2009年5月28日

災害リスクの計測と事業継続マネジメント(BCM)への適用

災害リスクの計測と リスクカーブの活用 (基礎編)

Risk Management

応用アール･エム･エス株式会社
山田　敏博

東京都港区赤坂3-11-15　赤坂桔梗ビル4階〒107-0052
Tel.03-5575-7189　Fax.03-5575-7197
http://www.oyorms.co.jp/

OYO RMS
応用アール･エム･エス株式会社

本日の講演内容

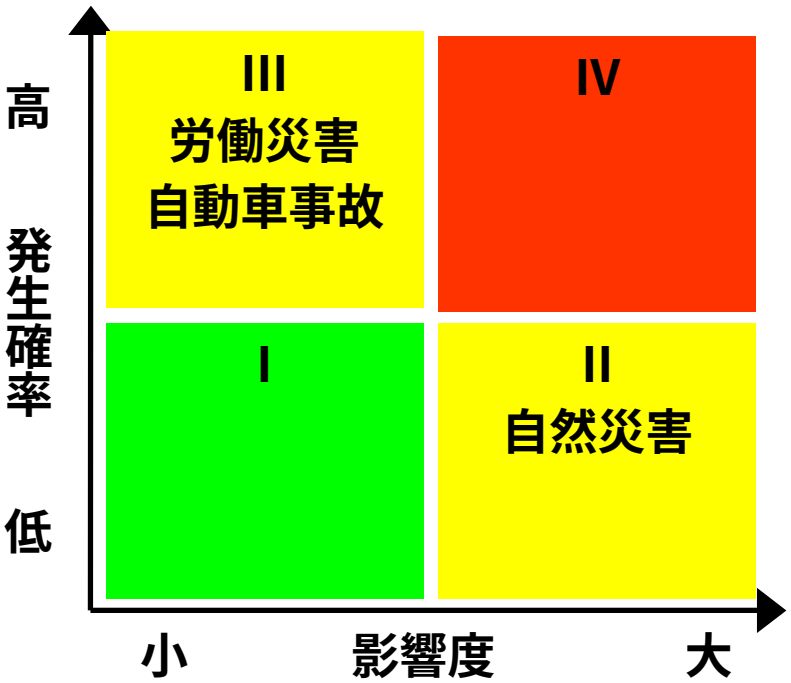
- 災害リスクと計量化
- 日本の地震環境
- 地震リスクの定量化
- リスクカーブの見方
- リスクファイナンス (参考資料)

災害リスクと計量化

リスクとは何か？

- リスクは、**発生確率**と**影響度**で測定・評価するのが一般的。
- **リスク値＝発生確率×影響度**と定義することも多い。
- 発生確率や影響度に**不確実性（ばらつき）**を加えることがある。

＜リスクマトリクス＞



＜リスク対応の方法＞

- **保有**
  - 資金積立、キャプティブ
- **移転**
  - 保険
- **低減**（削減・軽減）
  - 予防対策・事後対策
- **回避**（排除）
  - 移転・撤退

Risk Management OYORMS

災害リスクと計量モデル等について

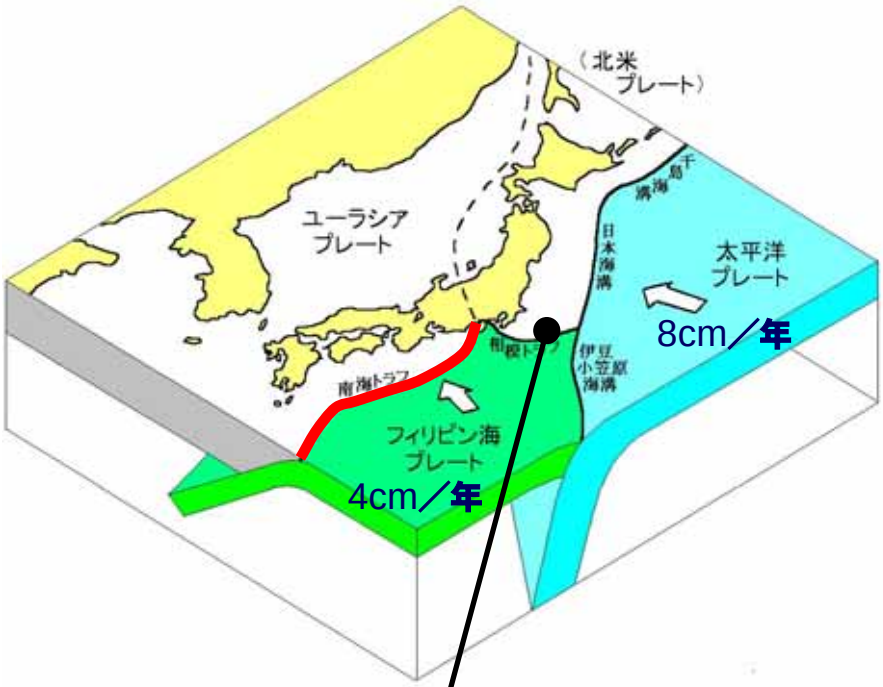
	災害の種類	リスク計量モデル	備　考
国内	地震	◎	一般的に利用
	台風（風災）	◎	一般的に利用
	津波（水災）	シミュレーション可	文献調査、中央防災会議の成果（公開）
	水災（河川氾濫）	シミュレーション可	国土交通省等の成果（公開）
	水災（高潮）	ー	気象データによる極値統計分析
	火山	ー	文献調査、モデル化可能
	雷	ー	文献調査
	雹	ー	文献調査
	竜巻	ー	文献調査
海外	テロ	○	他に較べ分解能等に難
	パンデミック	○	他に較べ分解能等に難
	ハリケーン	◎	北米で一般的に利用
	洪水	◎	北米、ヨーロッパで一般的に利用
	暴風	◎	ヨーロッパで一般的に利用

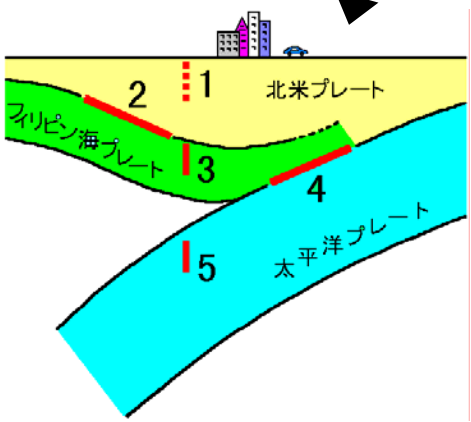
◎：一般的にモデルが利用されている、○：モデルはあるが一般的ではない
リスク計量モデル以外はハザード評価

Risk Management OYORMS

日本の地震環境

どうして日本では地震が繰り返し起こるのか？





沈み込むプレートに引き込まれて撓む。
撓みがある程度以上になると元に戻ろう
としてずれることにより地震が発生する。

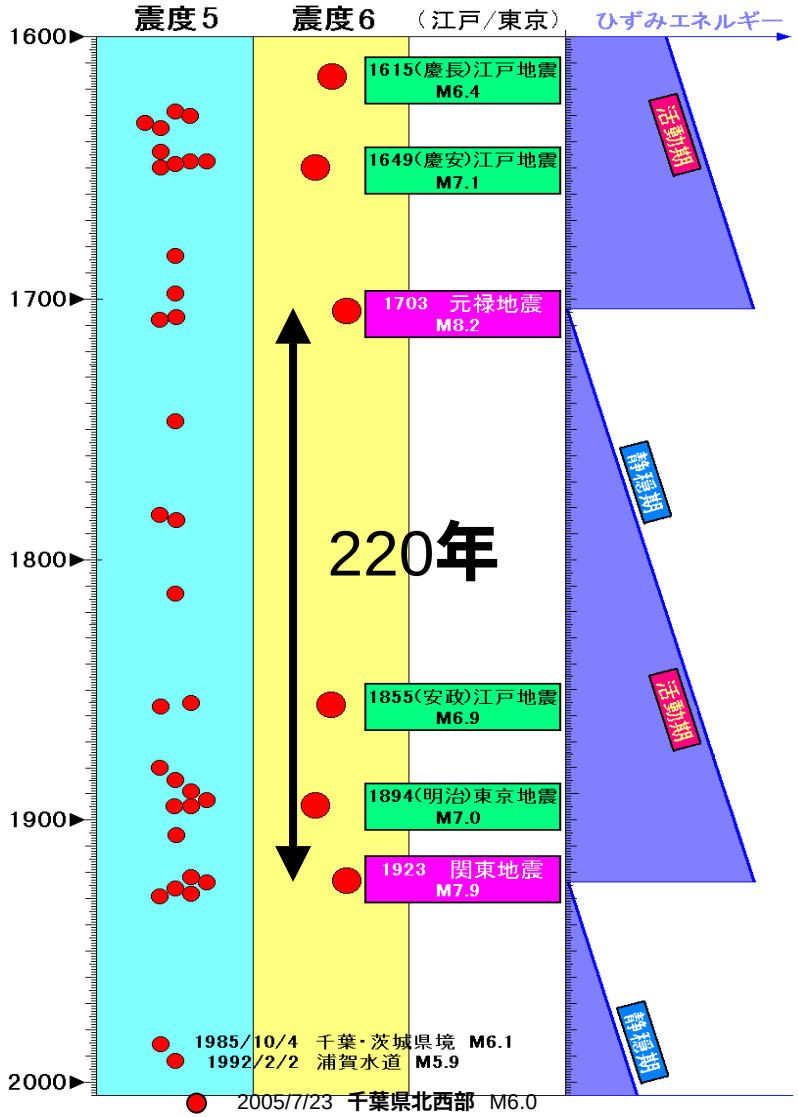
押されている

圧縮力で破壊する
（ずれる）ことにより
地震が発生する。

岡田義光（1992）に加筆

Risk Management OYORMS

最近400年間で東京が震度5～6になった地震



- **関東地震タイプの地震の再来周期を約200年とすると、大雑把には、前半100年は静穏期、後半100年は活動期。**
- 1923年関東地震から85年経過した現在はまだ静穏期。
- **次の関東地震はしばらく先。**
- **直下型の地震はそろそろ心配する時期。**
- その兆候として、東京では関東地震の頃より50～60年間、震度5を経験することはなかったが、1985年10月と1992年2月の2回、震度5の揺れがあった。

防災科学技術研究所HP、岡田義光（2001）、地震予知連会報66に加筆

Risk Management OYO RMS

地震ハザードに関する政府の調査･研究

- **地震調査研究推進本部（文部科学省）**
  - 地震防災対策の強化、特に地震による被害の軽減に資する地震調査研究の推進

  ※ 地震に関する調査研究の成果が国民や防災を担当する機関に十分に伝達され活用される体制になっていなかったという課題意識の下に設置された

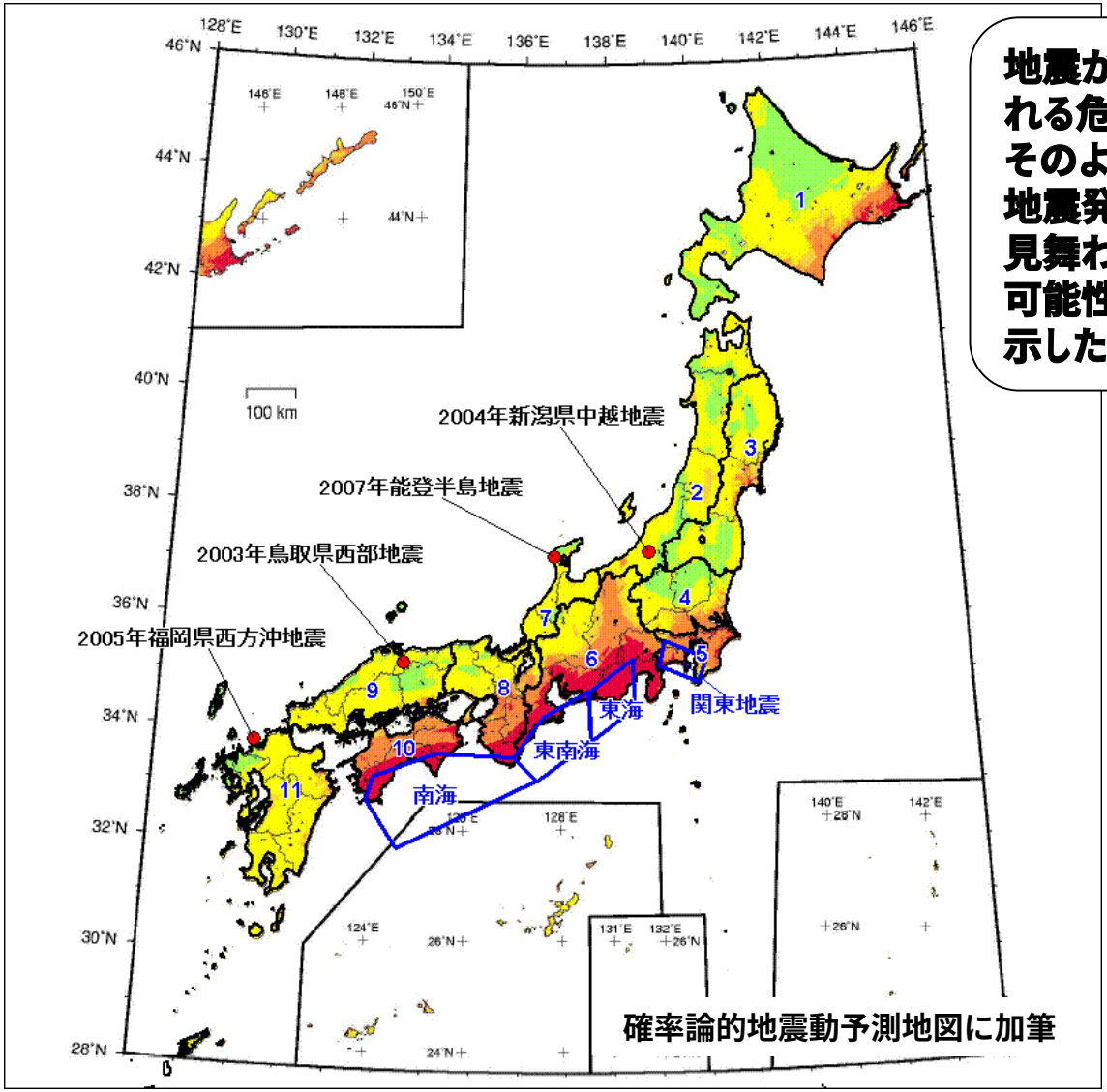
  http://www.jishin.go.jp/main/

- **中央防災会議（内閣府、会長：内閣総理大臣）**
  - 「防災基本計画」、「地域防災計画」の作成及びその実施の推進
  - 非常災害の際の緊急措置に関する計画の作成及びその実施の推進

  http://www.bousai.go.jp/index.html

地震調査研究推進本部

確率論的地震動予測地図



地震が発生して強い揺れに見舞われる危険性は全国どこにでもある。そのような地震について、長期的な地震発生の可能性を考慮し、将来見舞われる恐れのある強い揺れの可能性を地域ごとに評価した結果を示した地図。

今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率

高い	26%以上*
	6 % ～ 26 %
	3%～6%
やや高い	0.1%～3%
	0.1%未満

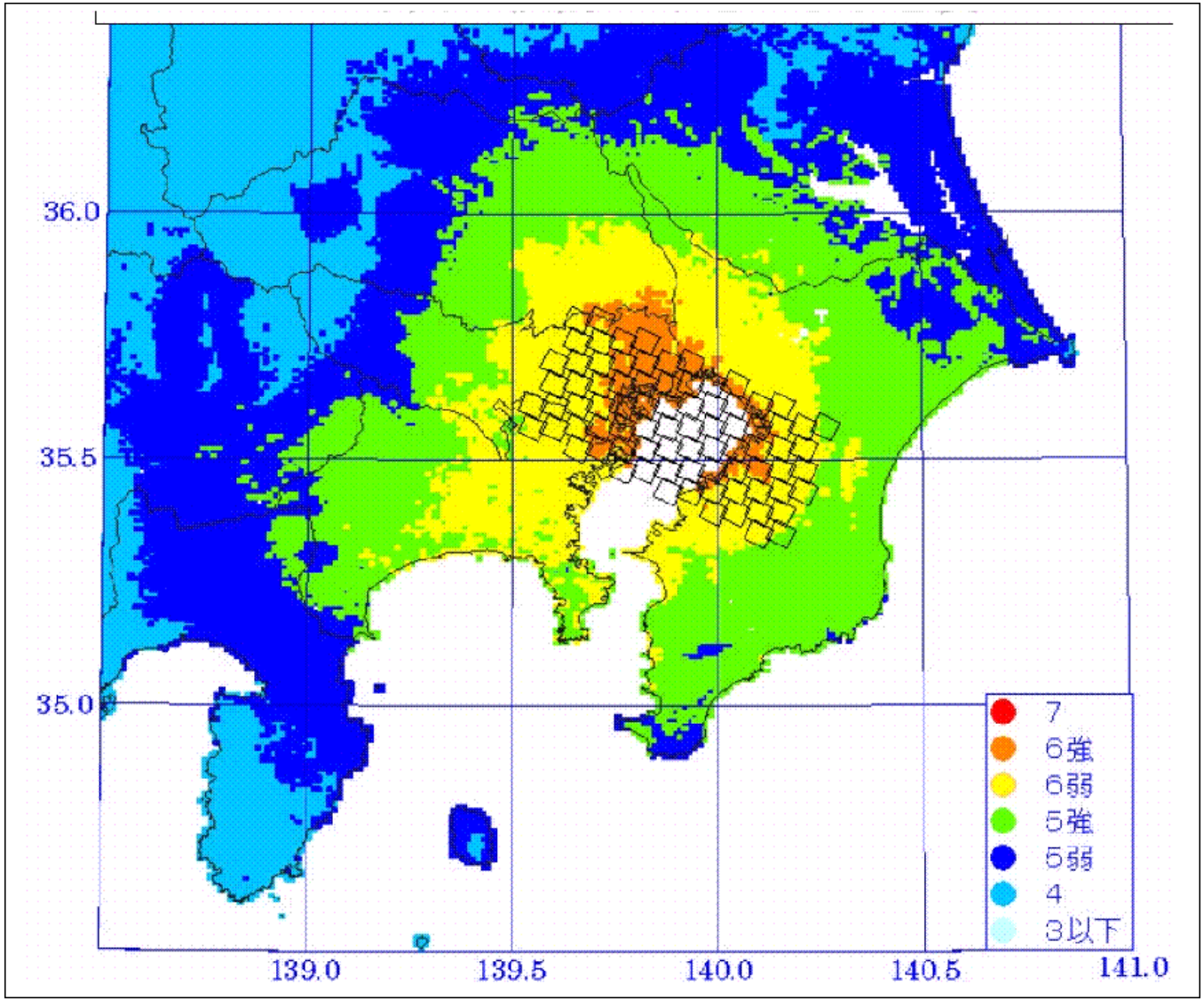
凡　例

震源域

CRESTA ZONE

Risk Management OYO RMS

東京湾北部地震（M7.3）の震度分布



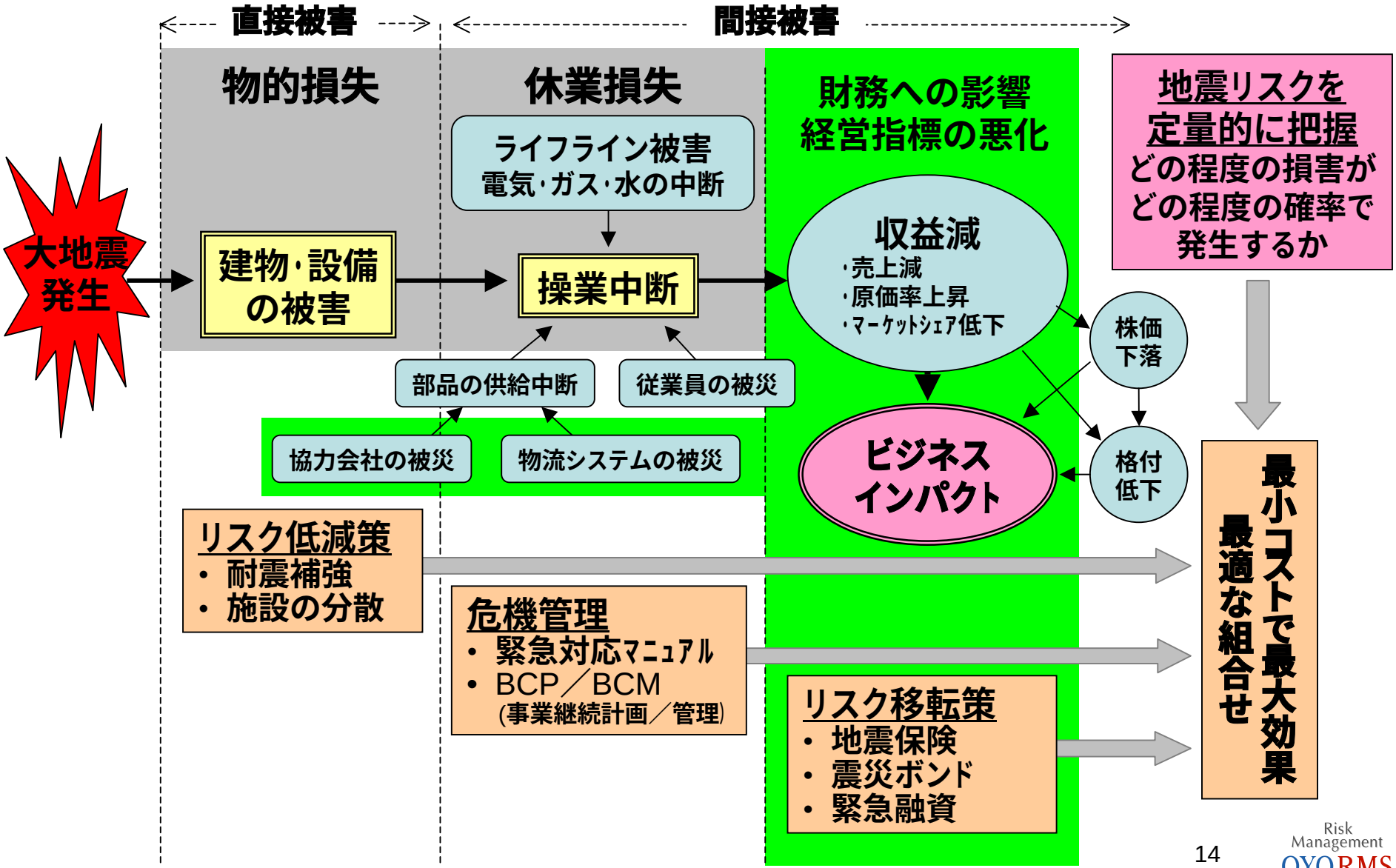
Risk Management
OYO RMS

地震リスクの定量化

なぜリスクの定量化が必要か？

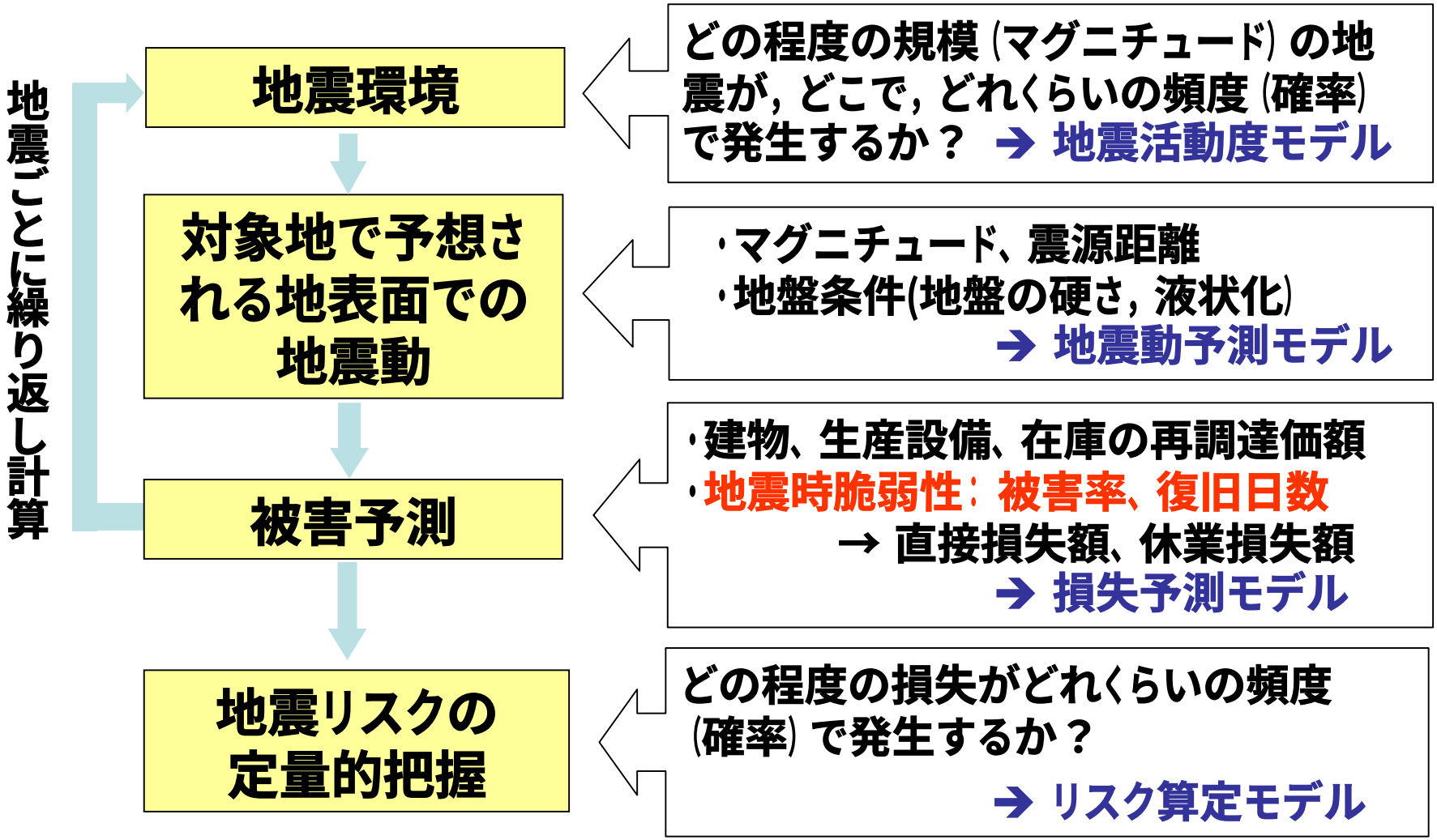
- 地震リスクに関するコンセンサスを醸成する
  - 関係者の地震リスクの見方には違いがある。リスクが大きいと考えている人もいれば、それほどでもないと考えている人もいる。
  - 意見が分かれて目標が設定できない。なかなか前に進まない。
- 具体的な対策にはリスクを定量的に把握する必要がある
  - どこがどれくらい被害を被るのか？どこを補強すればよいのか？（補強対策、リスクコントロール）
  - どの程度保険を掛ければよいのか？（リスクファイナンス）
  - どれくらい事業が中断するのか？それは財務的にどれくらいの影響があるのか？（財務インパクト）
- 完璧な対策が現実的に困難だとすれば、どのように優先順位づけするか？
  - 損失が大きい順あるいは事業に全体に影響が大きい順　等

地震リスクマネジメントの考え方



Risk Management OYORMS

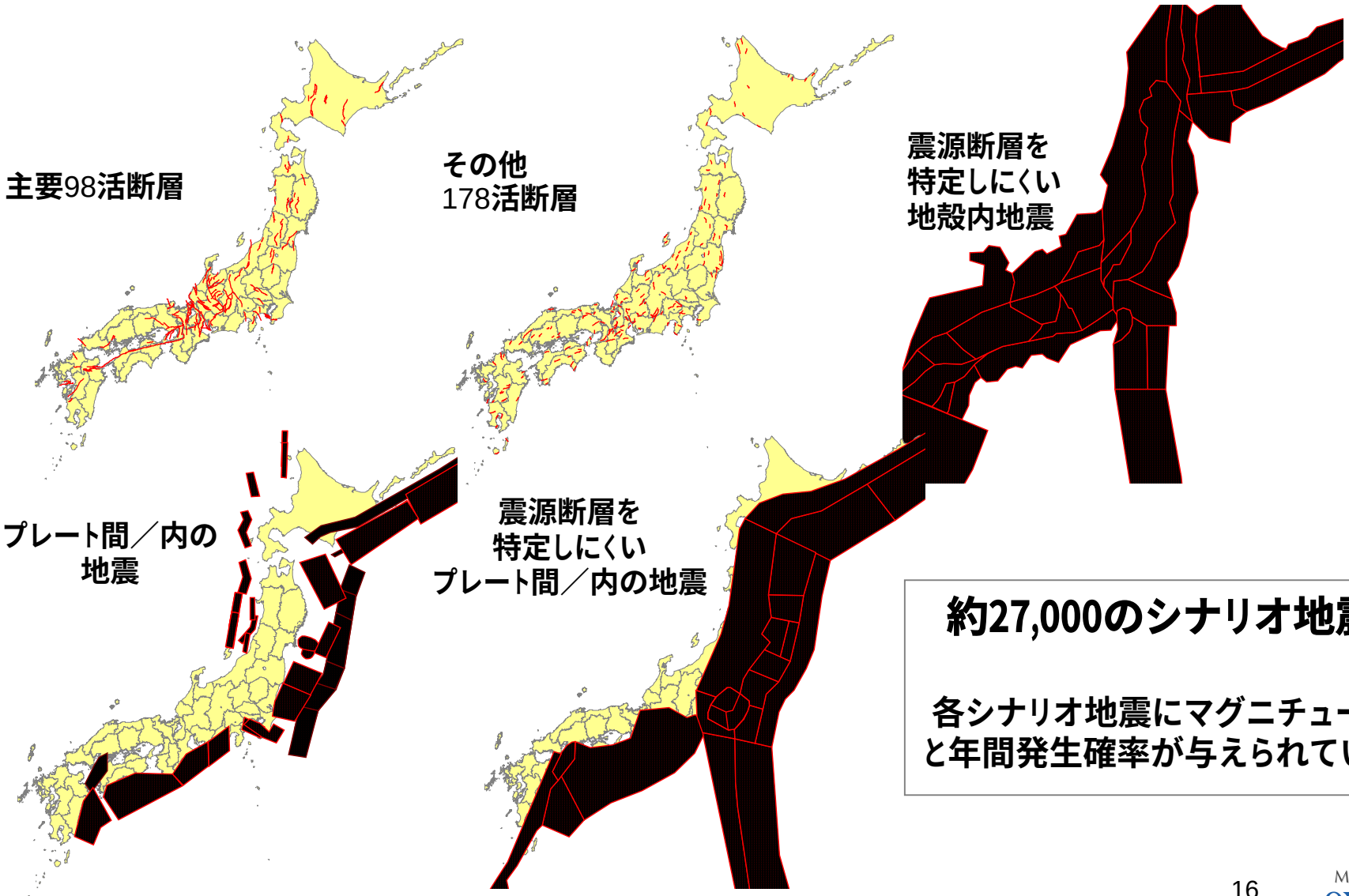
地震リスク分析の方法



Risk Management OYORMS

【地震活動度モデル】

RiskLink®日本地震モデル



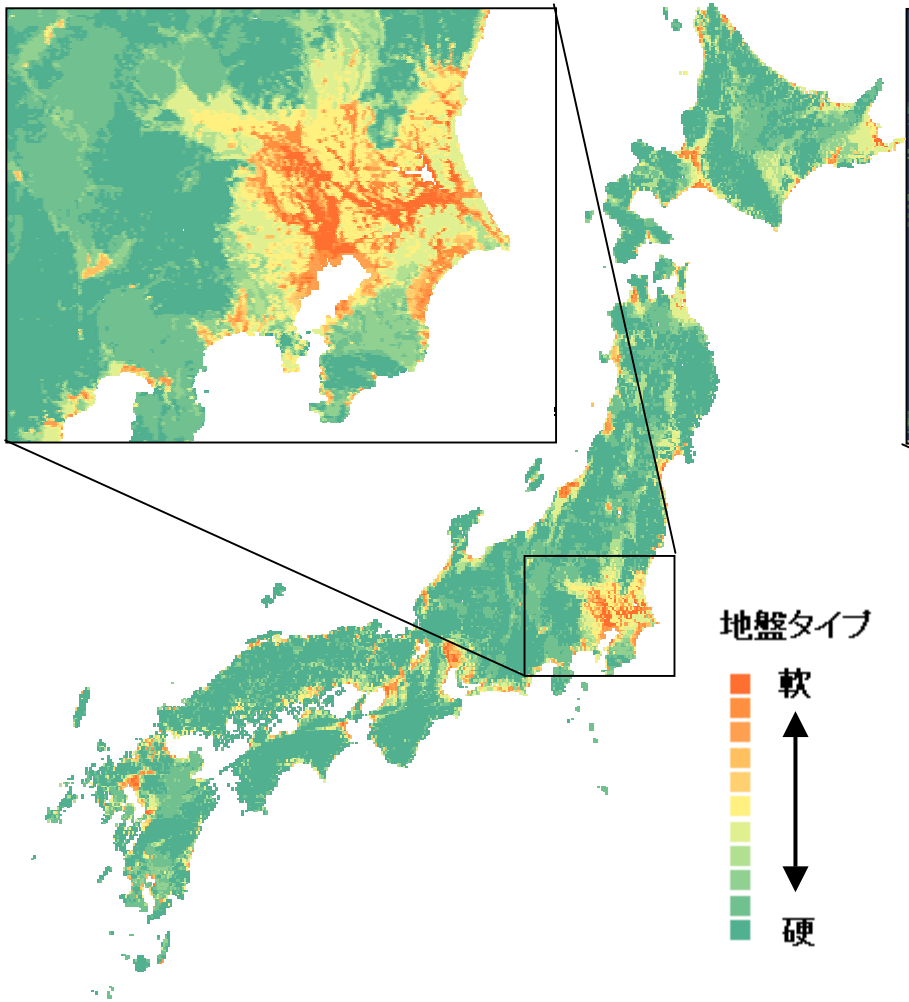
約27,000のシナリオ地震

各シナリオ地震にマグニチュードと年間発生確率が与えられている

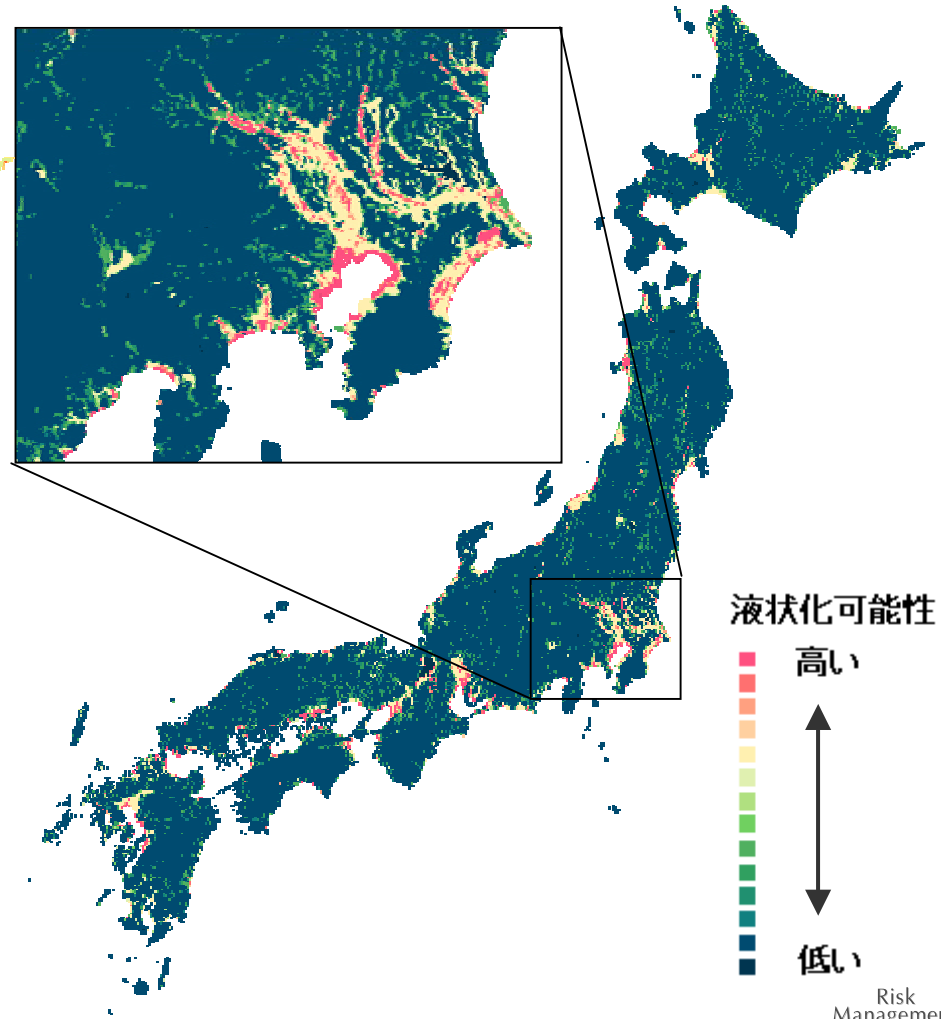
Risk Management OYO RMS

地盤データ

地盤の地震動増幅率



液状化可能性

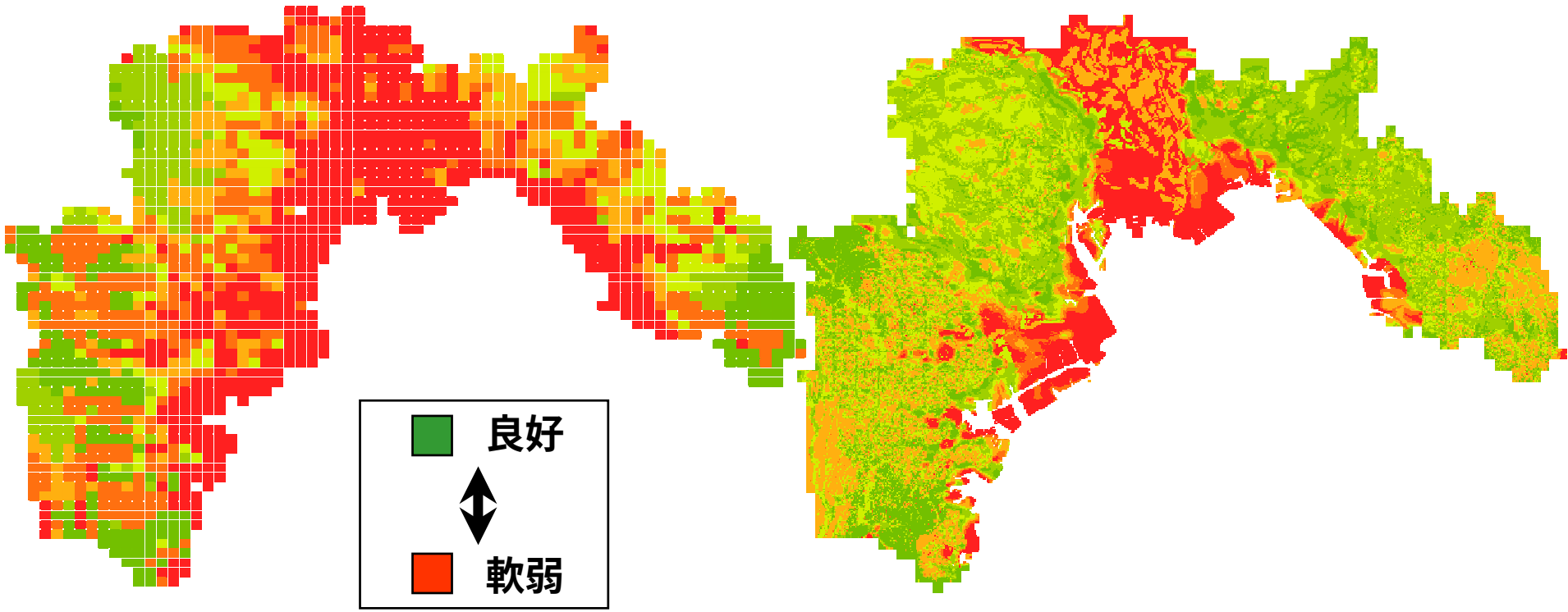


Risk Management
OYO RMS

メッシュサイズによる地盤情報の違い

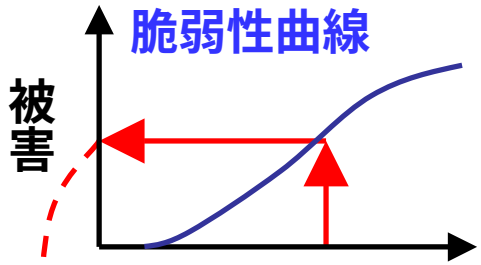
1kmメッシュ

100mメッシュ



物的損失と休業損失の予測方法

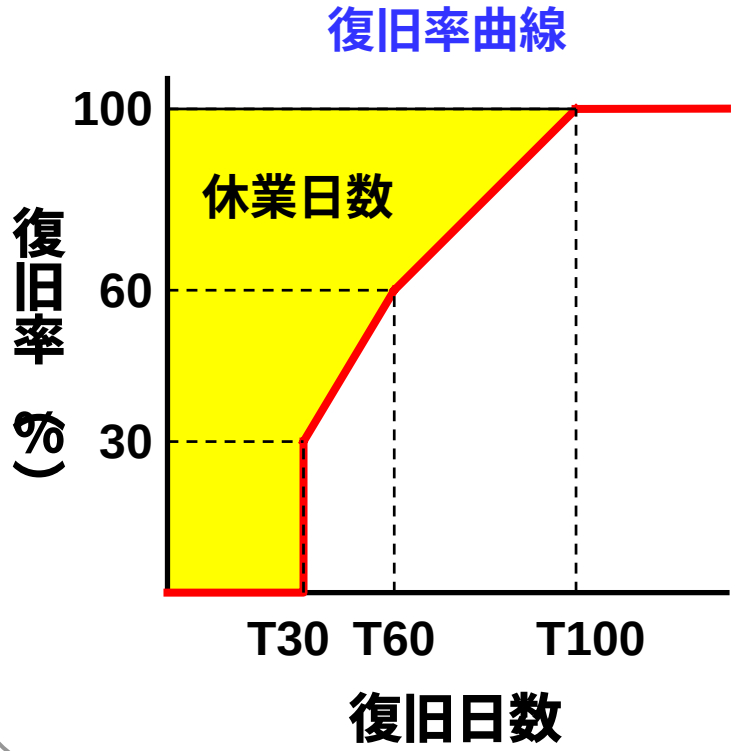
物的損失



- 建物被害
- 設備被害
  - 生産工程
  - ユーティリティ
- ライフライン被害の影響
  - 水道･電気　etc.

休業損失

＝休業日数分の逸失利益



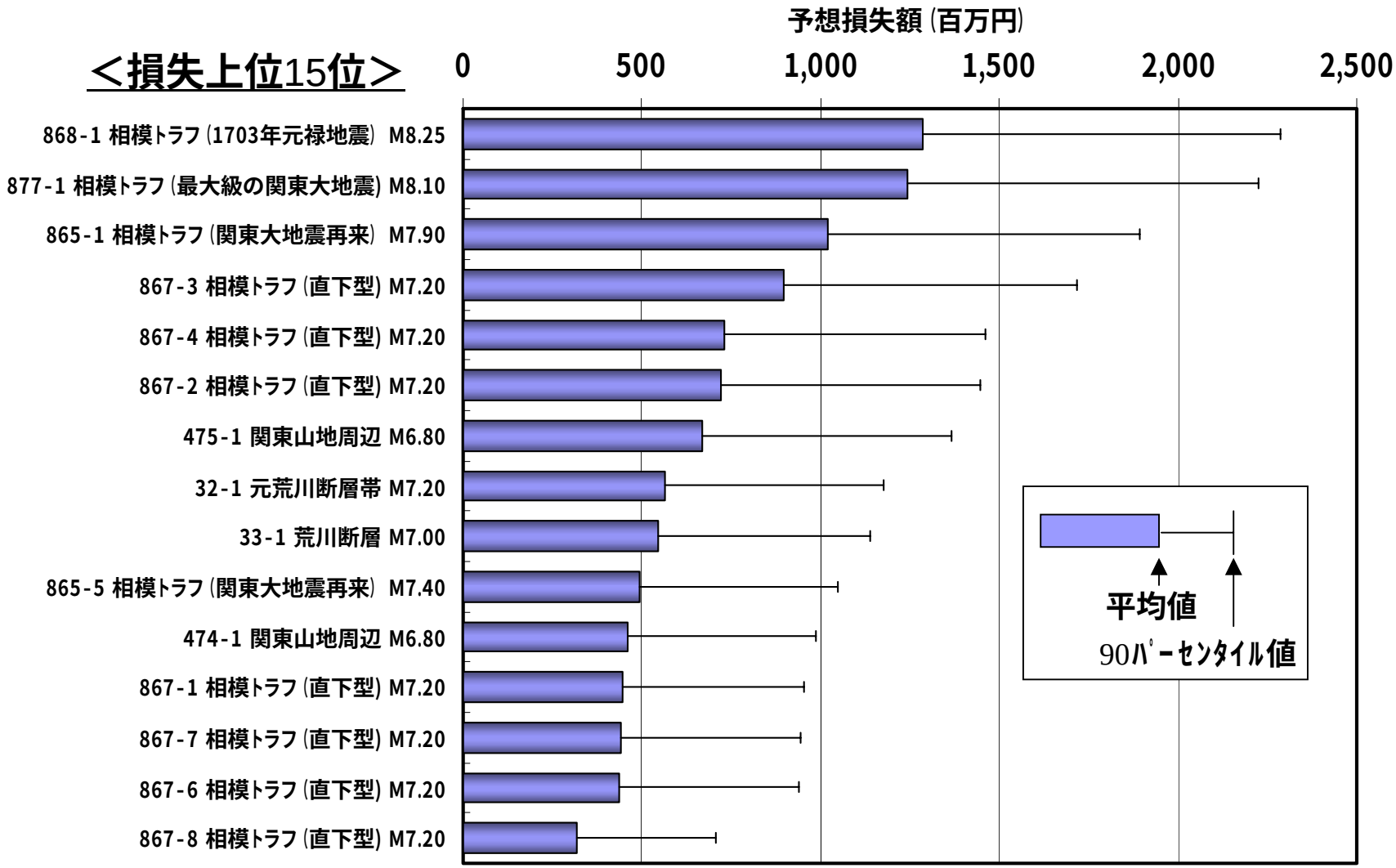
Risk Management OYORMS

分析レベル

目的を勘案して
適切な分析レベルを選択

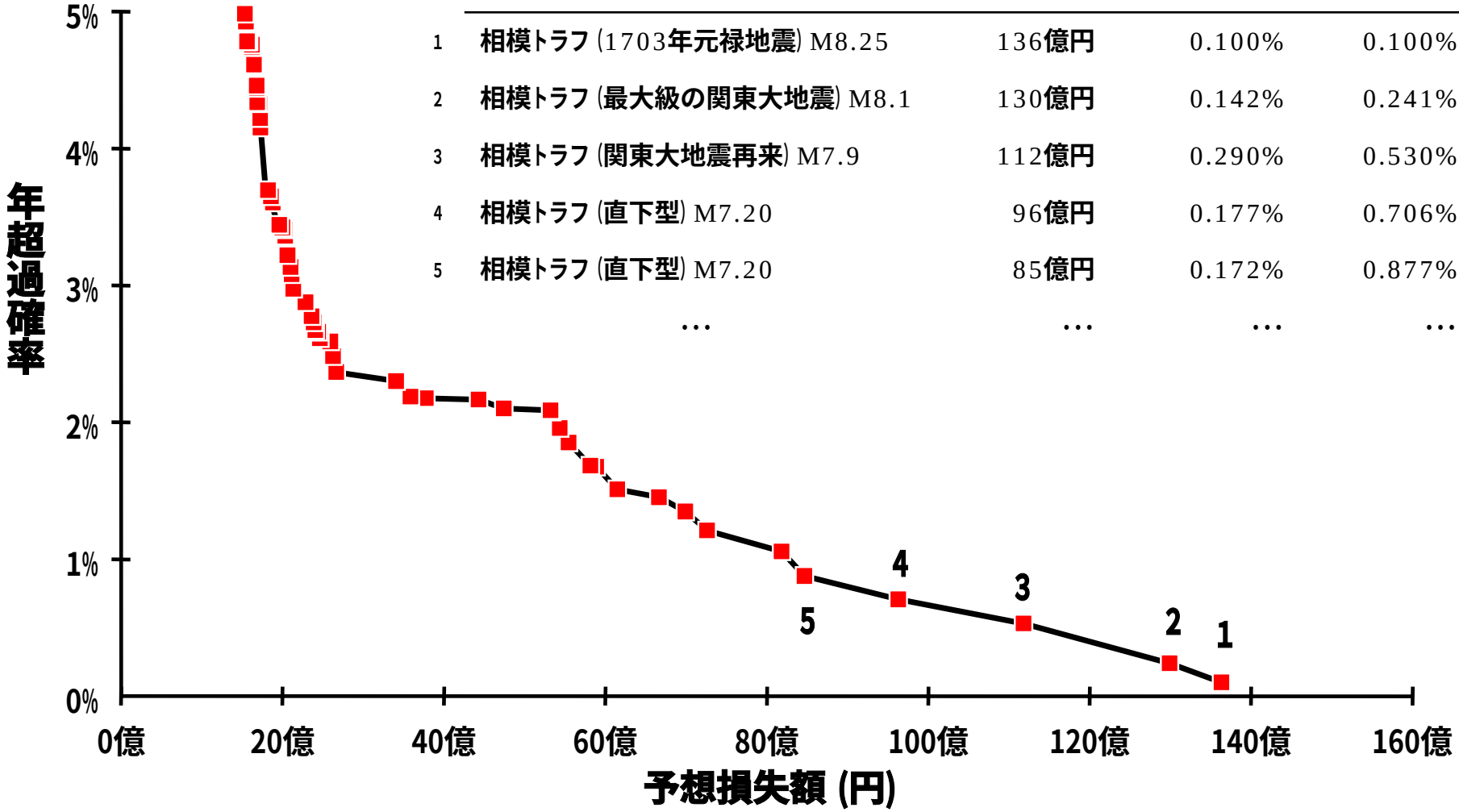
- レベル1分析（机上分析）
  - 基本情報（所在地，建築年，構造，階数，再調達価額，業種など）で分析
  - 現地調査は不要
  - 多くの事業所を保有する企業向けの分析方法
  - 全社的なリスク概要を把握したい場合
  - 地震リスクファイナンスの基本検討に活用
- レベル3分析
  - 現地調査、設計図書に基づき、建物･設備固有の地震脆弱性を評価
  - 建物や施設管理者の協力が必要
  - 分析結果の信頼性高い
  - 耐震上の問題箇所の指摘や対策方針の提示も
- レベル1分析とレベル3分析のミックス

地震リスク分析結果（想定地震ごとの予想損失額）



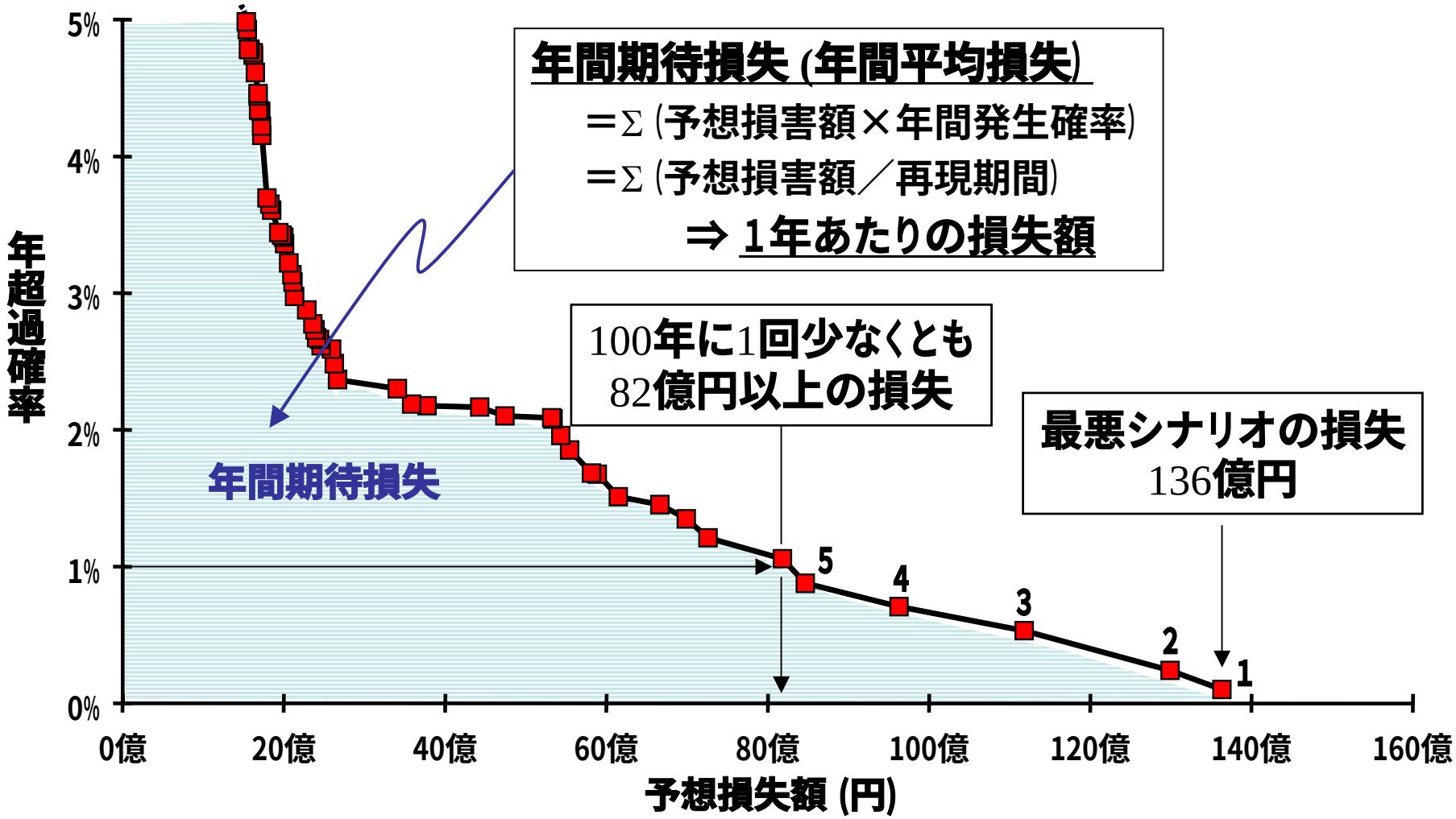
イベントカーブの作成

	想定地震	予想損失額	年間発生確率	累積確率
1	相模トラフ（1703年元禄地震）M8.25	136億円	0.100%	0.100%
2	相模トラフ（最大級の関東大地震）M8.1	130億円	0.142%	0.241%
3	相模トラフ（関東大地震再来）M7.9	112億円	0.290%	0.530%
4	相模トラフ（直下型）M7.20	96億円	0.177%	0.706%
5	相模トラフ（直下型）M7.20	85億円	0.172%	0.877%
	…	…	…	…

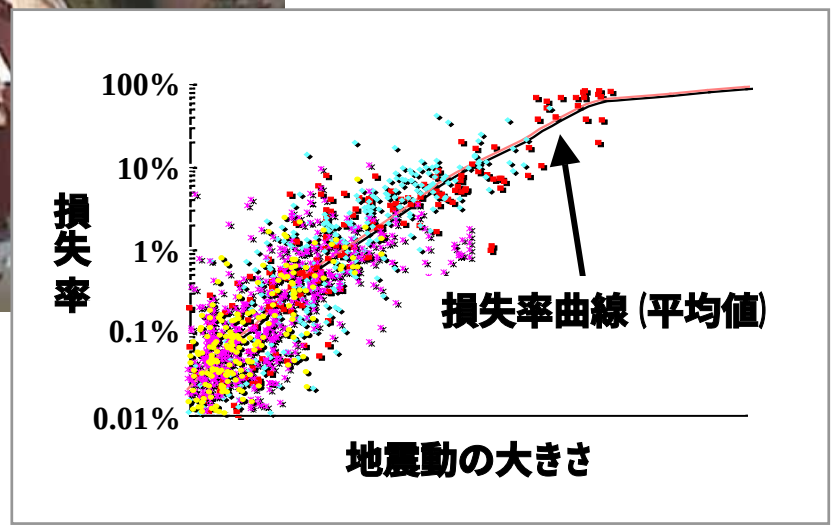


Risk Management OYO RMS

イベントカーブの読み方

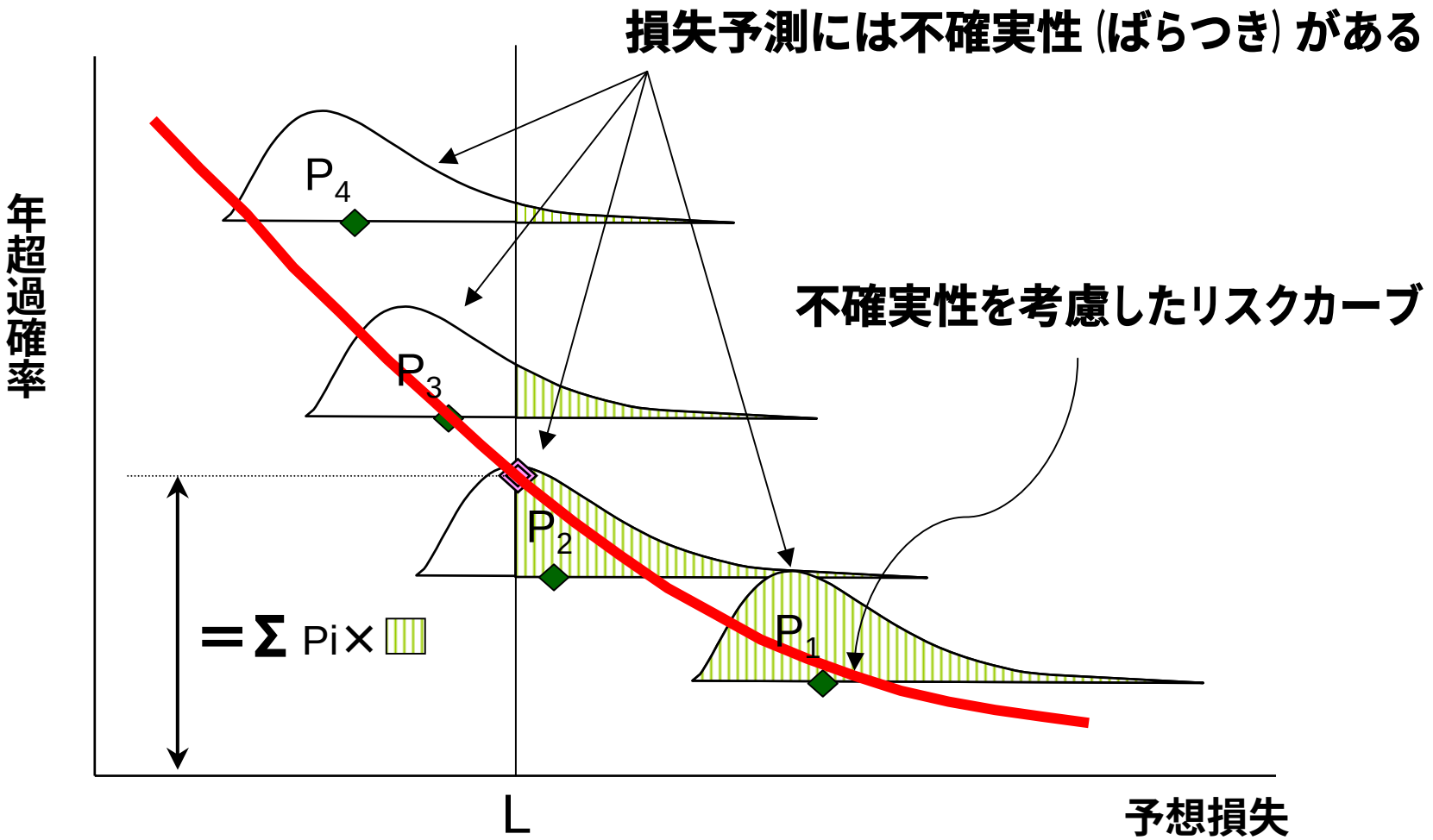


損失予測の不確実性



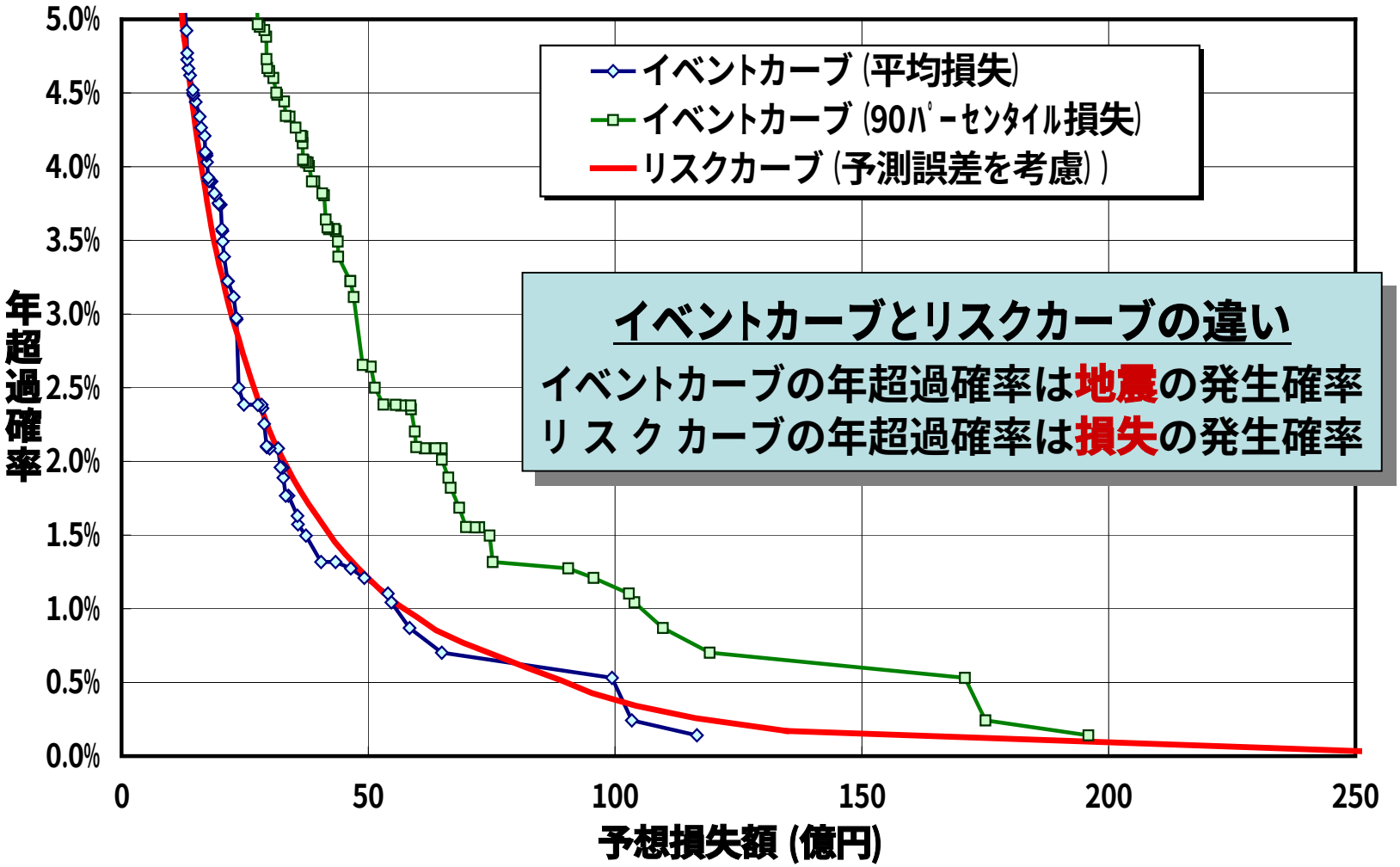
Risk Management
OYO RMS

不確実性を考慮したリスクカーブ



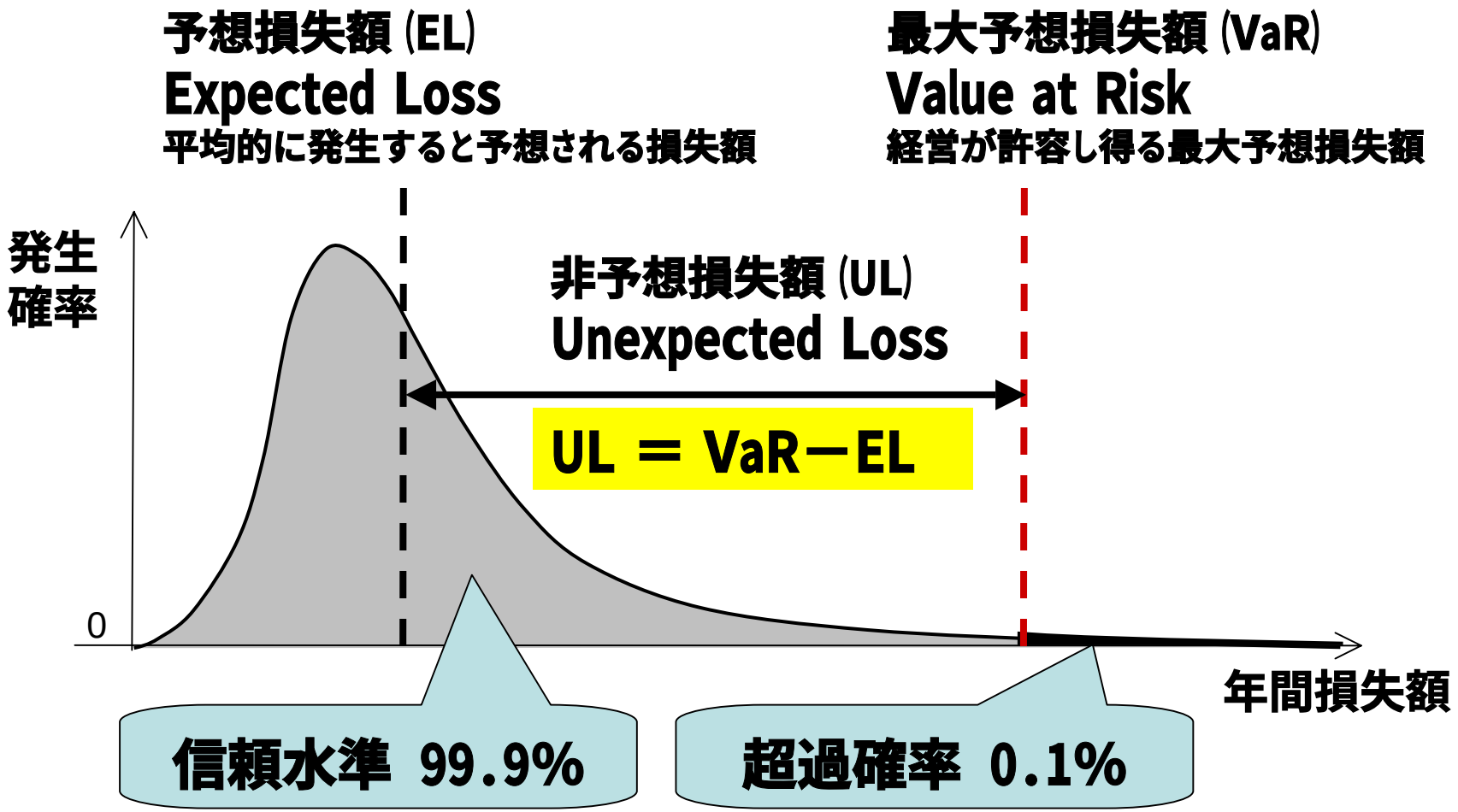
Risk Management OYORMS

イベントカーブとリスクカーブの比較



【参考】

EL，ULとVaRの関係

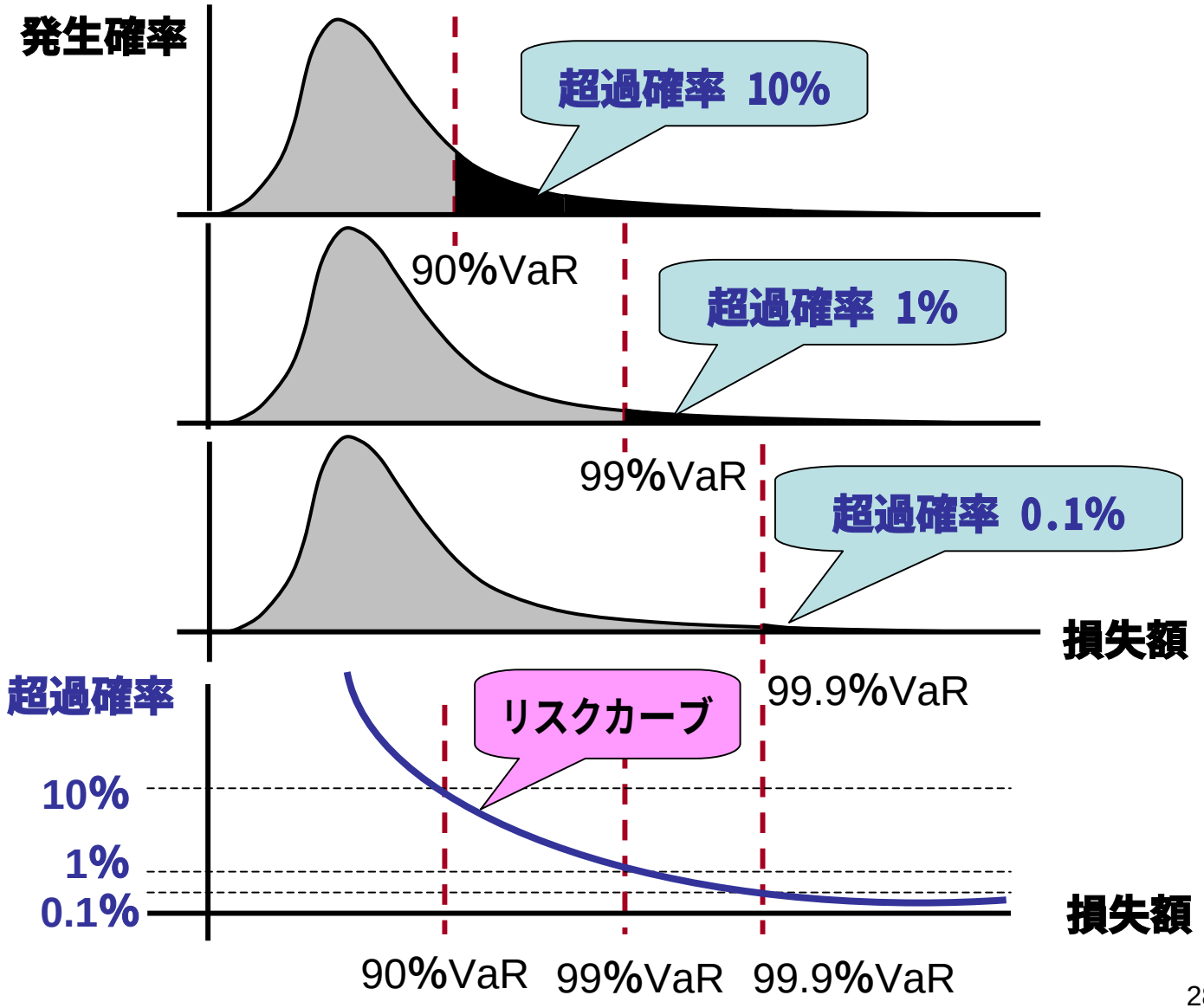


Risk Management OYORMS

【参考】

VaRとリスクカーブの関係

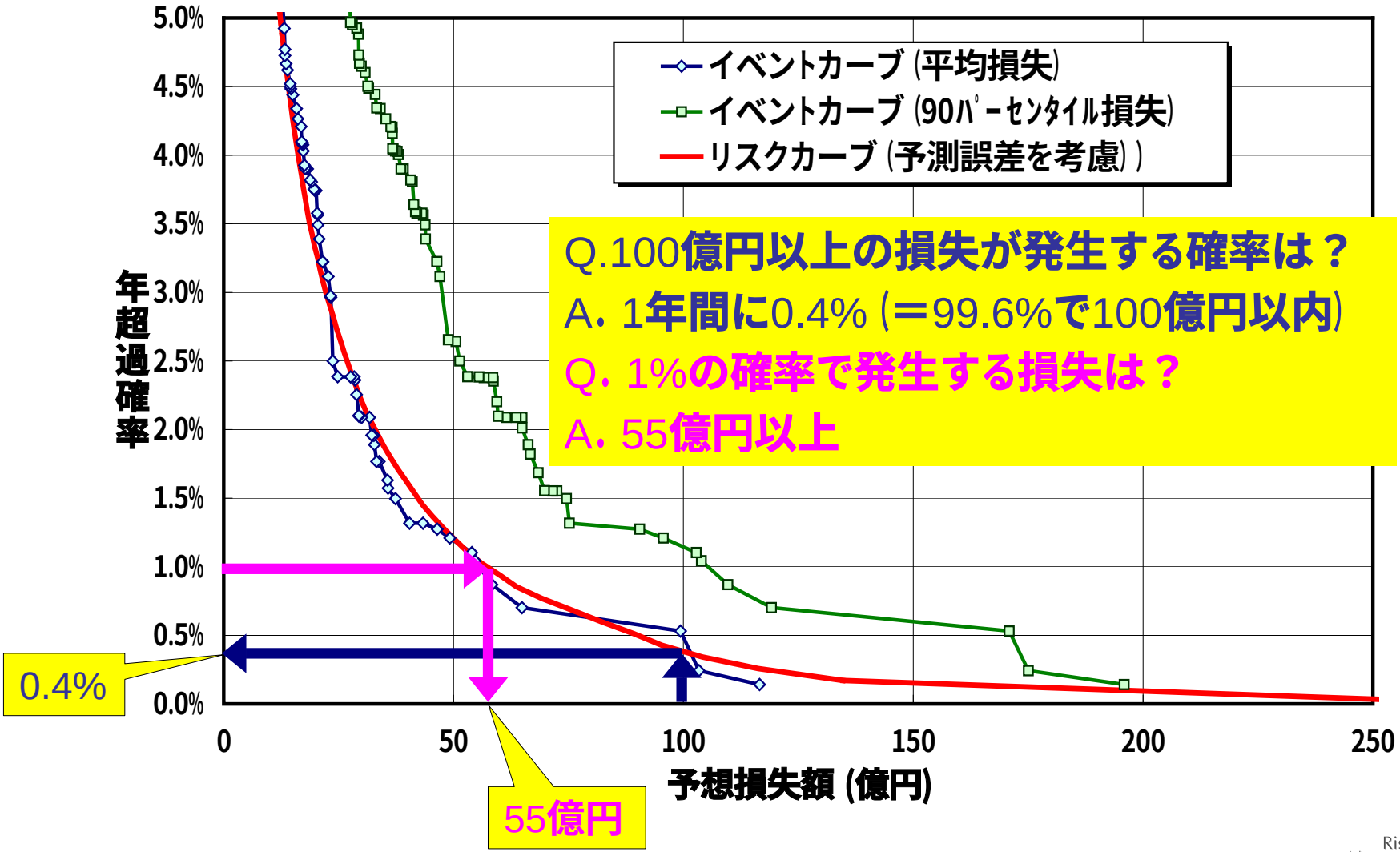
テール事象の分析に「リスクカーブ」を利用する



Risk Management OYORMS

リスクカーブの見方

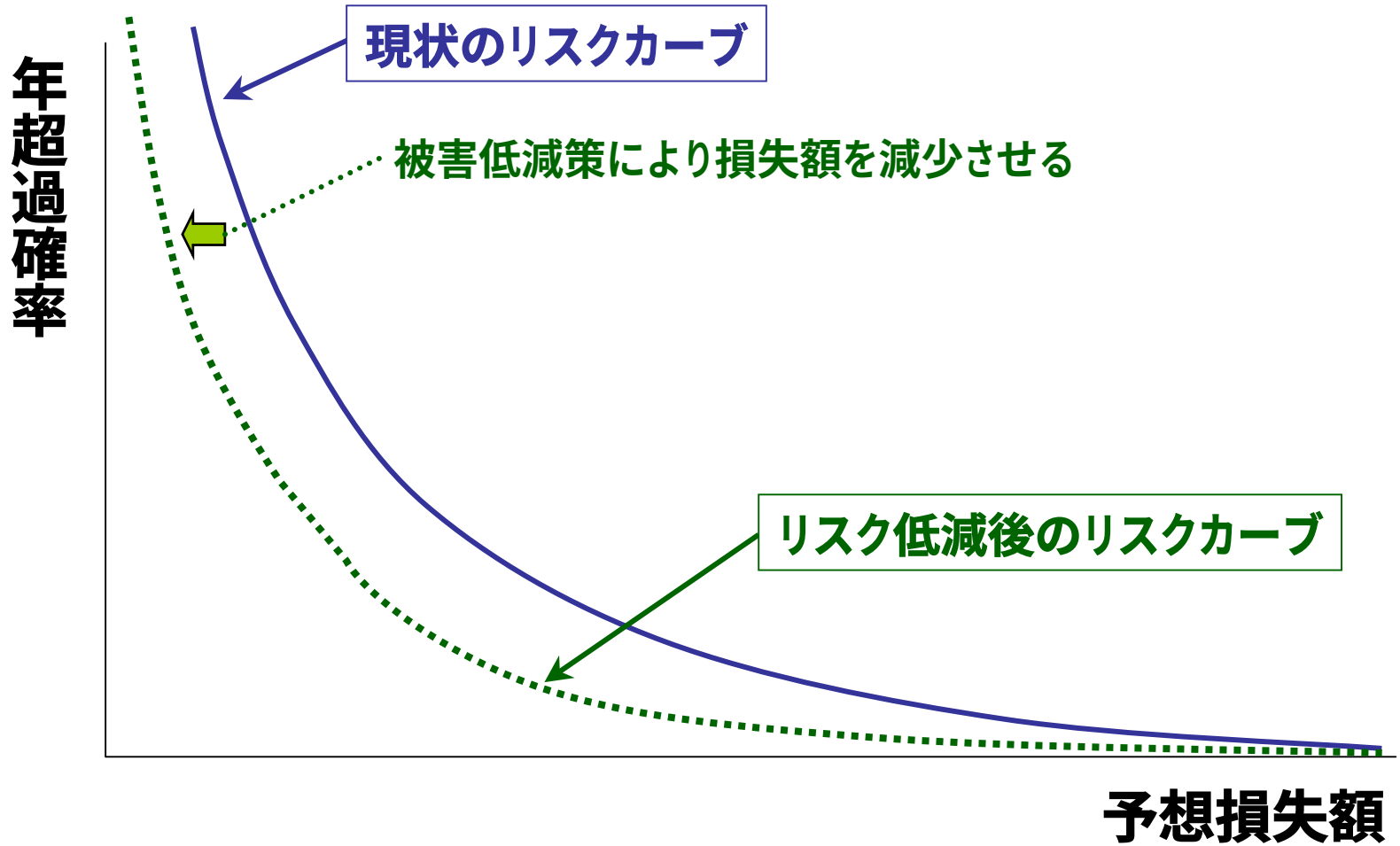
リスクカーブの基本的な見方



Risk Management OYORMS

リスクカーブを用いたリスク対応策の考え方

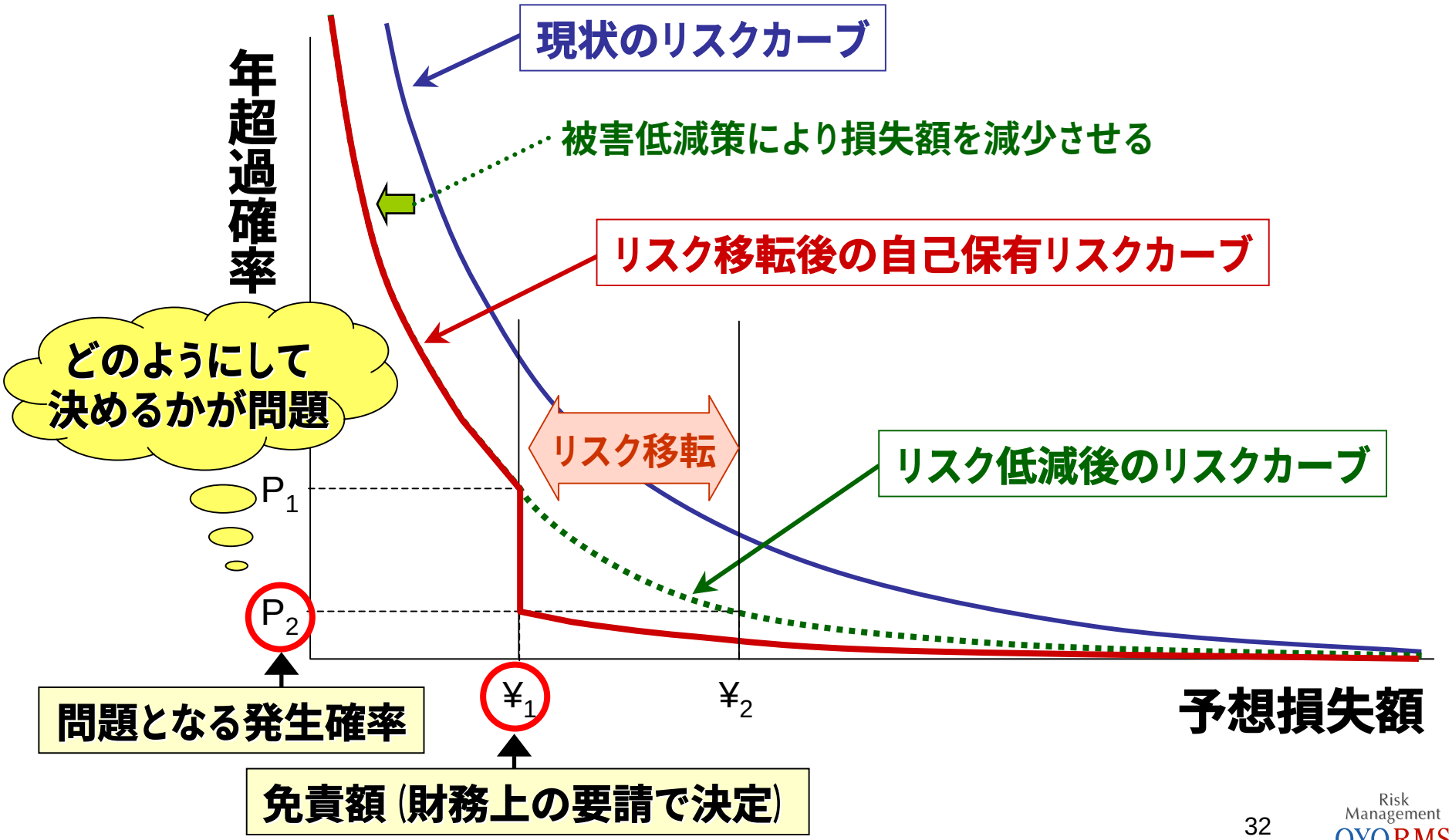
ステップ-1：被害低減策により損失額を減少させる



Risk Management OYO RMS

リスクカーブを用いたリスク対応策の考え方

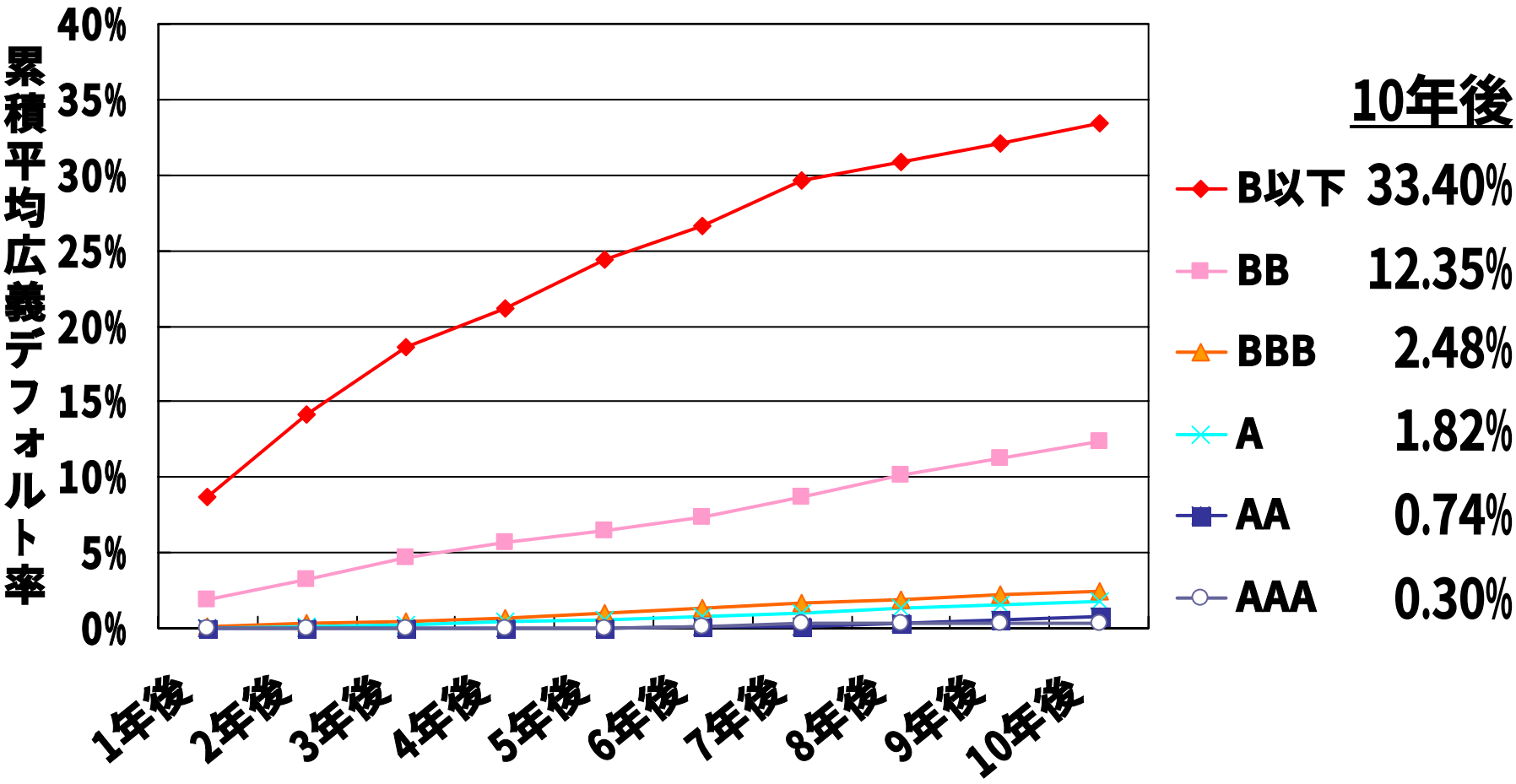
ステップ-2：地震保険によりリスクを移転する



Risk Management OYORMS

確率をどう考えるか

平均累積格付け別デフォルト率

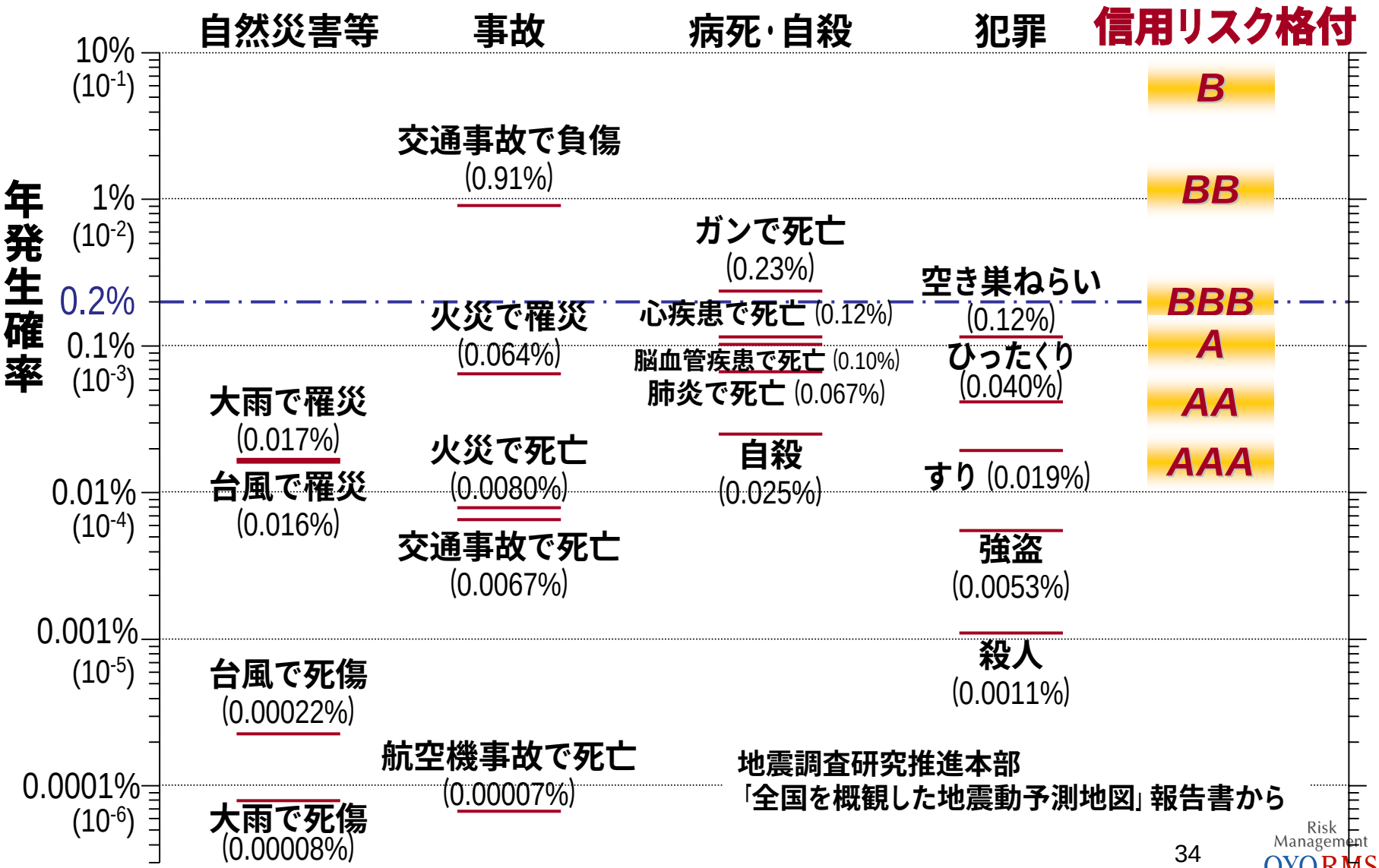


(株)格付投資情報センター(R&I)資料(2008)による

Risk Management OYORMS

確率をどう考えるか

自然災害・事故等の年発生確率

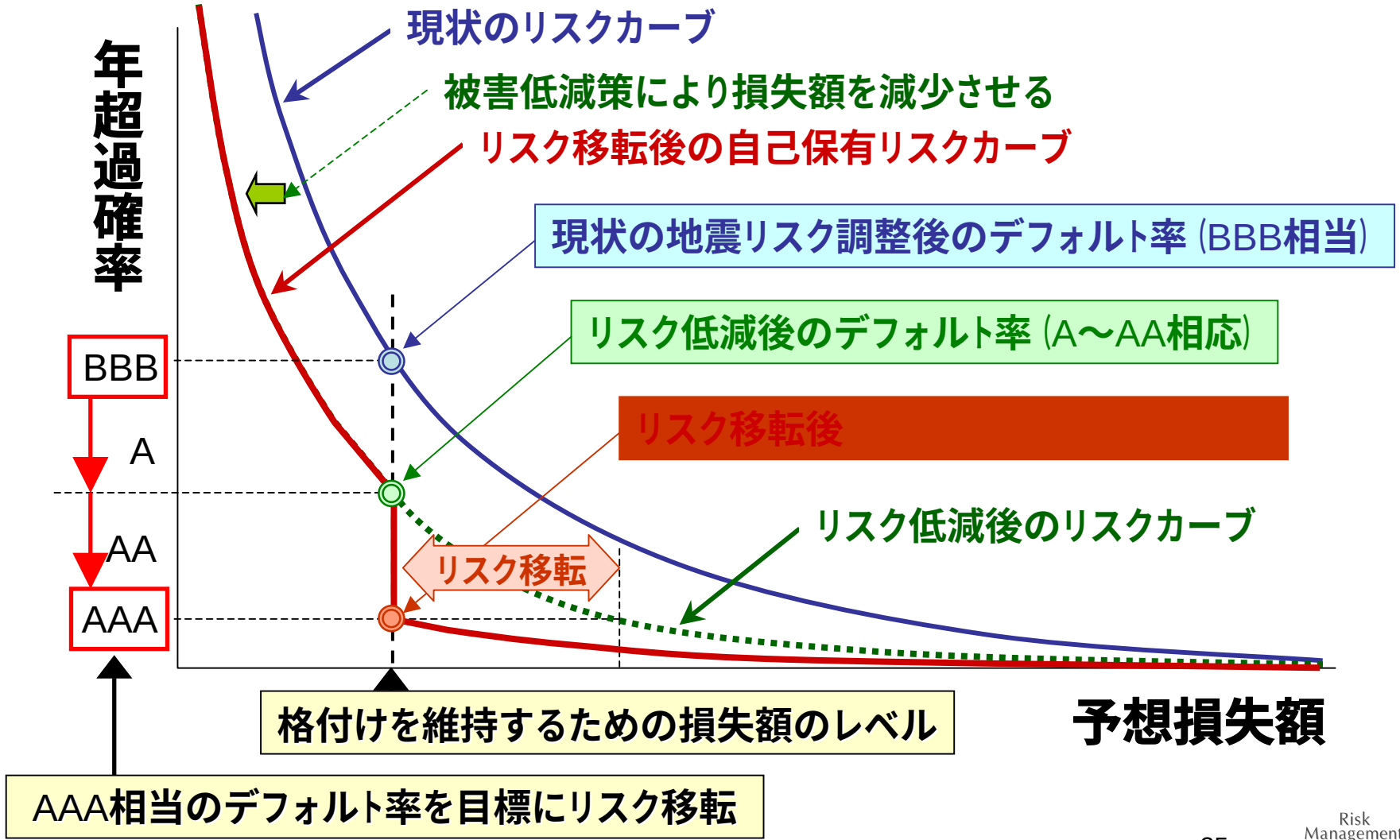


地震調査研究推進本部
「全国を概観した地震動予測地図」報告書から

Risk Management OYORMS

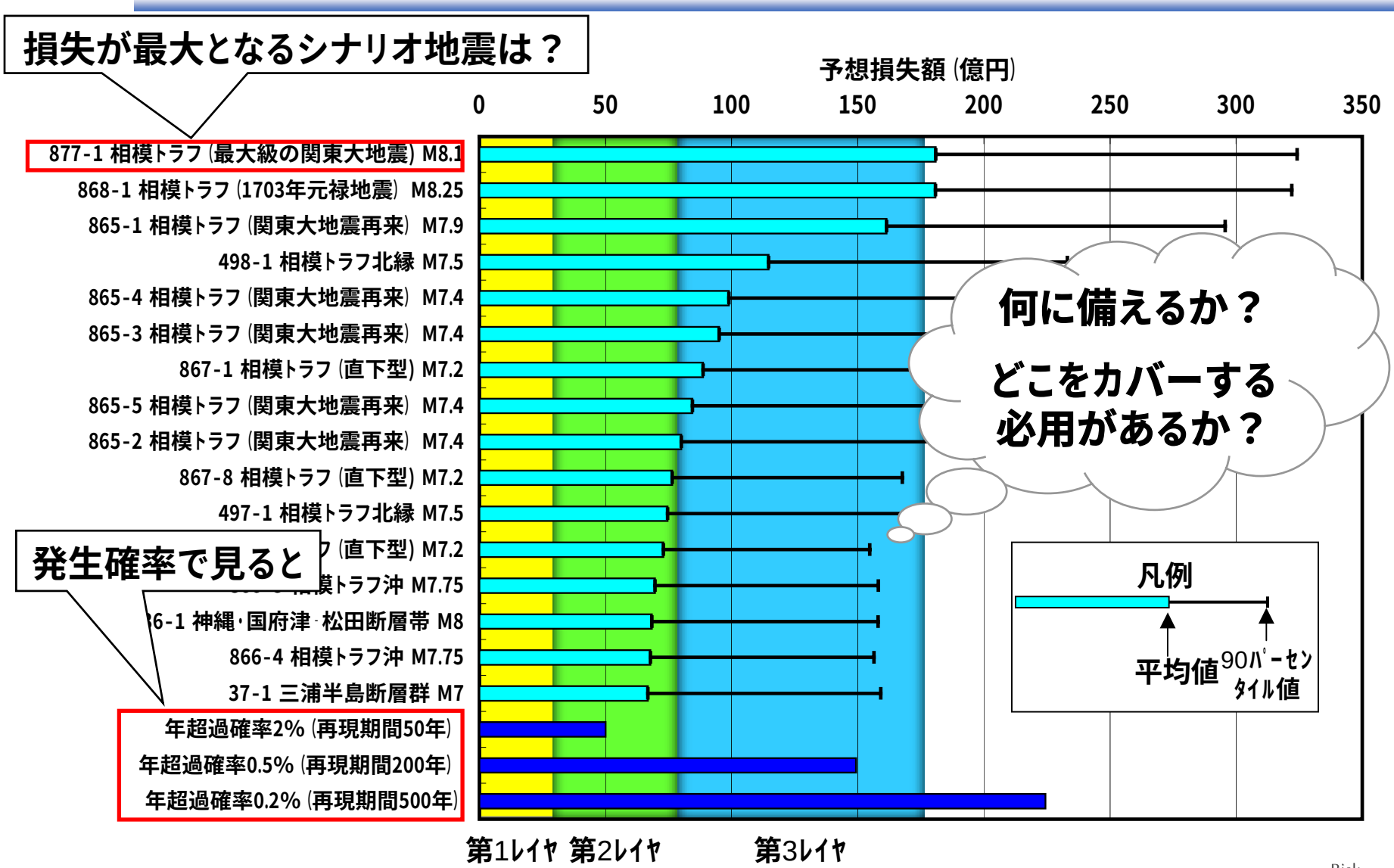
デフォルト率を利用した地震リスクの考え方

目標：格付けAAAの企業が地震被災後もAAA相当を維持できるようにする



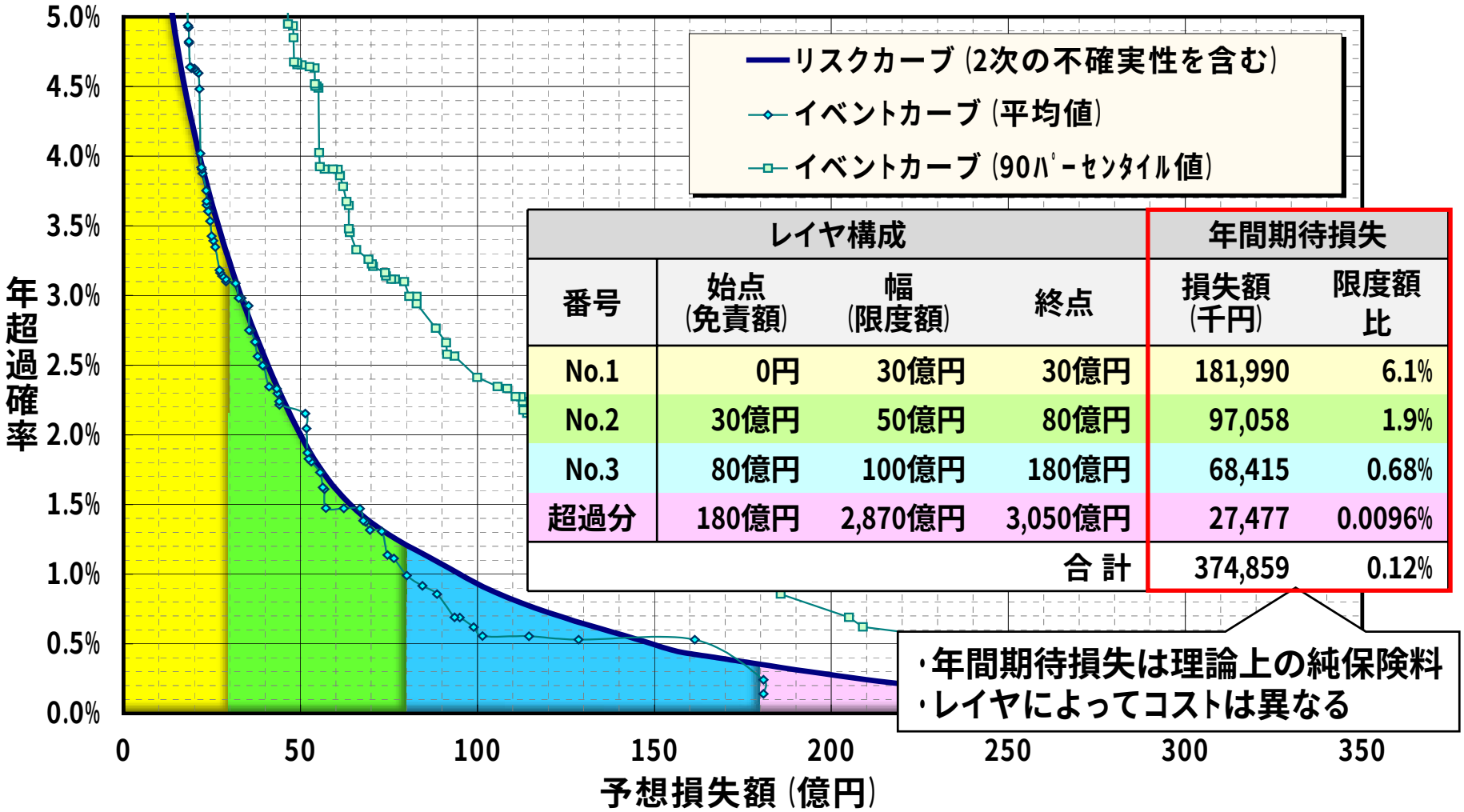
Risk Management OYORMS

シナリオ地震で見るか？発生確率で見るか？



Risk Management OYORMS

年間期待損失と保険料



レイヤ構成				年間期待損失	
番号	始点（免責額）	幅（限度額）	終点	損失額（千円）	限度額比
No.1	0円	30億円	30億円	181,990	6.1%
No.2	30億円	50億円	80億円	97,058	1.9%
No.3	80億円	100億円	180億円	68,415	0.68%
超過分	180億円	2,870億円	3,050億円	27,477	0.0096%
			合 計	374,859	0.12%

・年間期待損失は理論上の純保険料
・レイヤによってコストは異なる

Risk Management OYORMS

ご清聴ありがとうございました

応用アール･エム･エス株式会社
山田　敏博

〒107-0052 東京都港区赤坂3-11-15 赤坂桔梗ビル4F
TEL: 03-5575-7189
E-mail: toshihiro.yamada@oyorms.co.jp
http://www.oyorms.co.jp/

リスクファイナンス（参考）

【参考】

保険とART（代替的リスク移転）

- 代替的リスク移転（Alternative Risk Transfer）
- 伝統的な保険に代わるリスク移転方法の総称
- 具体的には、証券化やデリバティブ、（緊急融資）
- リスクの移転先
  - 保険は保険・再保険市場
  - ARTは資本市場
- 資本市場は保険・再保険市場に較べて規模が大きい
  - リスクを引き受けるキャパシティが大きい

【参考】

なぜARTが注目されているか？

- 地震による物損は地震保険でカバー可能
  - ただし、新規で大量は困難
  - 地震デリバティブや震災ボンドで補完
- 事業中断による地震利益保険は？
  - 一般に購入困難
  - 地震デリバティブや震災ボンドなら可能
- 早期に復旧したいが、復旧費用はどうやって捻出？
  - キャッシュフローの問題
  - 地震デリバティブや震災ボンド以外に緊急融資も

【参考】

リスクファイナンスの比較

商品 【主なアレンジャー】	メリット	デメリット
地震保険 【損害保険会社】	■ 特別利益算入で損失をカバー ■ 多くの実績 ■ 実損填補でベイシスリスク小さい	■ 保険金支払までの資金繰りが必要 ■ 大量の新規購入は困難 ■ 地震利益保険購入は一般的に困難
震災ボンド (リスクの証券化) 【証券会社】	■ 迅速な復旧資金の確保 ■ 特別利益算入で損失をカバー	■ ベイシスリスクあり ■ 格付け等、発行コストが割高
地震デリバティブ 【証券会社】	■ 同上	■ ベイシスリスクあり
緊急融資契約 (CDF) 【銀行】	■ 迅速な復旧資金の確保 ■ 震災ボンドに比べ組成が容易	■ 返済義務 ■ 融資資金は負債算入 B/S悪化の恐れ

ベイシスリスク：実損失と企業の受取額に乖離が生じる可能性

Risk Management OYORMS