

複雑性の科学 (Complexity science) の リスク選好とエマージングリスクへの応用

ミリマン
吉村 雅明

2012年12月4日
日本アクチュアリー会例会

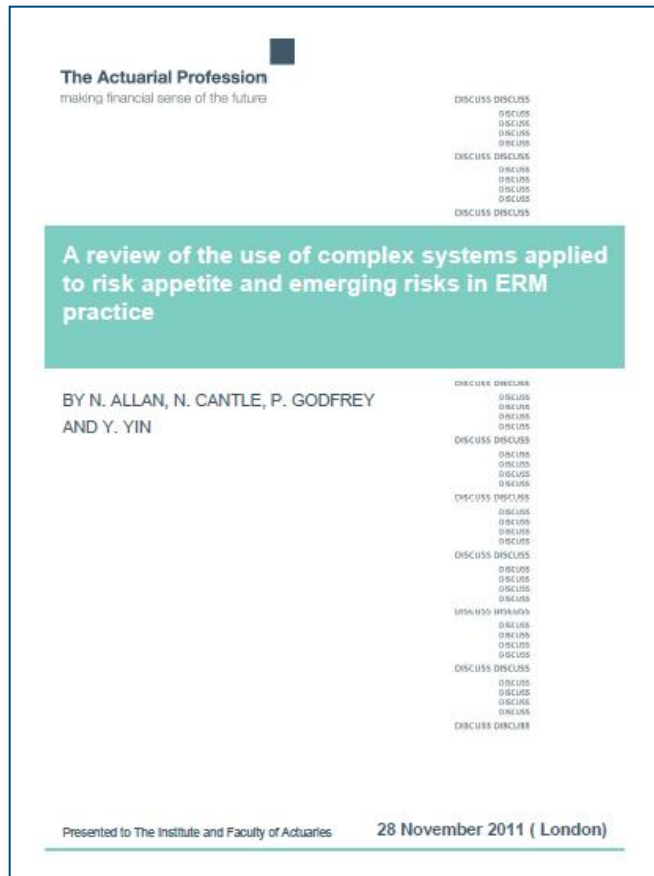
目次

- 複雑性の科学の応用
 - Introduction
 - Systems
 - Risk Appetite
 - Emerging Risk
 - リスク進化の樹形図の作成と検証 (Construction and Verification of a Tree of Risk Evolution)
 - Case Study: アイルランドと英国の事業を持つ保険会社
 - Summary

複雑性の科学の応用

Introduction

本日はご紹介するリサーチペーパーについて



- Title

- A review of the use of complex systems applied to risk appetite and emerging risks in ERM practice

- Author

- N. ALLAN
- N. CANTLE,
- P. GODFREY
- Y. YIN

リサーチペーパー作成の経緯

- 英国アクチュアリーはERMを、特に金融セクターにおける、成長分野と認識
 - アクチュアリーの実務や経験にフィット
 - 他の専門家との協働により、従来の専門領域を拡大するチャンス
- 2010年～2011年にERMに関する調査・研究を促進する目的で基金を設け、金融サービスセクターに対する幅広い戦略的な価値を持つ調査・研究のテーマを募集
- MillimanとBristol、Bath大学のSystems Centreが選定された

解決を求められた問題

- 以下の2つのERMに関する問題：
 - 企業は「リスク選好」を、そのアウトプットが実務的な形でなければいけないという必要性を十分に踏まえ、どのように定義し、使用すればよいか？
 - 企業は「定義しにくいリスク(Hard to define risks)」をどのように認識し評価すべきか？ どのような手法があって、実務上どのように使えるのか？ この課題はおそらく、Walkerレポートの内容で言えば、エマージングリスクならびに戦略リスクの報告に関する実務的な手法と関連づけることができるであろう

なぜこれらが問題か

- 「リスク選好」は事業活動をコントロールして、その事業成果の不確実さを一定範囲に維持するもの
 - どうやって、それぞれの事業活動の影響が判るのか？
 - どうやって、現時点のリスクレベルが判るのか？
- エマージングリスク
 - ラムズフェルドの迷言
 - いたるところにブラック・スワン？
 - 何を見たら良いか判らないものを、どうやって見れるのか？

Walkerレポートとは

- 英国財務省が、金融機関におけるガバナンスの検討をデヴィット・ウォーカー卿に委嘱し、2009年11月にウォーカー報告書(A review of corporate governance in UK banks and other financial industry entities final recommendations)を公表
- 181頁のレポート中「リスク選好(Risk appetite)」は30個!

Walkerレポートで例示された「リスク選好」算定の手法

The approach to some form of calibration of risk appetite might include one or a combination of:

- Preferred risk asset ratios
- Value at risk
- Target agency ratings for the entity
- A system of risk or exposure limits including metrics for the range of tolerance for bad and doubtful debts through the cycle
- Concentrations in risk positions
- Leverage ratios
- Economic capital measures and acceptable stress losses and the results of stress and scenario analysis

出典: A review of corporate governance in UK banks and other financial industry entities, Final recommendations, 26 November 2009

複雑性の科学の応用

Systems

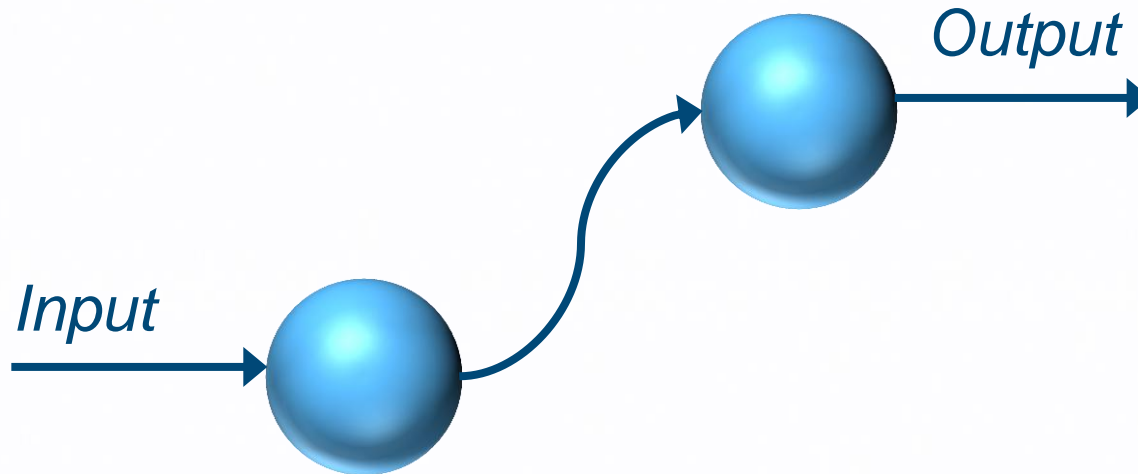
リスクの正しい見方 (The Right Perspective)

- 企業のレベルで近代的なリスク問題の解決を図るためには：
 - 包括的な視点でなければならない
 - 変化に適応しなければならない
 - 非線形に対処できる (Cope with non-linearity)
 - 認知バイアス (Cognitive biases) の存在を認識する

システム (Systems)

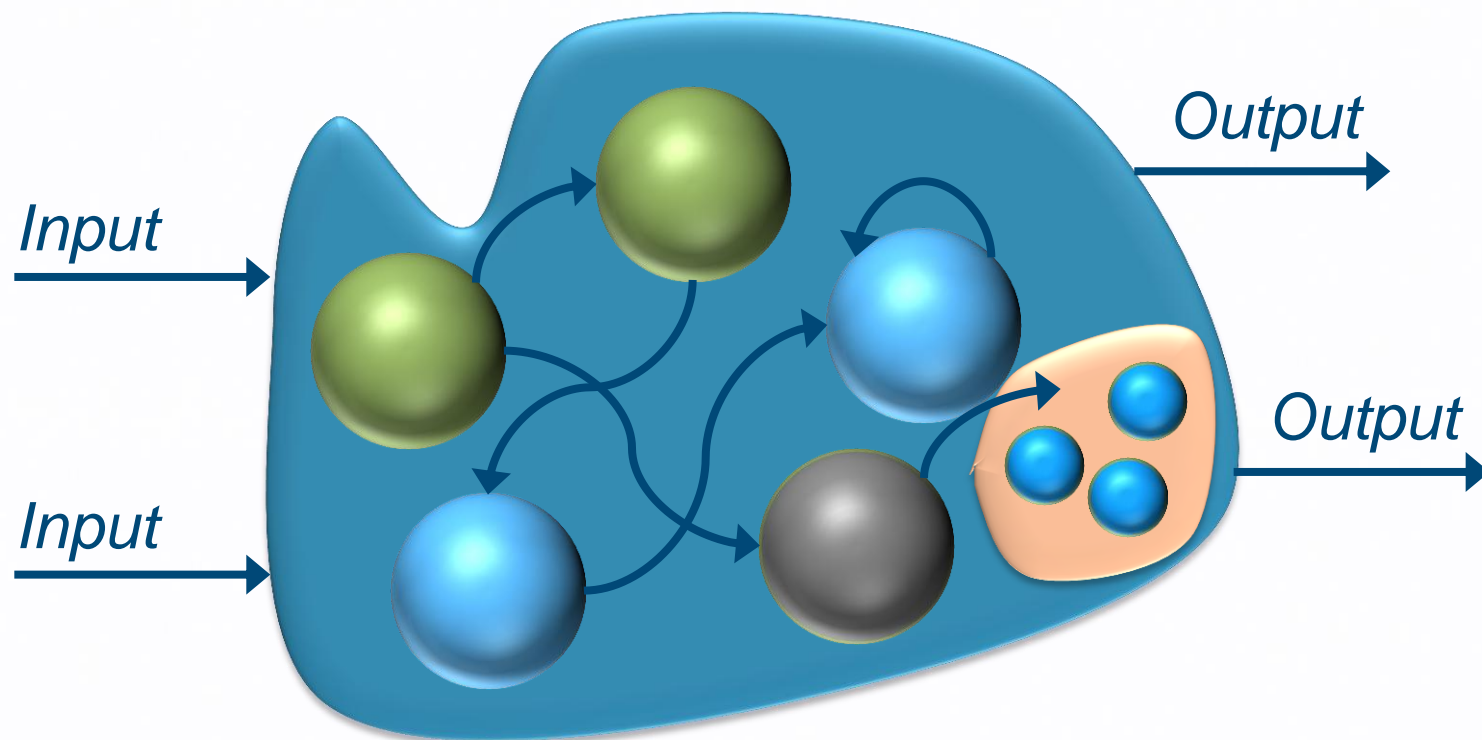
- システムの研究によって、複雑な問題の分析をする方法が与えられる
- 企業は(オープンな)「複雑適応系 (Complex adaptive system)」である
- 主な特性は: 出現・発生 (Emergence); 適応 (Adaptation); 非線形 (Non-linearity)
- いろいろ異なる分野で広く研究されている
- システム研究のツールにより:
 - 現れつつある性質を特定し理解できる
 - どのようにシステムが、その構成要素の主たる相互作用によってワークするか記述することができる
 - 異なるものの見方を一緒につなぐことができる (Link different perspectives together)

システム入門 (Introduction to Systems)



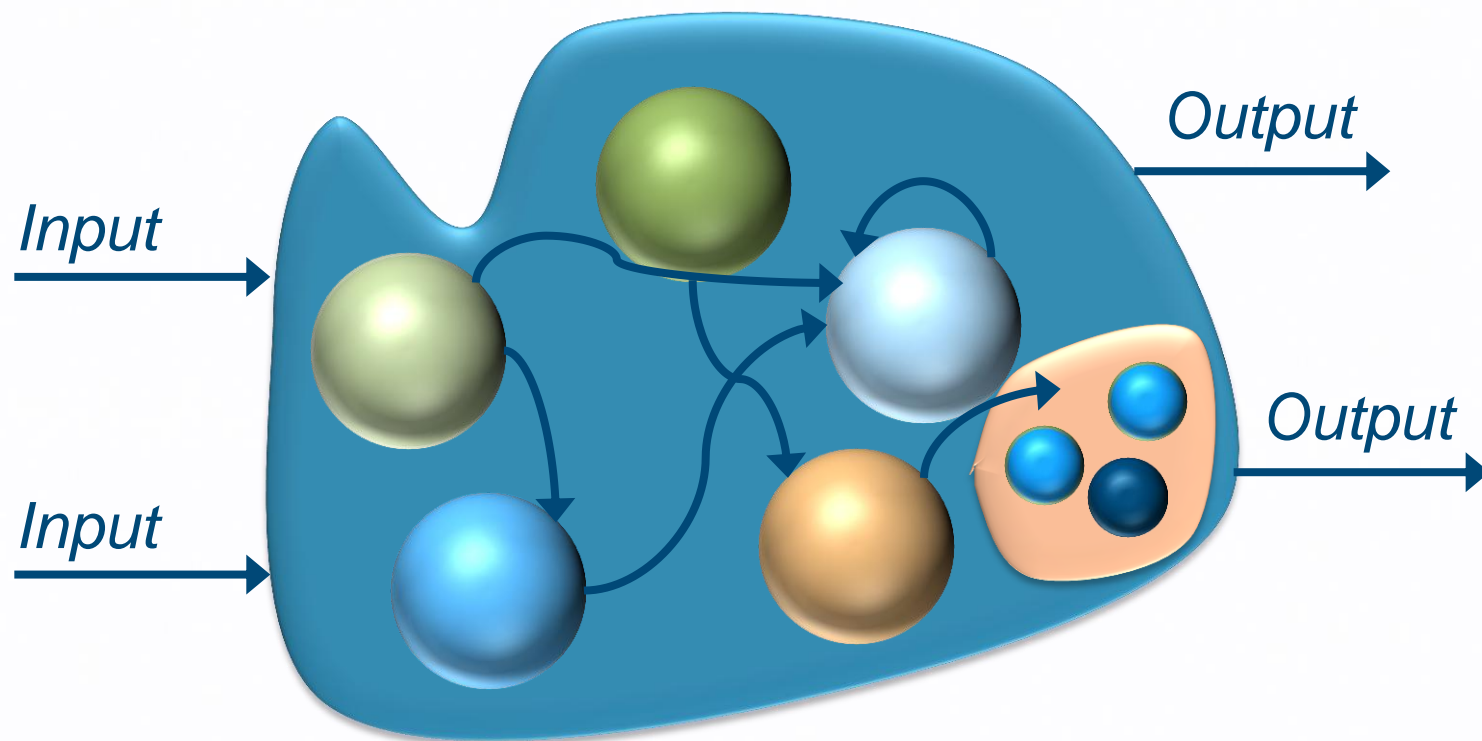
ある目的のために相互接続した構成要素 (Components) の集まり

システム入門 (Introduction to Systems)



複雑系 (Complex System) – フィードバック、サブシステム等

システム入門 (Introduction to Systems)



複雑適応系 (Complex Adaptive System) — 構造変化

複雑適応系 (CAS: Complex Adaptive System) の特徴

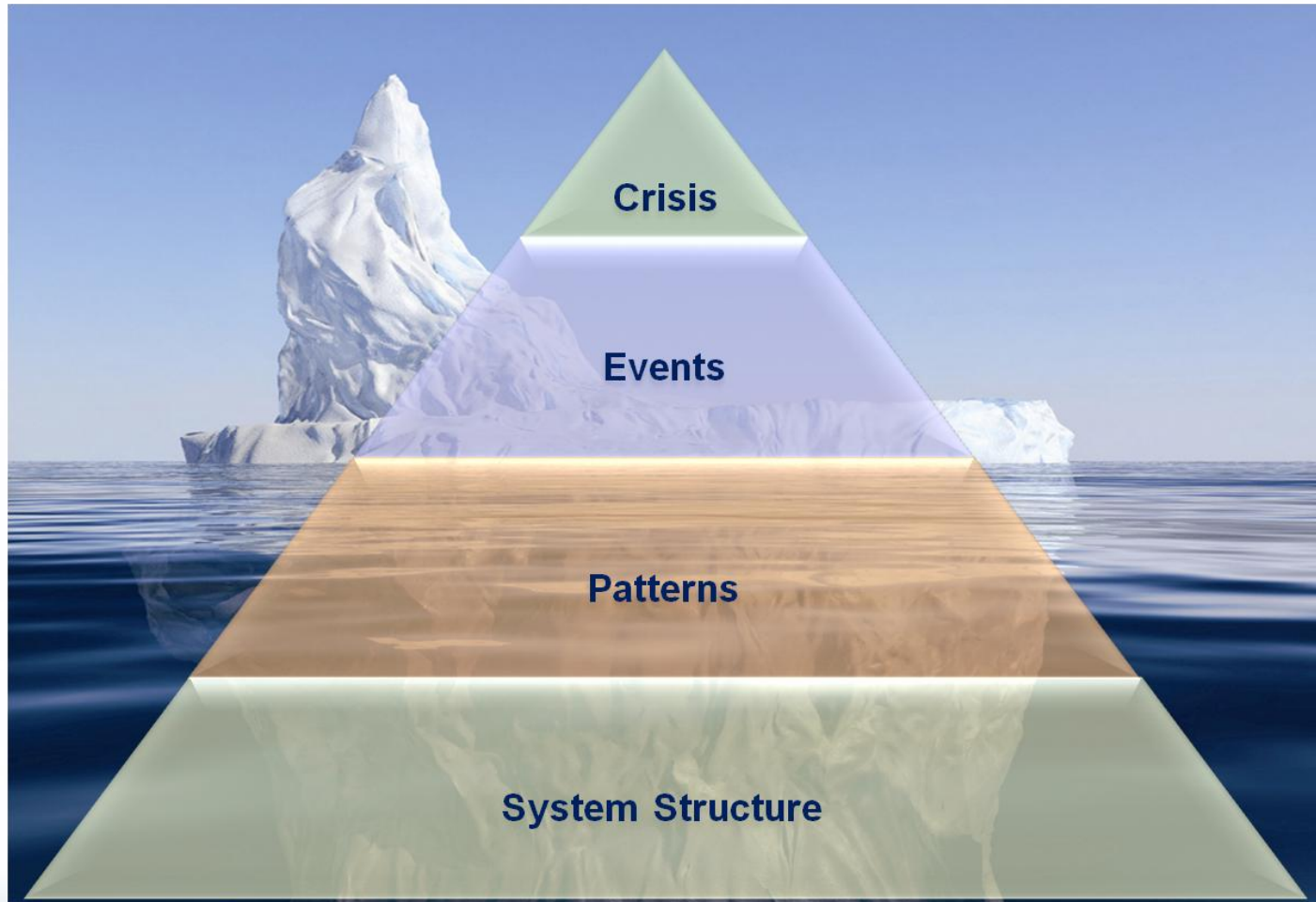
- 目的を持つ (Has a purpose)
- 出現 (Emergence) — 部分 (Sub components) が持っていない特徴を全体 (The whole) が持つ
- 自己組織化 (Self Organization) — 構造 (Structure) と階層 (Hierarchy) を持ち、自発的に変化する。レバレッジポイントはあまりない
- 相互作用するフィードバックループ — 非線形の挙動の原因
- 直感に反する、意図せざる結果
- 崩壊 (Collapse) の前に転換点 (Tipping point) や危機的な複雑さの限界 (Critical complexity limit) が見られる
- 進化し、過去の経緯が重要 (Evolves and history is important)
- 原因と兆候のつながりが判りにくい (Cause and symptom separated in time and space)

リスクへの応用 (Applied to Risk)

- リスクは予期せぬ複雑適応系 (CAS) の特性の現れ
- リスクは、多くの要因の複雑な相互作用を伴い、時間をかけて出現する一つのプロセス
- リスクには多面的な特性 (Multiple-characteristics) がある
- リスクには構造と階層がある
- リスク評価には人間的バイアス (Human bias) が付き物
- エマージングリスクは過去のシステムパフォーマンス (The past system performance) の一つの機能・作用 (Function)

理解のレベル(Level of Understanding)

兆候
↓
原因
↓
意味づけ
↓
理解



複雑性の科学の応用

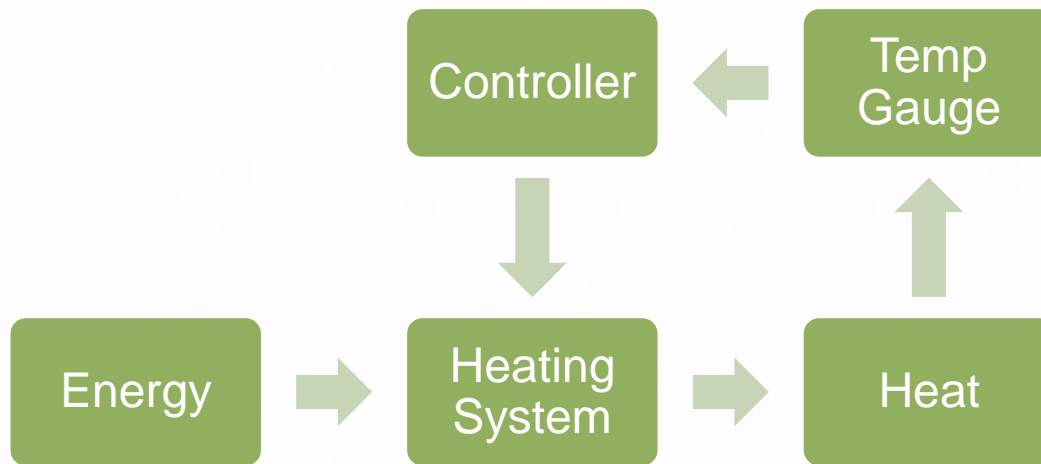
Risk Appetite

リスク選好 (Risk Appetite) — この場での定義

- 不確実性＝将来の状態の意見の一致に至るような正確で完全な知見がないこと
- リスク＝該当者にとって、一定の可能性の中に望ましくない結果(ロス)が含まれる不確実な状態
- リスク選好＝「自らの戦略目標を達成することに関連して一連の相互に連結した不確実性を受容することを指向し満足すること(Our comfort and preference for accepting a series of interconnected uncertainties related to achieving our strategic goals)」
- リスクリミット＝リスク選好の範囲内でパフォーマンスを維持するために設定される運営上の制限(Operational restrictions)

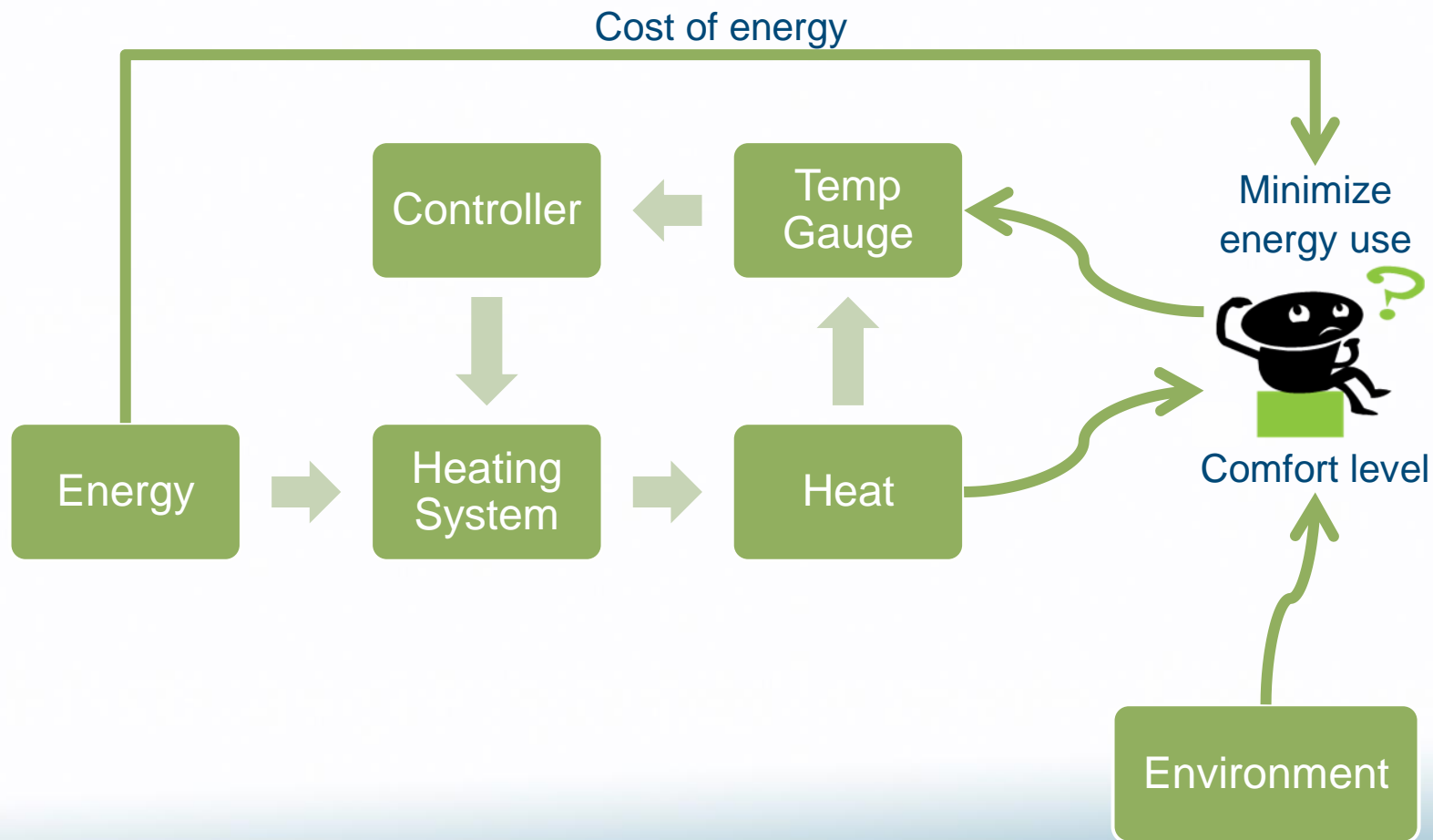
理想的な暖房装置 (Idealized Heating System)

- 窓のない一部屋だけの暖房を考えると、適温の維持は難しくないかも知れないが・・・

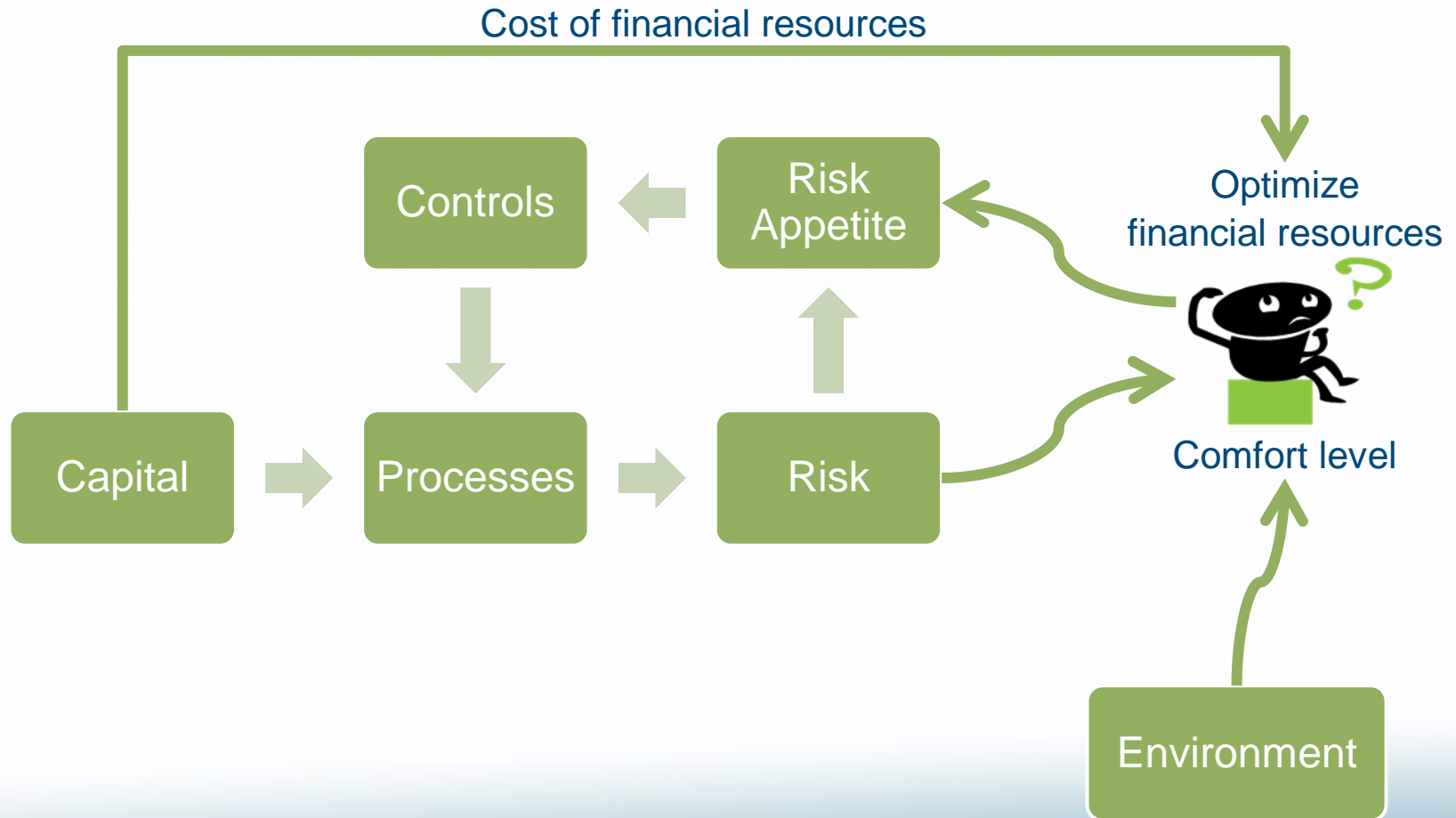


現実の暖房装置 (Real World Heating System)

- 大きなビルの空調を考えるといろいろな問題が・・・



ビジネスを暖房装置になぞらえると



トップからのリスク選好 (From the top)

- リスク選好の次元・座標 (Dimensions of risk appetite)
 - バランスシート
 - 収益などの“フロー”
 - レピュテーションや社会的影響等の非財務 (Non-financial) 要因
- 取締役会 (Board) の重要な価値基準 (Key value) が中心
- リスクの許容限度と源泉を表明 (Express acceptable amount and sources of risk)

トップからのリスク選好 (From the top)

例示:

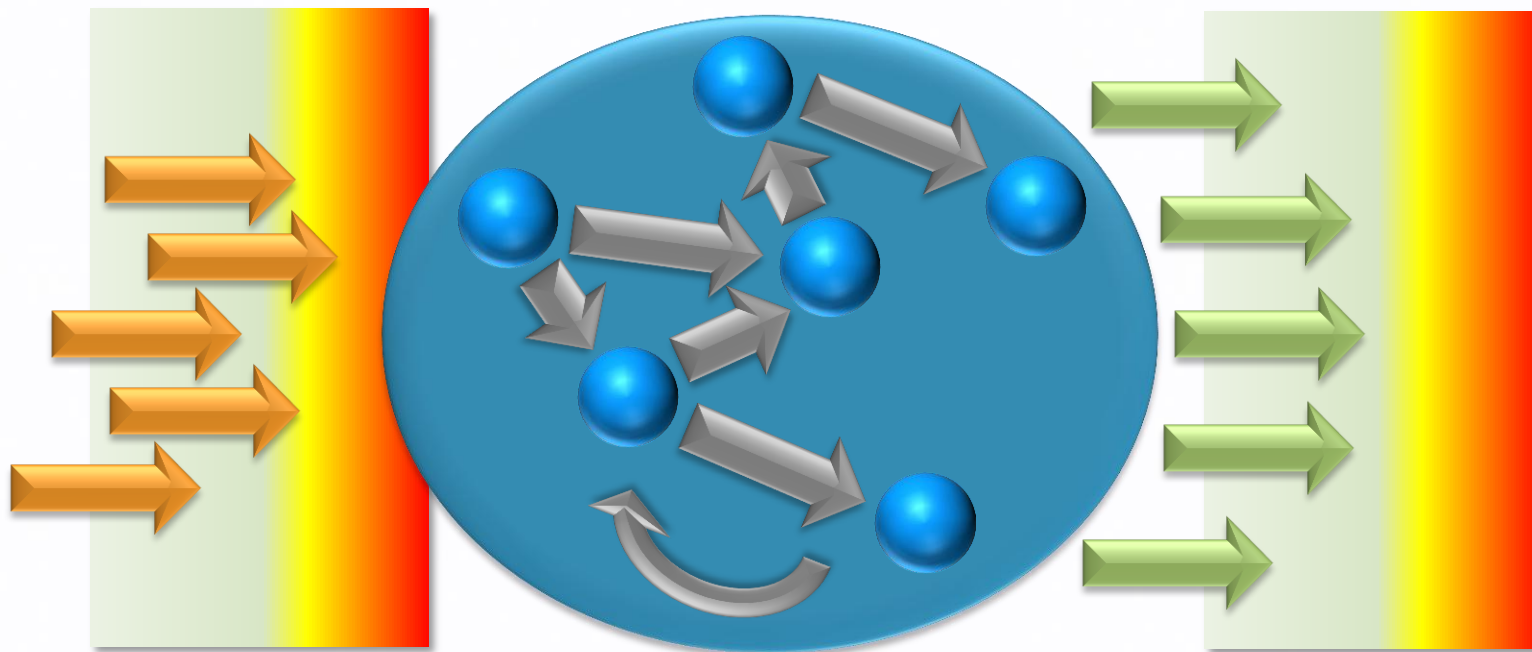
- 通常の状態においてAA格付けを保つのに十分な資本を維持することを取締役会は想定している
- 25年に一度のイベントの後でも、少なくともBBB格付けを保つのに十分な資本を維持することを取締役会は想定している
- 通常の状態において、計画どおり収益を獲得する
- 10年に一度のイベントの後でも、少なくとも計画の75%の収益を獲得する
- 行政当局からのお咎めやレピュテーションに影響することはあってはならない

リスク選好を考える上での課題

多様なインプットを
制約する必要がある...

...インプットされたアクションは
多様で複雑な適応的インタラクション
(Multiple complex adaptive
interactions) のプロセスを経て...

...リスク選好の範囲内で
多様な結果が生み出される



これは本質的に、規模が大きく、複雑な多目的最適化
(Multi-objective optimization) であると同時に、そのコントロールへの挑戦と言える

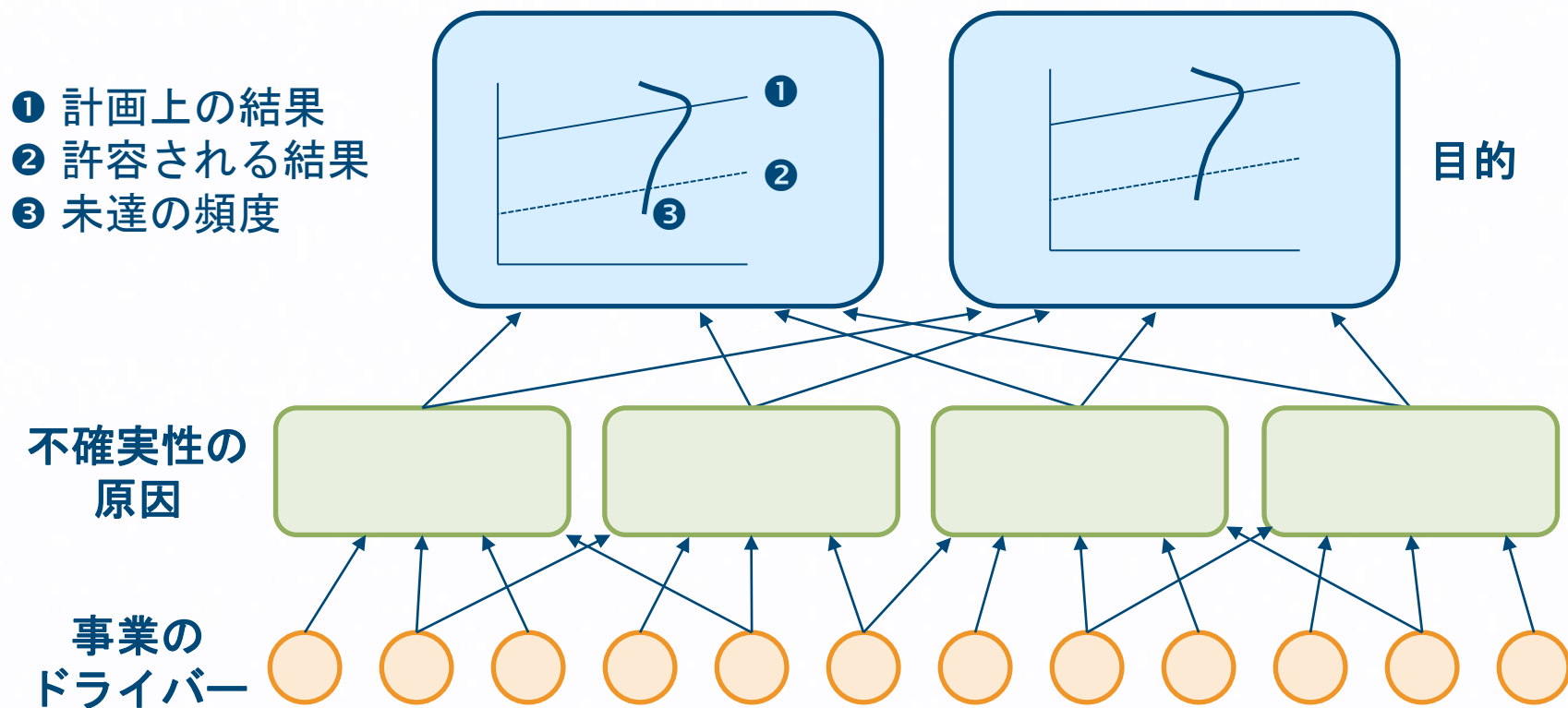
リスク選好の課題解決には

- 以下のような解決策を探したが...
 - 非線形の依存関係 (Non-linear dependencies) に対応
 - 適応 (Adapt) と学習 (Learn)
 - 幅広い関係者と効果的なコミュニケーションが可能
 - 幅広い業種に適用可能

リスク選好のプロセス (Risk Appetite Process)

- 不確実性が問題となる事業目標の合意 (Agree business goals for which uncertainty matters)
- どれだけの不確実性を許容できるか記述 (Describe how much uncertainty you are comfortable with)
- 不確実性の原因を特定 (Identify the possible sources of uncertainty)
- システムの動作を記述 (Describe how that system works)
- 望ましい不確実性の範囲でパフォーマンスを維持するリミットを設定 (Establish limits which maintain performance within desired range of uncertainty)
- リスク受容能力 (Risk capacity) の測定とリスク選好に対する、その利用率 (Utilization) 測定のサイクル

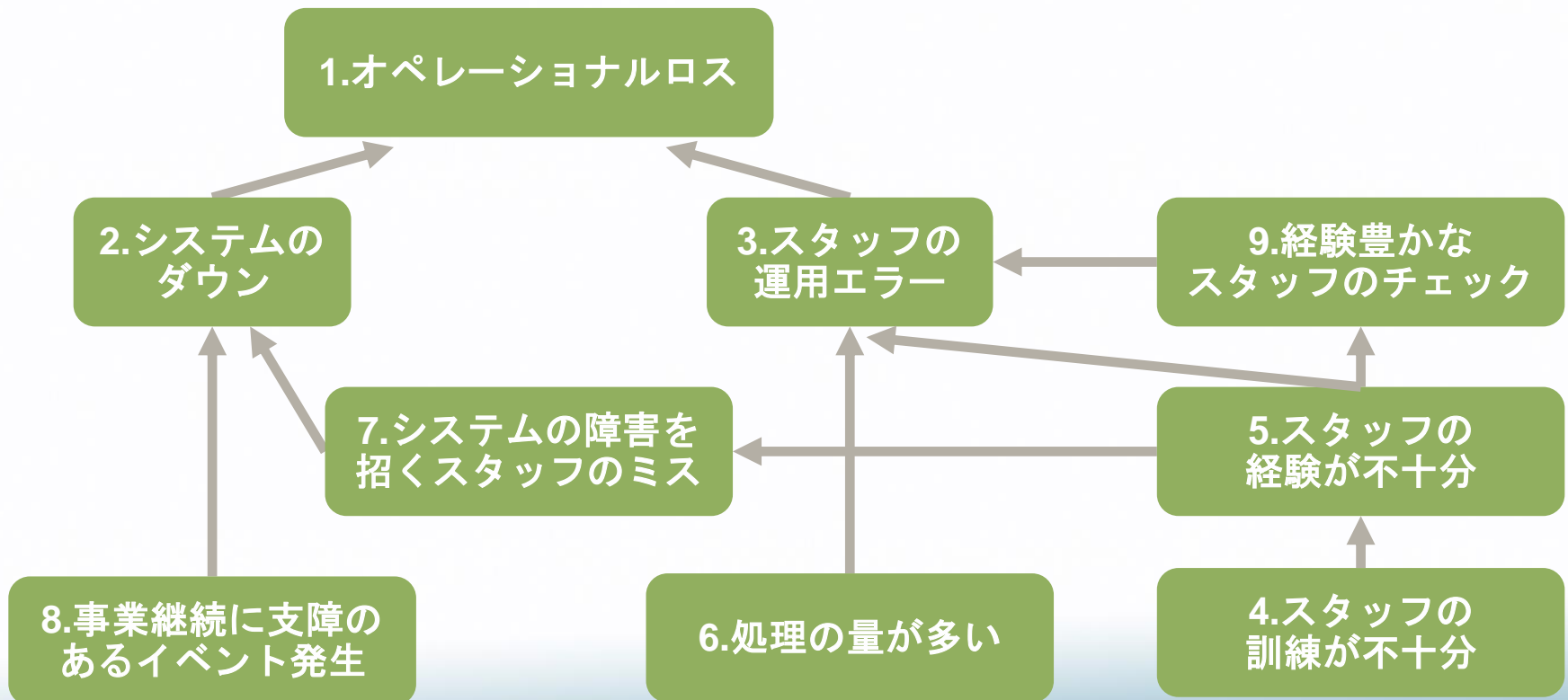
リスク選好のプロセス — 概念



リスク選好に対して、リスク受容能力 (Risk capacity) とリソースの利用率 (Resource utilization) を測定するサイクル

認知構造図 (Cognitive Maps) とは

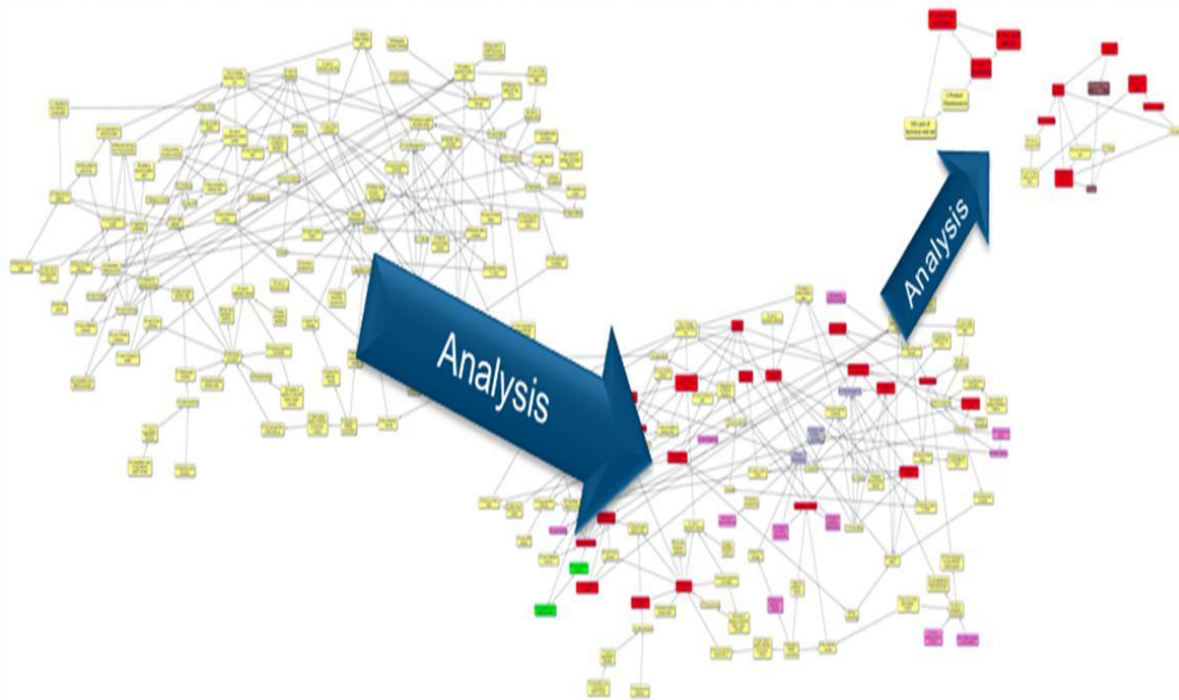
- リスクにかかわるファクター同士の連関をグラフ化したもの
例: オペレーショナルリスクの Cognitive Map



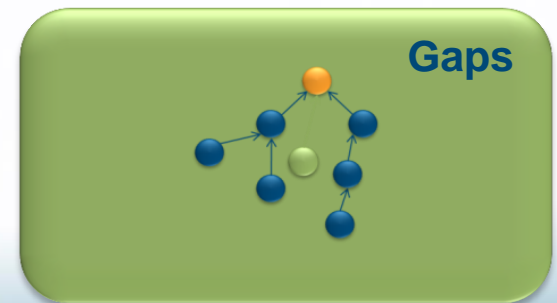
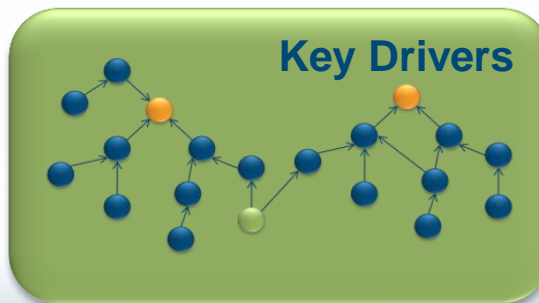
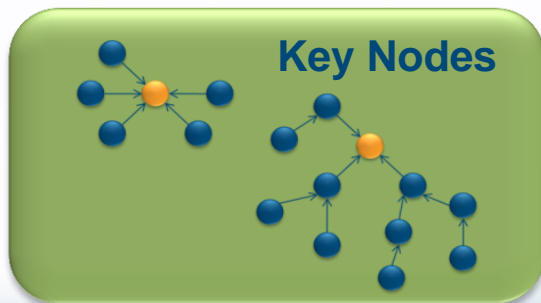
認知構造図 (Cognitive Maps) の特徴

- 専門家によるリスクの理解を取り込む
- 説明は100%非線形と言える (Full non-linear description)
- 多様な視点を組み合わせ
- バイアスの縮減/消去
- 最も接続が顕著なノードを決定する数学的な分析 (Local/Global)
- “ギャップ (Gaps)” の特定
- 主たるダイナミクス (Dynamics) の調査
- 主要なインジケータの引出し

認知構造図 (Cognitive Maps)

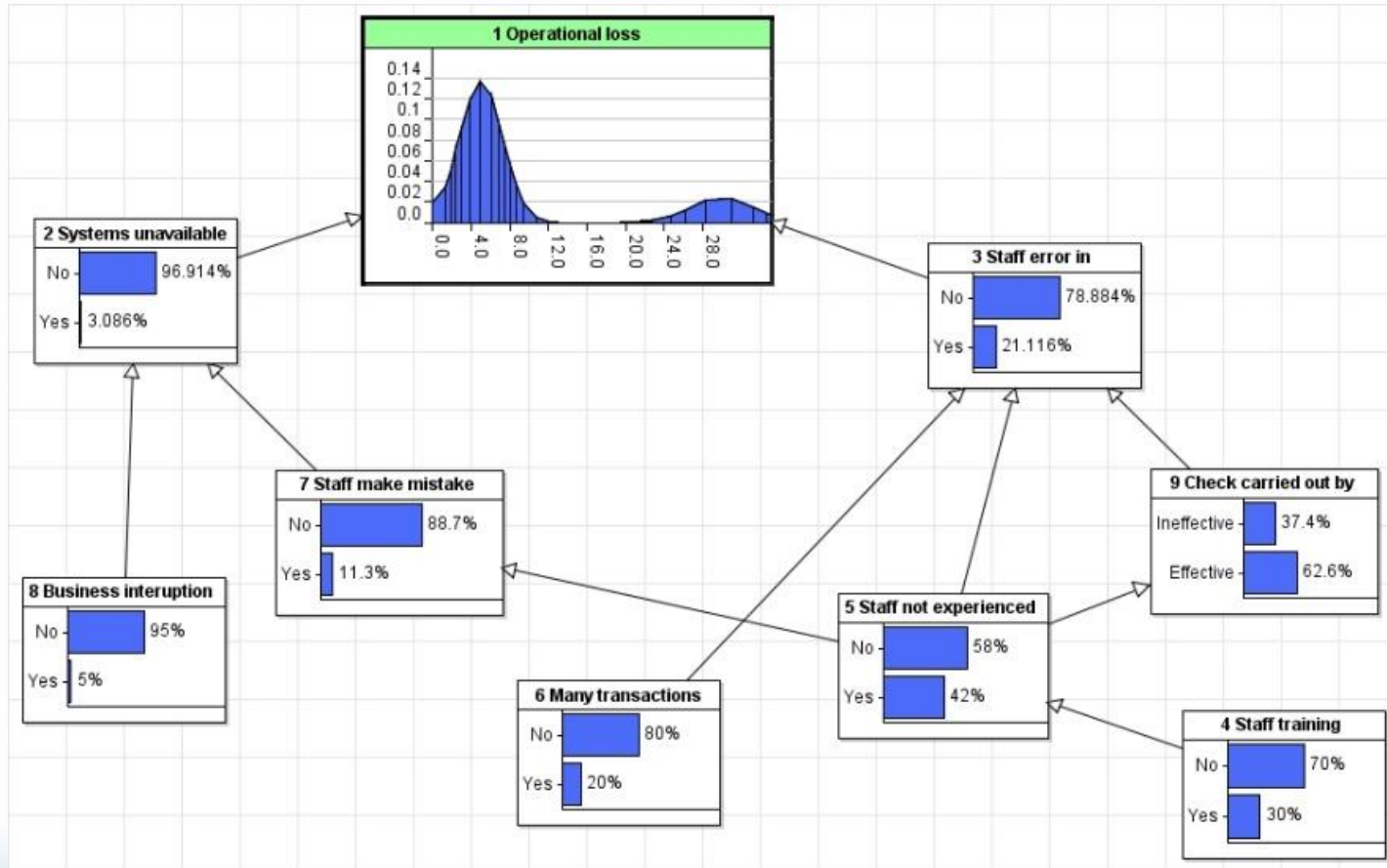


リスクプロファイルの
詳細な記述や暗黙の
ダイナミクスを
ひきだすことができる



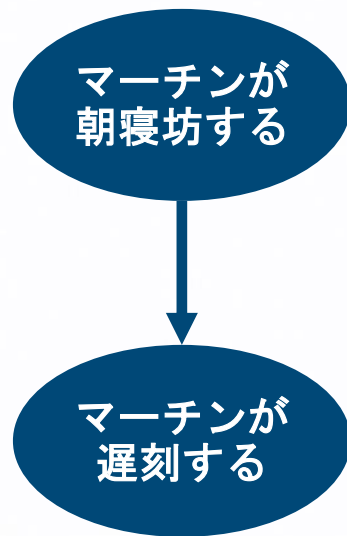
認知構造図から Bayesian Network へ

- Cognitive Mapに発生確率を入れ込んだもの



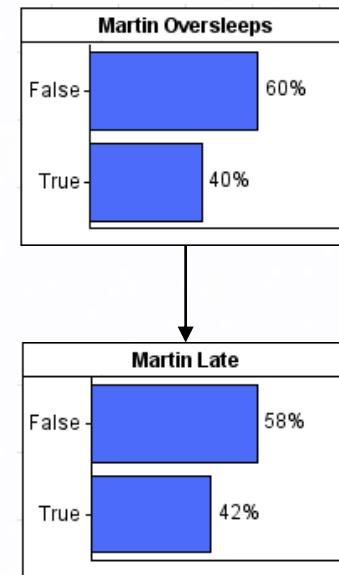
ベイジアンネットワーク (Bayesian Network) とは

- 原因と結果の関係を、確率が付与されたノード (Node) と矢印 (Arc) で表現
- 原因と結果をモデル化し、不確実性のレベルを推論できる



N	Y
0.6	0.4

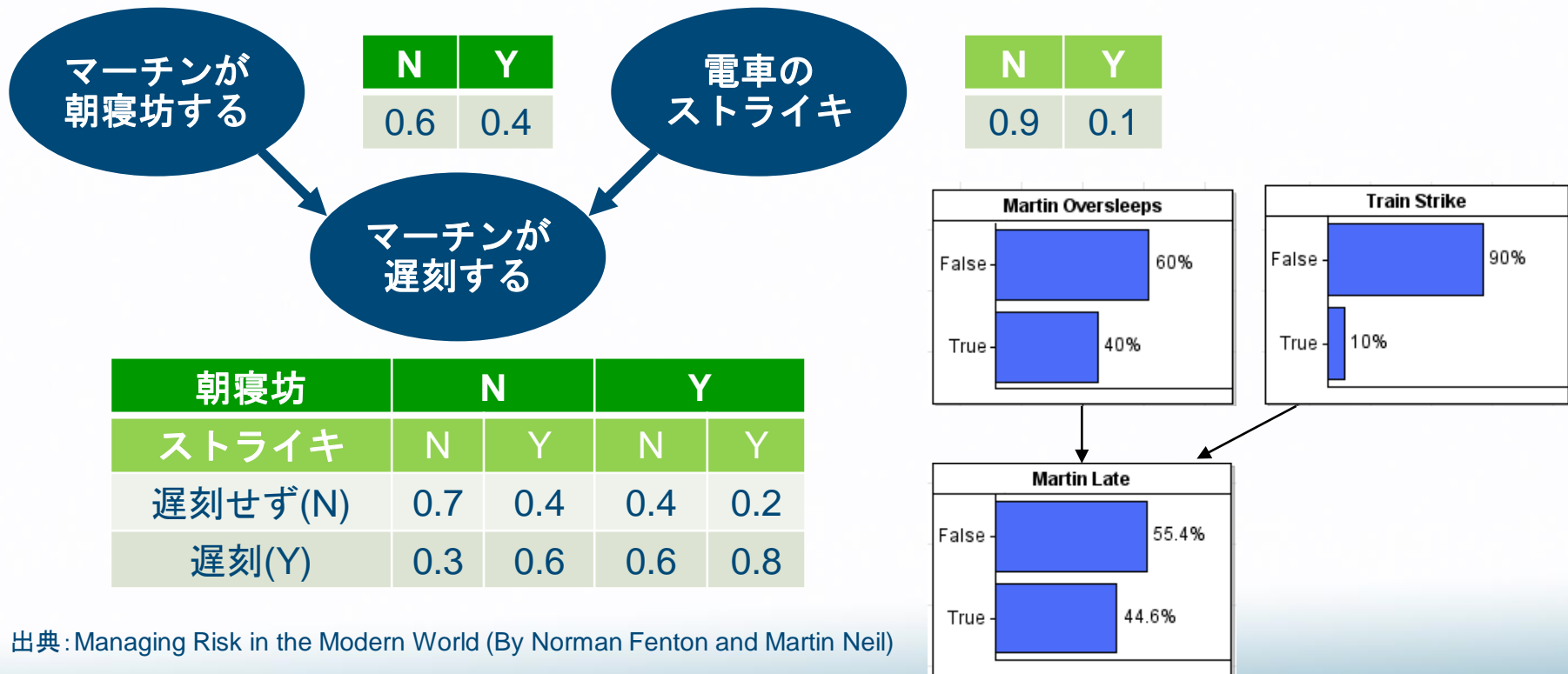
朝寝坊	N	Y
遅刻せず (N)	0.7	0.4
遅刻 (Y)	0.3	0.6



出典: Managing Risk in the Modern World (By Norman Fenton and Martin Neil)

ベイジアンネットワーク (Bayesian Network) とは

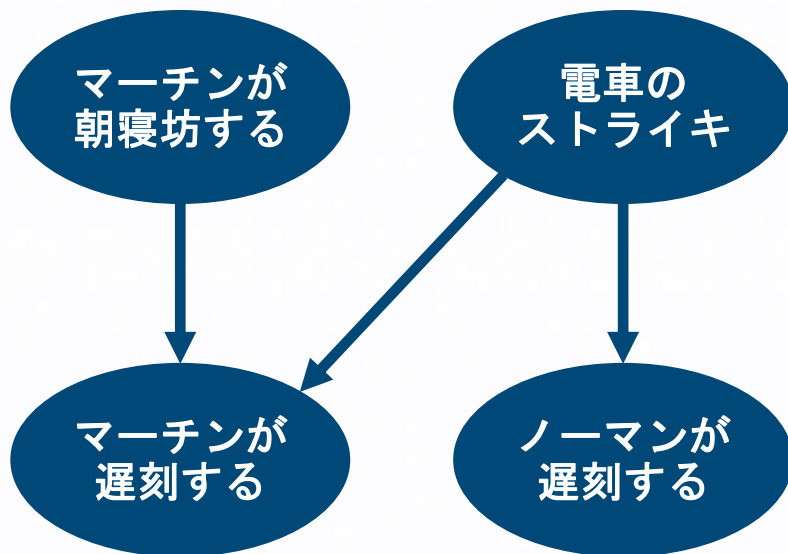
- 電車のストライキという要因が加わった場合
- ストライキの確率は専門家の意見も、実績のデータも入力可能



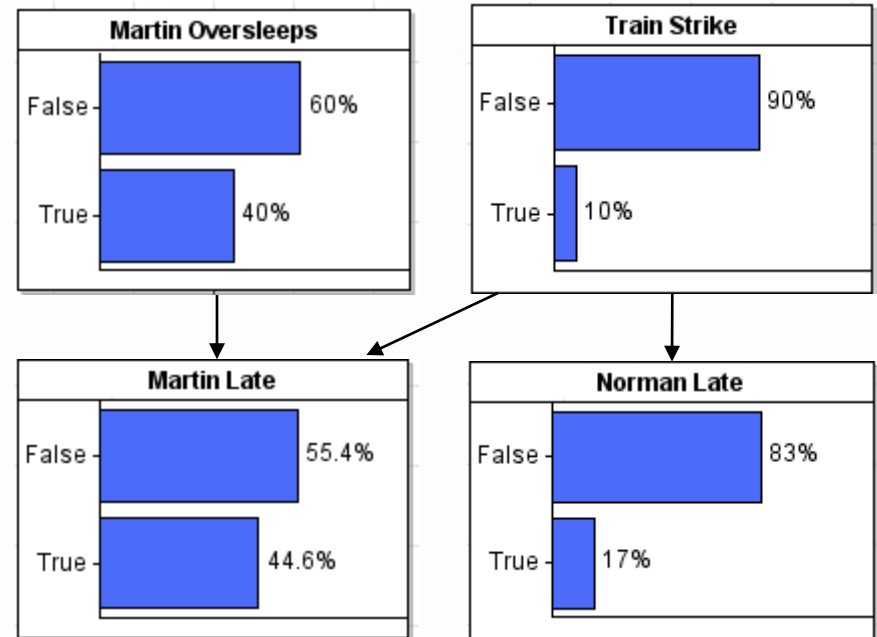
出典: Managing Risk in the Modern World (By Norman Fenton and Martin Neil)

ベイジアンネットワーク (Bayesian Network) とは

- さらにノーマンの遅刻という要因が加わった場合



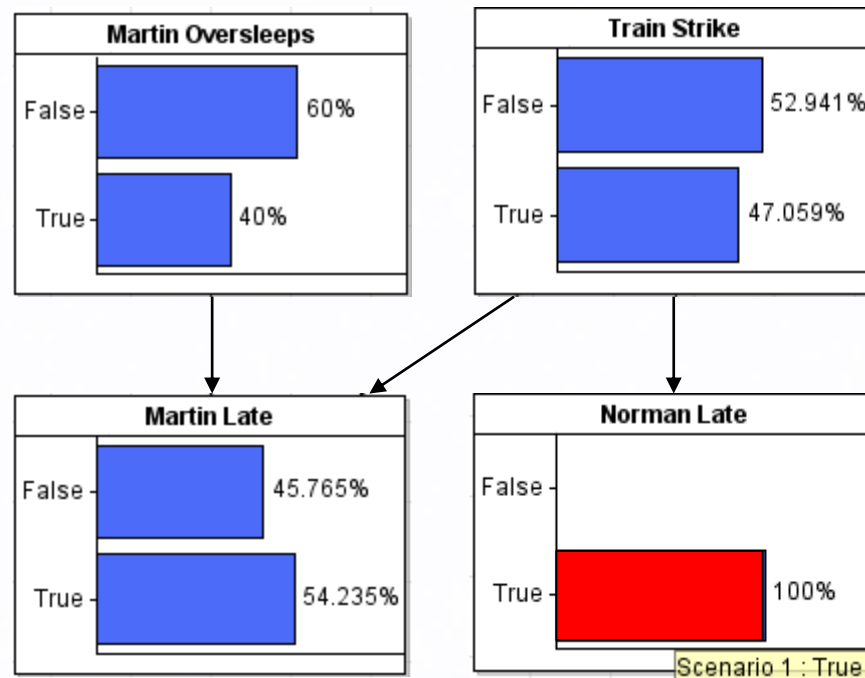
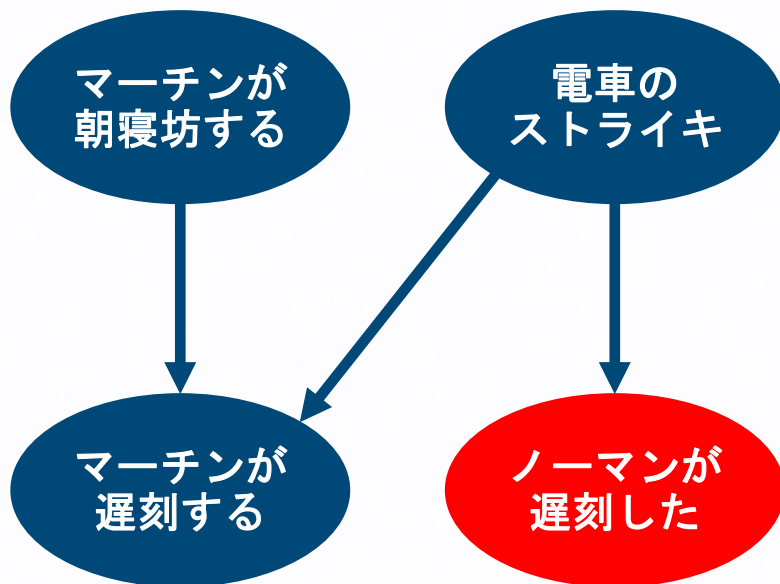
ストライキ	N	Y
遅刻せず(N)	0.9	0.2
遅刻(Y)	0.1	0.8



出典: Managing Risk in the Modern World (By Norman Fenton and Martin Neil)

伝播 (Propagation) とは

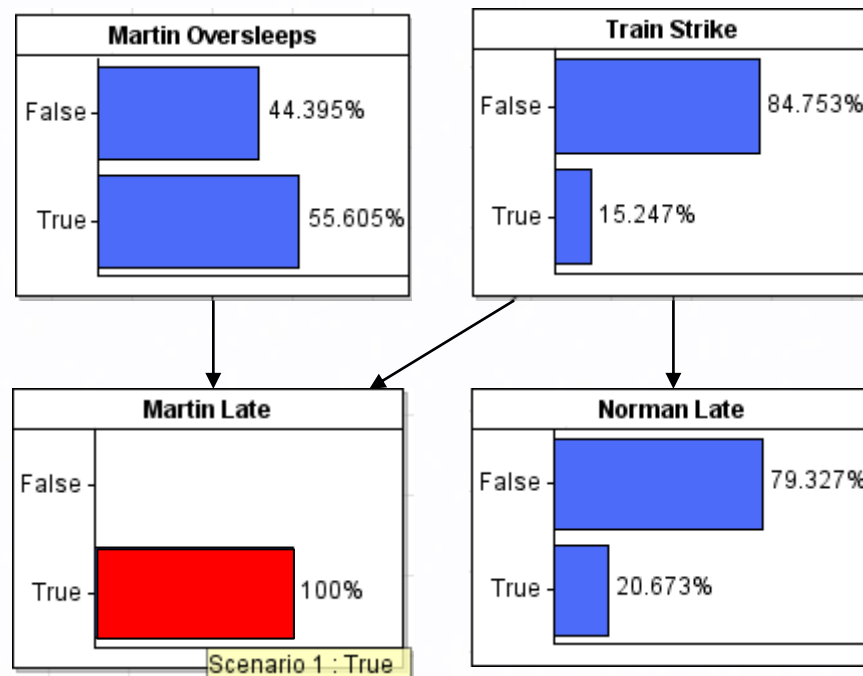
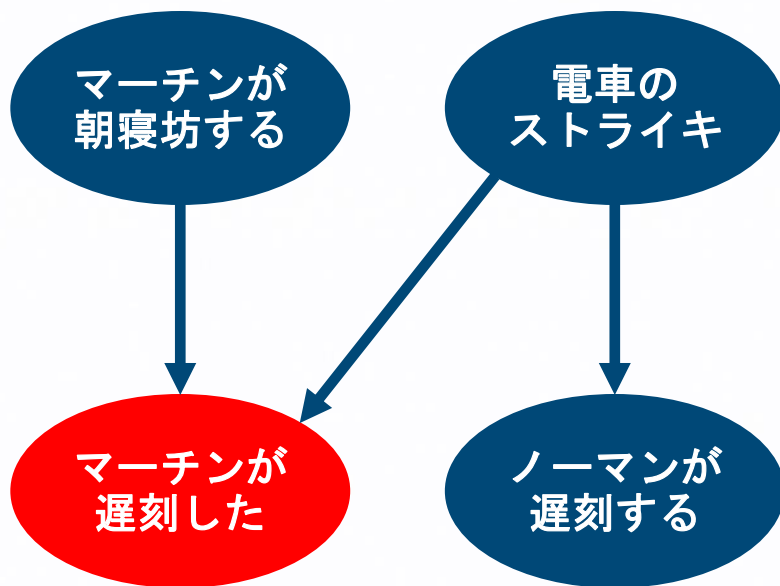
- ノーマンが遅刻したという情報があると
- ストライキ発生やマーチンが遅刻する見通しが変わる



出典: Managing Risk in the Modern World (By Norman Fenton and Martin Neil)

伝播 (Propagation) とは

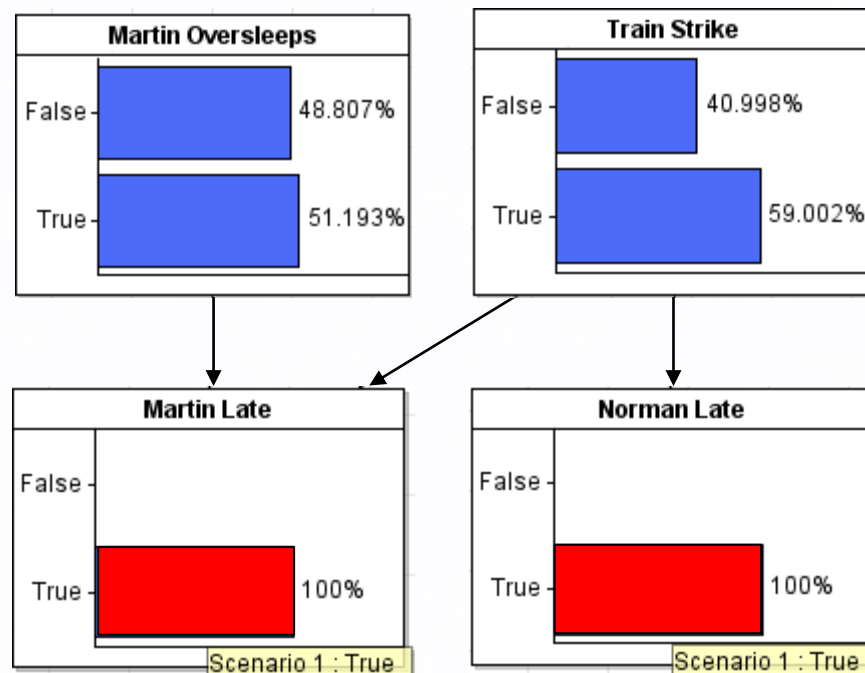
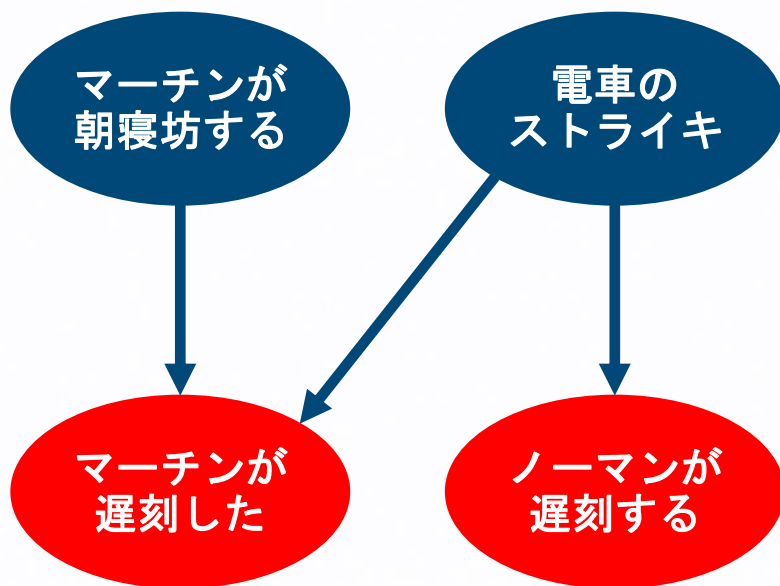
- マーチンが遅刻したという情報だけだと、「たぶん、また寝坊だろう・・・」



出典: Managing Risk in the Modern World (By Norman Fenton and Martin Neil)

伝播 (Propagation) とは

- ノーマンも遅刻したと判ると、「ストライキがあったかな・・・」
- このような後向き推論 (Backward inference) は従来の統計手法では難しい



出典 : Managing Risk in the Modern World (By Norman Fenton and Martin Neil)

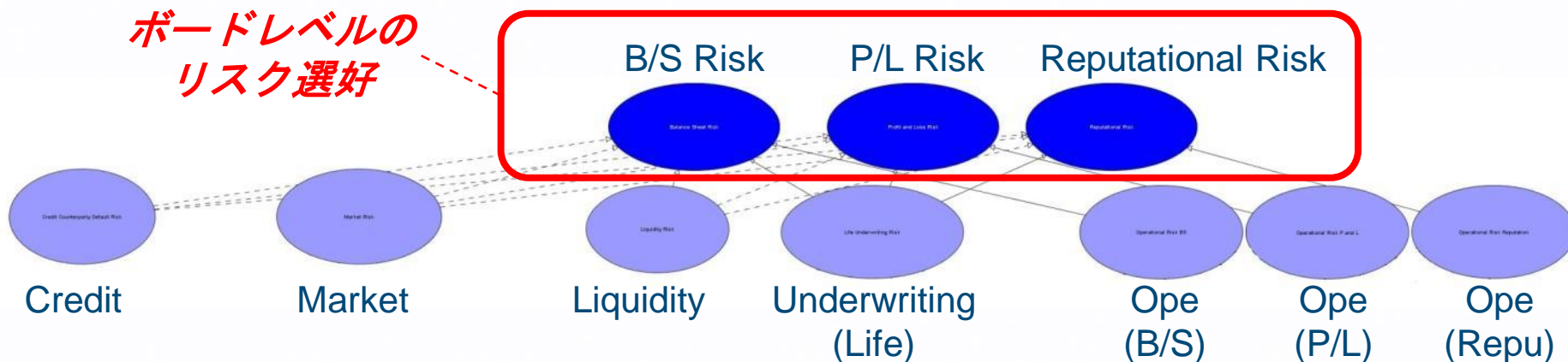
トップからのリスク選好 (From the top) — 再掲

例示:

- 通常の状態においてAA格付けを保つのに十分な資本を維持することを取締役会は想定している
- 25年に一度のイベントの後でも、少なくともBBB格付けを保つのに十分な資本を維持することを取締役会は想定している
- 通常の状態において、計画どおり収益を獲得する
- 10年に一度のイベントの後でも、少なくとも計画の75%の収益を獲得する
- 行政当局からのお咎めやレピュテーションに影響することはあってはならない

リスクの源泉 (Sources of Risk)

- 保険会社の場合、リスクの源泉は



- それぞれのリスクが会社全体のB/S、P/Lやレピュテーションに与える影響を、資本・収益モデル (Capital/profit modeling) や専門家の判断 (Expert judgment) を参考にして設定
- 当初は専門家の判断をベースにしても、十分なデータが揃った時に“学習”が可能

リスクの源泉 (Sources of Risk)

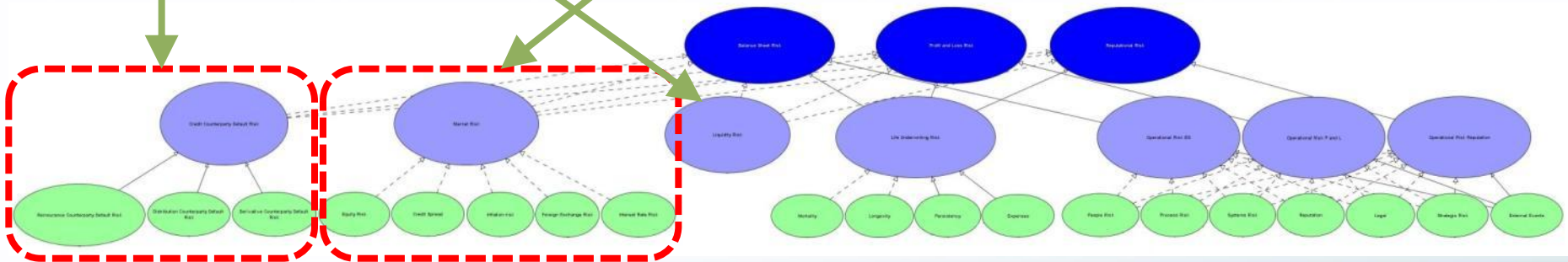
■ Credit:

- Reins cpty
- Distribution cpty
- Derivative cpty

■ Liquidity

■ Market:

- Equity
- Credit spread
- Inflation
- Foreign exchange
- Interest



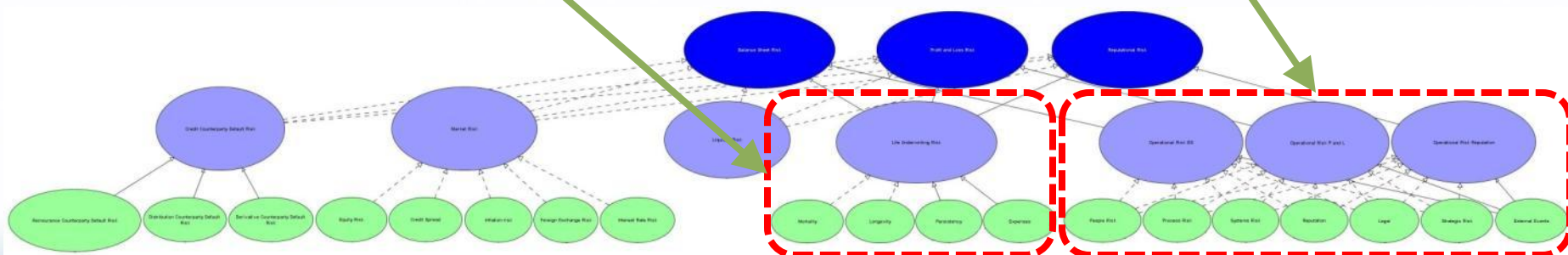
リスクの源泉 (Sources of Risk)

■ Underwriting (Life):

- Mortality
- Longevity
- Expenses
- Lapse

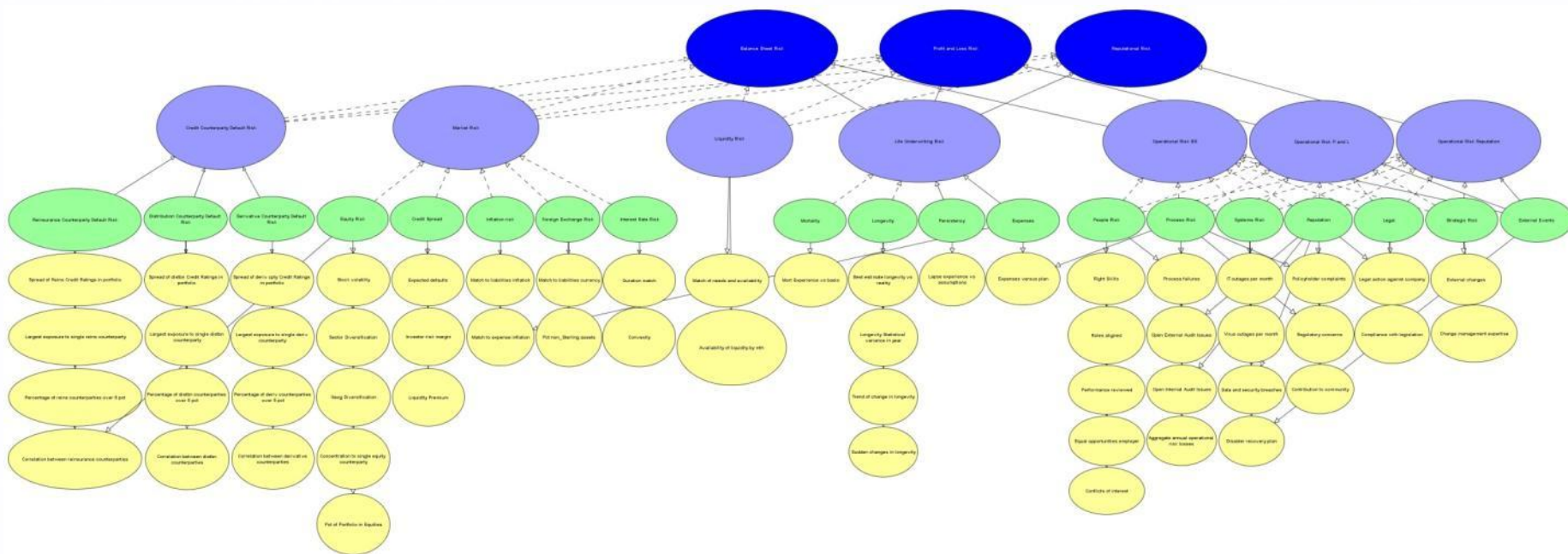
■ Operational:

- People
- Processes
- Systems
- Reputation
- Legal
- Strategic
- External events



リスクの源泉 (Sources of Risk)

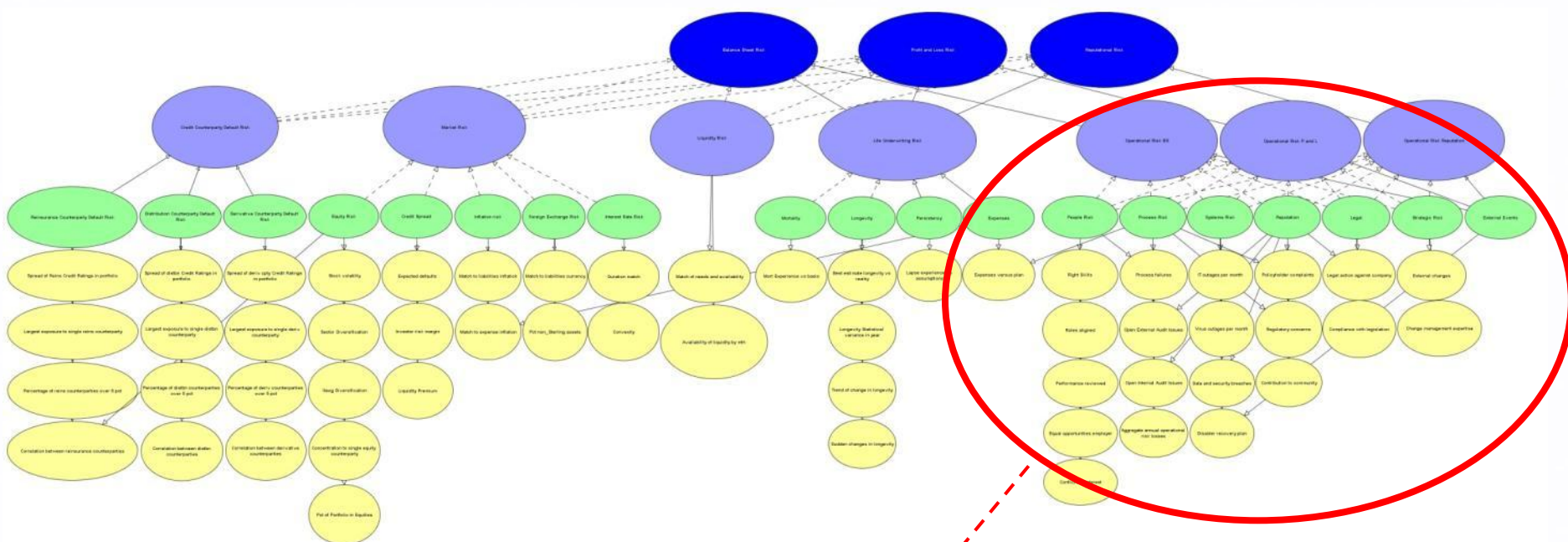
- リスク特性 (Risk characteristics) とリスク指標 (Indicators) をリンクするモデルの完成



Implemented in AgenaRisk

リスクの源泉 (Sources of Risk)

- 多様な影響を捕捉 (Capture multiple influences)



特にオペリスクは一つ以上のリスク特性に
リンクする指標 (Indicators) を有する

Implemented in AgenaRisk

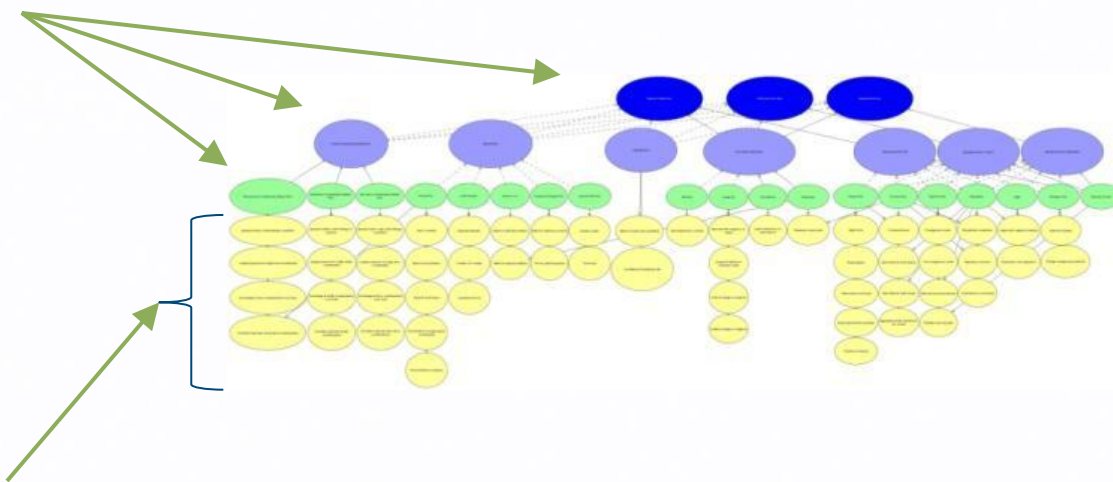
リスク選好のトップとボトムを結びつける

- 認知的 (Cognitive) なものとデータに基づいた (Data-driven) 方法の組み合わせを利用する
- 認知構造図 (Cognitive mapping) を用いて、専門家の知識を活用
- 結果としてのモデルが、その作成貢献者 (専門家、経営者、現場の担当者等) の言葉やスタイルのままである
- このような手法はリスクとソルベンシーの自己評価 (ORSA) や事業計画策定のプロセスに組み込むことができる
- ソルベンシー II の内部モデルに明確にリンク

リスク選好の設定 (Setting Appetite)

- ベイジアンネットワーク (Bayesian Networks) の伝搬特性 (Propagation properties) を利用

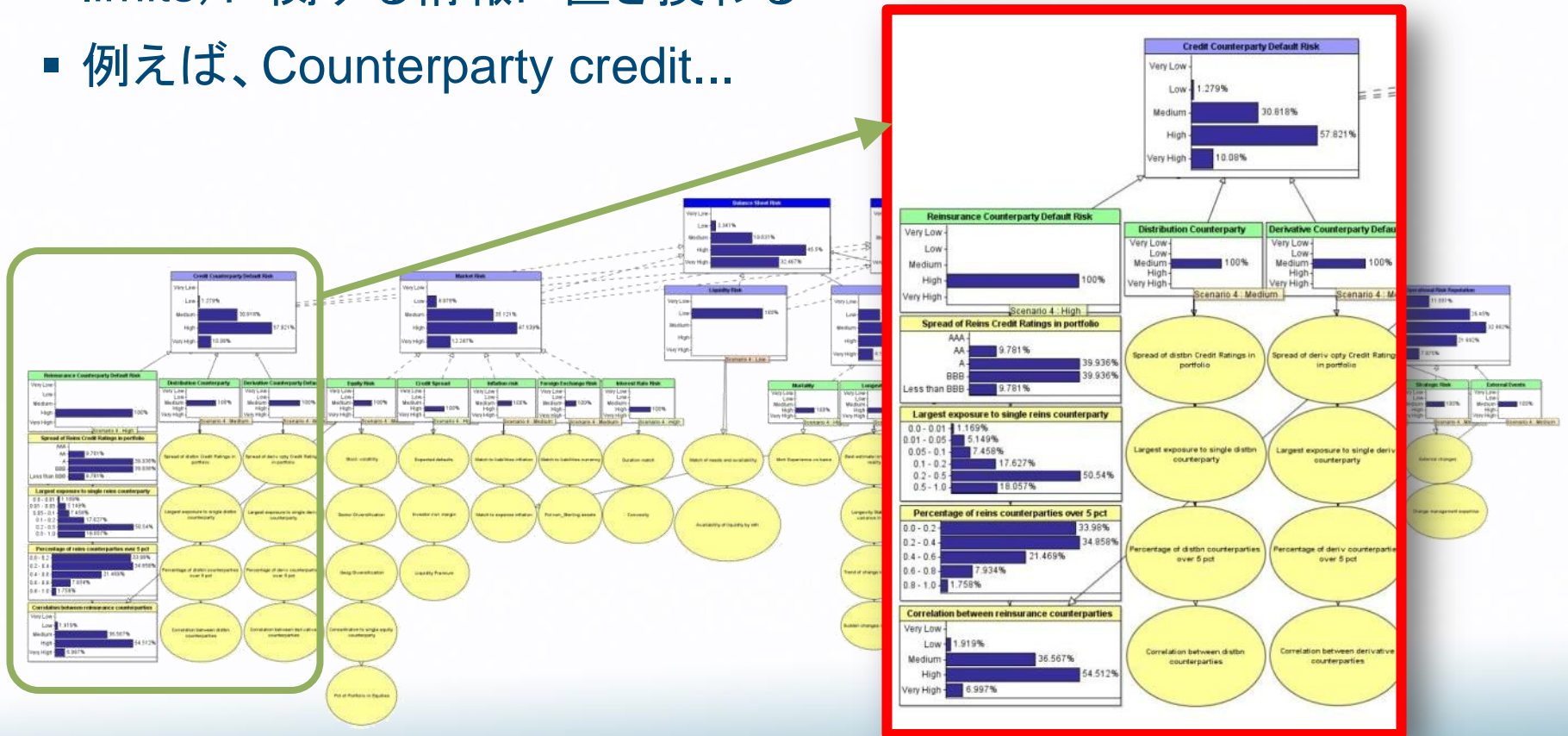
ここに結果を配置...



...ここでどのような状態か教えてくれる

観測値の伝播 (Propagating Evidence)

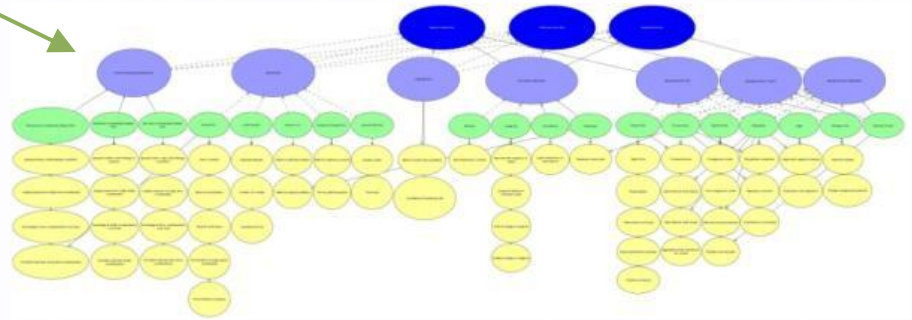
- 望ましいリスク選好レベルの設定が内在するリミット (Underlying limits) に関する情報に置き換わる
- 例えば、Counterparty credit...



モニタリング (Monitoring)

- ベイジアンネットワーク (Bayesian Networks) の伝搬特性 (Propagation properties) を利用

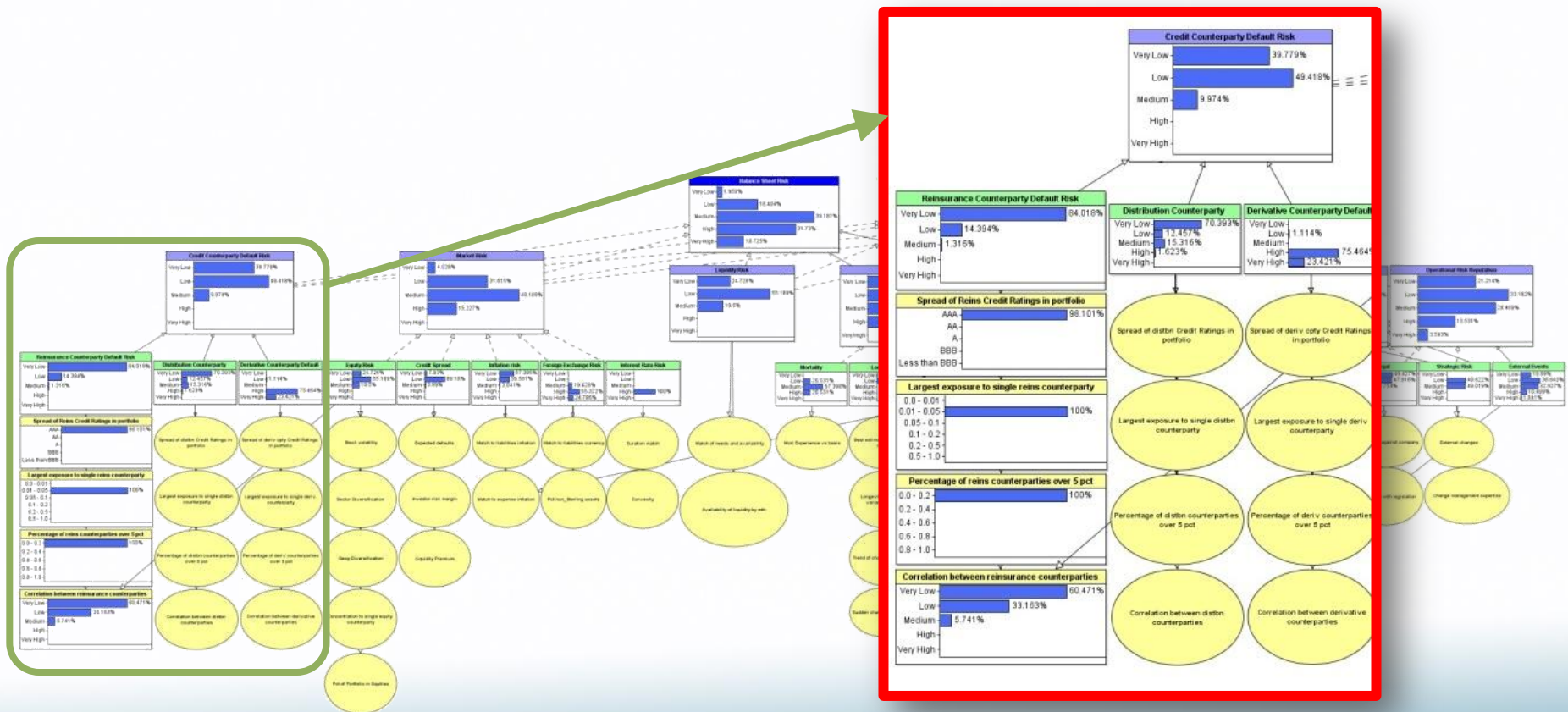
...ここにリスクレベルの予測値が出る



ここに観測値を入れる...

リスクレベルのモニタリング (Monitoring Risk Levels)

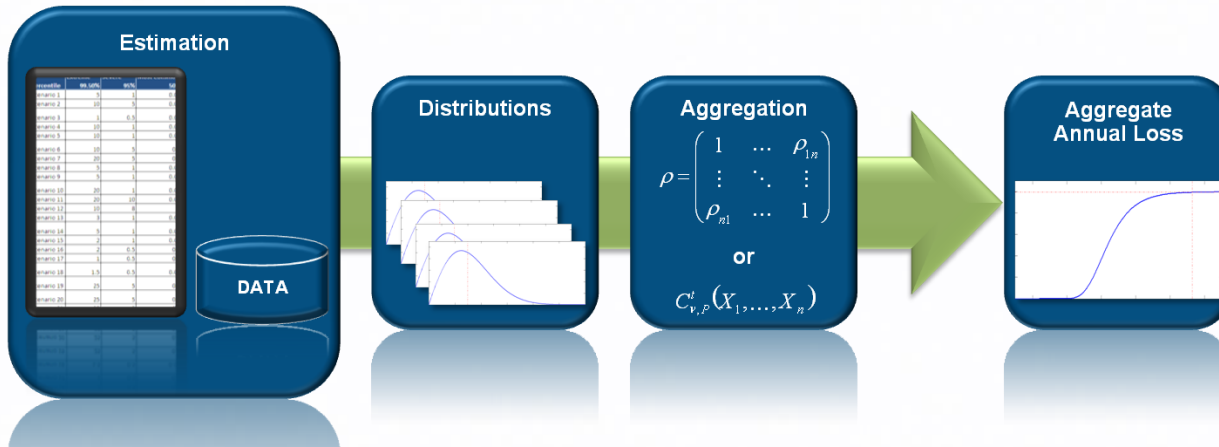
- 実際のリスク指標値 (Indicator values) を入れるとリスク選好に対するリスクレベルの情報が判る



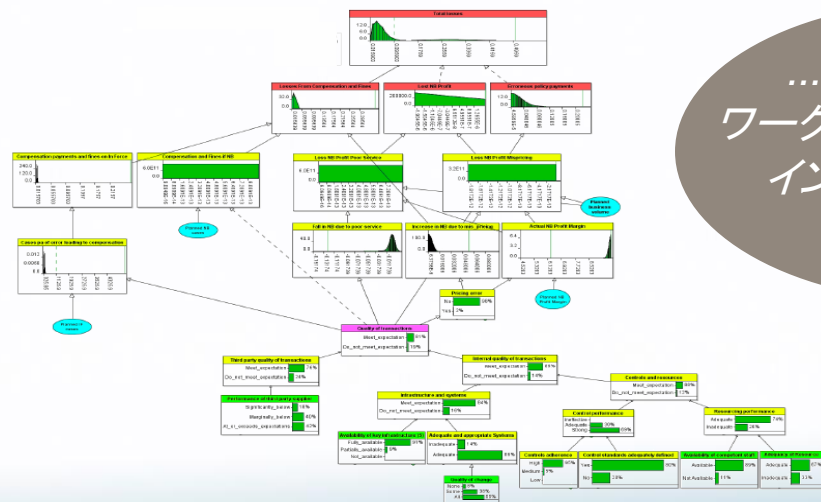
リスク選好 (Risk Appetite)

- 提案されているアプローチ：
 - システム思考 (Systems thinking) のアプローチを採用
 - Small/Simple から Large/Complex へ拡張可能
 - どのような種類の企業にも適用可能
 - エマージング情報へのナチュラルな対処
 - リミット設定“および”モニタリングのベースを提供
 - データが揃うまでは専門家の知識を活用できる
 - ビジネス関係者が興味を持って使用できる形式を留保
 - “リスク”をビジネス用語 (Business terms) に翻訳

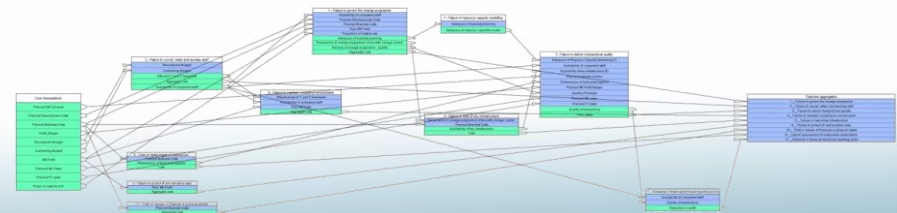
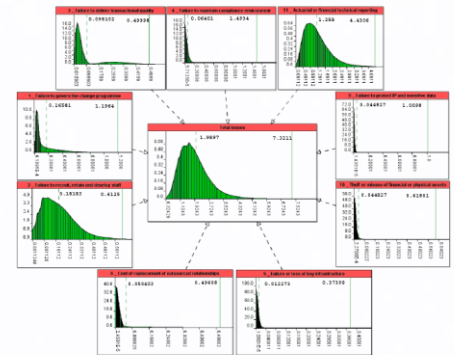
余談 – オペレーショナルリスク(Operational Risk)



ビジネスで損失曲線 (Loss curves) の話をするのは難しい...



...ベイジアンネットワークならビジネス情報のインプットを活用することができる



複雑性の科学の応用

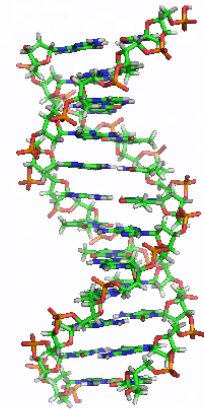
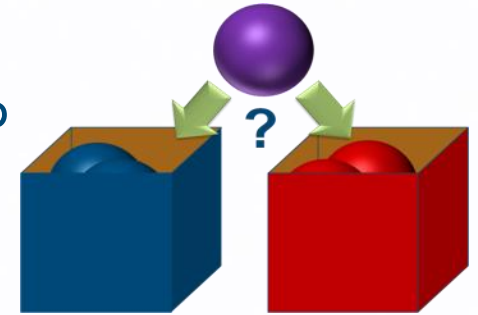
Emerging Risk

問題の所在

- 企業は「定義しにくいリスク(Hard to define risks)」をどのように認識し、かつそのドライバーやダイナミックスを明確にして、定量的なモデルに組み込めるよう評価できるか？

エマージングリスク(Emerging Risk)

- あるリスク事象(Entry)に関し、リスクの分類(Risk register)を考える際、一般的に一つのラベルを貼ろうとする
- しかし、大抵の場合、ことはそう単純ではない
- より詳細なラベルを使用しても、情報を統合することができる
- 生物学のテクニックによって以下の分析が可能:
 - どのリスク事象が「似ているか」
 - リスクシナリオの特性がどのように進化するかを理解
 - 将来の潜在的なシナリオの手掛かり



進化的リスク(Evolutionary Risk)アプローチ概観

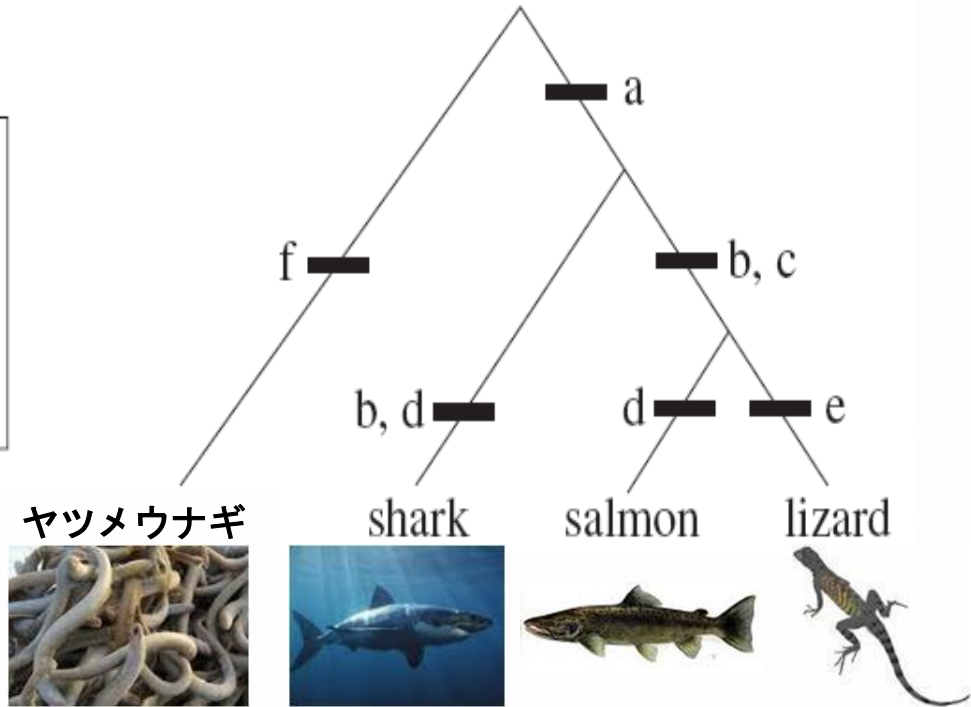
- 進化的リスクとしてのエンタープライズ・リスク
- リスクが進化する過程をどのようにモデル化できるか
- リスクの進化はどのような洞察をもたらすか
 - 関連性を持つ厳密な分類体系
 - エマージング、ダイナミックまたシステミックなリスクに対する指針
 - 組織毎にユニークなリスクの系統

分岐論 (Cladistics) と系統発生論 (Phylogeny) 概観

- 共通の祖先を持つ、強い関係を有する小グループを特定する方法論
- これらのグループの進化の歴史は正確に遡ることができる
- それで、他のグループとの関係を研究できる
- リスクの系統発生論の理解によって、以下が可能：
 - どこで進化が良く起こっているか判る
 - 経路依存性 (Path dependency) やリスクの共進化 (Co-evolution) を詳細に調べる
 - 管理のため最も活発な特徴を特定
 - エマージングリスクのモデル化のためのシナリオの作成

分岐論 (Cladistics) の手法 — 簡単な例

	a	b	c	d	e	f
ヤツメウナギ	0	0	0	0	0	1
shark	1	1	0	1	0	0
salmon	1	1	1	1	0	0
lizard	1	1	1	0	1	0

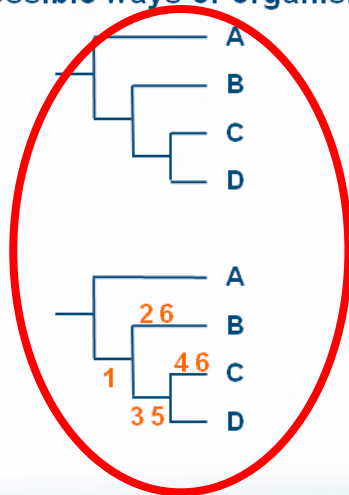


- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| a. 両ひれ (Paired fins) | d. ひれすじ (Fin rays) |
| b. あご (Jaws) | e. 肺 (Lungs) |
| c. 大きな皮骨 (Dermal bones) | f. ヤスリ状の舌 (Rasping tongue) |

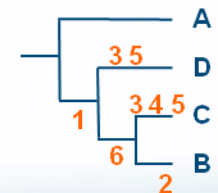
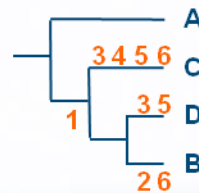
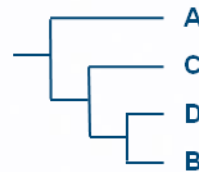
分岐論 (Cladistic) のアプローチ

Scenario	Characteristics					
	1	2	3	4	5	6
A	N	N	N	N	N	N
B	Y	Y	N	N	N	Y
C	Y	N	Y	Y	Y	Y
D	Y	N	Y	N	Y	N

Possible ways of organising the data



Most parsimonious solution



リスク進化の樹形図の作成のプロセス

Prepare Data

Step 1

Produce initial trees

Step 2

Identify groups of highly related risks

Step 3

Apply exact algorithm to each group

Step 4

Combine set of solutions for each group

Step 5

Rejoin out groups into a single final tree

Step 6

Verify the tree

リスク進化の樹形図の作成と検証

(Construction and Verification of a Tree of Risk Evolution)

Case Study:

アイルランドと英国の事業を持つ保険会社

リスク特性 (Risk Characteristics)

次ページにこの部分を拡大

Risk Characteristic	Code
1.1 Portfolio risk selection	1
1.2 Portfolio Management	2
1.3 Claims management	3
1.4 Technical Reserving	4
1.5 Reinsurance arrangements	5
1.6 Longevity risk (Pension)	6
1.7 Pricing	7
2.1 Reinsurance Credit Risk	8
2.2 Insurance products credit risk+A23	9
2.3 Insurance operations credit risk	10
2.4 Invested assets credit risk	11
3.1 Asset and liability matching	12
3.2 Investment default	13
3.3 Currency risk	14
3.4 Basis risk	15
3.5 Property price depreciation	16
3.6 Equity risk	17
3.7 Interest rate risk	18
3.8 Commodity risk	19
3.9 Spread risk	20
4.1 Assets liquidity	21
4.2 Funding liquidity	22
4.3 Liability liquidity	23
4.4 FX liquidity	24
4.5 Intra-day liquidity	25
5.01 Internal fraud / Unauthorised Transactions	26
5.02 Internal fraud / Theft and Fraud	27
5.03 External Fraud / Theft and Fraud	28
5.04 External Fraud / System Security	29

5.05 Employment Practices / Employee Relations	30
5.06 Employment Practices / Safe Environment	31
5.07 Employment Practices / Diversity & Discrim.	32
5.08 Improper Business or Market Practices	33
5.09 Published Financial Statements	34
5.10 Advisory activities	35
5.11 Damage to Physical Assets	36
5.12 Bus disruption & sys failures / Systems	37
5.13 Transaction Capture & Maintenance	38
5.14 Monitoring & Reporting	39
5.15 Customer Intake and Documentation	40
5.16 Customer & Client Account Management	41
5.17 Trade counterparties	42
5.18 Vendors & Suppliers	43
5.19 Compliance with existing regulation	44
5.20 Increase in regulatory costs	45
5.21 Failure to implement Solvency II	46
5.22 Cross sector funding FSCF	47
5.23 Product Flaws	48
5.24 Expenses overruns	49
6.1 Regulators	50
6.2 Corporate responsibility	51
6.3 Investors / JV Partners	52
6.4 Media	53
7.1 Legal, Public Affairs & Regulatory	54
7.2 Macro-Economic	55
7.3 Changing Claims Patterns	56
8.1 Internal	57
8.2 External	58
8.3 General	59

リスク特性 (Risk Characteristics)

- 以下のリスク特性を含め59のリスク特性を定める

Risk Characteristics	Code
1.1 Portfolio selection	1
1.2 Portfolio Management	2
1.3 Claims management	3
1.4 Technical Reserving	4
1.5 Reinsurance arrangements	5
1.6 Longevity risk (Pension)	6
1.7 Pricing	7
2.1 Reinsurance Credit Risk	8
2.2 Insurance products credit risk+A23	9
2.3 Insurance operations credit risk	10
3.1 Asset and liability matching	31
3.2 Investment default	32
3.3 Currency risk	33
3.4 Basis risk	34
3.5 Property price depreciation	35
3.6 Equity risk	36
3.7 Interest rate risk	37
3.8 Commodity risk	38
3.9 Spread risk	39
4.1 Basis liquidity	40
4.2 Funding liquidity	41
4.3 Liquidity	42
4.4 Intra-day liquidity	43
5.01 Internal fraud / Unauthorised Transactions	51
5.02 External fraud / Theft and Fraud	52
5.03 External Fraud / Theft and Fraud	53
5.04 External Fraud / System Security	54

Risk Characteristic	Code
1.1 Portfolio risk selection	1
1.2 Portfolio Management	2
1.3 Claims management	3
1.4 Technical Reserving	4
1.5 Reinsurance arrangements	5
1.6 Longevity risk (Pension)	6
1.7 Pricing	7
2.1 Reinsurance Credit Risk	8
2.2 Insurance products credit risk+A23	9
2.3 Insurance operations credit risk	10

アイルランドにおける事業のリスク、リスクシナリオ

1. Economic Downturn
2. Failure to deliver the required scale and breadth of improvement plan benefits leading to under delivery of projected 2011 UW result.
3. Business does not achieve planned growth.
4. ABC integration / alignment.
5. Loss of key intermediary / corporate account through failure of intermediary or transfer of business to competitor.

、
、
、

英国における事業のリスク、リスクシナリオ

1. Fail to recognize and protect portfolios against the effects of larges losses and abnormal weather
 2. Current review by Lord Chancellor requires reserve strengthening for Ogden lump sum awards delivery of projected 2011 UW result.
 3. Adverse Bodily Injury trends continue to rise.
 4. Insufficient rate within Commercial Property portfolios to achieve required risk adjusted return
 5. Fraud trends continue to rise
- -
-

データの準備 (Data preparation) – Ireland Data

- 行はリスクやシナリオ (Rows as risks or scenarios)
- 列はリスク特性のラベル (Risk characteristic labels)
- ‘1’ はリスクやシナリオに該当のリスク特性が存在することを示す

Risk ID	Risk	1.1 Portfolio Risk Selection	1.2 Portfolio Management	1.3 Claims Management	1.4 Technical Reserving	1.5 Reinsurance Arrangements
1	Economic Downturn.			1		
2	Failure to deliver the required scale and breadth of improvement plan benefits leading to under delivery of projected 2011 UW result.		1			
3	Business does not achieve planned growth.					
4	ABC integration / alignment.					
5	Loss of key intermediary / corporate account through failure of intermediary or transfer of business to competitor.					
6	Non-compliance with regulatory requirements, including subsidiaries.					
7	Inadequate Data Privacy procedures.					
8	Risk of adverse development of Prior Year claims on X Book.					
9	Repeat of catastrophic weather events.	1	1		1	
10	Implementation of Periodic Payment Orders.	1	1			
11	Failure of Software House.					
12	Immature capability re direct and on-line channel.					
13	XXX Insurance Ireland S&P downgrade.					
14	Outcome of test Achats by ECJ – EU gender directive decision.					

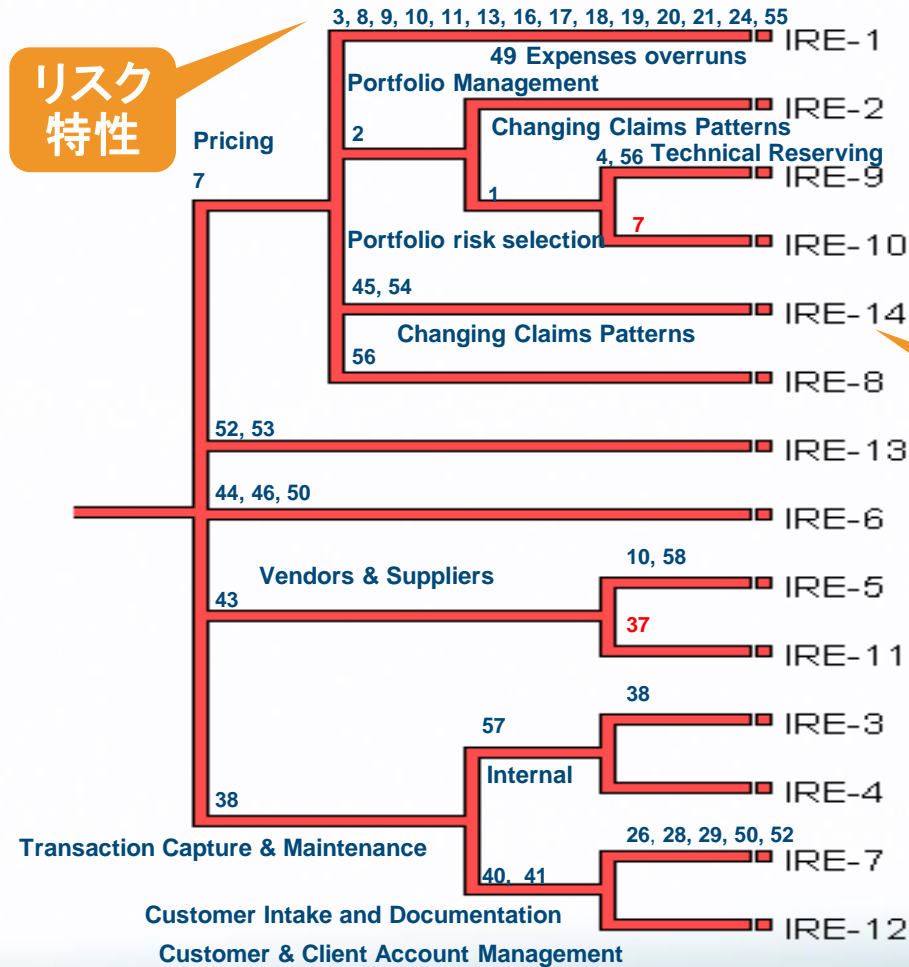
データの準備 (Data preparation) – UK Data

Risk ID	Risk	1 Underwriting Risk						
		1.1 Portfolio risk selection	1.2 Portfolio Management	1.3 Claims management	1.4 Technical Reserving	1.5 Reinsurance arrangements	1.6 Longevity risk (Pension)	1.7 Pricing
1	Fail to recognise and protect portfolios against the effects of larges losses and abnormal weather	1	1			1		1
2	Current review by Lord Chancellor requires reserve strengthening for Ogden lump sum awards							1
3	Adverse Bodily Injury trends continue to rise	1		1				1
4	Insufficient rate within Commercial Property portfolios to achieve required risk adjusted return							1
5	Fraud trends continue to rise			1				
6	Focus on top line leads to a failure to maintain underwriting, pricing and controls discipline resulting in negative bottom line impact	1	1	1				1
7	Inadequate reserves to cover Disease (asbestos, deafness, vibration white finger) and Abuse claims			1	1	1		
8	The European Court of Justice rules against gender based risk pricing in insurance contracts (Achats)							1
9	Periodic Payment Orders (PPOs) adversely impact current reserve levels			1	1			
10	Lack of capacity for key initiatives, deals and change programmes resulting in poor execution and / or poor integration							
11	Systemic Credit risk event such that default levels on unsecured credit reach 1991 levels or default of a major counterparty							
12	Poor control of Delegated Authority Schemes business results in a loss							
13	Fail to achieve business case for key initiatives, deals, change programmes							
14	Inflation drives adverse impact on expense base and claims cost							
15	Fail to adapt and implement changes to the regulatory architecture, including Solvency II							

アイルランド事業のリスク進化樹形図

7 = Pricing、38 = Trans から多くの進化

分岐群 (Clades)

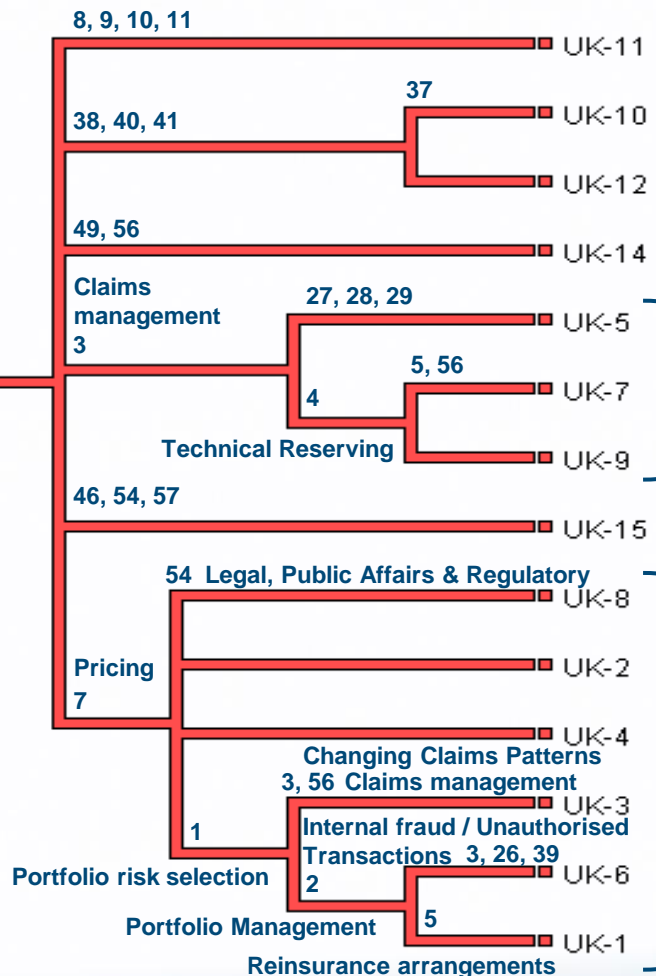


Economic Downturn
 Under delivery of projected UW result
 Repeat of catastrophic weather events
 Implementation Periodic Payments
 Outcome - EU gender directive
 Prior Year claims on X Book

リスク、リスクシナリオの分類 (Risk register)

Bus doesn't achieve planned growth
 ABC integration / alignment
 Inadequate Data Privacy procedures
 Immature capability re on-line channel

英国事業のリスク進化樹形図



分岐群 (Clades)

Fraud trends continue to rise

Inadequate reserves to cover Disease and Abuse claims (PPOs) adversely impact current reserve levels

The European Court of Justice rules against (Achats)

Review by Lord Chancellor requires reserves rise

Insufficient rate within Commercial Property portfolios

Adverse Bodily Injury trends continue to rise

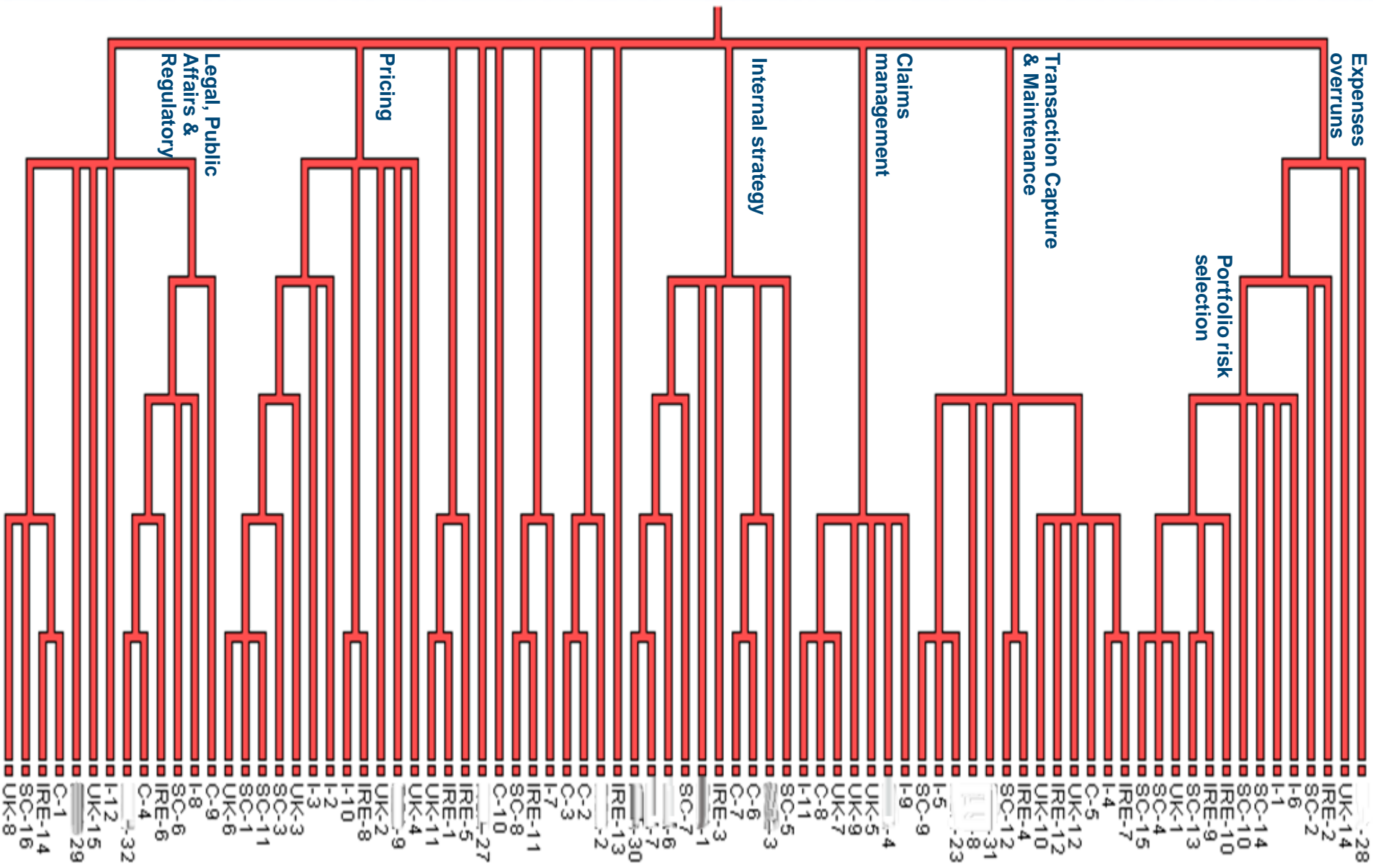
Failure to maintain underwriting, pricing and controls

Fail to protect portfolios against large losses and abnormal weather

進化的特性 (Evolutionary Properties) の解釈

- 樹形図の形を見る
 - 滝状の分岐 (Cascading bifurcation) が見られる部分は、恐らく進化の活発な部分で、エマージングリスクと考えられる
- 大半の特徴/適応を持つ枝を特定する
 - 恐らく適応を繰り返すため将来の展開に関する手がかりにできる
- 頻繁に進化する特徴を見出す
 - 原因となる特徴やパターンがあるか?
- リスクや枝で特徴が消滅している場合、理由を問え
 - 一般的にはリスクは複雑になる
- 流れ/共進化の中で特徴の増えたものがあるか?
 - このパターンを新しいリスクへの手がかりと理解せよ

リスクは会社の一部としても、全体としても認識可能



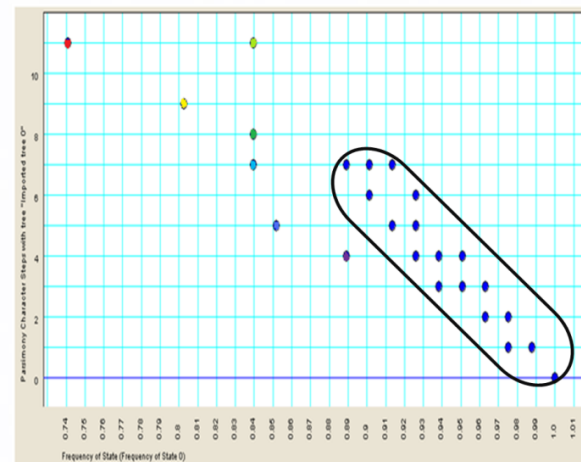
既にある情報を活用 (Leverages Existing Information)

- 改善されたリスク分類情報 (Risk register info) を用いる手法
- 特徴の分類項目 (Characteristic classifiers) の範囲を拡大

Risk ID	Risk	1.1 Portfolio/risk selection	1.2 Portfolio Management	Risk Characteristic					Code		
				1.3 Claims management	1.4 Technical Reserving	1.5 Reinsurance arrangements	1.6 Longevity risk (Pension)	1.7 Pricing			
1	Economic Downturn.									5.05 Employment Practices / Employee Relations	30
2	Failure to deliver the required scale and breadth of improvement plan benefits leading to under delivery of projected 2011 UWV result.									5.06 Employment Practices / Safe Environment	31
3	Business does not achieve planned growth.									5.07 Employment Practices / Diversity & Discrim.	32
4	ABC integration / alignment.									5.08 Improper Business or Market Practices	33
5	Loss of key intermediary / corporate account through failure of intermediary or transfer of business to competitor.									5.09 Published Financial Statements	34
6	Non-compliance with regulatory requirements, including subsidiaries.									5.10 Advisory activities	35
7	Inadequate Data Privacy procedures.									5.11 Damage to Physical Assets	36
8	Risk of adverse development of Prior Year claims on X Book.									5.12 Bus disruption & sys failures / Systems	37
9	Repeat of catastrophic weather events.									5.13 Transaction Capture & Maintenance	38
10	Implementation of Periodic Payment Orders.									5.14 Monitoring & Reporting	39
11	Failure of Software House.									5.15 Customer Intake and Documentation	40
12	Immature capability re direct and on-line channel.									5.16 Customer & Client Account Management	41
13	XXX Insurance Ireland S&P downgrade.									5.17 Trade counterparties	42
14	Outcome of test Achats by ECJ – EU gender directive decision									5.18 Vendors & Suppliers	43
										5.19 Compliance with existing regulation	44
										5.20 Increase in regulatory costs	45
										5.21 Failure to implement Solvency II	46
										5.22 Cross sector funding FSCF	47
										5.23 Product Flaws	48
										5.24 Expenses overruns	49
										6.1 Regulators	50
										6.2 Corporate responsibility	51
										6.3 Investors / JV Partners	52
										6.4 Media	53
										7.1 Legal, Public Affairs & Regulatory	54
										7.2 Macro-Economic	55
										7.3 Changing Claims Patterns	56
										8.1 Internal	57
										8.2 External	58
										8.3 General	59

分析 (Analytics)

- 構造化されたリスクプロフィールがあると一連の分析が可能:
 - プロフィールの重要な特性
 - 相互接続性 (Inter-connectivity)
 - 大きな影響をもつ特徴



Key evolutionary character	Number of descendant risks	Important Clade
Expenses Overruns (49)	14	A
Transaction Capture & Maintenance (38)	13	B
Legal, Public Affairs & Regulatory (54)	13	Clade G
Portfolio Management (2)	12	Subclade of A
Pricing(7)	12	F
Internal (57)	7	D
Claims Management (3)	7	C
Claims Management (3)	7	Subclade of F
Portfolio Risk Selection (1)	6	Subclade of A

Risk	Score	Risk	Score	Risk	Score	Risk	Score	Risk	Score	Risk	Score
UK-3	13	SC-4	19	XX-30	7	IRE-9	8	I-3	8	C-2	12
UK-6	12	SC-1	18	XX-7	6	IRE-2	6	I-2	6	C-1	11
UK-1	9	SC-11	17	XX-23	5	IRE-7	6	I-10	6	C-3	10
UK-7	8	SC-3	14	XX-32	4	IRE-1	5	I-11	6	C-8	6
UK-8	6	SC-15	13	XX-6	3	IRE-8	5	I-1	5	C-9	6
UK-2	5	SC-13	12	XX-1	2	IRE-12	4	I-9	4	C-6	5
UK-4	5	SC-14	12	XX-4	2	IRE-14	4	I-8	2	C-7	5
UK-9	5	SC-2	11	XX-31	2	IRE-4	3	I-12	2	C-5	4
UK-5	4	SC-10	9	XX-3	2	IRE-10	3	I-4	1	C-4	3
UK-10	3	SC-7	5	XX-8	2	IRE-5	2	I-5	2	C-10	0
UK-12	3	SC-5	4	XX-2	1	IRE-3	1	I-6	1		
UK-14	2	SC-6	4	XX-28	1	IRE-6	1	I-7	0		
UK-15	1	SC-12	4	XX-29	1	IRE-11	1				
UK-11	0	SC-16	4	XX-9	0	IRE-13	1				
		SC-9	3	XX-27	0						
		SC-8	1								

リスクの進化 (Risk Evolution) – サマリー

- リスクにはマップ可能な固有のDNAがある
- よいデータがあれば、系統発生論の (Phylogenetic) 技術により、以下のような信頼できる進化の情報 (Evolutionary information) を作成できる:
 - 分類 (Classification)、ダイナミクス (Dynamics)、傾向 (Direction)、つながり (Connections)、相互依存関係 (Interdependence)、影響の強い特性 (Highly influential characters)
 - どのようにリスクが今の状態になり、この先どう展開 (Evolve) するか
 - コントロール (Controls) と環境 (Environment) がどのようにリスクシステム (Risk system) に影響するか

複雑性の科学の応用

Summary



サマリー (Summary)

- 近代的なリスク管理には“システム”の包括的な視点が必要
- 既存のリスクのインフラを技術によって活用したり、補ったりできる
- ここで紹介したツールはどのようなタイプの企業にも適用できる
- ここで紹介した技術は“複雑な”リスクの分野を透明なものとする(しかし本当の“Black Swans”に対応できるものではない)
- ビジネスのダイナミクスやモデリングを理解するアクチュアリー本来の技術を活用する

ありがとうございました

連絡先:

吉村 雅明

直通 03-5211-7174

masaaki.yoshimura@milliman.com