

# アクチュアリーの新領域 ERMの現状と課題

先端数理科学研究科

松山直樹

2016年5月21日

OLIS-大阪大学保険フォーラム

# 古くて新しい？

- 1980年代の金融自由化のインパクト：  
「1980年時点では生命保険業は150年の伝統を誇っていたが、1990年時点ではたったの10年でしかない……（Richard M.Todd and Neil Wallace, FRB-Minneapolis Quarterly Review 1992）」
- 今日のマイナス金利も新たな転換点となるかもしれない

# アクチュアリー活動領域

- 第一領域：生保（年金）数理（18C～）
- 第二領域：損保数理（20C～）
- 第三領域：資産運用・ALM（20C中盤～）
- 第四領域：ERM, Enterprise Risk Management（21C～）
  - 国際資格CERA(Chartered Enterprise Risk Actuary)をCGA協定加盟国のアクチュアリー資格上に構築
  - CERA認定＝IAAコア・シラバス習得認定（FQA）＋CERAシラバス習得認定
  - 日本でも2012年から英国（IFA）のST9を利用したCERA資格認定を開始
  - ただし、「ST9シラバス＜CERAシラバス」のためCERA研修で補充

# CERAシラバス

- CERAシラバス:ERMに関する資格認定のために国際協定で規定
  1. ERMの概念と枠組み(ERMの概念、主要用語、等)
  2. ERMプロセス(リスクマネジメント・コントロールサイクル、ケーススタディ、等)
  3. リスクの分類と特定(リスクの意味、分類、等)
  4. リスク・モデリングとリスクの統合(コピュラ、等)
  5. リスク尺度(リスク・メトリック、その特性や限界、等)
  6. リスク・マネジメントのツールと技術(リスクの最適化、移転、削減、等)
  7. 経済資本(EC)(ECの評価、利用法、等)

# ERMの現状

Enterprise Risk Management

全社的リスク管理／統合的リスク管理

## ERMはこれまでのリスク管理と何が違うのか？

サイロ的 ⇒ 統合的

ブレーキだけ ⇒ アクセルも

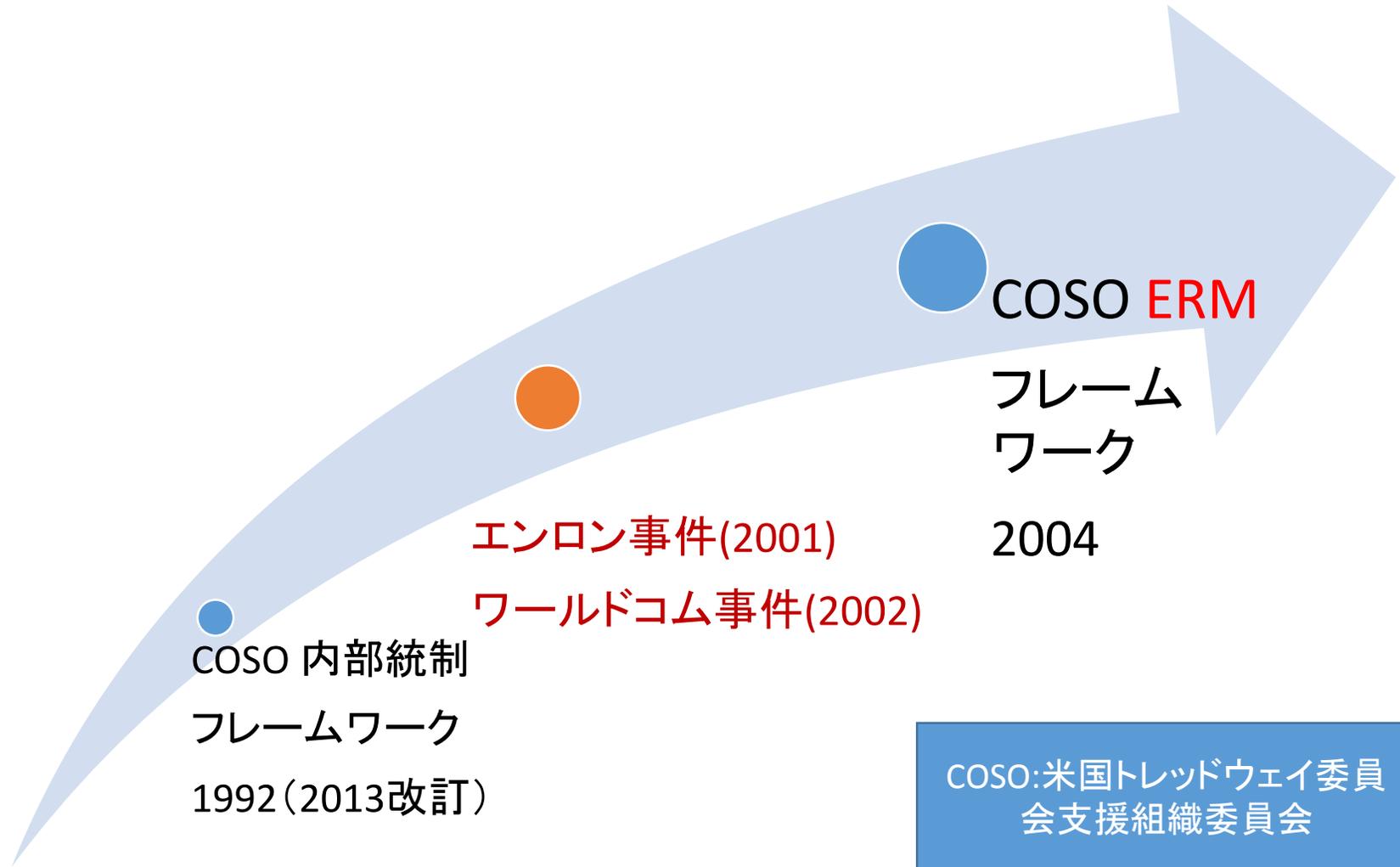
部分最適 ⇒ 全体最適

収益追求 ⇒ 価値創造



(出典) 根室市HP(明治公園 第1～第3サイロ)

# 内部統制からERMへ



COSO 内部統制  
フレームワーク  
1992 (2013改訂)

エンロン事件(2001)  
ワールドコム事件(2002)

COSO ERM  
フレーム  
ワーク  
2004

COSO: 米国トレッドウェイ委員  
会支援組織委員会

事業体の取締役会、経営者、その他の組織内のすべての者によって遂行され、事業体の戦略策定に適用され、事業体全体にわたって適用され、事業目的の達成に関する合理的な保証を与えるために事業体に影響を及ぼす発生可能な事象を識別し、事業体の**リスク選好**に応じてリスクの管理が実施できるように設計された一つのプロセス

## 構成要素

- 内部環境
- 目的設定
- 事象の識別
- リスク評価
- リスク対応
- 統制活動
- 情報と伝達
- モニタリング

## 組織目標

- 戦略
- 業務
- 報告
- コンプライアンス

## 事業体レベル

部門

事業単位

子会社…

# 様々なERMの枠組み

## 助言的枠組み(企業全般)

- COSO-ERM:2004
- AS/NZS4360:2004(豪州/ニュージーランド規格協会)
- ISO 31000:2009(国際標準化機構) 等々

## 規範的枠組み(保険特有)

- IAIS ICP:2011 (保険監督者国際機構)
- S&P 保険ERM段階別評価:2005~
- 金融庁 リスク選好に基づくPDCAサイクル:2014 等々

監督当局や格付会社の  
見方が大きく影響

## Note on ERM for capital and solvency purposes in the insurance industry, IAA(2009)

- 効果的なERM は**事業戦略**の策定と不可分
- ERM と事業計画サイクルの統合によって、会社の意思決定を**リスク調整後ベース**で行い、ERM 活動による完全なサポートと情報提供を受ける
- 企業の**事業戦略**に合致した年間の**リスク予算・資本の配分**をリスクタイプごとに実施
- 年度末の資本と業績の測定を**リスク調整後ベース**で行い、**価値創造**の全サイクルを完結

INSURANCE CORE PRINCIPLES, STANDARDS, GUIDANCE AND ASSESSMENT METHODOLOGY (2011.10 IAIS保険監督者国際機構)

- ICP16 ソルベンシー(保険金支払能力確保)目的のERM

<IAIS標準ERMフレームワーク>

「リスク管理方針」 → 「リスク許容度ステートメント」



Feedback Loop



「リスクとソルベンシーの自己評価(ORSA)」



Feedback Loop



「継続性分析」



「**経済資本と規制資本**」

- ICP7.6.11では報酬変動部分の業績基準としてRAPMに言及

## 規制資本 (RC: Regulatory Capital)

- 行政当局が健全性維持のために金融機関に保持を強制する資本の量(と質)
- 法令による画一的な方法で計算される

## 経済資本 (EC: Economic Capital)

- リスクテイクに際して損失補てんのために自主的に準備する資本の量(=**リスク量**)
- VaR(バリューアットリスク: 所与の確率で見込まれ最大損失額)等の市場整合的な方法で計算されたリスクの計測値
- 一般には、「経済資本 > 規制資本」がなりたつ

# 格付けのERM評価基準 (S&P2005)

## 極めて厳格 Excellent

- 事前に定めた許容範囲内で、リスク・エクスポージャーおよび損失を一貫した方法で極めて厳格に特定・測定・管理する能力がある。
- リスク調整後利益の最適化を実践していることが一貫して実証されている。
- リスクとリスク管理は経営陣の意思決定において常に重要な検討項目となっている

## 厳格 Strong

- 事前に定めた許容範囲内で、リスク・エクスポージャーおよび損失を一貫した方法で厳格に特定・測定・管理する能力がある。
- 「極めて厳格」のERM評価を得ている保険会社に比べて、許容水準を超える不測の損失を計上する可能性がやや高い。
- リスク調整後利益の最適化を実践している証拠はあるが、業界有数の実践企業ほどは進んでいない。
- 通常、リスクとリスク管理は経営陣の意思決定における重要な検討項目となっている。

# ERM Puzzle?

ERMの先進企業が  
何故経営危機に？

ING

(Excellent)

ベイルアウト

AIG

(Strong)

ベイルアウト

リーマンショック

2008

# ERM評価基準 (S&P2013)・・・大きな変化はない

## 非常に厳格 Very Strong

- 選択したリスク許容範囲内で、リスクエクスポージャーおよび損失を一貫した方法で非常に厳格に特定・測定・管理する能力がある。
- リスクコントロールプロセスが先進的であるとともに、一貫して適用され、効果的に実行されている。新技術を取り入れたり、環境の変化に適合させたりするために、リスクコントロールプロセスを継続的に発展させている。
- **リスク調整後利益の最適化を実践していることを示す一貫した証拠**がある。結果として、財務実績は総じて同業他社よりも強い。
- リスクとリスク管理が経営陣の意思決定に大きな影響を与えている。
- リスク許容範囲を超える水準の損失が、予想外に発生する可能性は極めて低い

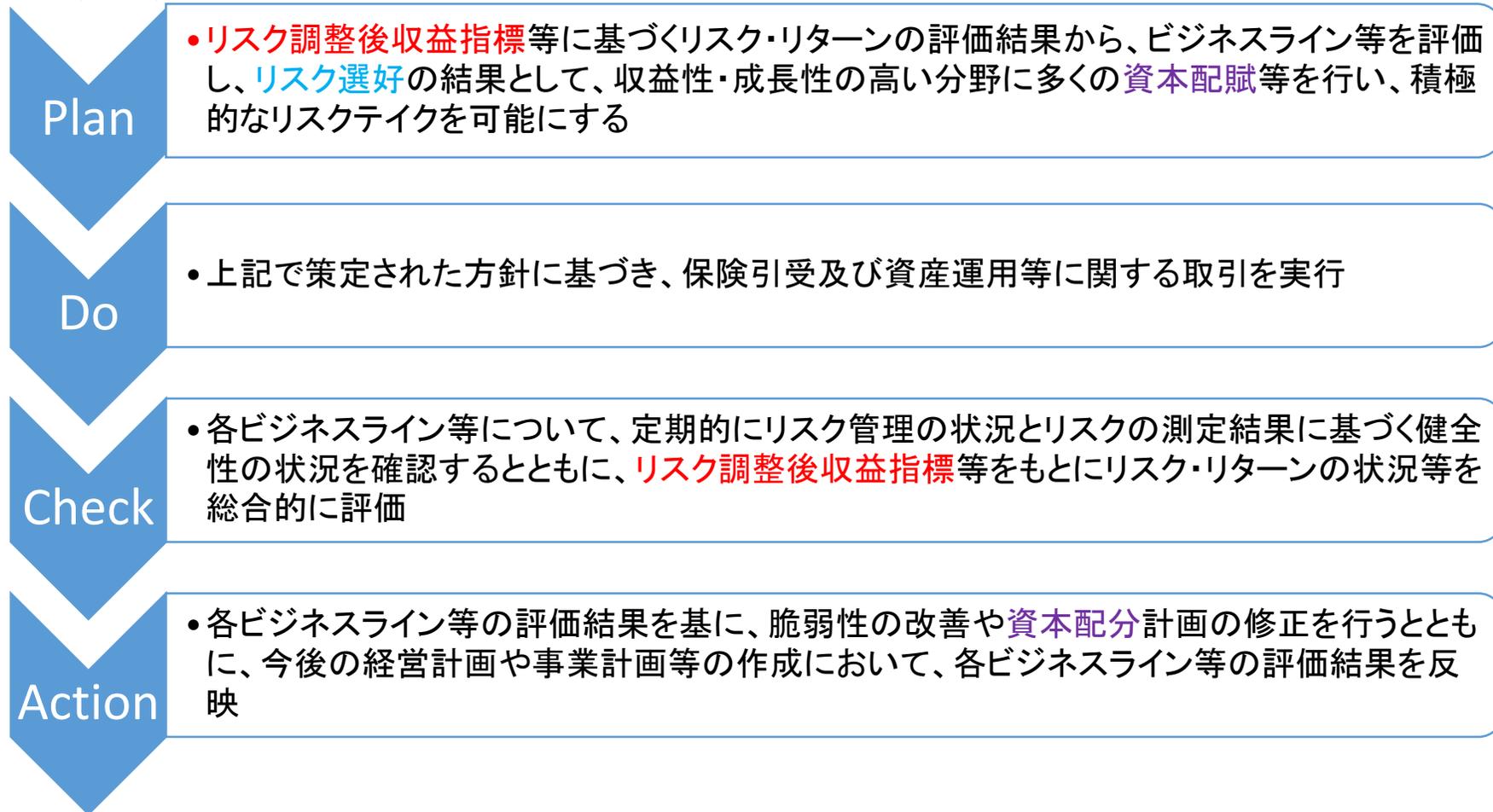
## 厳格 Strong

- 選択したリスク許容範囲内で、リスクエクスポージャーおよび損失を一貫した方法で厳格に特定・測定・管理する能力がある。
- **リスク調整後利益の最適化を実践している明確な証拠**はあるが、「非常に厳格」のERM評価を得ている保険会社ほどは進んでいないか、成功している実績がまだ短い。
- リスクとリスク管理が、経営陣の意思決定において重要な検討項目になっている。
- リスク許容範囲を超える水準の損失が、予想外に発生する可能性が、ERM評価が「非常に厳格」の保険会社に比べて、やや高い

# ERMのPDCAサイクル(金融庁2014)

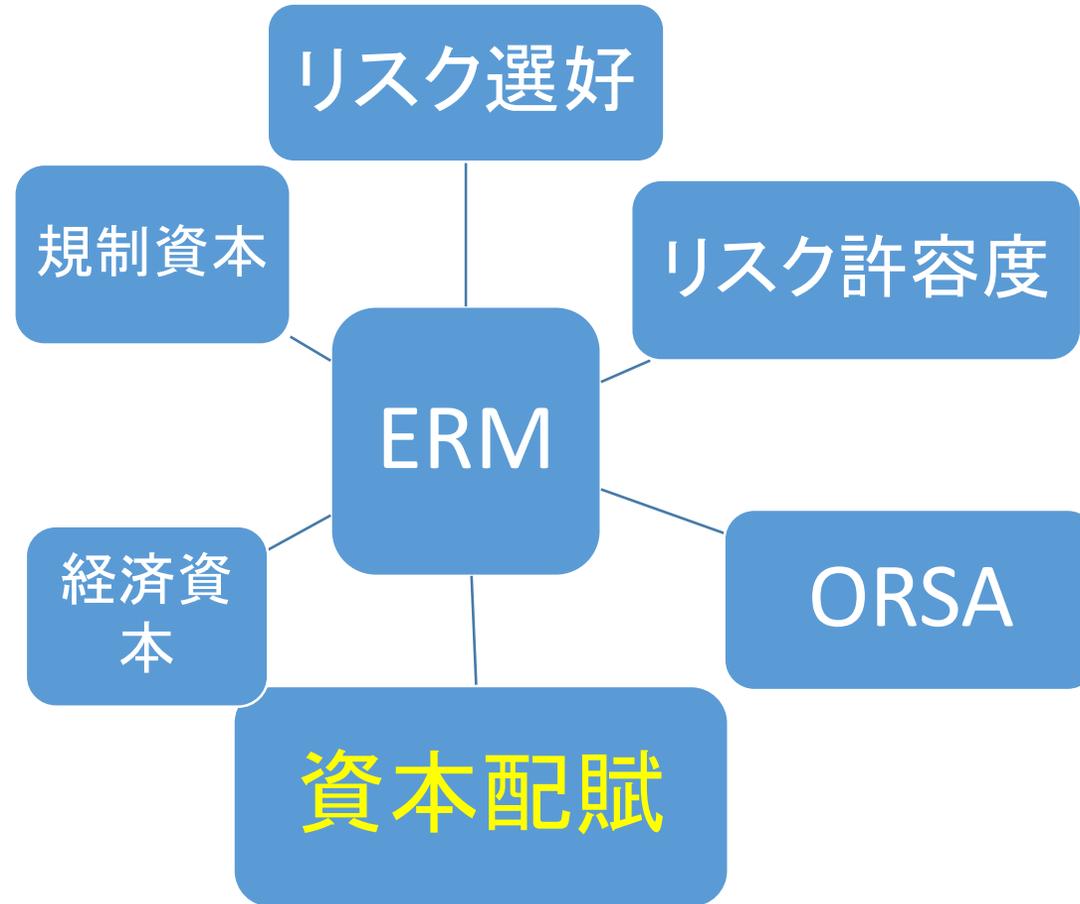
ICPよりもS&P  
寄り

統合リスク管理(ERM)体制ヒアリング報告書(2014)



# ERMの課題

ERM Puzzleについての一つの見方:  
リスク調整後収益の問題点



# 経済資本 (EC) の配賦

- ERMにおける典型的なEC活用目的は、各部門へのEC配賦とそれによる部門別パフォーマンス管理を通じた資本利用効率の改善
- ここで注意しなければならないのは、リスクの分散効果の存在 (⇔悪いことは同時にはおきにくい)
- これにより、部門ごとに測定したECの和は、全体で測定したECよりも大きくなること ( $\sum \text{部門別EC} \geq \text{全社EC}$ ) から配賦の問題が生ずる
- このため、どのようにECを部門に配賦するかが問題となる

# 資本配賦原理とRAPM

- 資本配賦原理
  - 部門ウェイト:  $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n), 1 = \sum_{i=1}^n \lambda_i$
  - 企業収益モデル:  $X(\lambda) = \sum_{i=1}^n \lambda_i X_i$  ( $X_i$ : 部門(i)の単位あたり収益)
  - リスク尺度  $\rho$  に基づく単位あたり資本配賦 ( $\pi_i(\lambda)$ ):  $\sum_{i=1}^n \lambda_i \pi_i(\lambda) = \rho(X(\lambda))$
- 標準的な資本配賦原理  $\Rightarrow$  オイラー原理 (勾配による配分):  $\pi_i(\lambda) = \frac{\partial}{\partial \lambda_i} \rho(X(\lambda))$
- パフォーマンス計測に適した資本配賦原理はオイラー原理に限る (Tasche (2000))
  - パフォーマンス計測指標 ( $E/\rho$ ): リターン/経済資本、RORAC (リスク調整後資本収益率)
  - $\frac{\partial}{\partial \lambda_i} (E[X(\lambda)]/\rho(X(\lambda))) > 0$  if  $E[X_i]/\pi_i(\lambda) > E[X(\lambda)]/\rho(X(\lambda))$ : 全体よりパフォーマンスが良い
  - $\frac{\partial}{\partial \lambda_i} (E[X(\lambda)]/\rho(X(\lambda))) < 0$  if  $E[X_i]/\pi_i(\lambda) < E[X(\lambda)]/\rho(X(\lambda))$ : 全体よりパフォーマンスが悪い
    - $\Leftrightarrow$  全体指標  $<$  部門指標なら当該部門ウェイト増で全体指標改善 ( $>$ なら逆)
- 標準的な資本配賦原理はRORAC最大化と結びついている
- リスクを考慮したパフォーマンス計測指標をRAPM (リスク調整後パフォーマンス指標) と呼ぶ

# リスク調整後収益指標 (RAPM)

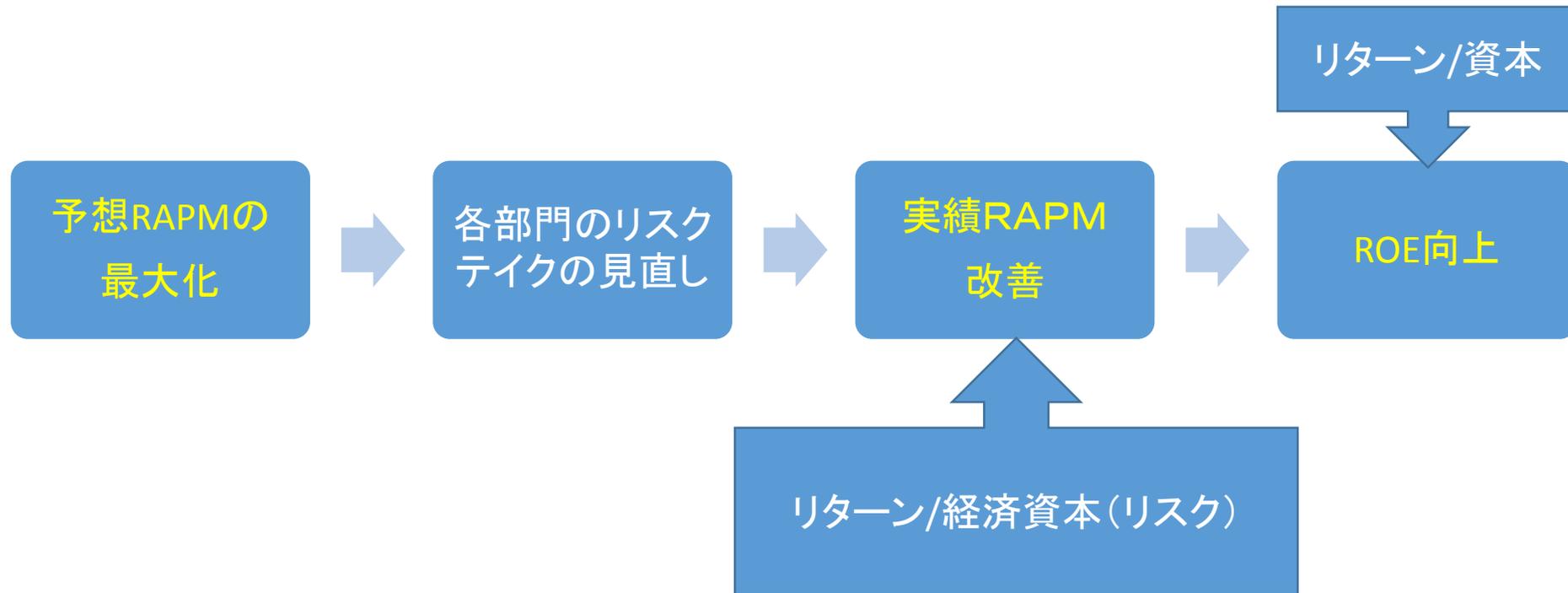
## 除算型RAPM (ERMでは一般的)

- (期待) 収益 ÷ 経済資本 (リスク量)
- 例: **RORAC** (ROR: Return on Riskともいう)

## 減算型RAPM

- (期待) 収益 - 資本コスト率 × 経済資本 (リスク量)
- 例: EVA, SVA

# RAPMに期待される役割



# RAPMの原型・・・悪い予感

- シャープ・レシオ(リターン\*/標準偏差)は、RAPM(リスク調整後収益指標)の原型であるが、意思決定上の不都合が起こりうることはよく知られている(\*非危険利子控除後)
- シャープ・レシオの悪戯(J.P.Danthine and J.G.Donaldson)

収益	10	100	2000
Aでの生起確率	0.4	0.6	0
Bでの生起確率	0.4	0.4	0.2

- ここで、 $E_A=64$ 、 $\sigma_A=44$ 、 $E_B=444$ 、 $\sigma_B=779$
- シャープ・レシオはAが1.45、Bが0.57でAが優位？
- リスク指標の洗練で問題は解消するか？
- 今日では、リスク指標は、標準偏差よりもリスクテイクに必要な資本量を意味するリスク尺度を用いることが一般的

# リスク・リターン・アプローチ

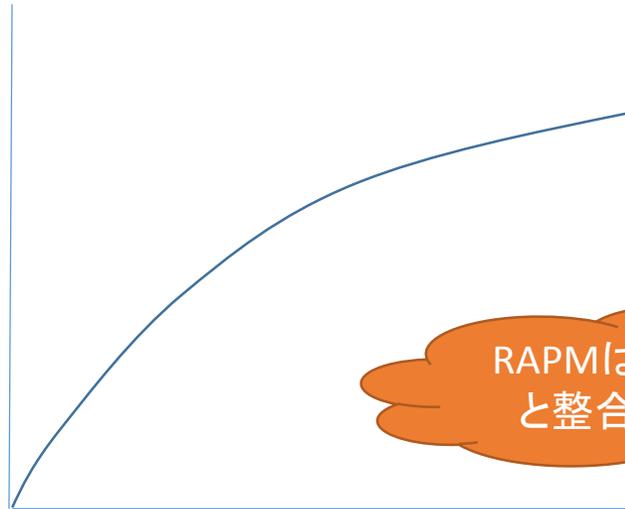
- 今日、不確実性下での意思決定で最も一般的なのが、Markowitz起源のリスク・リターン・アプローチ
- リターン指標  $E[X]$ 
  - 期待収益
- リスク指標：モーメント
  - 標準偏差、LPM
- リスク尺度  $\rho(X)$ ：必要資本 ( $X$ : 収益の確率変数,  $\alpha$ : 信頼水準)
  - VaR(バリュエアットリスク);  $\text{VaR}_\alpha(X) = -\inf\{t \in \mathbb{R} : P(X > t) \leq 1 - \alpha\}$
  - ES(期待ショートフォール);  $\text{ES}_\alpha(X) = E[-X | X < \text{VaR}_\alpha(X)]$
- より低リスクでより高リターンの投資を選好

所与の確率で起こる最大損失

所与の確率以下で起こる損失の期待値

# 不確実性下の意思決定の基本原則

リスク回避型の自然な効用関数  
 $U(X)$  (上凸: CONCAVE)



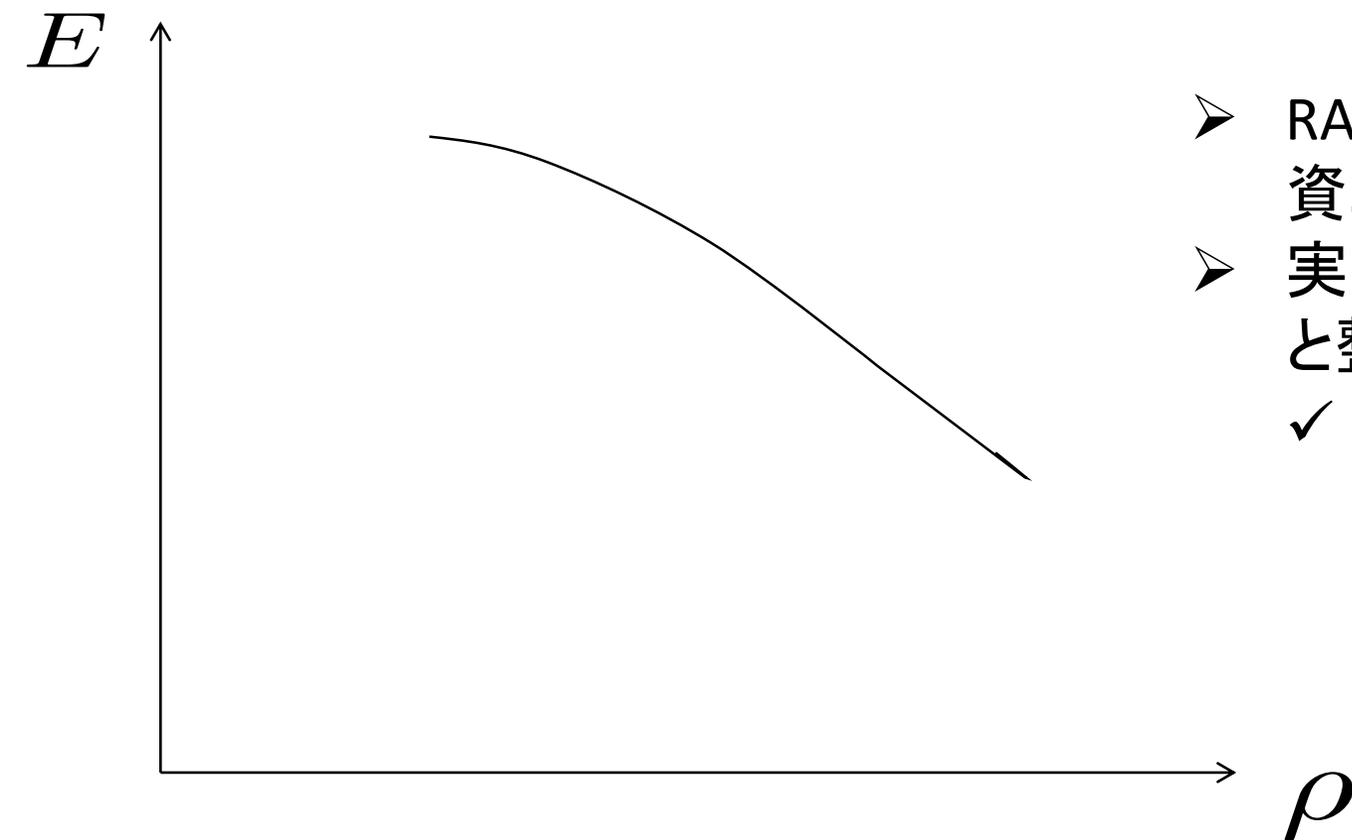
不確実性下での意思決定原理

効用 $U(X)$ の期待値 $E[U(X)]$ を  
最大化  
(VNM期待効用原理)

RAPMは期待効用原理  
と整合的であるべき

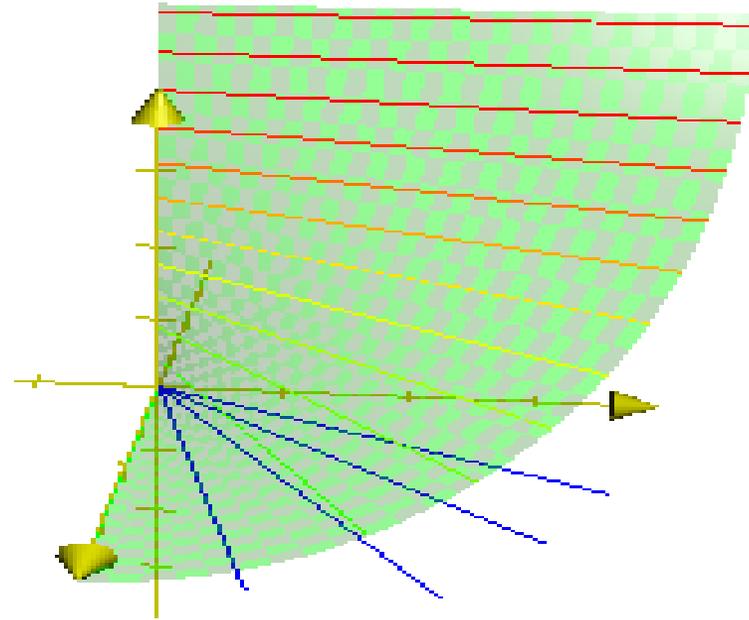
RAPMとConcave期待効用の整合性を  
どのように示したらよいか？

# RAPMが効用と集合的整合性をもつユニバース



- RAPMと効用関数族との集合的整合性は投資ユニバース制約をもたらす
- 実際、ESを用いるRAPMがConcave効用全体と整合的なら投資ユニバースは**単調**(左図)
  - ✓ 単調なユニバース上ではトレードオフ関数である**RAPMは不要**

# RORACと合同な期待効用曲面：螺旋面



# < 結論 > RAPMの正しい使い方

- コミュニケーション・ツールとしては有用
  - RAPMは簡便でわかりやすい指標であるため、組織内のコミュニケーション・ツールや投資対象の大まかな絞り込みの指標として有用
  - 元来は、給与の業績比例給の指標として開発された経緯（バンカース・トラストのRAROC）
- **最適化指標**や**経営目標**としては**不適切**
  - いくつかの規範的なERMの枠組みが推奨するRAPMの最適化（制約条件下での最大化）や経営目標化は、期待効用原理と整合せず経済合理性を保証できない（特にRORAC）
- 重要な意思決定では、RAPMのような簡易指標に頼るのではなく、損益の**確率分布全体の形状**を踏まえた判断が必要（ストレステストも重要）

”万人が認めるERMの定義は無く、またそうした定義はERMのコンセプトからいってありえないのかもしれない“

IAA(2009) ,Note on ERM for capital and solvency purposes in the insurance industry

- [1] Peter C.Fishburn(1977),Mean-Risk Analysis with Risk Associated with Below-Target Returns,*The American Economic Review*,Vol.67,No2,116-117
- [2] Jonathan E.Ingersoll,Jr. (1986), Theory of Financial Decision Making,  
*Rowman & Littlefield Publishers*
- [3] Dirk Tasche(2000), Risk contributions and performance measurement,  
*Preprint,Department of Mathematics,TU-München*
- [4] Alexander J. McNeil, Rüdiger Frey, & Paul Embrechts (2006),Quantitative Risk Management:Concepts, Techniques, and Tools,*Cambridge university press*
- [5] IAA(2009) ,Note on ERM for capital and solvency purposes in the insurance industry
- [6]IAIS(2011), INSURANCE CORE PRINCIPLES, STANDARDS, GUIDANCE AND ASSESSMENT METHODOLOGY
- [7]山井康浩・吉羽要直(2001),リスク指標の性質に関する理論的整理-VaRと期待ショートフォールの比較分析-,*金融研究*,20,2,95-132
- [8]S&P(2013),ERMの評価手法,格付け基準;保険会社;一般
- [9]金融庁(2014),統合的リスク管理態勢ヒアリングの実施とその結果概要について—ORSAレポートの作成及び提出に関する試行—
- [10]稲葉・松山(2016),ERMの枠組みにおけるRAPM最適化に関する一考察,JARIPプロセスディングス(刊行予定)

ご清聴ありがとうございました

