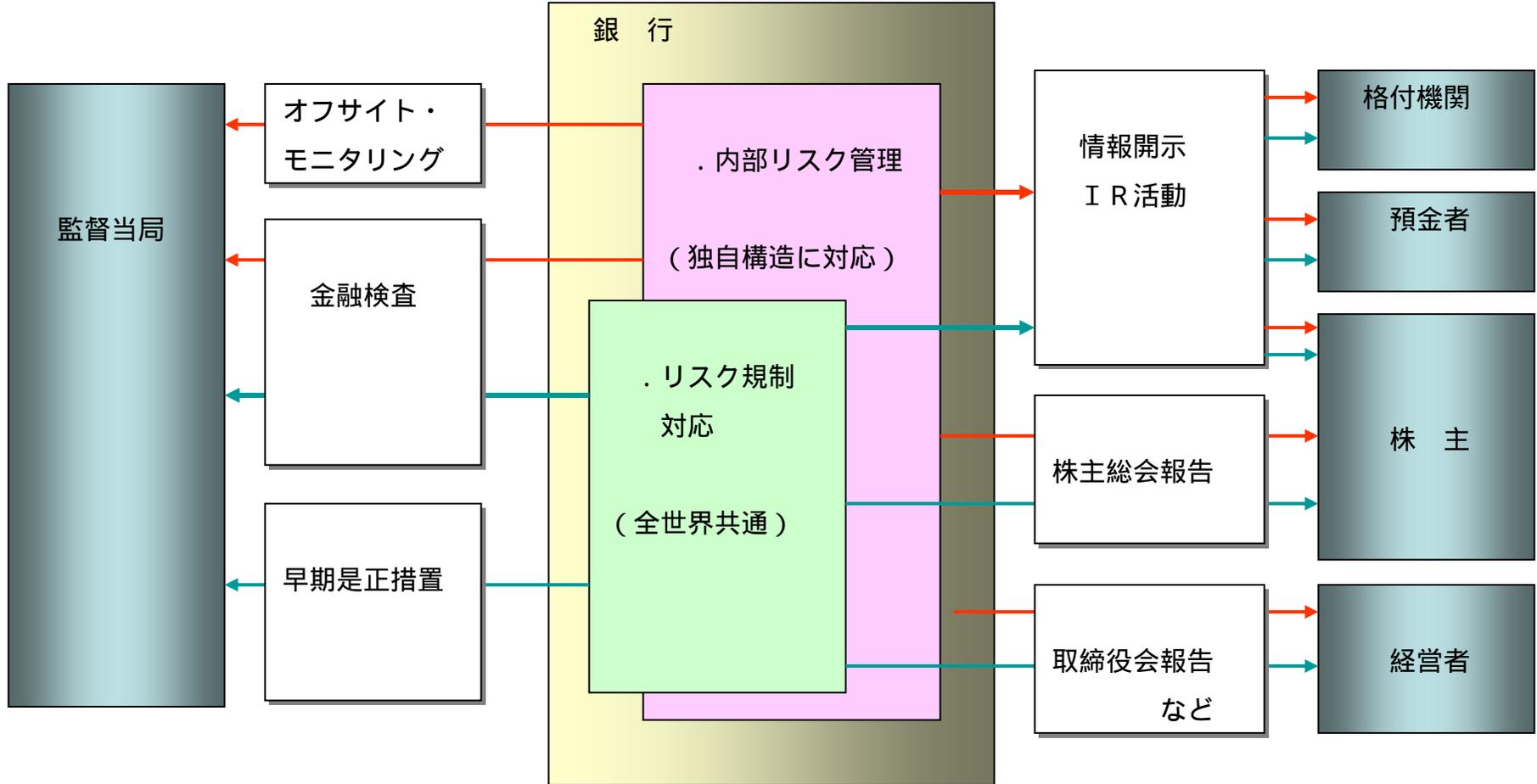
銀行の実施する金融取引は、大きくバンキング取引とトレーディング取引に分かれる。

それぞれの取引の特徴は次のように整理される。

	バンキング取引	トレーディング取引
1) 特徴	金融取引を満期まで保有	金融取引を短期間で売買 (金融取引の流通市場が存在することが必要)
2) 事例	預金・貸出、政策保有株式、ALMスワップ	外国為替、債券、株式、金融先物
3) 損益	利息収支	売買損益
4) 適した会計	原価法	時価法
5) 損益の振れ	新旧資産負債の入れ替わりによる平均受取 利率、平均支払利率の変化(注: 下図)	市場変動による金融取引の価格変動 (金利、為替レート、株価等)
6) リスク指標	GAP分析 E a R (Earnings at Risk)	デルタ(デュレーション)分析・BPV V a R (Value at Risk)

(参考) 2本立てのリスク管理

【要点】 リスク規制対応と内部リスク管理の2本立て

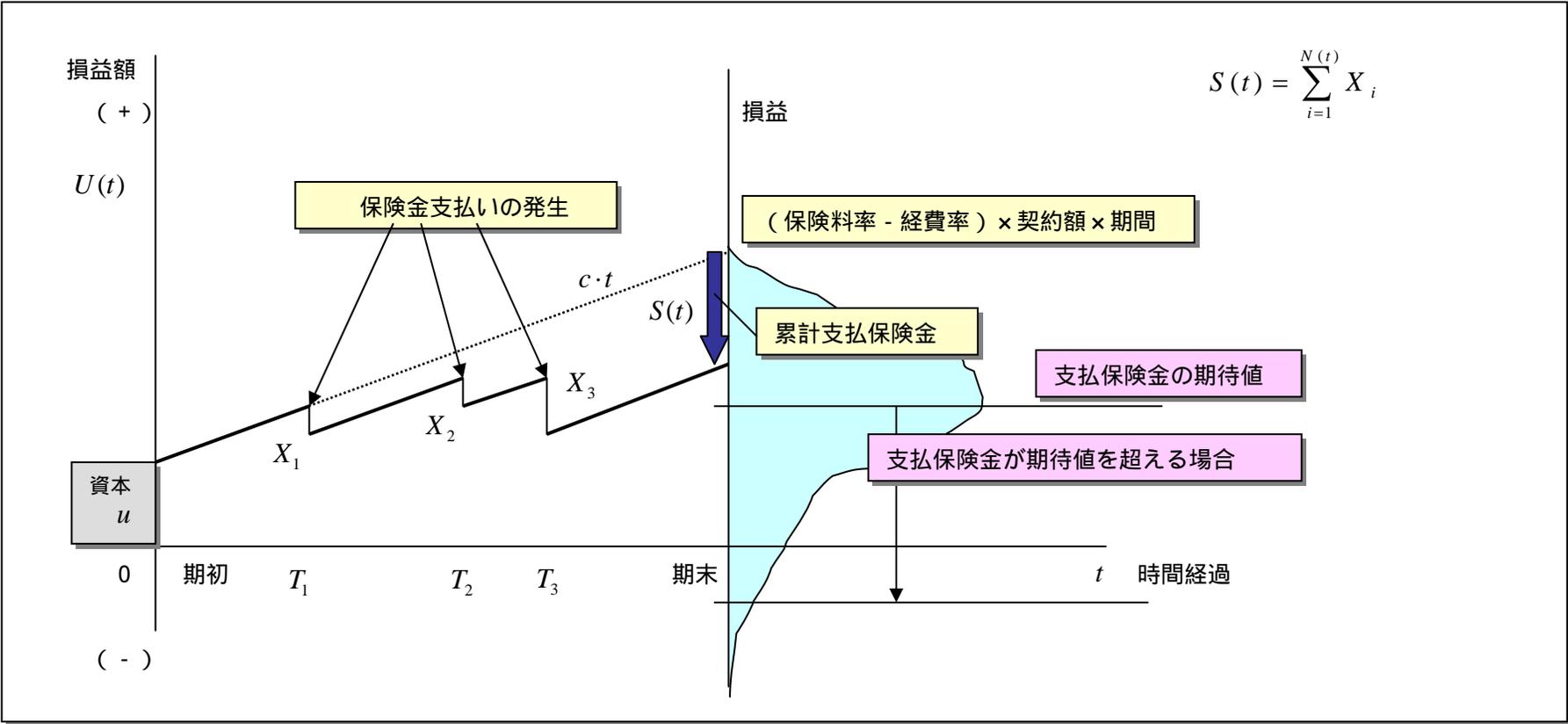


2 . 自主的な統合リスク管理へのアイデア

2 - 1 . 保険数理におけるリスク理論

◆【要点】

保険業務の損益は、保険金支払いの発生が不確定要因。1年間の保険料収入 $c \cdot t$ (除く経費) は概算可能
 1年間に発生する支払保険金累計 $S(t)$ は確率変数となる



(Cramer-Lundberg model)

1 . モデル設定

- 1) 時間軸 $0 \leq t < +\infty$
- 2) 保険金支払額 $(X_k)_{k \in \mathbb{N}}$: 共通の分布関数 F から発生 $E[X_k] = \mu, \quad V[X_k] = \sigma^2 < +\infty$
- 3) 支払発生時点 $0 \leq T_1 \leq T_2 \leq \dots$
期間 $[0, t]$ における発生件数 $N(t) = \sup\{n \geq 1; T_n \leq t\}$
発生間隔 $Y_k = T_k - T_{k-1} : \text{iid} \quad E[Y_k] = \frac{1}{\lambda}$
- 4) 独立性の仮定 $(X_k), (Y_k)$ は相互に独立

2 . 性質

- 1) $N(t)$ はPoisson processとなる
- 2) 累積保険金支払額を $S(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} X_i$ ($N(t) = 0$ ならば、 $S(t) = 0$) (注) $S(t)$ の分布関数

3 . リスク過程の記述 : 保険業務の収支残高 $U(t)$

$$U(t) = u + c \cdot t - S(t)$$

$$G_t(x) = \text{Pr ob}[S(t) \leq x] = \sum_{n=0}^{\infty} e^{-\lambda t} \frac{(\lambda \cdot t)^n}{n!} F^{n*}(x)$$

ただし、 u : 初期資本、 c : 年間プレミアム

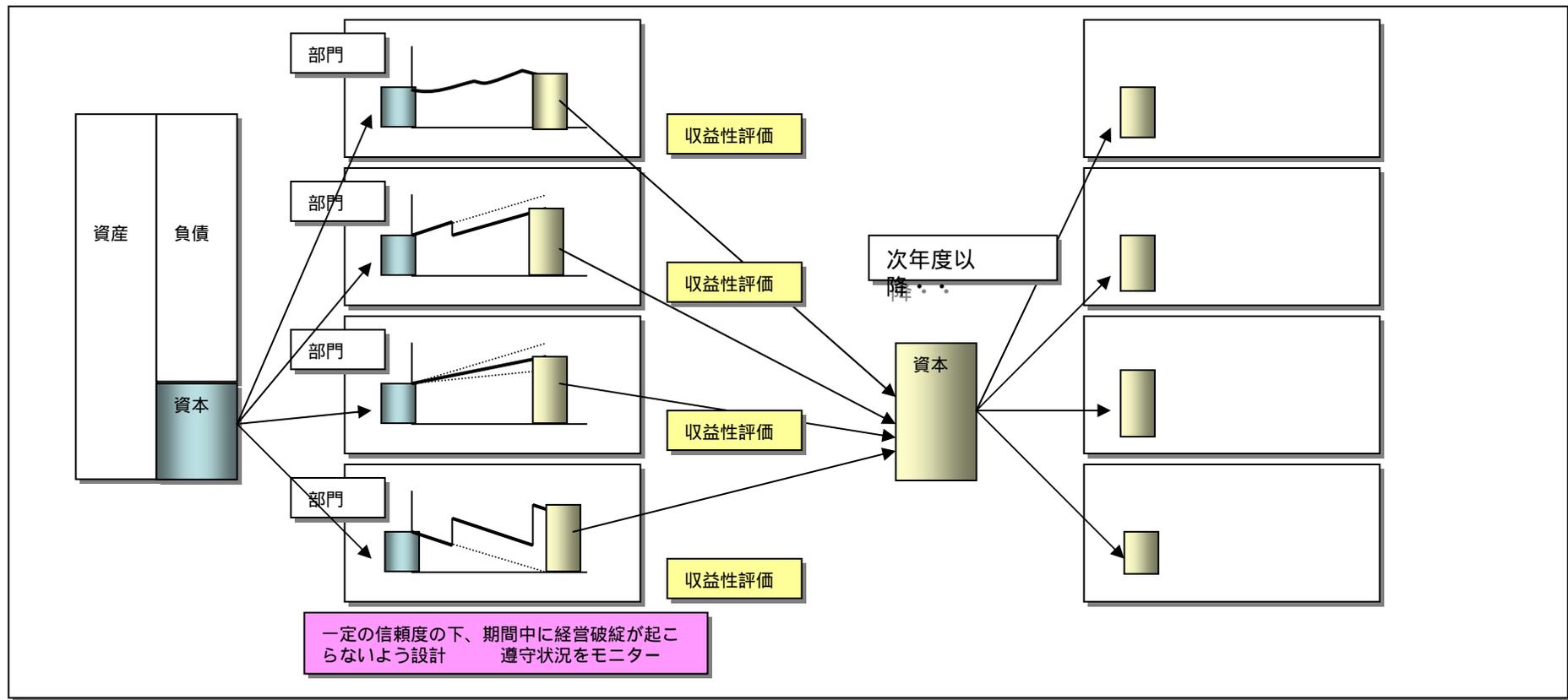
4 . 問題

- 1) プレミアム c の決定問題
- 2) 初期資本 u の決定問題
- 3) 一定期間の間に保険業務が破綻する (維持される) 確率の問題 など

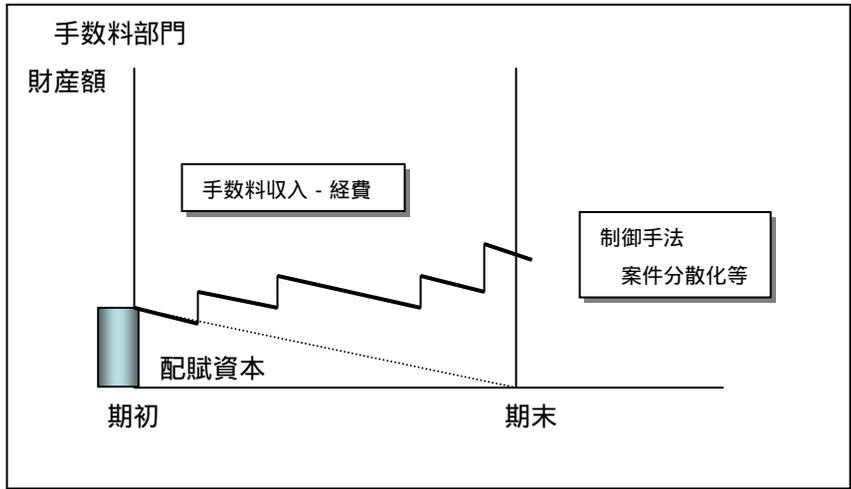
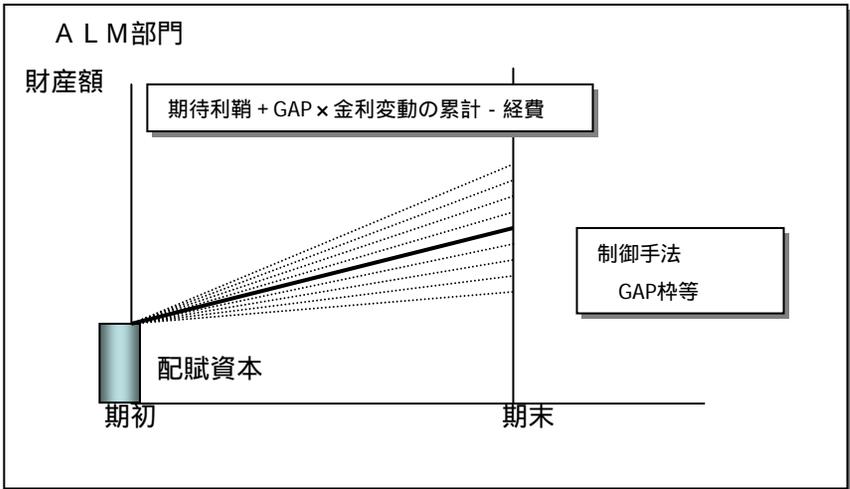
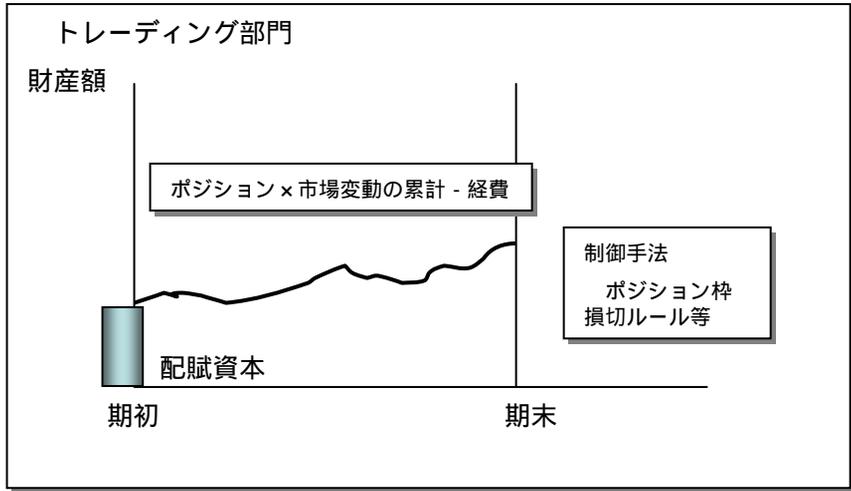
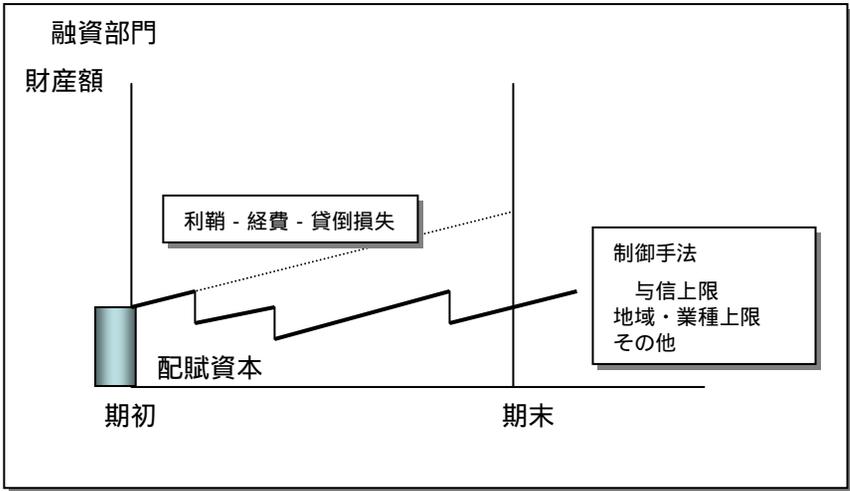
2 - 2 . 銀行経営と統合リスク管理のイメージ

【要点】

銀行は、異なる不確実性（リスク）特性を有する複数の業務の集合体。各業務からは独特のCash in-flowとCash out-flowが発生
 期初の資本配賦によって、各業務で取れるリスクを制約しながら、収益（Cash net-flow）を積み上げていく。
 期末に清算して、収益性の評価を行う。（ R A P M = Risk Adjusted Performance Measurement ）
 これらの一連のプロセスを、一定の信頼度の下、経営破綻（銀行のデフォルト）が起こらないように組み立てる。 I R により外部にもアピール。



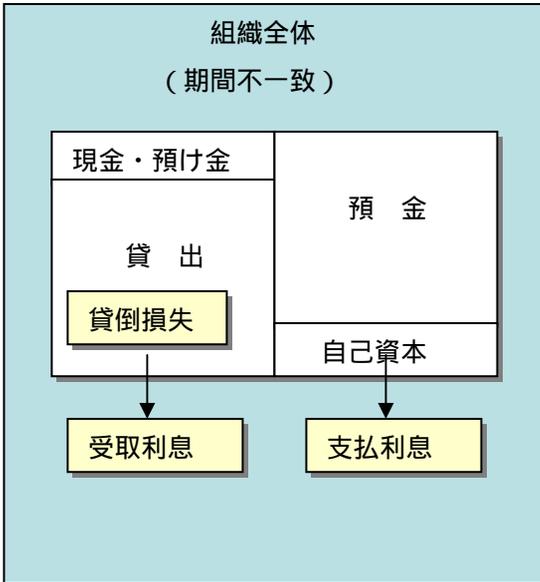
2 - 3 . 業務部門毎の損益・リスク発生メカニズム 配賦された資本の範囲内でリスクを取りながら収益を積み上げる



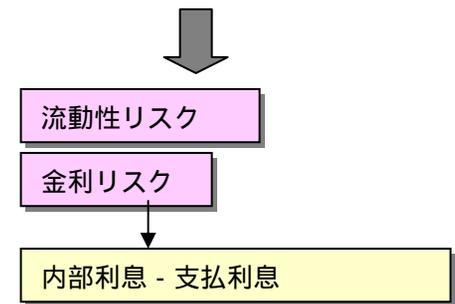
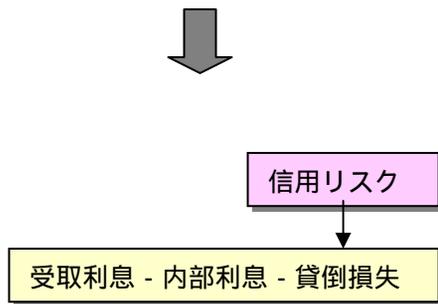
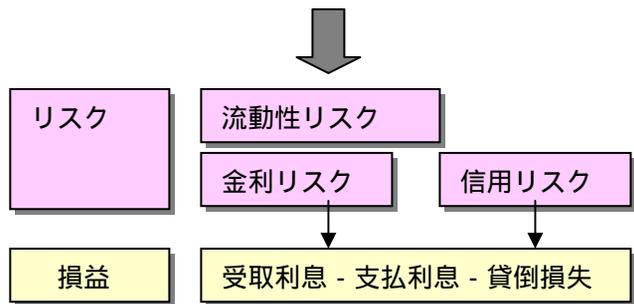
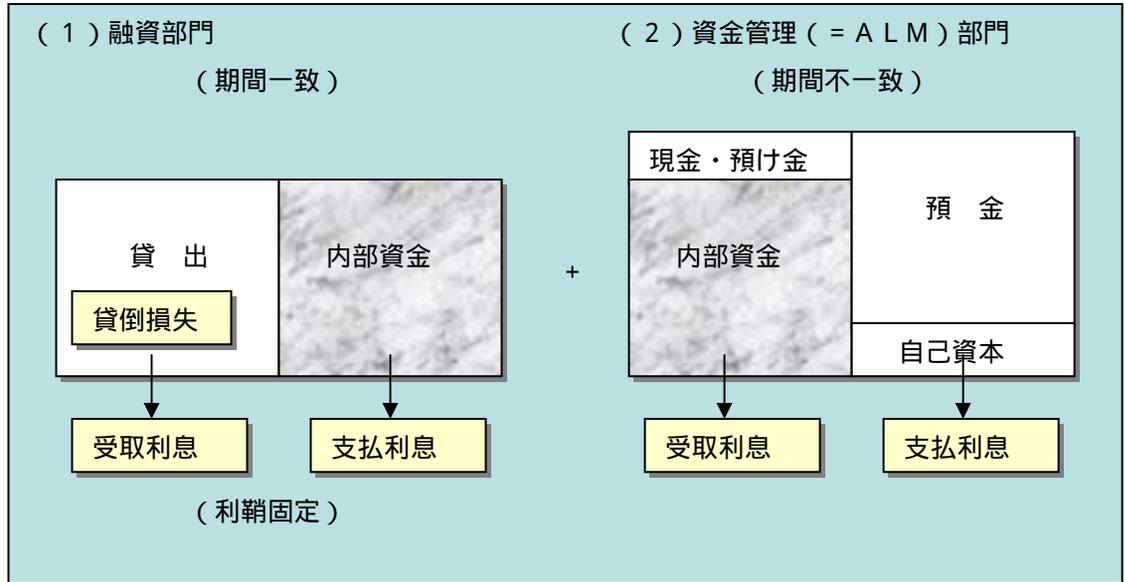
3 . 銀行業務のモデル化

3 - 1 . 内部資金システムとALM

預金・融資のリスク計量

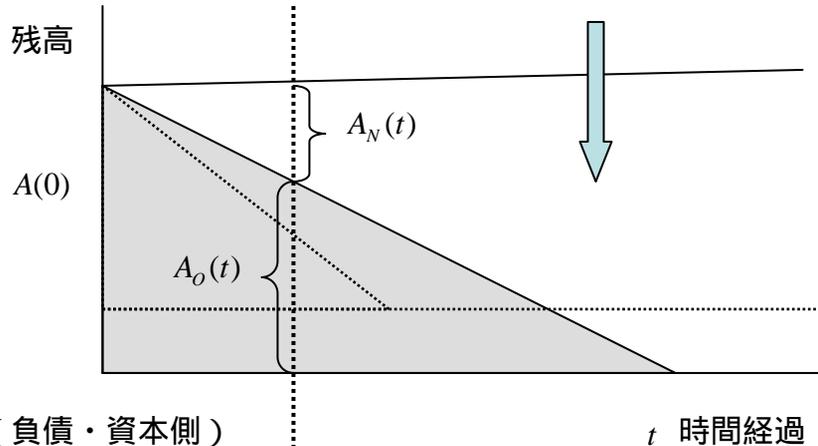


伝統的な業務。内部資金システムにより、損益とリスクを2つの部門に切り分け

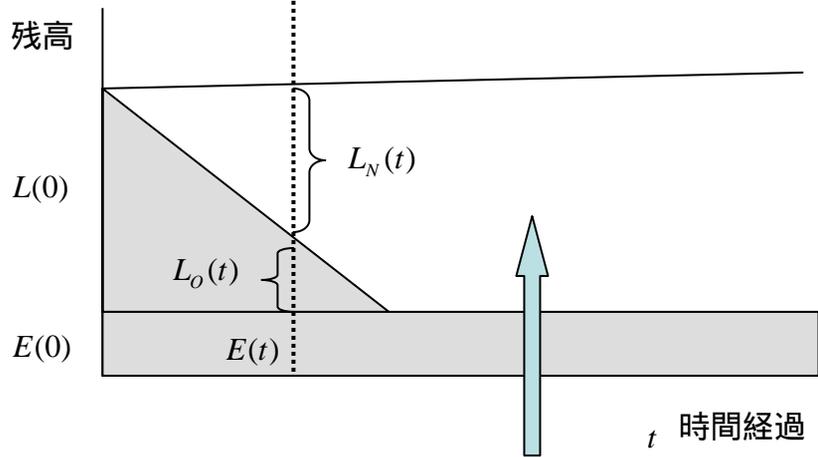


(参考) 資産・負債残高の入れ替わりと適用金利

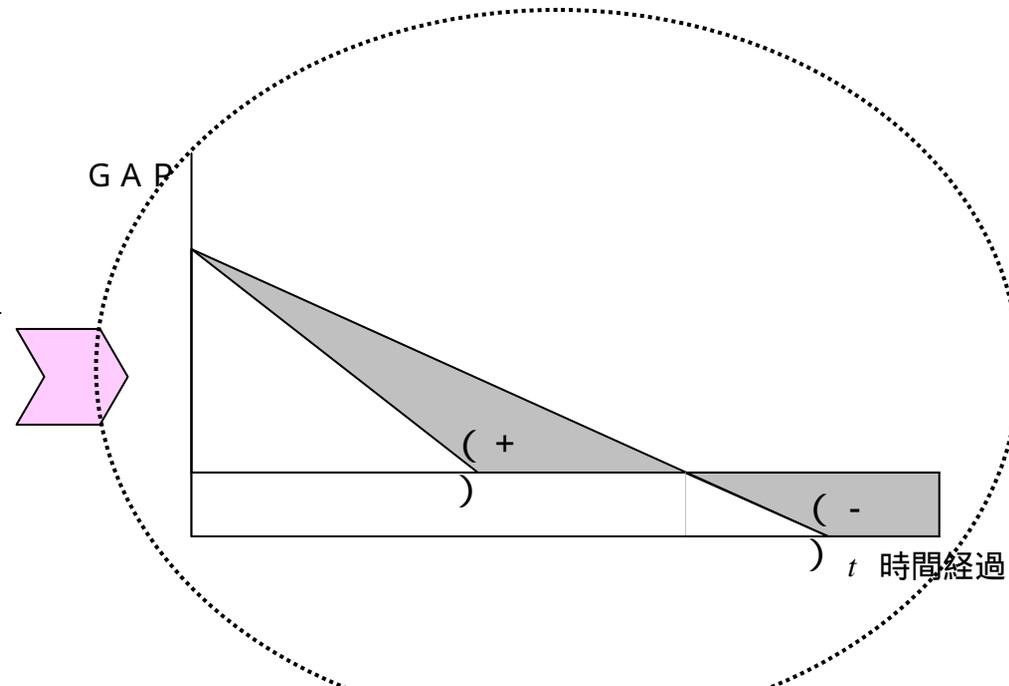
(資産側) 新しい金利が適用される部分



(負債・資本側) t 時間経過



新しい金利が適用される部分



$$GAP(t) = (A_O(t) - L_O(t) - E(0))$$

$$\Delta R(t) = \Delta P(t) - \Delta Q(t) = -\Delta r \cdot \left(\int GAP(t) \cdot dt \right)$$

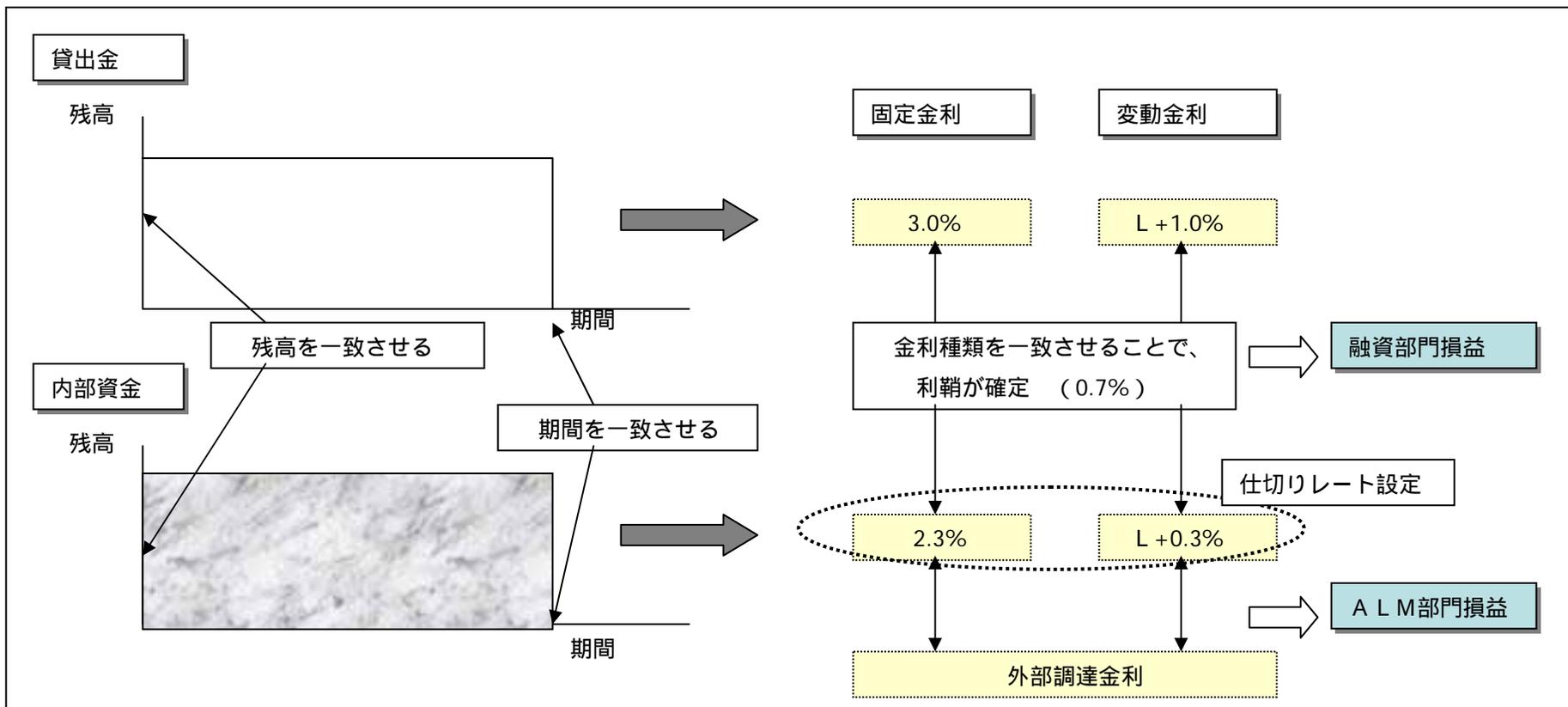
(内部資金システム (FTS=Fund Transfer System) の概要)

各貸出ごとに以下のように内部資金を対応させる

残高を一致させる
 期間を一致させる
 金利種類を一致させる

バランスをとる
 貸出部門は流動性リスクから解放
 貸出部門は金利リスクから解放

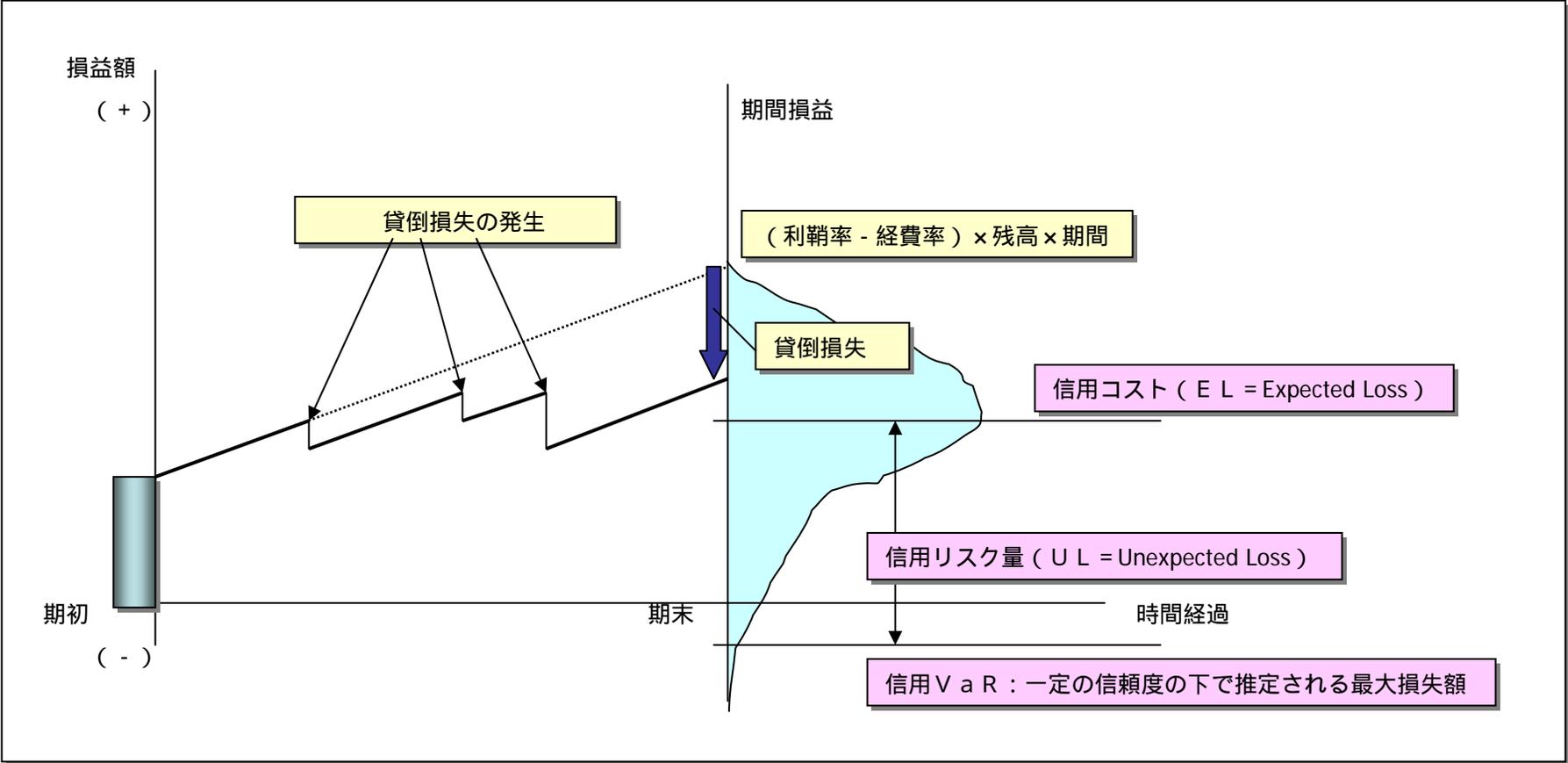
A L M部門に移転
 A L M部門に移転



3 - 2 . 融資部門の損益・リスク計量

【要点】

融資部門の損益は、貸倒損失の発生が不確定要因（= 信用リスク）。利鞘は算定可能
 期間中（1年間）に発生する損益（= 利鞘 - 経費 - 貸倒損失）は確率変数となり分布を構成



(融資部門の損益発生メカニズムのモデル化)

融資部門の損益発生を次のようにモデル化する

$W_{Loan}(0)$: 融資部門への資本配賦額 = 初期財産額

$$\begin{aligned} \tilde{W}_{Loan}(T) &= W_{Loan}(0) + \int_0^T d\tilde{W}_{Loan}(t) \\ d\tilde{W}_{Loan}(t) &= \sum_{i=1}^N X_i \cdot \pi_i \cdot dt - C_{Loan} \cdot dt - \sum_{i=1}^N X_i(1-\theta_i) \cdot d\tilde{N}_i(t) \end{aligned} \quad (1)$$

ただし、 $X = \sum_{i=1}^N X_i$: 貸出ポートフォリオ X_i : 取引先 i への貸出額
 π_i : 利鞘率 = 貸出利率 - 内部利率

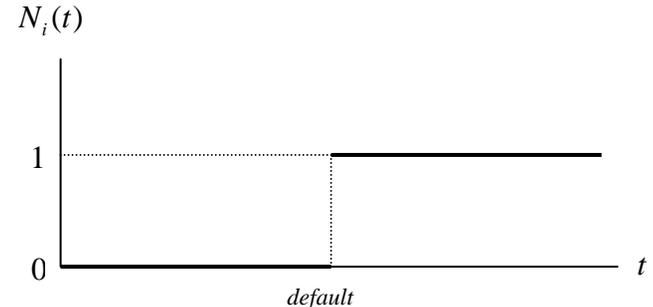
C_{Loan} : 単位時間当たりコスト

θ_i : 担保・保証等によるデフォルト時回収率

$\tilde{N}_i(t)$: 取引先 i のデフォルト状態を表す jump process

$$\tilde{N}_i(t) = \begin{cases} 1 & \text{default until } t \\ 0 & \text{not-default until } t \end{cases}$$

$$P[d\tilde{N}_i(t) = \tilde{N}_i(t+dt) - N_i(t) = 1 | N_i(t) = 0] = \lambda \cdot dt \quad (2)$$



期初を $t = 0$ とすると、

$$P[\tilde{N}_i(t) = 0 | N_i(0) = 0] = e^{-\lambda \cdot t} \approx 1 - \lambda \cdot t \quad (3)$$

$$P[\tilde{N}_i(t) = 1 | N_i(0) = 0] = 1 - e^{-\lambda \cdot t} \approx \lambda \cdot t$$

(利益確保のためのルール：プライシングガイドライン)

取引先 i 毎に、1年間のフロー損益の期待値が必要利益額を上回るようにしたい。

$$\tilde{W}_{Loan}(1) = W_{Loan}(0) + \left(\sum_{i=1}^N X_i \cdot \pi_i - C_{Loan} \right) \cdot \int_0^1 dt - \sum_{i=1}^N X_i \cdot (1 - \theta_i) \cdot \tilde{N}_i(1) \quad : \text{1年後の財産額}$$

$$\begin{aligned} E[\tilde{W}_{Loan}(1) - W_{Loan}(0)] &= \sum_{i=1}^N X_i \cdot \pi_i - C_{Loan} - \sum_{i=1}^N X_i (1 - \theta_i) \cdot E[\tilde{N}_i(1)] \\ &= \left(\sum_{i=1}^N X_i (\pi_i - c_{Loan}(X_i)) \right) - \sum_{i=1}^N X_i (1 - \theta_i) \cdot \lambda \\ &= \sum_{i=1}^N X_i (\pi_i - c_{Loan}(X_i) - (1 - \theta_i) \lambda) \end{aligned} \quad (4)$$

(注) $C_{Loan} = \sum_{i=1}^N c_{Loan}(X_i) \cdot X_i$

取引先 i との取引に賦課されるべきリスク資本を Γ_i 、資本コスト率を ρ とすると、必要利益率は以下ようになる。

$$X_i (\pi_i - c_{Loan}(X_i) - (1 - \theta_i) \lambda) > \rho \cdot \Gamma_i \quad (5)$$

したがって、必要利鞘率は以下のように算定される。

$$\pi_i > c_{Loan}(X_i) + (1 - \theta_i) \lambda + \rho \cdot \frac{\Gamma_i}{X_i} \quad (6)$$

確保すべき利鞘率水準を表すこの式は、プライシングガイドラインなどと呼ばれている。

なお、このような定式化と信用リスク計量との関係は以下のとおり。

$$\tilde{L} = \sum_{i=1}^N X_i (1 - \theta_i) \tilde{N}_i(1) \quad EL = E[\tilde{L}] = \sum_{i=1}^N X_i (1 - \theta_i) \lambda$$

(損失抑制のためのルール：均等与信の場合の最低分散社数)

発生する損失を、一定の信頼度の下で、配賦リスク資本額 $W_{Loan}(0)$ の範囲内に制御することを考える。

各取引先に対する貸出額が均等 (X/N) で、回収率が等しく、デフォルトが相互に独立に発生すると仮定すると、年間損益の期待値の周りの分散は次のように計算される

$$\begin{aligned} V[\tilde{W}_{Loan}(1) - W_{Loan}(0)] &= \sum_{i=1}^N \frac{X^2}{N^2} (1-\theta)^2 V[\tilde{N}_i(1)] \\ &= \sum_{i=1}^N \frac{X^2}{N^2} (1-\theta)^2 \lambda \cdot (1-\lambda) = \frac{X^2}{N} (1-\theta)^2 \lambda \cdot (1-\lambda) \end{aligned} \quad (7)$$

一定の信頼度の下での損失額上限を、標準偏差の ϕ 倍とする。損失額期待値が利鞘でカバーされているとすると、期待値を上回る損失を表す次式が、配賦リスク資本額以内となるようにする。

$$UL^2 = \phi^2 \cdot V[\tilde{L}] = \phi^2 \cdot \frac{X^2}{N} (1-\theta)^2 \lambda \cdot (1-\lambda) < W_{Loan}(0)^2 \quad (8)$$

したがって、最低分散社数 N_{min} が次のように計算される

$$N_{min} > \phi^2 \cdot \frac{X^2}{W_{Loan}(0)^2} (1-\theta)^2 \lambda \cdot (1-\lambda) \quad (9)$$

(損失抑制のためのルール：与信上限の設定)

大口与信先が存在するような場合には、貸出額に与信上限 M_{\max} を設定する。

この与信上限が守られている状態で、信用リスク量が最も多くなるのは、次のようなポートフォリオである。

$$X = M_{\max} + M_{\max} + \cdots + M_{\max} + 0 + \cdots + 0 \quad (10)$$

与信総額 X が与えられているとき、社数は $N = \frac{X}{M_{\max}}$ (11)

上記ポートフォリオは均等分散ポートフォリオであるから、これが、先ほどの必要分散社数を上回っていればよい。

したがって、

$$\frac{X}{M_{\max}} > \phi^2 \cdot \frac{X^2}{W_{Loan}(0)^2} (1 - \theta)^2 \lambda \cdot (1 - \lambda) \quad (12)$$

したがって、

$$M_{\max} < \frac{W_{Loan}(0)^2}{X \cdot \phi^2 \cdot (1 - \theta)^2 \lambda \cdot (1 - \lambda)} \quad (13)$$

与信上限が守られている限り、ポートフォリオから算定される信用リスク量は、配賦資本額 $W_{Loan}(0)$ 以内となる。

(融資部門のリスク管理モデルの課題)

この融資部門のリスク管理モデルを実務化する場合には、以下のような課題がある。

(1) プラシングガイドライン

個別貸出へのコストの割付 (特に共通費)

個別貸出へのリスク資本の割付 (リスク寄与度による方法が有力)

市場条件への適合

(2) 与信上限

均一の信用度の取引先 異なる信用度の取引先への与信上限

均一の回収率の与信 異なる回収率の与信 (実質エクスポージャーに対する制限)

デフォルトは独立に発生 デフォルトの連動性を考慮

企業グループによる連動性

地域・業種による連動性

(3) その他

格付変動によるリスク量増加への対応

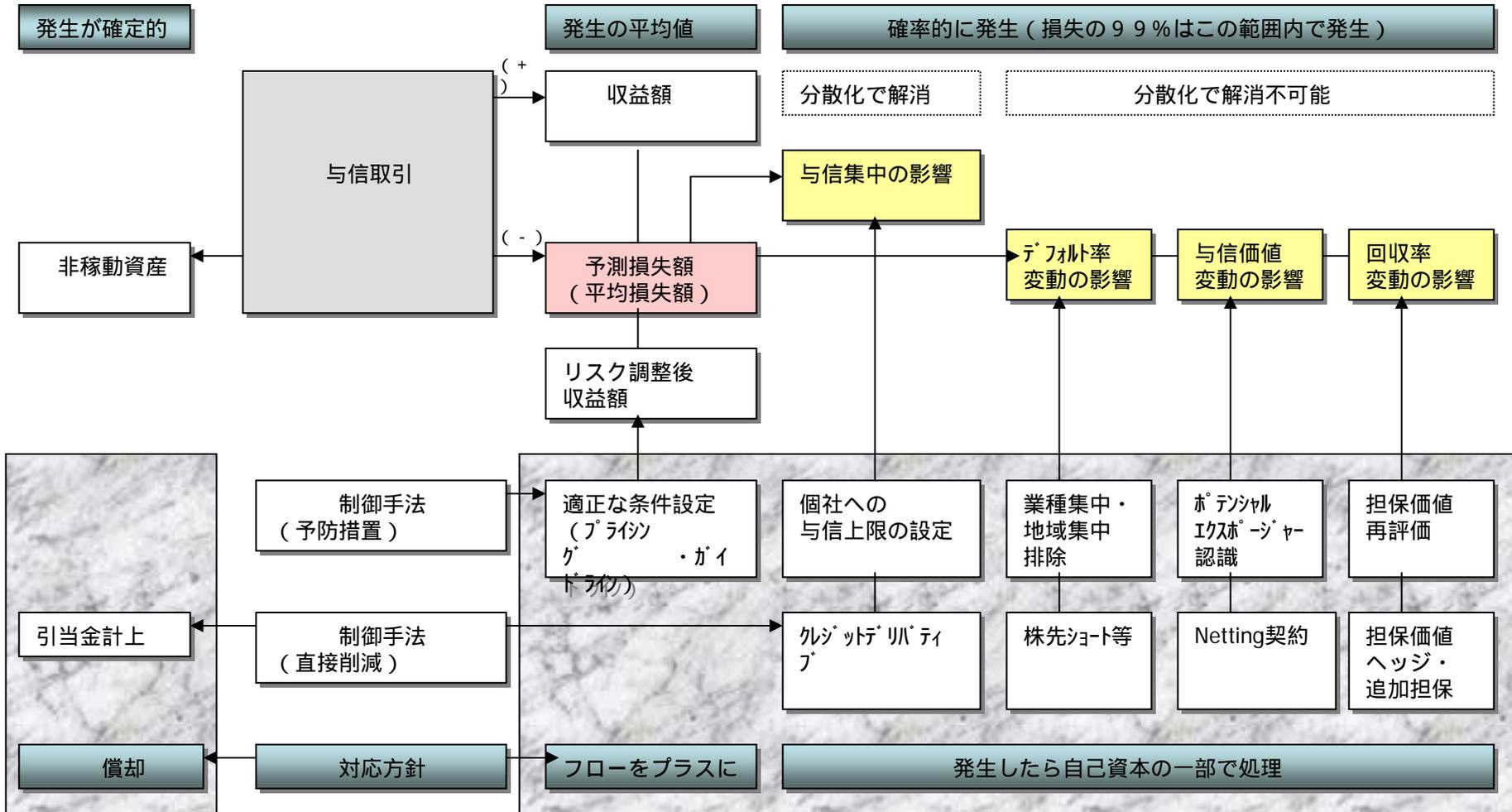
規制資本の制約に対する制御

貸出総量に対する制約 等

(参考) 信用リスク制御の体系

与信ポートフォリオから発生し得る損失の程度を定量的に把握 (= 計測手法)

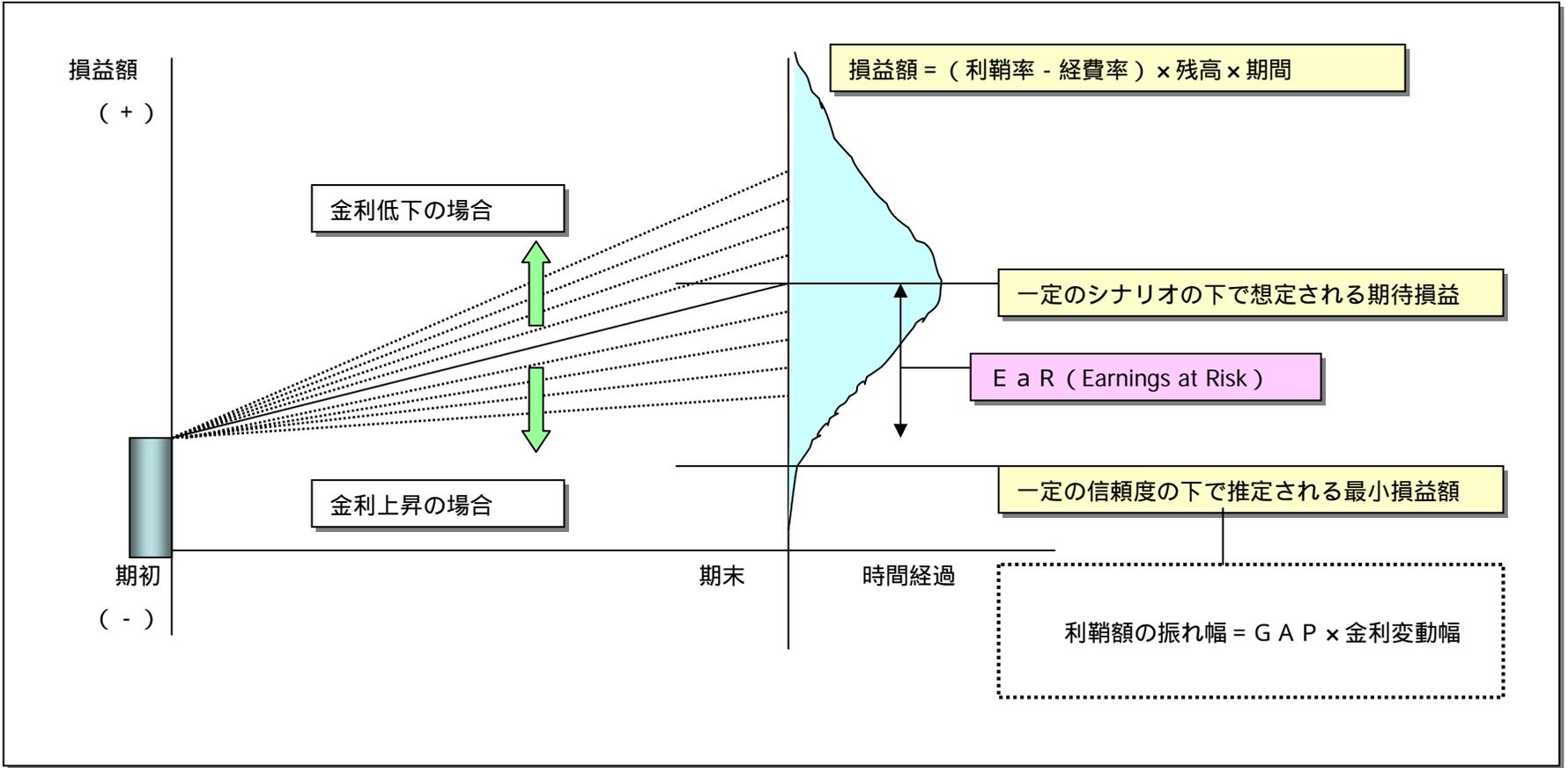
損失額を一定範囲 (自己資本の一部) に抑えるような仕組みの構築 (= 制御手法)



3 - 3 . A L M部門の損益・リスク計量

【要点】

資金管理（ALM）部門には、流動性（資金収支）リスクが集約される。
 資金管理（ALM）部門の損益には、融資部門の金利リスクが移転される。



(A L M部門の損益発生メカニズムのモデル化)

A L M部門の損益発生を次のようにモデル化する

$W_{ALM}(0)$: A L M部門への資本配賦額 = 初期財産額

$$\tilde{W}_{ALM}(T) = W_{ALM}(0) + \int_0^T d\tilde{W}_{ALM}(t)$$

$$d\tilde{W}_{ALM}(t) = A(t)p_0(t)dt - L(t)q_0(t)dt - C_{ALM}dt - \left(\int_0^t gap(s, t-s)d\tilde{r}(s) \right) dt \quad (14)$$

ただし、 $A(t)$: 期間 $[t, t+dt]$ の資産額 (既往 + 新規)

$p_0(t)$: $A(t)$ に対する平均金利 (既往取引の約定金利と現在 ($t = 0$) の新規金利で算定)

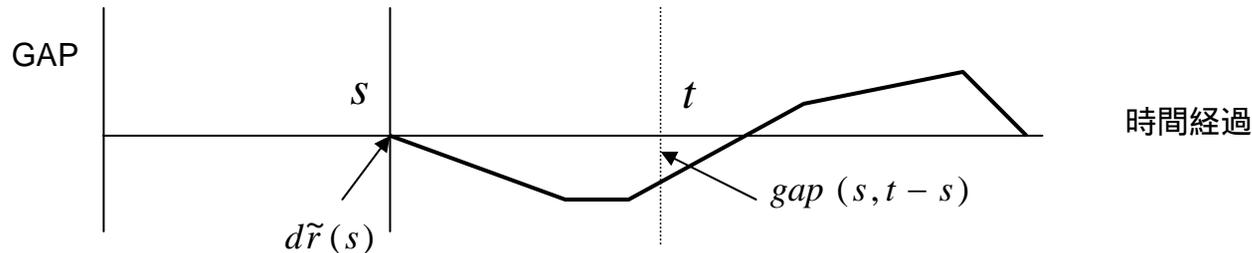
$L(t)$: 期間 $[t, t+dt]$ の負債額 (既往 + 新規)

$q_0(t)$: $L(t)$ に対する平均金利 (既往取引の約定金利と現在 ($t = 0$) の新規金利で算定)

C_{ALM} : A L M部門の時間当たりコスト

$gap(s, \tau)$: 時点 s ($< t$) における資産負債の τ 年経過後の金利更改GAP

$d\tilde{r}(s)$: 期間 $[s, s+ds]$ の金利変動



(利益獲得のための条件)

1年後の財産額は以下ようになる

$$\tilde{W}_{ALM}(1) = W_{ALM}(0) + \int_0^1 (A(t)p_0(t) - L(t)q_0(t) - C_{ALM})dt + \int_0^1 \left(\int_0^t gap(t-s)d\tilde{r}(s) \right) dt \quad (15)$$

ただし、GAPがsによらず一定であると仮定した。 $gap(s, t-s) = gap(t-s)$ (16)

金利が次のような変動をすると仮定すると、

$$d\tilde{r}(s) = \mu \cdot ds + \sigma \cdot d\tilde{Z}(s) \quad d\tilde{Z}(s) \approx N(0, dt) \quad (17)$$

1年間の発生損益の期待値が、配賦リスク資本に対する資本コストを上回るようための条件は、

$$\begin{aligned} E[\tilde{W}_{ALM}(1) - W_{ALM}(0)] &= \int_0^1 (A(t)p_0(t) - L(t)q_0(t) - C_{ALM})dt + \int_0^1 \left(\int_0^t gap(t-s)E[d\tilde{r}(s)] \right) dt \\ &= \int_0^1 (A(t)p_0(t) - L(t)q_0(t) - C_{ALM})dt + \int_0^1 \left(\int_0^t gap(t-s)\mu \cdot ds \right) dt \\ &> \rho \cdot W_{ALM}(0) \end{aligned} \quad (18)$$

予想シナリオ（資金シナリオ・金利シナリオ）の下での期待利鞘額が、経費 C_{ALM} と資本コスト $\rho \cdot W_{ALM}(0)$ を上回るように、資産負債を構成することが重要である。

(損失抑制のためのルール)

1年間の発生損益の期待値の周りの分散を計算すると、次のようになる。

$$V[\tilde{W}_{ALM}(1) - W_{ALM}(0)] = E[(\int_0^1 (\int_0^t gap(t-s) \cdot \sigma \cdot d\tilde{Z}(s)) dt)^2] \quad (19)$$

GAPに上限が設定されているとする ($|gap(t-s)| \leq M$)。積分の順序を交換することにより、

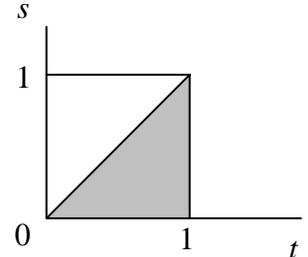
$$\int_0^1 dt \int_0^t gap(t-s) \cdot \sigma \cdot d\tilde{Z}(s) = \int_0^1 d\tilde{Z}(s) \int_s^1 gap(t-s) \cdot \sigma \cdot dt \quad (20)$$

であることに注意すると、

$$\begin{aligned} EaR^2 &= \phi^2 \cdot V[\tilde{W}_{ALM}(1) - W_{ALM}(0)] = \phi^2 \cdot E[(\int_0^1 (\int_0^t gap(t-s) \cdot \sigma \cdot d\tilde{Z}(s)) dt)^2] \\ &= \phi^2 \cdot E[(\int_0^1 d\tilde{Z}(s) \int_s^1 gap(t-s) \cdot \sigma \cdot dt)^2] \\ &= \phi^2 \cdot \int_0^1 ds \cdot (\int_s^1 gap(t-s) \cdot \sigma \cdot dt)^2 \\ &\leq \phi^2 \cdot \int_0^1 ds \cdot (\int_s^1 |gap(t-s) \cdot \sigma| \cdot dt)^2 \\ &\leq \phi^2 \cdot \int_0^1 ds \cdot M^2 \sigma^2 (1-s)^2 = -\phi^2 \cdot \frac{1}{3} M^2 \sigma^2 (1-s)^3 \Big|_0^1 = \frac{\phi^2 M^2 \sigma^2}{3} \leq W_{ALM}(0)^2 \end{aligned} \quad (21)$$

したがって

$$M \leq \frac{\sqrt{3} \cdot W_{ALM}(0)}{\phi \cdot \sigma} \quad (22)$$



(ALM部門のリスク管理モデルの課題)

このALM部門のリスク管理モデルを実務化する場合には、以下のような課題がある。

- (1) $A(t), L(t)$ の設定 ($p_0(t), q_0(t)$ の設定) において、各資産負債の金利更改が、約定どおりに行われると仮定
実際には、期限前償還のモデル化や、期限の定めのない資産負債の効果等への考慮が必要
- (2) 金利変動が、資産負債の各取引について、同一の変動幅 $d\tilde{r}(s)$ で発生すると仮定
銀行のALM管理には多種多様な金利が存在
総資産・総負債から計算される唯一つのGAPだけでは不十分
- (3) 金利変動がブラウン運動に従うと仮定
長期的な金利変動には、循環的な要素や自己相関が見られる
平均回帰的なトレンドや乗法的な変動を持つモデルを適用することで、異常な高金利やマイナス金利の発生を防ぐことができる。
- (4) GAP枠管理において、ポジション調整に制約があり得ることの認識が必要
ALMヘッジのための取引規模が、市場のキャパシティを超える場合
市場で取引されていないリスク因子が存在する場合 など

(参考) 経済価値による収益・リスク管理

【要点】

キャッシュフロー表示した金融取引について、その経済価値が計算できる。

利付債券の例

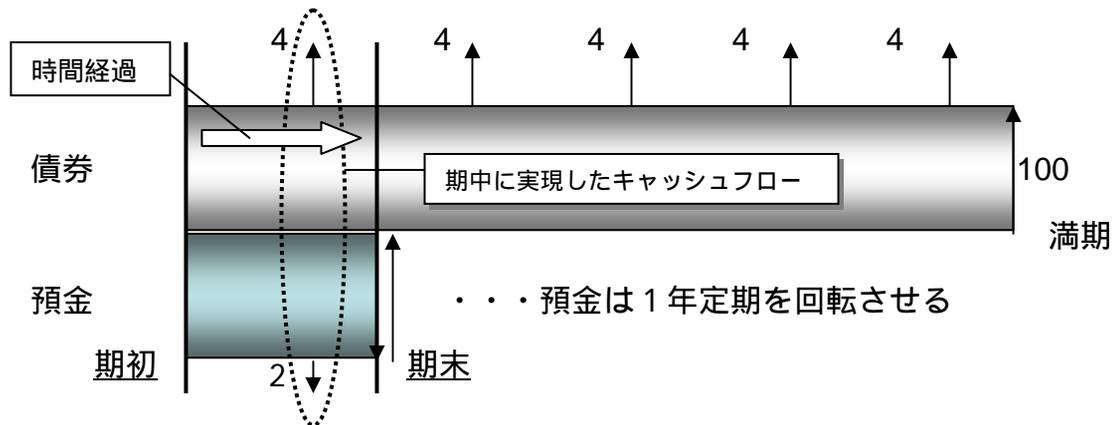
	0	1	2	3	4	5
(+)		4	4	4	4	104
(-)	-100					

$$V = \frac{4}{1+r(1)} + \frac{4}{(1+r(2))^2} + \frac{4}{(1+r(3))^3} + \frac{4}{(1+r(4))^4} + \frac{104}{(1+r(5))^5}$$

V : 債券経済価値

$r(1), r(2), \dots, r(t), \dots$: 市場で観測される t 年金利

時間経過とともに、金融取引のキャッシュフローが実現していく。(預金資金による債券保有を想定)



【要点】

時間経過とともにキャッシュフローが発生し、期間損益（利息収支）が実現する。経済価値も変化する。

	期初経済価値	期末価値		価値増減 ()
	期初経済価値	期中発生 キャッシュフロー	期末経済価値	
+ 資産（債券）	$V(0)$	4	$V(1)$	$4 + [V(1) - V(0)]$
- 負債（預金）	100	2	100	2
差引	$V(0) - 100$	2	$V(1) - 100$	$2 + [V(1) - V(0)]$

期中実現損益（= 利鞘額）

期中実現損益 + 評価損益

管理会計として把握する、期初、期末の評価価格の比較

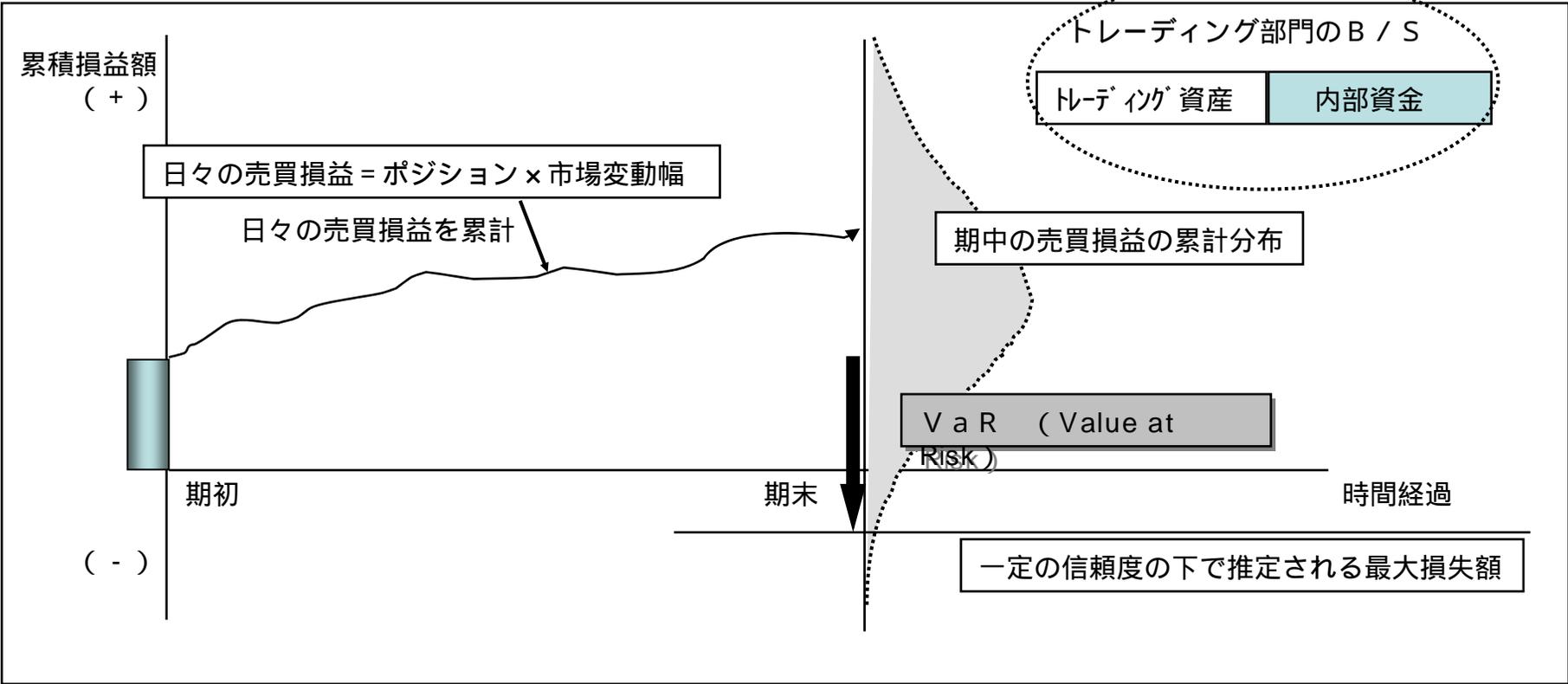
	期初経済価値	期末経済価値
キャッシュフロー	5年分	4年分
割引金利	期初の市場金利	期末の市場金利
評価価格	$V(0)$	$V(1)$

経済価値の増減可能性をデュレーション分析等で把握

3 - 4 . トレーディング部門のリスク計量

【要点】 新しく金融機関に入ってきた業務。金融資産の短期売買による売買損益で収益を獲得。市場リスクを内包。

内部資金システムにより、資金管理部門から内部資金（短期資金）の供給を受け、流動性リスクから解放させる。



(トレーディング部門の損益発生メカニズムのモデル化)

トレーディング部門の損益発生を次のようにモデル化する

$W_{Trade}(0)$; トレーディング部門への資本配賦額 = 初期財産額

$$\tilde{W}_{Trade}(T) = W_{Trade}(0) + \int_0^T d\tilde{W}_{Trade}(t) \quad (23)$$

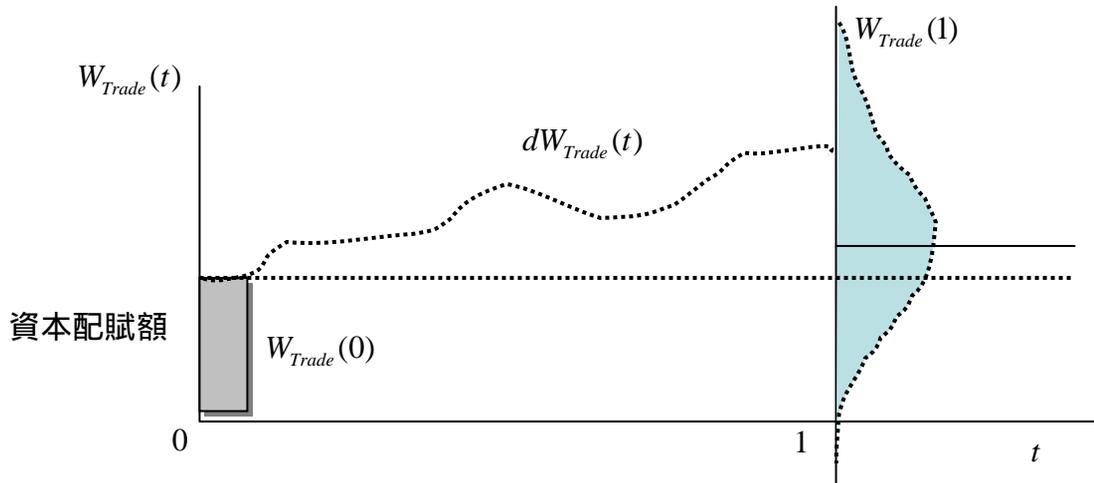
$$d\tilde{W}_{Trade}(t) = \sum_{k=1}^K \Delta_k(t) \cdot d\tilde{x}_k(t) - C_{Trade} \cdot dt$$

ただし、 $\Delta_k(t)$: 時間 $[t, t+dt]$ のリスク因子 k に対するデルタポジション (内部資金の金利負担も含む)

$d\tilde{x}_k(t)$: $[t, t+dt]$ 間のリスク因子 k の市場変化

$$d\tilde{x}_k(t) = \mu_k(t) \cdot dt + \sigma_k \cdot d\tilde{Z}_k(t) \quad (\text{注}) \text{瞬間的に変わるトレンドを仮定}$$

C_{Trade} : トレーディング部門の時間当たりコスト



(利益獲得のための条件)

1年間に発生する損益は以下のように表示される。

$$\tilde{W}_{Trade}(1) - W_{Trade}(0) = \sum_{k=1}^K \int_0^1 \Delta_k(t) d\tilde{x}_k(t) - C_{Trade} \quad (24)$$

期待値が配賦リスク資本に対する資本コストを上回るための条件は以下のとおり

$$\begin{aligned} E[\tilde{W}_{Trade}(1) - W_{Trade}(0)] &= \sum_{k=1}^K \int_0^1 \Delta_k(t) E[d\tilde{x}_k(t)] - C_{Trade} \\ &= \sum_{k=1}^K \int_0^1 \Delta_k(t) \mu(t) \cdot dt - C_{Trade} > \rho \cdot W_{Trade}(0) \end{aligned} \quad (25)$$

市場変動がトレンドを持たなければ、上式において $E[d\tilde{x}_k(t)] = 0$ となり、

$$E[\tilde{W}_{Trade}(1) - W_{Trade}(0)] = -C_{Trade} < 0 \quad (26)$$

となって業として成り立たない。

各瞬間の市場変動トレンドを読み取り、それに合わせてデルタポジションを構成し、経費 C_{Trade} と資本コスト $\rho \cdot W_{Trade}(0)$ を上回る期待収益を想定することができるトレーダーが必要である。

(損失抑制のためのルール：ポジションリミット)

$d\tilde{Z}(t) = (d\tilde{Z}_1(t), \dots, d\tilde{Z}_K(t))$ が t によらない一定の多変量正規分布をするとすれば、各時点で発生する損益 $d\tilde{W}_{Trade}(t)$ は、正規分布

$$d\tilde{W}_{Trade}(t) \approx N\left(\sum_{k=1}^K \Delta_k(t) \mu_k(t) dt, \bar{\Delta}'(t) \cdot \Sigma \cdot dt \cdot \bar{\Delta}(t)\right) \quad (27)$$

に従うことが判る。ただし、 $\Sigma \cdot dt$ は $d\tilde{Z}(t)$ の分散・共分散行列。 $\bar{\Delta}(t)$ はデルタベクトル。 $\bar{\Delta}(t)$ はその転置。

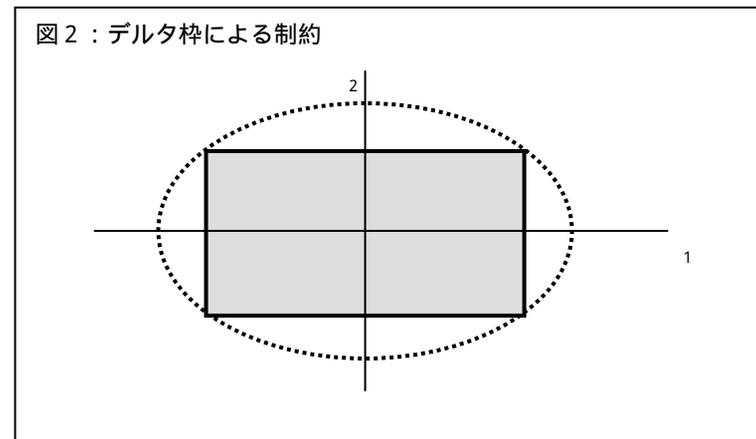
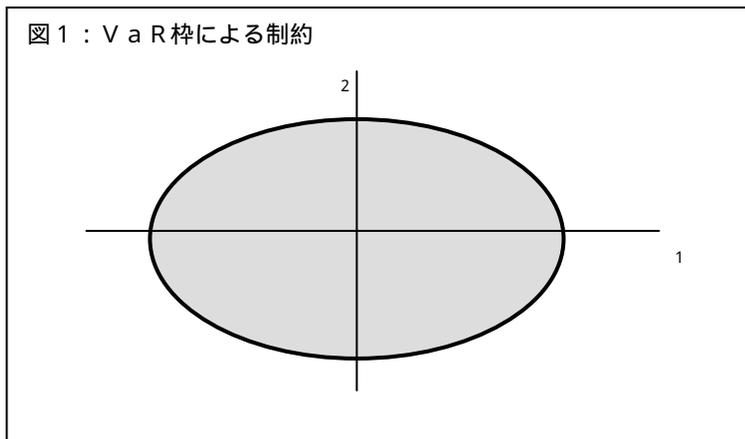
トレーディング部門が各時点においてとるポジションを、

$$\Delta'(t) \cdot \Sigma \cdot \Delta(t) \cdot dt \leq \frac{W_{Trade}(0)^2}{\phi^2} \cdot dt \quad (28)$$

に制限するとすると、1年間の発生損益のリスクを $W_{Trade}(0)$ に抑えることができる。

デルタは(図1)のような範囲となる。(楕円の内側：各リスク因子の相関 = 0 と仮定)

デルタの絶対値に直接に上限を設定すると、(図2)のようになる。



(損失抑制のためのルール：損切りルール)

トレーディングポジションを一定上限で押えながら業務を行ったとしても、
期間の早い段階で損失が積み上がった場合

- ・ その後も同一のポジション上限によって業務を行うと、
- ・ 期初の資本 $W_{Trade}(0)$ を超過して損失が発生する可能性が高くなる

そこで、期初からの損益額累計が一定のマイナス額を超えた場合には、

- ・ 一旦ポジションを閉じて、
- ・ あらためて資本配賦とポジション上限設定をし直すことがある。

これを「損切りルール (Loss Cut Rule)」と呼んでいる。

損切りの参照水準 $-G$ が、累積損益プロセス $W_{Trade}(t)$ の吸収壁となる。

ポジション上限一杯 H でポジションを取り続ける場合、

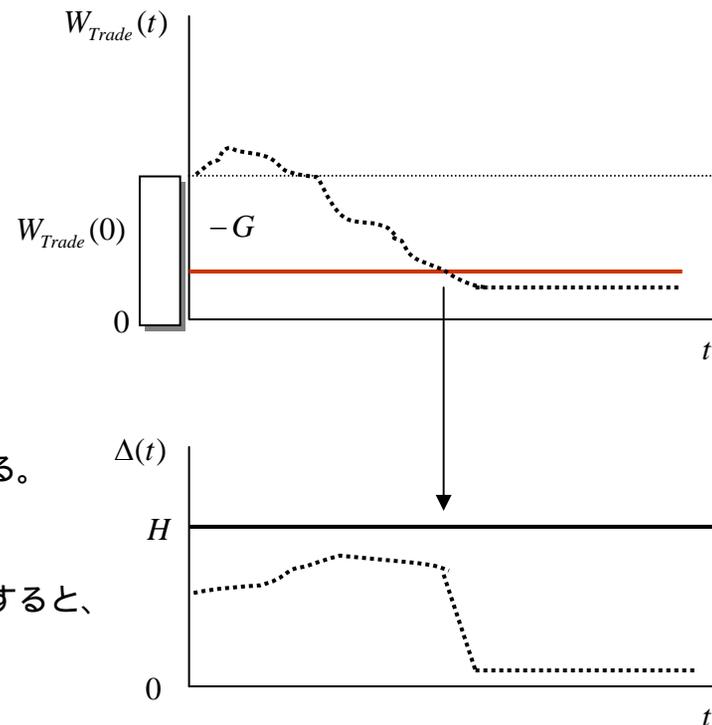
$W_{Trade}(t) - W_{Trade}(0)$ が、損切りの参照水準 $-G$ に到達する時点をも $\tau(G)$ とすると、

$$d\tilde{W}_{Trade}(t) = H\sigma \cdot d\tilde{Z}(t) \quad , \quad d\tilde{Z}(t) \approx N(0, dt) \quad (29)$$

$$\Pr[\tau(G) > t] = \Phi\left(\frac{G}{\sigma \cdot H\sqrt{t}}\right) - \Phi\left(\frac{-G}{\sigma \cdot H\sqrt{t}}\right) \quad (30)$$

したがって、会計期間中に損切りルールが発動される可能性は、

$$1 - \Pr[\tau(G) > 1] = 1 - \Phi\left(\frac{G}{\sigma \cdot H\sqrt{t}}\right) + \Phi\left(\frac{-G}{\sigma \cdot H\sqrt{t}}\right) = 2\Phi\left(\frac{-G}{\sigma \cdot H\sqrt{t}}\right) \quad (31)$$



(トレーディング部門のリスク管理モデルの課題)

このトレーディング部門のリスク管理モデルを実務化するためには、以下のような課題がある。

(1) デルタによる損益変動のみについて考慮

ガンマやベガ等の影響の考慮が必要

(2) 市場変動が多変量正規分布であると仮定

裾野の広い分布

(3) デルタ枠を効果的に設定するための工夫

(VaR枠)

各リスク因子毎に上限を決定する方法 $|\Delta_k(t)| \leq M_k$

面積が最大となる M_k 設定の方法 等

デルタの合計に対して上限を設定する方法

$$|\Delta_1(t) + \dots + \Delta_K(t)| \leq M$$

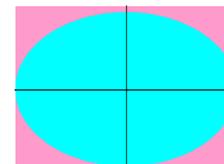
金利のグリッドポイントデルタは、主成分方向への変換が有効 等

(4) 効果的な損切りルールを導入

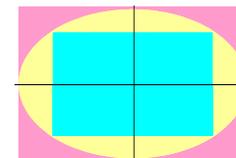
損切り参照水準の設定

ポジション閉鎖に要する期間とその間に発生する損失可能性の考慮

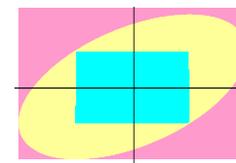
ポジション再開後の新ルールの設定方法 等



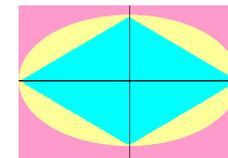
無相関



相関有り



デルタ合計枠

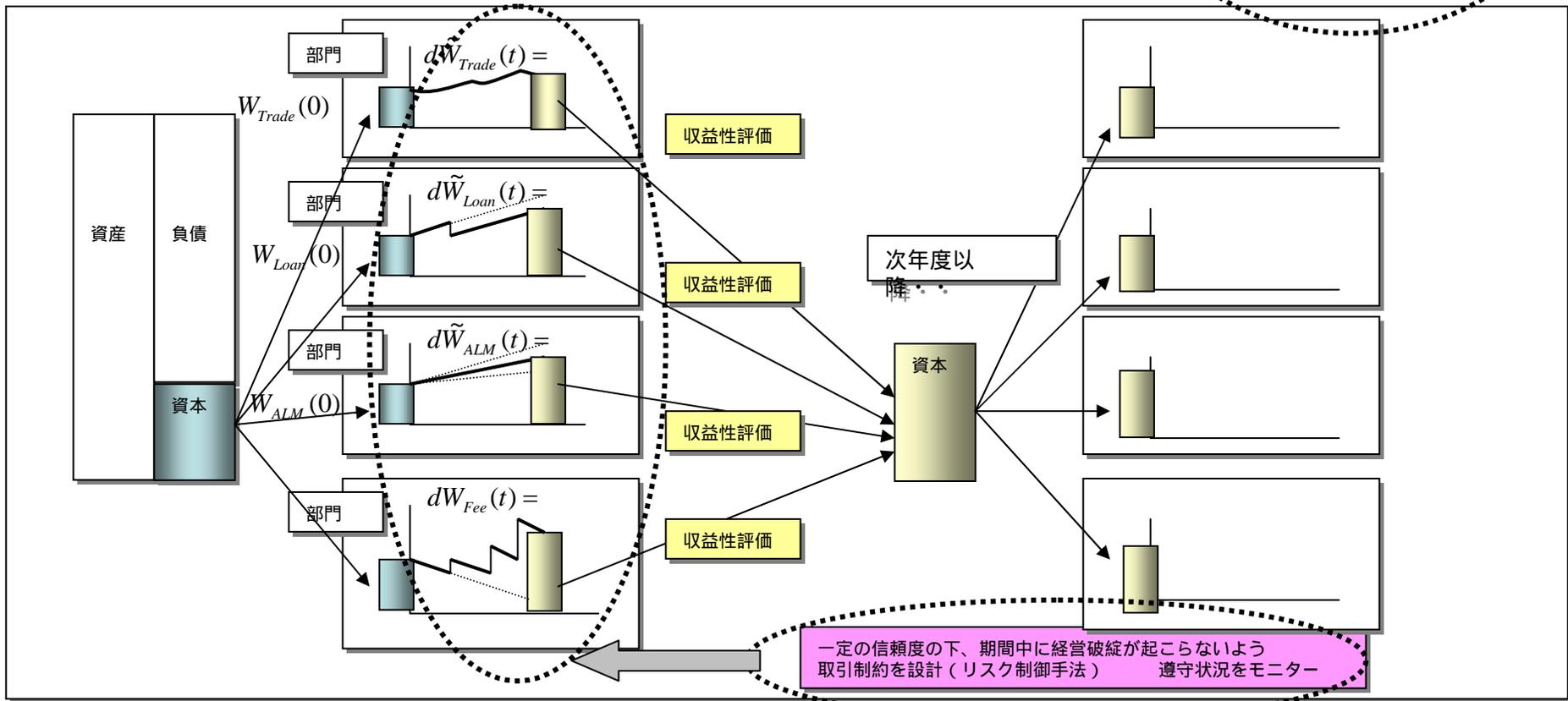


3 - 5 . 銀行経営と統合管理

銀行は、異なる不確実性（リスク）特性を有する複数の業務の集合体。
 期初の資本配賦によって、各業務で取れるリスクを制約しながら、収益を積み上げていく。
 期末に清算して、収益性の評価を行う。（ R A P M = Risk Adjusted Performance measurement ）
 これらの一連のプロセスを、一定の信頼度の下、経営破綻が起らないように組み立てる。

【課題】
 部門間のリスク分散効果の認識
 各部門へのリスク資本配賦の方法
 パフォーマンス評価の方法 等

< 統合的な収益・リスク管理の管理体制が必要 >



3 - 6 . 統合リスク管理に向けてのチェックポイント

(1) リスク総量把握が重要。ポイントは網羅性、独立性、無矛盾性

網羅性 オペレーショナルリスク、手数料ビジネスのリスク、株式ポートフォリオの個別リスク 等

独立性 バンキング勘定のE a RとV a R、株式リスクと信用リスク、決済リスク、リスク間相関の処理 等

無矛盾性 各リスク量の尺度が統一されているか（発生期間、信頼度等）

(2) 収益性計量の尺度に合わせてリスク量を計量すること。

期間損益ベースか、評価損益を考慮した管理会計ベースか

リスク資本と対比させるのはどのベースか

税引前ベースか、税引後ベースか

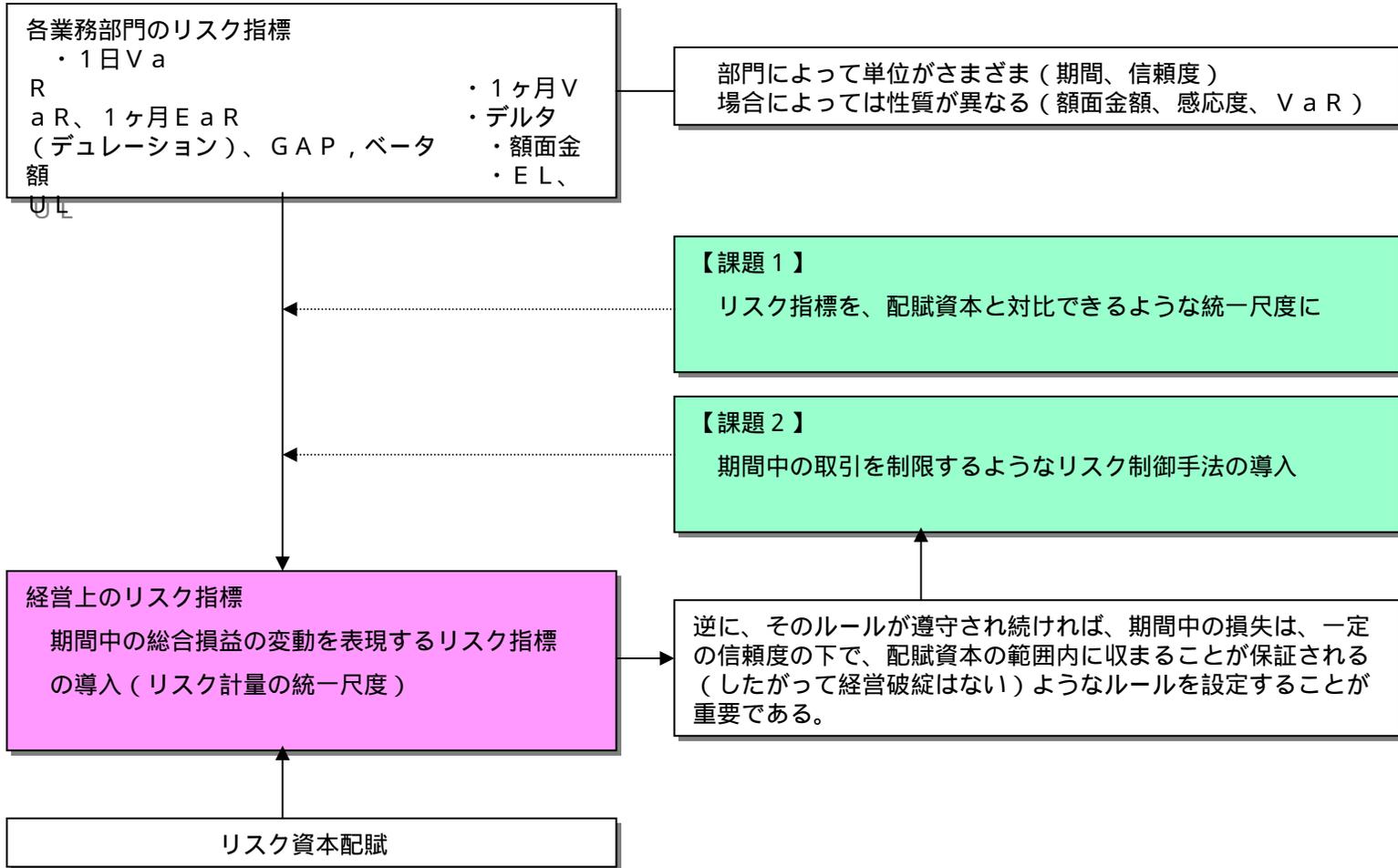
収益のリスク調整はどのベースか

(3) リスク量は大きく2つの観点から評価すべき。

損失処理可能な範囲内にリスク量が抑えられているか。（預金者、監督当局、格付機関の観点）

抱えたリスクに対して十分な収益が上がっているか。（株主、格付機関の観点）

(参考) 統合的なリスク指標を目指して



(4) リスク量の計量だけでなく、リスク制御の仕組みが整備されていること。

リスク資本を基礎とした組み立て

- ・ 収益目標の設定 (目標資本利益率 (Cost of Capital) 水準の考え方 等)
- ・ 取引制約ルールの設定 (リスク制御の信頼度、目標とする格付との整合性)

個々の取引制約ルールは合理的に設定されているか

- ・ ポジション上限と損切りルール
- ・ 与信上限設定の考え方
- ・ 個社分散と地域・業種分散をどのように整理しているか 等

モニタリング体制は十分か

- ・ モニタリング頻度、報告フロー
- ・ 取引制約ルール設定、見直しフロー
- ・ 取引制約ルールが守られなかったときの処置と考え方

(5) 部門管理が合理的に組み立てられていること。

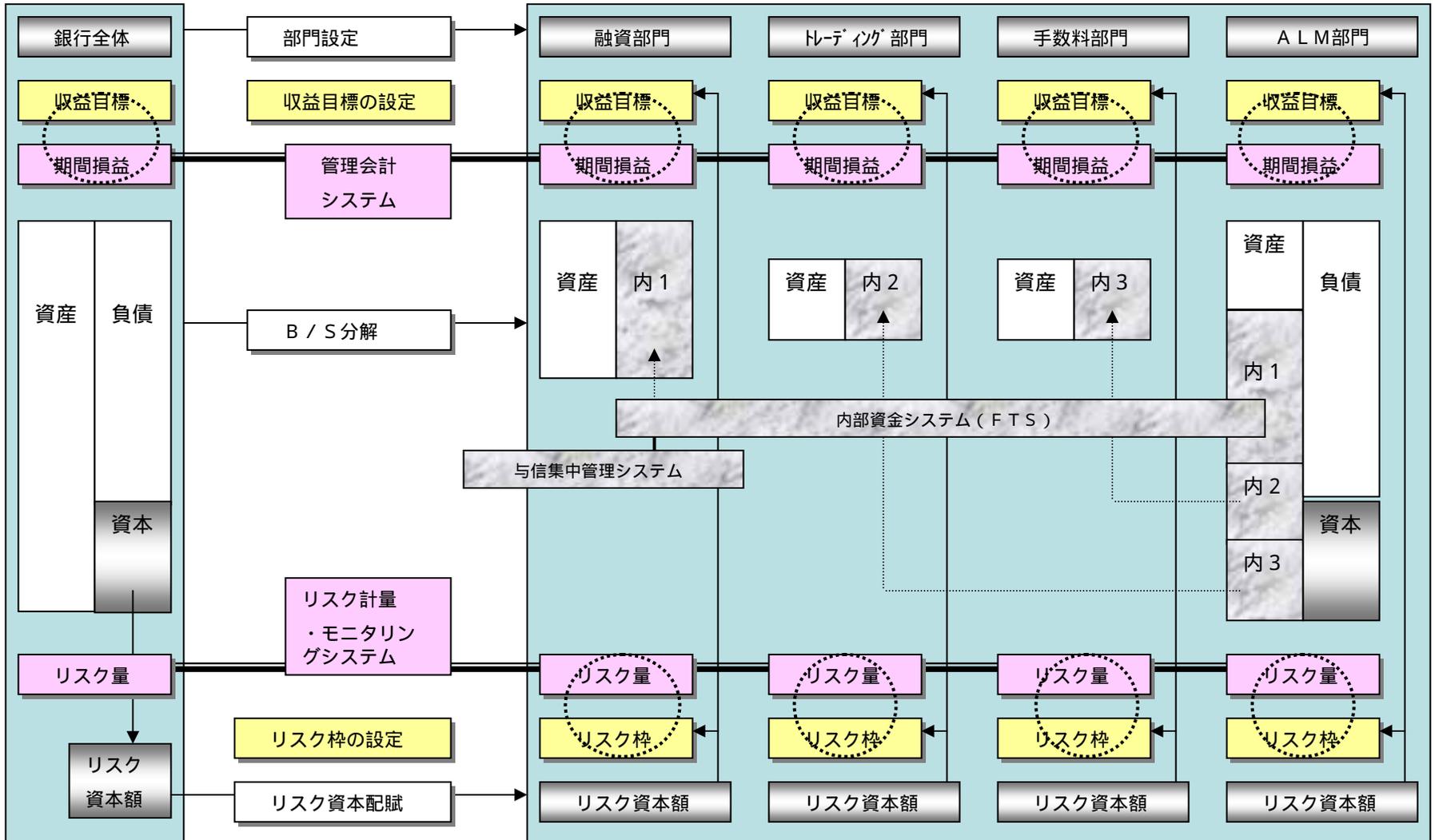
内部資金システム

与信集中管理システム (信用リスクの集約方法、クレジット受渡の方法)

各部門へのリスク資本配賦手法 (配賦ロジック等)

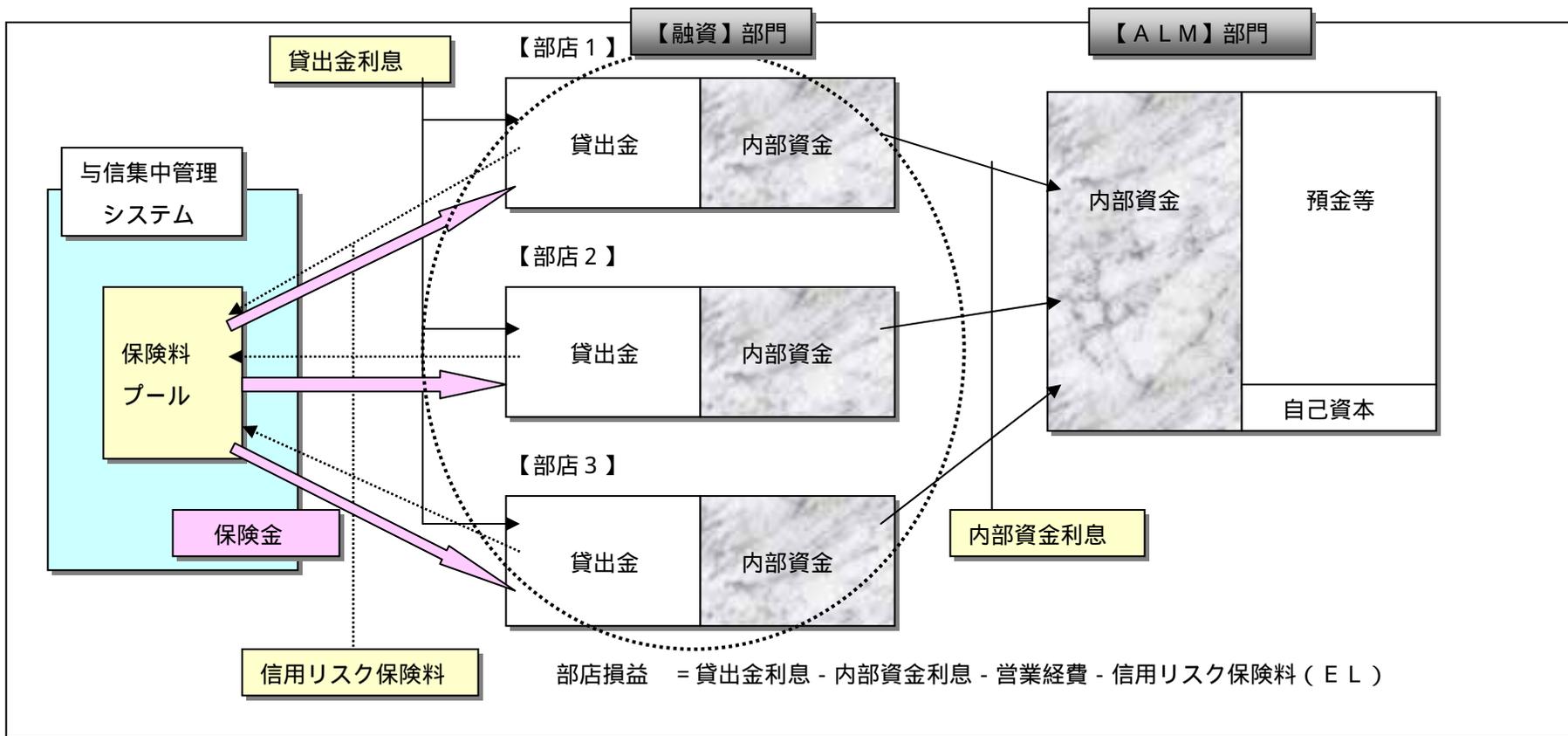
部門のパフォーマンス評価の方法 (公平性、部門の動機付け、部分最適と全体最適の考え方 等)

(参考) 全体管理と部門別管理の枠組み



(参考) 営業部店損益と与信集中管理システム

【要点】 融資部門のB/Sを営業部店に展開したとき、各部店毎に与信を分散して、信用リスク管理するのは不可能。与信を分散管理する機能を、与信集中管理システムによって「本部」に持たせる。(信用リスク構造は本部に移転) 各営業部店は、「本部」に保険料を払い、デフォルト損失発生時には、保険金の支払いを受ける仕組み。リスク調整後損益の意味は、保険料を控除すること。



4 . 保険業の統合リスク管理への参考事項

4 - 1 . 業務部門への分解

【保険会社全体】

現金預金	責任準備金 (保険)
有価証券	(年金)
貸付金	
その他資産	その他資金
	自己資本

【資産運用部門】

有価証券	内部資金 (運用)
貸付金	
その他資産	

【保険営業部門】

内部資金 (保険)	責任準備金 (保険)
----------------	-----------------

【ALM部門】

現金預金	内部資金 (保険)
内部資金 (運用)	
	その他資金
	自己資本

=

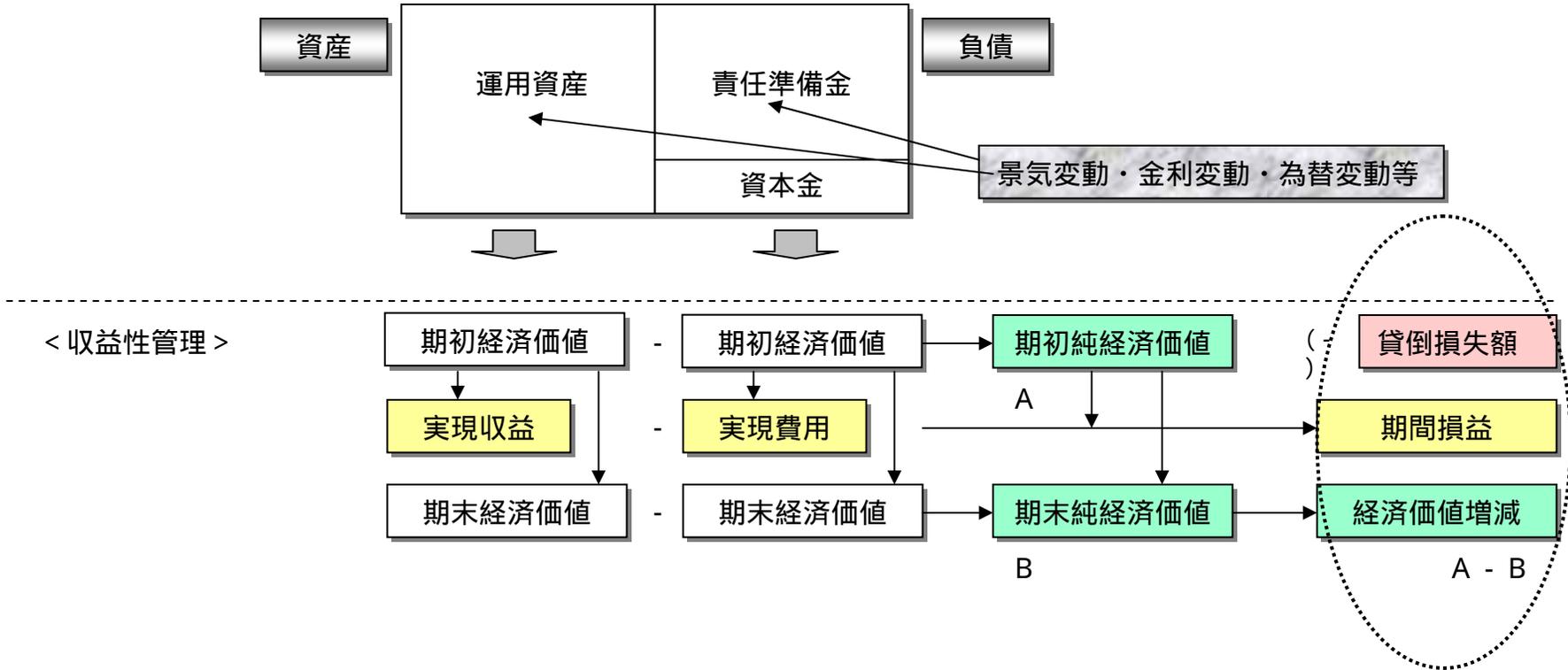
+

+

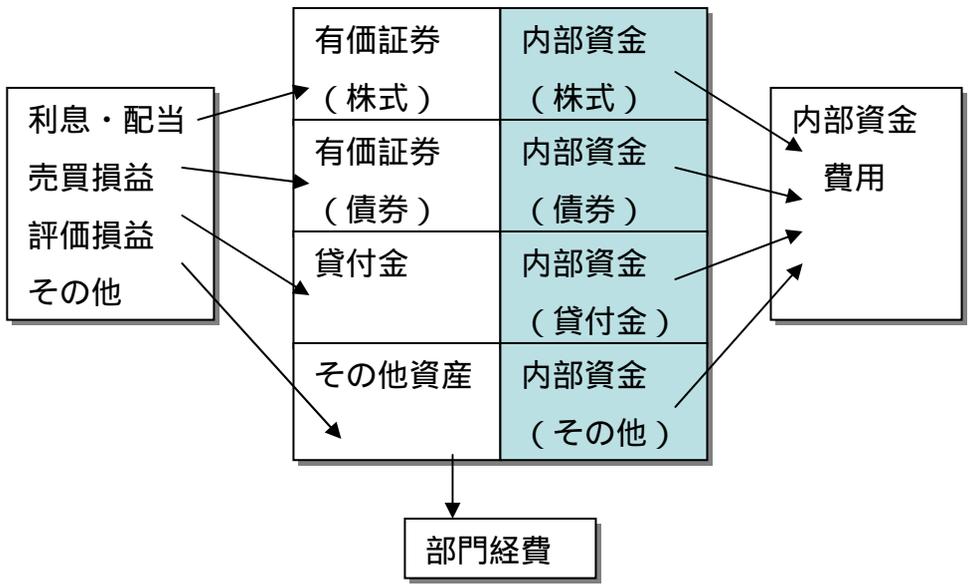


4 - 2 . 損益プロセス

【要旨】 期間損益プロセスと、期間中の経済価値増減を加算したプロセスで管理する



4 - 4 . 資産運用部門の収益・リスク管理



資産運用部門の損益は、

- ・運用商品区分毎に算定
- ・ベンチマーク運用に対して、どのくらい超過利益を上げているかを算定

(1) 損益計算

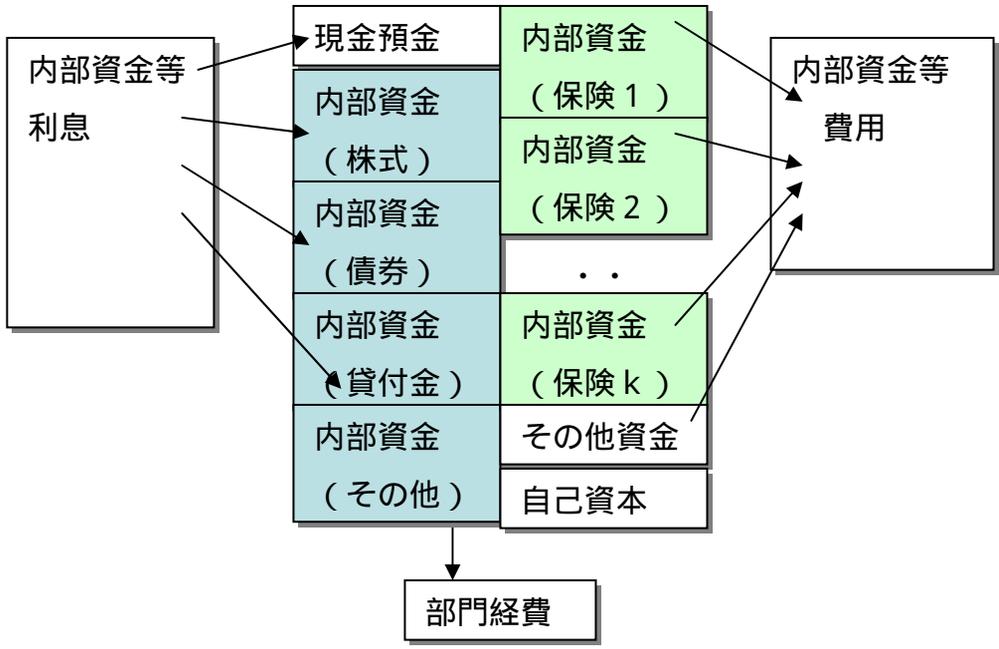
$$\text{収益} = \text{受取配当} \cdot \text{利息} + \text{売買} \cdot \text{評価損益}$$

$$\text{費用} = \text{内部資金 (インデックス) 費用} + \text{部門英費}$$

(2) リスク

上記損益の下ぶれの可能性

4 - 5 . A L M部門の収益・リスク管理



A L M部門損益は、

- ・ 予定利率で受入れた資金が、
- ・ 一定の資産・アロケーションの下で、ベンチマーク収益率どおりに運用されたとしたときの期間損益
- ・ 受入れた負債構造に対して、資産アロケーションの巧拙がポイント

(1) 損益計算

$$\text{損益} = \text{内部資金受取利息} - \text{内部資金支払利息}$$

(2) リスク

上記損益の下ぶれの可能性