

リスク移転方法とリスクプライシング

兼森 孝

正会員 工修 応用アール・エム・エス株式会社 (〒107-0052 東京都港区赤坂 3-11-15 赤坂桔梗ビル 4F)

地震リスクに代表される巨大災害リスクは、発生頻度は低いものの一旦それが起これば自己の存立さえも危ぶまれるほどの巨大な損失を及ぼすことを特徴とする。巨大災害リスクに対する合理的なリスク・マネジメントを企画実行する際には、まず、適切なリスク分析を行い、現状保有リスクを定量的に把握することが肝要である。リスク・マネジメントの一環として、リスク移転策を検討する際には、定量的なリスク分析結果を基礎データとして、自己の財務力を勘案しながら、リスク移転コストの費用対効果が最大になるようにリスク移転する部分を決めるのが望ましい。リスク移転方法として、従来の損害保険に加えて、震災ボンドに代表される代替的リスク移転も可能である。これらの長所短所を理解した上で、自己の事情に見合った方法を採用すべきである。リスク移転は、他者とのリスク取り引きであり、共通の認識にたったリスクプライシング手法が必要である。年間期待損失がリスクプライシングの際の基本リスク量であるが、巨大災害リスクの場合、損失準備金に関連するリスクロードも重要なリスク量となる。

Key Words : risk, risk management, earthquake, loss, risk curve, insurance, alternative risk transfer, risk load

1. 地震リスクとリスク・マネジメント

武井は、リスク・マネジメントの一般的定義として、「リスク・マネジメントとは、企業その他の組織体および家計を含むあらゆる経済主体の目標もしくは目的に沿って、純粋リスクの経済的コストを、リスクの確認・測定・処理技術の選択、実施、統制のプロセスを通じ、最小コストで最小化するマネジメントにおけるセキュリティ（経営の安定化または保全）機能である。」と記述している¹⁾。地震リスクに関してこの記述を適用すれば、「純粋リスクの経済的コスト」は「地震被災による経済的損失」、「リスクの確認・測定」は「保有する地震リスクの定量的分析、把握」、「処理技術」とは「様々なリスク対応」策に対応しよう。すなわち、地震リスクに関するリスク・マネジメントは、地震リスクを定量的に分析、

把握した上で、様々な対応策を検討し、適切な方策を組み合わせることで実施することにより、地震被災による経済的損失を最小コストで最小化して、経済主体の経営の安定化または保全を図るものといえる。

さて、地震被災が企業に与える経済的損失を考える時、例えば図-1のような過程が考える。大地震が発生した時、企業が保有する建物や生産施設に物理的な被害が生じる。これを復旧するための補修費が経済的損失として生じる。さらに、被災した生産施設が復旧するまでの間、操業中断を余儀なくされ、これにより休業損失が生じる。休業損失は、自社に被災がなくても、協力会社の被災で必要な部品の供給が得られない場合や、電力や上下水道などのライフラインの被災により生じるかもしれない。生産減は売上額の減少を、被災による製造ラインの混乱は原価率の上昇を、また製品供給の中断はマーケット

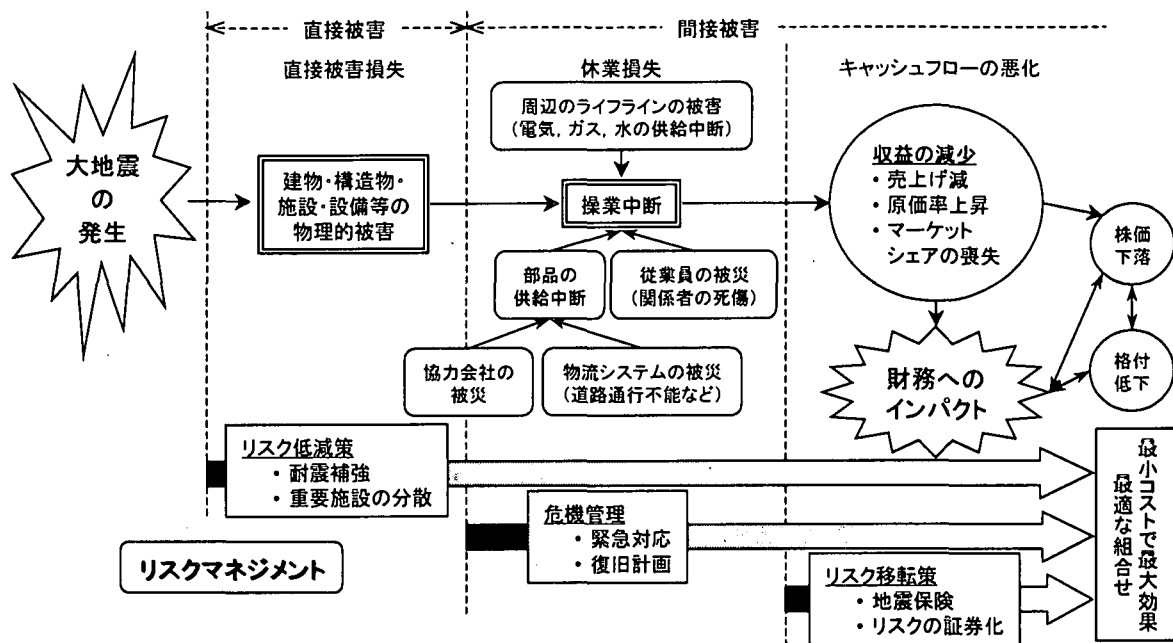


図-1 地震被災による財務へのインパクトとリスクマネジメント

シェアの喪失をもたらし、これらがあいまって収益の減少が生じる。さらに、企業が大きな被災を受け、長期間にわたって経営の不安定な状態が予想された場合、資本市場からの信用を失い、これにより資金調達コストの上昇が起こるかもしれない。このように大地震による被災は、直接被害に加えて連鎖的な間接被害により企業の財務に深刻なインパクトを与える。地震リスクを考える場合、このように直接被害のみならず、関連するあらゆる可能性について検討する必要がある。

このような地震リスクに対する対応策は、リスク低減策、危機管理、およびリスク移転策に大別できよう。リスク低減策は、耐震補強や重要な生産拠点の分散などにより、直接被害損失を軽減する方策である。危機管理は、出来るだけ早く現状復旧することを目標として休業損失を最小化しようとする方策である。リスク移転策は、低減策や危機管理だけではぬぐいきれない経済的損失を他者に負担してもらい、自己への財務的インパクトの軽減を図ろうとするものである。

本稿は、これら3つのリスク対応策のうち、リスク移転策について、リスク移転の基本的な方法、定量的な現状保有リスクの把握を基にした合理的なリスク移転の考え方について紹介するものである。

2. 地震リスクの定量的な把握

地震リスクに対する対応策を検討するに際して、地震リスクの大きさと性状を定量的に把握することが必要である。地震リスクのように、その発生頻度は小さいものの一度それが発生すれば大きな損害をもたらすようなリスクは巨大災害リスク (CAT リスク, Catastrophe Risk) と呼ばれ、その評価は、損失額とその超過確率 (その損害額以上が起こる確率) の関係を示したリスクカーブで行われる。

リスクカーブは、図-2 に示す流れで作成される。まず、分析対象に影響を及ぼす可能性のある大小多

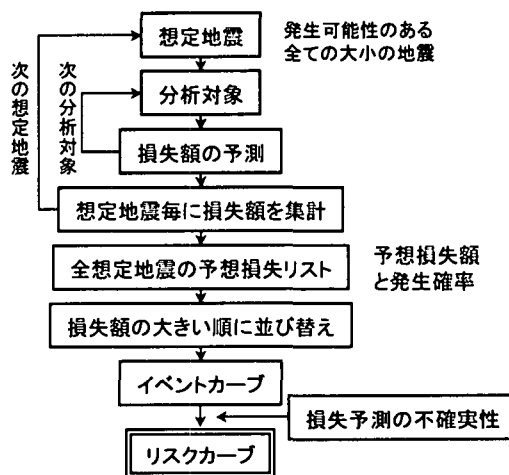


図-2 リスクカーブ作成の流れ

数の想定地震を設定する。これら想定地震は、規模や震源位置に加えてその発生確率もあわせて設定する。次にそれぞれの想定地震が分析対象にもたらずであろう損失額を予測する。こうして、すべての想定地震について、その予想損失額と発生確率を示す一覧表が得られる。この予想損失額一覧表を損失額の大きい順に並べ替え、損失額上位から順に想定地震の発生確率の累積確率、すなわち超過確率を計算する。図-3 に示すように、予想損失額を横軸に、超過確率（累積確率）を縦軸にとって描いた曲線がイベントカーブである。

イベントカーブの右下先端は、予想される最大の損失を表わす。図-3 の例でいえば、予想最大損失は108 億円となる。イベントカーブのそれぞれの値、例えば図-3 の例では年超過確率1%で52 億円と読み取れるが、これは今後100 年間（1%の逆数）に少なくとも52 億円以上の損失が生じる可能性がある事を意味する。すなわち、図-3 の例において、1 番から5 番までの地震被害損失のいずれか1 つが少なくとも起きる可能性がある。さらに、イベントカーブと縦軸、横軸で囲まれる面積は、 Σ （予想損失額×年発生確率）で算出されるが、これは年間平均損失額あるいは年間期待損失額と呼ばれ、1 年あたりの平均損失額を意味する。年間期待損失額とは、これに相当する金額を毎年積み立てていけば、非常に長い期間をとれば、発生した損失額と積立額が同額となる、1 年あたりの平均損失額を意味する。年間期待損失額は、リスクの大きさを表わす一つの量であり、特にリスクプライシングの際の基本量として重

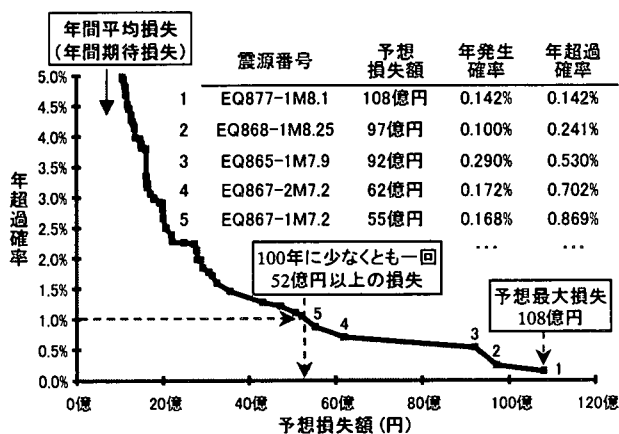


図-3 イベントカーブ

要な量である。

ところで、地震被害損失を予測する過程において、然るべき予測誤差が含まれる。これらの予測誤差は、図-4 に示すような確率分布で表現される。損失予測計算においては、平均値（ミーン値）をベースにするのが一般的である。安全側を考えて予想損失を大きめに評価する必要がある場合、90 パーセントイル損失額が用いられる事が多い。90 パーセントイル損失値でリスク評価をする場合は、イベントカーブにおいて、平均損失値のかわりに90 パーセントイル損失値を用いる事となる。（図 -5）

さて、イベントカーブにおける予想損失値の意味を改めて考えてみよう。イベントカーブの縦軸の超過確率は想定地震の発生確率から算出したものである。したがって、イベントカーブにおいては、地震の発生確率に関しては確率論的なアプローチがなされているものの、損失額の予測に関しては平均値あるいは安全側を考えた90 パーセントイル値というように確定論的な要素が残されている。地震リスクを経済面のリスクとして考えるのであれば、求める確率は地震の発生確率ではなく経済損失の発生確率でなくてはならない。リスクカーブは、イベントカ

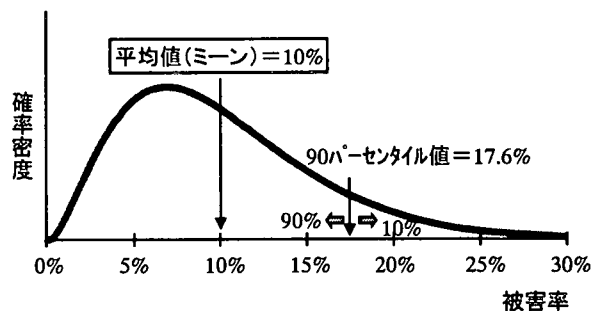


図-4 損失予測の不確実性をあらわす確率分布

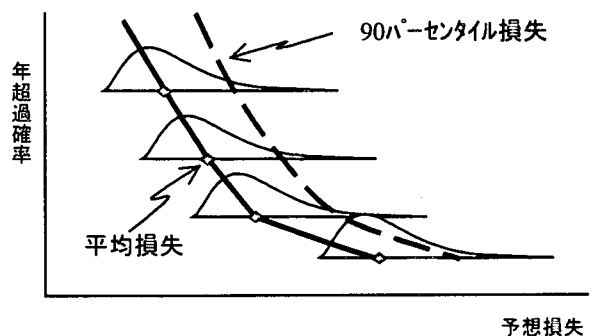


図-5 90 パーセントイル損失のイベントカーブ

ープに損失予測過程の不確実性を織り込んで、予想損失額とその損失額が生じる超過確率の関係を示す曲線とすることを意図するものである。

リスクカーブの算出方法を図-6 に模式的に示す。同図には、それぞれの想定地震における平均予想損失額とその予測誤差分布が示されている。ここで、ある損失額 X の超過確率を求めてみよう。それぞれの想定地震において損失額 X 以上の損失が生じる確率は、同図の予測誤差分布においてハッチで示した部分である。この確率をすべて足し合わせた確率 $EP(X)$ が損失額 X 以上の損失を生じる超過確率となる。これを数式で表わせば、下式の通りである。

$$EP(x) = \sum_i \{ \lambda_i \times P_i(x, \bar{x}, \sigma) \}$$

- ここで、 x : 損失額
 $EP(x)$: 損失額 x に対する超過確率
 λ_i : イベント i の年間発生確率
 P_i : 予想損失 x の超過確率
 \bar{x} : 平均損失
 σ : 標準偏差

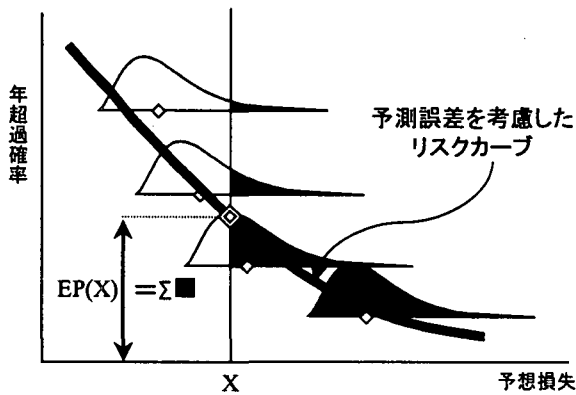


図-6 リスクカーブの作成方法

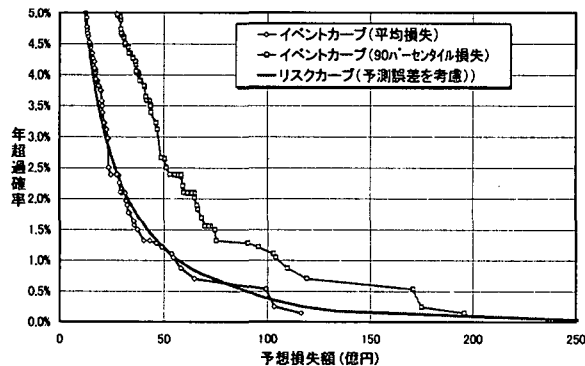


図-7 各種イベントカーブとリスクカーブの比較

この手順を予想損失額の軸上で繰り返して、同図に示す「予測誤差を考慮したリスクカーブ」が得られる。

図-7 に、平均損失のイベントカーブ、90パーセントイル損失のイベントカーブおよび予測誤差を考慮したリスクカーブを比較した例を示す。

3. 地震リスク移転策検討の基本的考え方

保有するすべてのリスクが他者に移転できれば申し分ないことは言うまでもないが、リスク移転に際しては少なからぬ費用が生じる。特に地震リスクの場合、リスクを引き受ける側で理想的なリスク分散を図ることが難しく、よってリスク移転コストが他の危険（例えば火災や自動車）と比較して高いのが通常である。一方、前述の通り、地震リスクなどの巨大災害リスクの特徴は、発生頻度は低いものの一度それが発生すれば自己の存立をも脅かすほどの巨大な損失をこうむる可能性のある点にある。これらの点を考慮すれば、地震リスク移転に際しては、自己の財務力と地震による予想損失額を比較した上で、財務上問題となる損失額を見極め、リスク移転コストとのバランスも考慮して、問題となる範囲に限定したリスク移転を図る事が望ましい。

図-8 は、このリスク移転検討の過程を、リスクカーブを使って模式的に示した図である。まず、現状の保有リスクカーブにおいて自己の財務力と比較検討してリスク移転する下限の損失額 L_a （保険では免責額に相当）を決める。一方、リスク移転範囲上限の損失額 L_e は主としてその年超過確率 P_e を参照して決める。これは、発生確率が極めて小さいものについてはあえてこれを保有するという考え方に拠る。リスクカーブとリスク移転する範囲の下限値、上限値で囲まれる面積（同図においてハッチで示した面積）は、リスク移転範囲の年間期待損失額に相当する。これが、リスク移転コストのベースになる量であることは、前章で述べた通りである。ハッチで示したリスク移転部分を除けば、リスク移転後の自己保有のリスクカーブとなる。（図-8 の下図） このリスクカーブから保有するリスクの大きさと性状が、

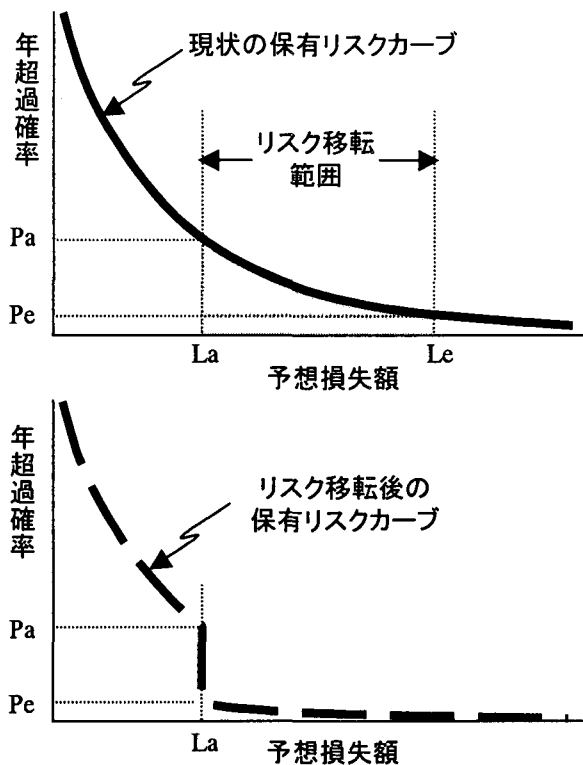


図-8 リスクカーブを用いたリスク移転策の検討

自己の財務力と比較して問題ないかどうかを最終的に確認する。

ところで、ここではリスク移転コストの関係からリスク移転範囲の下限を自己の財務力を考慮に入れながら、できるだけ高く、すなわち小さい損失はできるだけ保有することを提案した。リスク移転コストの算定は、リスク移転部分の年間期待損失額が一つのベースとなるが、図-8 の上図において、リスクカーブが左上がりの曲線となるから、移転範囲の下限値 La を小さく取れば、移転範囲の面積、すなわち年間期待損失がリスクカーブの傾きの比例して急激に増加する。これに伴い、リスク移転コストも上昇するものと考えられる。これが、移転コストを考慮して移転範囲の下限を出るだけ高く設定するほうが、費用対効果という点で有利となる事由である。

4. リスク移転の方法

地震リスクに代表される巨大災害リスクの場合、まさかの時の巨大損失を填補するのが、リスク移転の目的である。この時、どこに移転するかという観点から、損害保険市場、金融市場、自己の収益力の

3つに大別できる。

損害保険市場にリスク移転する方法が、いわゆる地震保険である。保険によるリスク移転手法は、長い歴史があり、方法論は確立している。このため、移転手続き（保険契約）は他の方法と比較して簡便である。ただし、損害保険の場合、実損を填補するのが原則であり、実損害額が確定するまで保険金の支払いは行われず、このため保険金の支払いを受けるまでに多少の時間を要する。また、損害保険市場全体の資金力には、ある程度の限界があり、もし大災害が連続し、巨額な保険金の支払いにより損害保険市場の資金力が逼迫した場合、保険料の高騰が予想される。このことから、リスク移転コストの長期の安定性にはやや難があるといわれている。

この点、資本市場の資金力は、損害保険の資金力と比較して、はるかに大きい。資本市場は保険市場の約 100 倍の資金量を有していると言われている。長期に安定したリスク移転を目指して資本市場をリスク移転先とするリスク移転の方法が近年行われ始めた。その一つの方法がリスクの証券化である。図-9 にその代表的なスキームを示す。リスク移転を図る企業は、特別目的会社を設立し、特別目的会社は債権を発行して、資本市場の投資家に販売する。投資家から得た現金は、信託勘定にいれ安全に運用する。信託勘定から得た運用益とリスク移転元の企業が支払うプレミアム（保険料に相当）を併せて、投資家に金利を支払う。よって、投資家にとっては、通常得られる金利よりは高い金利が得られる。しかしながら、いったん大災害が起こった場合、信託勘定にプールされている現金は、すぐさま特別目的会

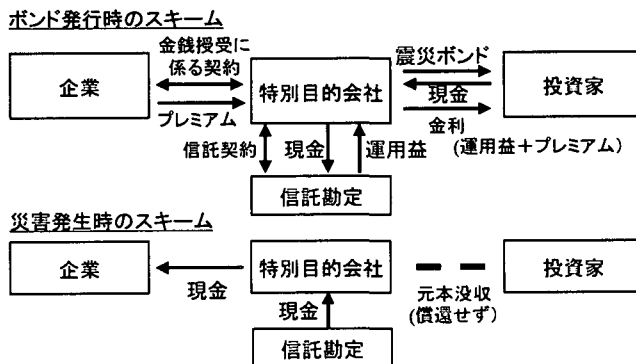


図-8 震災ボンドのスキーム例

社を通してリスク移転元に支払われ、災害による損失の補填に使用される。この時、投資家への利払停止およびその元本も没収される。利払停止、元本取り崩しが行われるかどうかの条件はトリガーと呼ばれ、債券発行の際に予め取り決めがなされている。トリガーの種類としては、指定したある地域内で指定した規模以上の地震が発生することをトリガーとするパラメトリックス・トリガーや、損害額が一定額を超えることを条件とするインデムニティ・トリガーなどがある。債権は、通常5年から10年の長期債権であるので、長期に一定コストでもってリスク移転できる。また、債券販売によって得られた現金は、信託勘定に安全にプールされるために、信用リスクは低く、また、トリガー条件は一般に公明にかつ素早く判断できるように設定されているので、損失補填に使用する現金は早い時期に支払われる、といった特長がある。短所としては、債券発行に際しては、債券発行・販売業務を担当する投資銀行、リスクの評価を行うリスク評価会社、債権の格付を行う格付機関など、多くの関係者が関わる必要があり、このため少なからぬ費用がかかる事が指摘できる。

最後に、自己の収益力をリスク移転先とする方法が、非常時借入れ枠予約（コンティンジェント・クレジット・ライン）あるいはファイナイト保険のクロノジカル・スタビリゼーション・プログラムと呼ばれるものである。図-9にその仕組みを示す。これは、大災害時の資金調達の方法であり、銀行や保険会社と決められた金額の融資を非常時に受ける権利を買い取る契約を結び、その権利を保持するためのコミットメント保険料を支払う。大災害が発生し

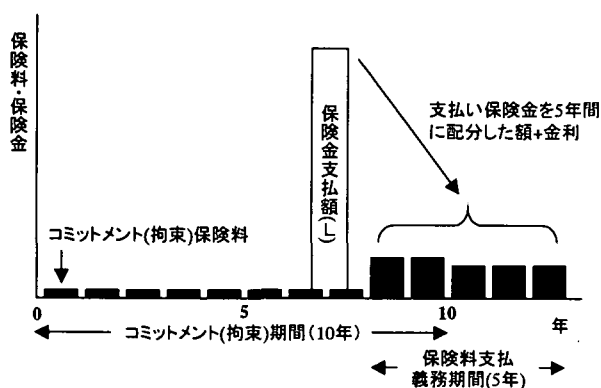


図-9 クロノジカル・スタビリゼーション・プログラムのスキーム例

融資を受けた後は、決められた年限で融資額を金利と共に返却する方法である。この方法は、自己の収益力を時間的にリスクを分散する方法であり、厳密に言えば、他者にリスクを移転する方法とは異なるかもしれない。

5. リスクプライシングに関する基本的な考え方

年間期待損失は、移転されるリスクをプライシングする際の一つの基本情報である述べた。ここで、あえて「一つの」と述べたのは、地震リスクのような巨大災害リスクにおいては、そのリスクに関わるコストを年間期待損失だけでは表せないからである。例えば、表-1に示す二つのケースに例としてこれを見てみよう。

表-1 損失発生二つのケース

	ケース A	ケース B
損失額	100	10,000
年発生確率	100%	1%
年間期待損失	100	100
1年目	100	0
2年目	100	0
3年目	100	0
...
X年目	100	10,000
...

ケース A は、損失額 100 が年発生確率 100%、すなわち毎年発生するケースである。一方、ケース B は、損失額 10,000 が年発生確率 1% で起こるケースである。ケース B においては、通常は損失が発生しないものの、ある年に突然 10,000 の損失が発生する。ケース A、ケース B、双方とも年間期待損失は 100 である。この二つのケースのリスクに関わるコストは、年間期待損失が同額であるから同じといえるであろうか。ケース A においては、毎年 100 の損失が生じるので、これに対応するためには毎年 100 の費用を予算に計上しておけばよい。しかし、ケース B においては、いつ起こるか分からない 10,000 の損失に対応するために、10,000 という大きな額を準備しておかなくてはならない。この場合、10,000 を準備するための資金調達コストが必要である。したがって、

年間期待損失が同じであってもケース B の方がケース A よりリスクコストは高くなる。保険分野では、この支払い準備金に関わるコストをリスクロードと呼んでいる。

リスクロードの評価方法に関しては、様々な方法論が提案されているが、よく使われている方法が下式で表される標準偏差を用いる方法である。

$$\sigma^2 = \sum_i \{p_i L_i^2 - (p_i L_i)^2\}$$

ここで、 σ ：標準偏差

p_i ：イベント i の年発生確率

L_i ：イベント i による予想損失額

この標準偏差は、イベント発生頻度に関わる平均値（年間期待損失）からの予想損失額のバラツキの程度をあらわす標準偏差である。リスクロードは、この標準偏差を用いて、下式から算出する。

$$RL = r \times \left(\frac{C_b}{\sigma_b} \right) \times \sigma$$

ここで、RL：リスクロード

r ：資金調達のコスト率

C_b ：保有ポートフォリオリスクに対して必要となる準備金額

σ_b ：保有ポートフォリオリスクにおける標準偏差

σ ：対象リスクにおける標準偏差

上式の考え方は、単位標準偏差あたりの必要準備金額を設定し、これに対象となるリスクの標準偏差を乗じて必要準備金額を求め、これに資金調達のコスト率を乗じてリスクロード額を求めるという考え方である。年間期待損失に加えてリスクロードをリスクコストの一部と考えれば、表-1 のケース A とケース B のリスクコストの違いが明瞭になる。ケース A では、年発生確率は 100% なので毎年の損失額のバラツキはなく、標準偏差はゼロ、したがってリスクロードもゼロとなる。一方、ケース 2 は、ほとんど毎年、損失はゼロ、100 年に一度の頻度で 10,000 の損失がおきるので標準偏差は大きくなり、よって大きなリスクロード額となる。

ところで、ケース A とケース B は、リスクを出す

(移転) 側の状況とリスクを引受ける側の状況を典型的にあらわしているともいえる。例えば、火災リスクにおける損害保険会社と被保険者（個人）を考えてみよう。この場合、ケース B は被保険者の状況であり、損害保険会社はケース A の状況にあるとみなせる。被保険者は、火災により家や家財がすべて焼失すれば、一切の財産を失うという致命的な損失を蒙る。よって、その際の損失補填のために損害保険会社から火災保険を購入する。一方、損害保険会社は、多くの個人に火災保険商品を販売し、それら個人の火災リスクを引受ける。引受けたリスクが全国に分散していれば、一度にすべての付保物件が焼失する可能性は極めて小さく、よって毎年ほぼ同額の保険金支払いをすればよい状況を作り出すことが出来る。これは、ケース A の状況に相当する。損害保険会社が引受けるリスクの年間期待損失は、個人のリスクを集積した年間期待損失と同額である。しかし、リスク分散によりケース A に近い状況を作り出すことによって損害保険会社のリスクロードは、個人にとってのリスクロードと較べてはるかに小さくなる。損害保険会社の平均リスクロード額と個人のリスクロード額との差額に、保険事業の成立する基本があると考えることができよう。

6. あとがき

本稿では、地震リスクに代表される巨大災害リスクの特徴に触れた上で、「最小コストで最大効果をあげる」というリスク・マネジメントの観点から、リスク移転を図る際には、リスク移転コストの嵩む高頻度低損失の部分は出来るだけ自己保有し、自己の財務力を超える部分に対してリスク移転を図ることが有利であることを述べた。また、リスク移転の方法として、伝統的な損害保険に加えて、近年、利用可能となった震災ボンドに代表される代替的リスク移転方法（Alternative Risk Transfer, 通称 ART）について簡単に紹介した。ART については、リスク評価手法や金融工学の発展に伴い、今後、様々な手法や金融商品が開発されることが期待される。また、リスクコストの算出基礎として、従来の年間期待損

失に加えて、リスクロードという考え方を紹介した。リスクロードの算出方法には、本稿で紹介した標準偏差に基づくものに加えて、分散を用いる方法、標準偏差や分散の増減に着目した方法、あるいはリスクカーブを活用した方法など、様々な方法が提案されている。しかし、未だ定説となるものがないのが現状である。リスクを定量的に把握し、リスク・マネジメントを合理的に企画実行する上でも、また市場でのリスクの取り引きを活性化させリスク移転方法の多様化を図る上でも、リスクロード算出方法の定式は今後取り組むべく重要課題と考えている。

参考文献

- 1) 武井 勲：リスク・マネジメント総論，中央経済社，1987
- 2) 兼森 孝：リスク分析，土木学会誌，Vol.85，No.7，pp13-17，2000
- 3) 日吉 信弘：代替的リスク移転（ART）新しいリスク移転の理論と実務，保険毎日新聞社，2000
- 4) Weimin Dong, Haresh Shah: A Rational Approach to Pricing of Catastrophe Insurance, Journal of Risk and Uncertainty, 12, 201-218, 1996

RISK TRANSFER METHODS AND RISK PRICING

Takashi Kanemori, OYO RMS Corporation

A major characteristic of Catastrophe Risk (CAT Risk) such as earthquake risk is to bring huge loss with very low frequency. When planning scientific risk management, it is very important to understand currently retained risk quantitatively by appropriate risk analysis. Based on quantitative results of the risk analysis, risk transfer plans should be studied by taking account of own financial capabilities. Recently, various risk transfer methods become available with addition of traditional insurance. They are called as ART (Alternative Risk Transfer), including earthquake bonds, risk swapping and so on. Basically, risk transfer is to deal in risk with other parties. Therefore, a common methodology among parties for risk pricing should be necessary. Annual Average Loss is generally used as one of basic quantities for the risk pricing. However, when considering the major characteristic of CAT Risk, Risk Load should be taken account of for the risk pricing.