

# 地震リスクマネジメントの考え方

武蔵工業大学土木工学専攻 遠藤 昭彦  
武蔵工業大学土木工学科 吉川 弘道

## リスクマネジメントとは

リスクの定義は多様であるが、文献 1 によれば「リスクとは、なんらかの原因によって、被害を被る可能性」とされ、「リスクマネジメントとは、危機的状況が発生する前に、これらの損害の可能性をいかに減らすか、コントロールするか、を検討し実行すること」と定義される。

## リスクマネジメントの基本的なステップ【文献 2】

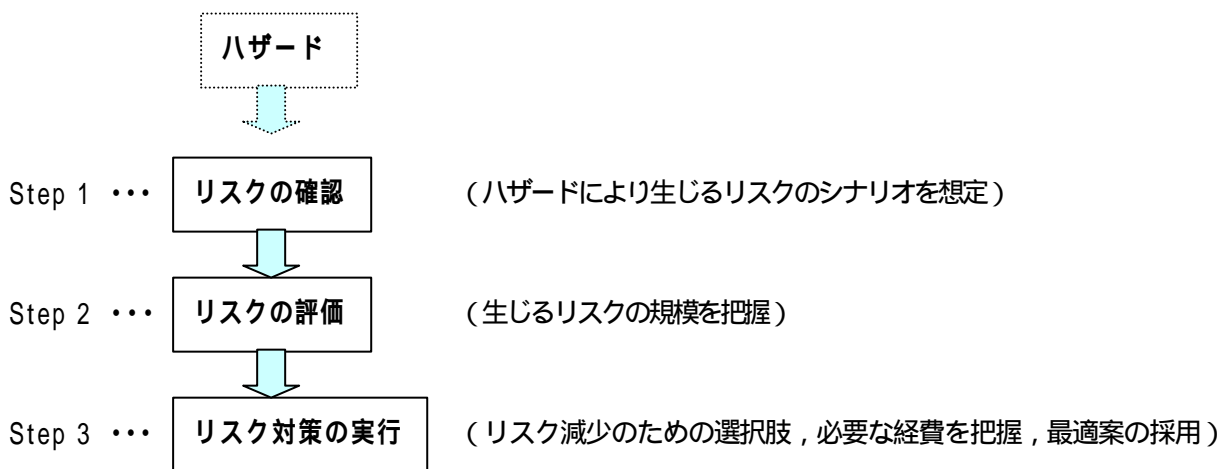


図 1 リスクマネジメントの基本的なステップ

リスクマネジメントは、「リスクの確認」、「リスクの評価」、「リスク対策の実行」の3ステップに分けられる(図1)。

RC 橋脚の地震リスクを例にとれば、まず地震の危険度すなわち地震ハザードを確認する。次に地震が生じた場合のシナリオを複数想定する。具体的なシナリオには、橋脚基部の破壊、支承の損傷、地盤の液状化などが考えられる(リスクの確認)。次に各リスクが生じた場合に、どれくらいの被害が出るかを把握する。橋脚基部にひびが入る程度なのか、あるいは完全に破壊した場合、ライフラインとして機能しなくなり、かなりの物的損失・経済的損失が生じてしまうなど、リスクによりその規模は様々である(リスクの評価)。最後に各リスクの評価を基ついでリスク減少のために対策を立てる。一般的には、リスクの低減策、転嫁策、保有策の3手法が用いられる(詳しくは、後述)。3つの対策案を総合的に検討することにより、最適な組み合わせを決定し、対策を実行する(リスク対策の実行)。

### Step 1: リスクの確認<sup>2)</sup>

ハザード(危険を起こす原因となる環境)により生じる、リスクのシナリオを複数想定する。想定するシナリオは分析対象に生じる直接的被害のみに限定するのではなく、対象の損害により間接的に生じる経済的損失も考慮することが多い。例えば、オフィスビル(所有者)の地震により被害を受けるリスクを想定すると、まず建物の物的損害が生じるリスクが考えられる。この他に事業中断による損失、住民への危害、テナントへの信頼性の喪失、賃貸収入の減少などあらゆるリスクが想定される。

## Step 2: リスクの評価<sup>3)</sup>

リスクの評価は、リスクマネジメントにおいて最も重要で、高度な技術が要求されるステップである。リスク分析を行う際に特に留意すべき点として、次の3つが挙げられる(表1)。

表1 リスク分析で留意すべき点【文献3】

(1)	発生する可能性のあるすべての事象を網羅し、その発生確率を求める
(2)	発生する事象がもたらす影響を予測し、その予測結果を定量的に求める
(3)	算定した予測量の予測誤差を織り込む

例えば、地震リスクを分析する場合には、各項目は次のように説明できる。

- (1) 分析対象に影響を及ぼす可能性のある、すべての地震を想定することが必要となる。
- (2) 地震が分析対象にもたらす影響を予測することは、従来の耐震工学と変わらない。しかしリスク分析に際して留意すべき点は、予測結果を定量的に表わすことである。

地震リスクの評価に際しては、まず想定地震に対して被害損失がいくらになるか予測した後、これら予測結果をリスクとして表現し、評価する手順がとられる。ここでは、代表的なリスクの評価手法であるリスクカーブ法によってリスクを定量的に評価する。

### リスクカーブ法

リスクカーブとは、横軸に予想損失額、縦軸にその損失の年超過確率を取って、分析対象のリスクを表現した曲線である。またリスクカーブ縦軸の年超過確率は、微分して予想損失額を乗じることにより期待損失密度曲線に変換することができる(図2)。定量的なリスク評価の指標として、PML および年間期待損失がある。

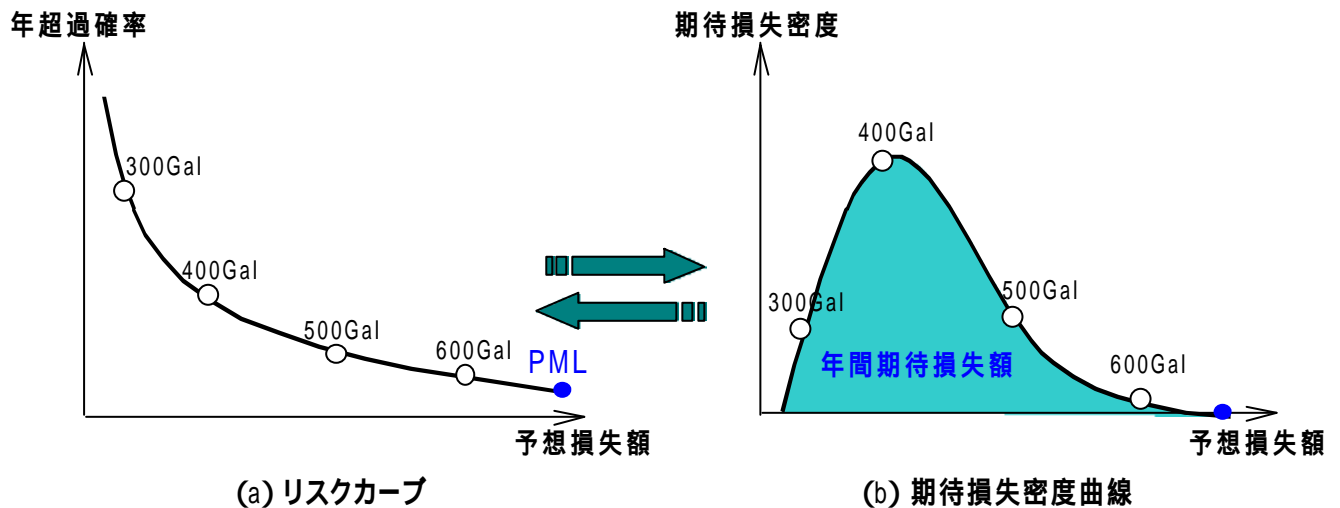


図2 リスクの評価

リスクカーブの右下先端は、予想される最大損失 (PML: probable maximum loss) を表わす。期待損失密度と予想損失額で囲まれる面積は、年間期待損失額あるいは年間平均損失額と呼ばれ、一年間あたりの期待損失額を意味する。言い換えれば年間損失額とは、これに相当する額を毎年積み立てていき、非常に長い期間を取れば、発生した損失額と積立額が同等となる一年当りの平均損失額である。この考え方は、リスク対策の1つである、リスクの保有策(自家保険)に相当する。

リスクカーブが、上方あるいは右方向に位置すれば、年間超過確率や予想損失額は増大し、リスクが大きいと判断される。つまりリスクカーブの形状から、リスクの性状も言及できる（図3<sup>3)</sup>）。

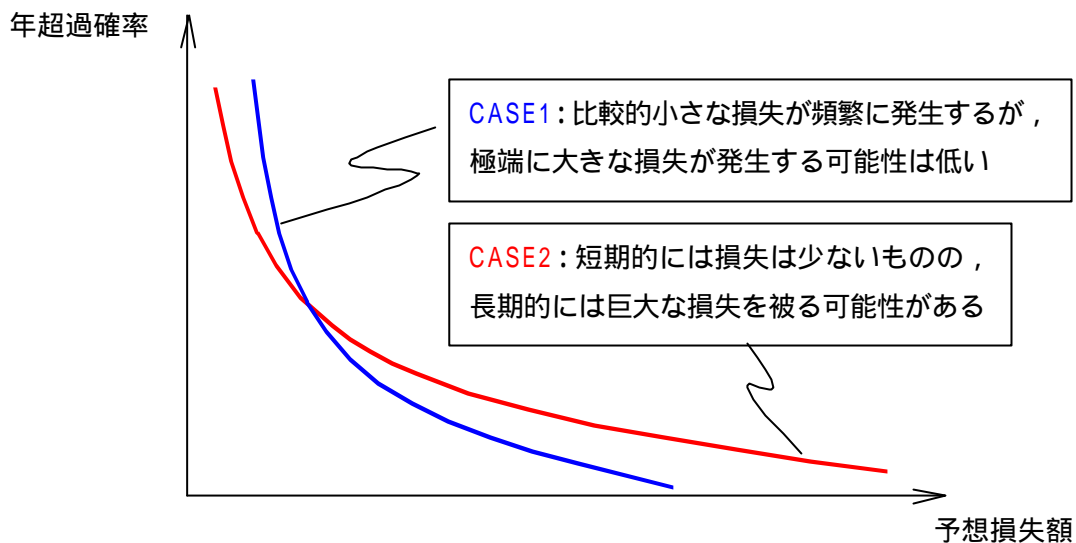


図3 リスクカーブ見方【文献3】

リスクカーブは、免責額や限度額の設定など、地震保険の設定に活用されるほか、リスク対策を施した際のリスクカーブの変化から、対応策の効果の定量的判断にも活用される。

**Step 3: リスク対策の実行<sup>1, 3)</sup>**

リスク対策には、リスクそのものを軽減または回避する方法（リスクの低減）、損害を金融工学上の対策で補充する方法（リスクの転嫁）、積極的な対策を行わず緊急対応マニュアルなどで対応する方法（リスクの保有）の3つがある（表2）。また、リスクの評価からリスクの対策実行までを図4<sup>1)</sup>に示した。地震リスクにより想定できる被害と、事前に講じたリスク対策の対応関係は、地震発生後の時間経過を軸に考えると理解しやすい（図5<sup>1)</sup>）。

表2 リスクコントロールの方法【文献5】

対応策	リスクコントロール	リスクファイナンス	
	リスクの低減	リスクの転嫁	リスクの保有
内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 損害を発生させる事象の発生確率を、事前に小さくする。</li> <li>・ 損害が少なくする対策をする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 損害の発生を許容し、発生した損害は金融上の対策で補填</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現状のまま、ただし発生したときの緊急対応マニュアルの作成</li> </ul>
具体策	分散・移転（回避） 耐震補強，改築	保険，証券化	緊急対応マニュアル
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 対策費用が発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 少額で済む</li> <li>・ 金銭的リスク以外はなくなっている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 損害があまり大きくない場合</li> <li>・ 資金に余裕がない場合</li> </ul>

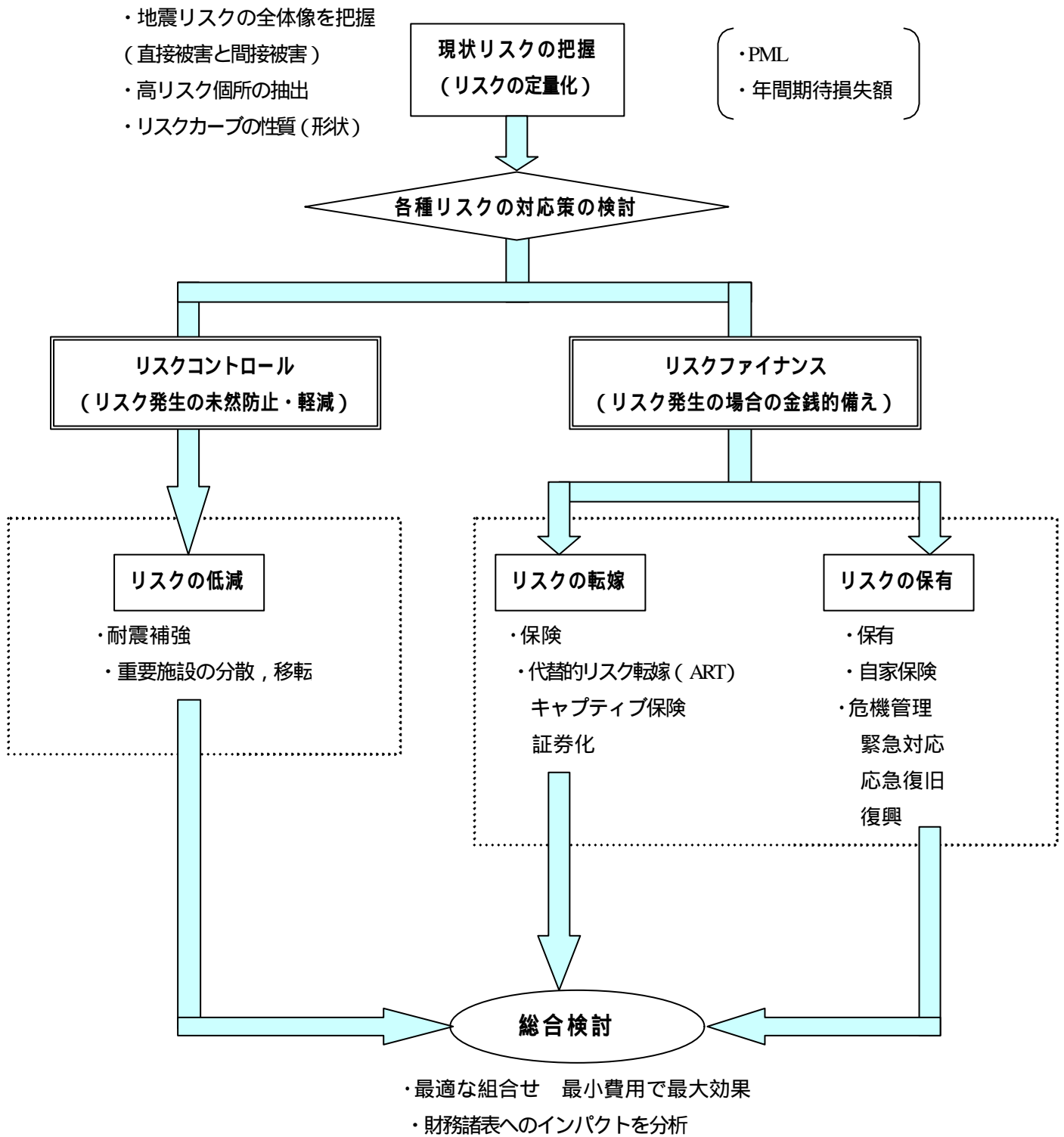


図4 リスクの対策実行フロー【文献1】

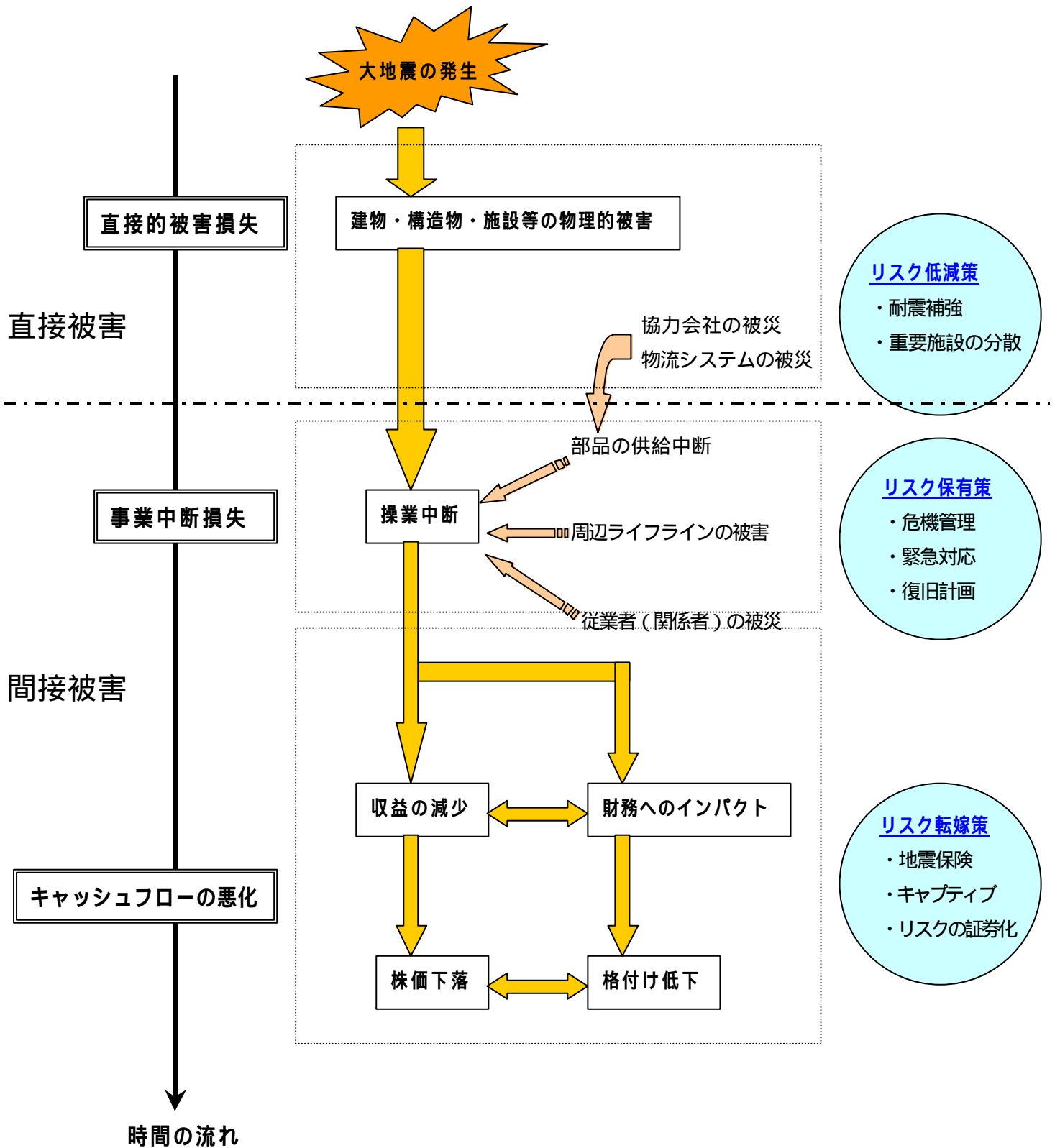


図5 地震被害の推移と対策【文献1】

## リスクカーブの性状

リスクカーブの性状は大まかに4つの領域(図6<sup>4)</sup>)に分けることで、具体的に捕らえることができる(表3)。

表3 リスクの性状

リスクの性状	内容
回避すべきリスク	大きい損害が頻繁に発生するようなリスクカーブでは、分析対象(構造物)を別の地域に移転させて巨大リスクから回避すべきである。
転嫁を考えるリスク	万が一に巨額の損失が生じた場合を想定して、保険や証券化によるリスクの移転を考える。
低減を薦めるリスク	損害は小さいが頻度が高いため、長期的には、かなりの損害が蓄積してしまう可能性がある。しかし比較的小さい対策費用で効果が上がるので、リスクの低減策を行うことが適切である。
保有可能なリスク	事象は頻繁に生じるが、その規模は小さく、たとえ発生しても損害は少ないか、許容できる範囲なので特に積極的な対策を講じる必要はない。

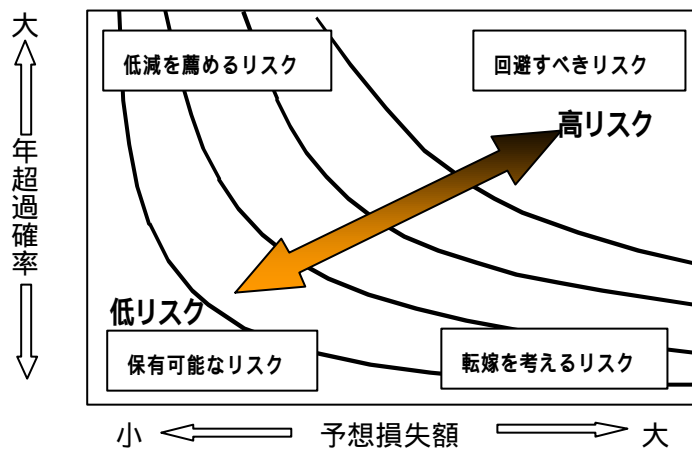


図6 リスクカーブの性状と対策

## 対策によるリスクカーブへの効果

リスク対策を講じることにより、リスクカーブは左下に移動し、リスクが減少することが期待できる。しかし、リスクの低減策により全体的にリスクは軽減したものの、リスクをゼロにすることは不可能である。万が一のために、ある一定以上のリスクは保険などにより移転しておくのが得策である。また低減策の効果があまり期待されないリスク、分析対象(の所有者など)が許容できる範囲であればリスクを保有することになる。

いずれの対策を行うにしても、3つを独立に考えるのではなく、総合的に判断して最適な組み合わせで対策を実行しなければならない(図7)。

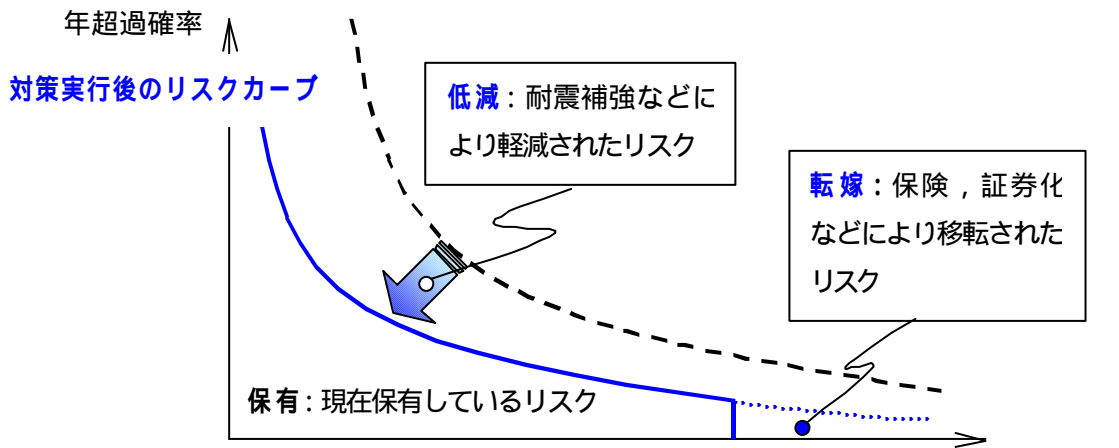


図7 対策によるリスクカーブへの効果

【参考文献】

- 1) 草野直樹：土木分野におけるリスクマネジメントの必要性，土木学会誌 Vol.85 July，pp6-8，2000
- 2) 飯田かずみ，和田章，岩田衛，清水敬三，安部重孝，川合廣樹：建築物の損傷制御設計，丸善株式会社，pp194-215，1998
- 3) 兼森孝：リスク分析，土木学会誌 Vol.85 July，pp13-17，2000
- 4) 宮本幸治：設計の自由度拡大とリスクマネジメント，土木学会誌 Vol.85 July，pp24-27，2000
- 5) 小林潔司：リスクマネジメントとは，土木学会誌 Vol.85 July，pp8-12

(参考)

「もっと知りたいコンクリート講座」：<http://c-pc8.civil.musashi-tech.ac.jp/RC/>