

地震リスクとリスク移転について

矢代晴実

正会員 工博 アジア防災センター (東京海上火災保険株式会社)
(〒651-0073 兵庫県神戸市中央区臨海町1-5-1 IHDビル3階 E-Mail : yashiro@adrc.or.jp)

企業の地震リスクに関して、企業の財務上の観点から整理を行い、財務上のリスクを明らかにする。地震リスクへの処理として地震保険を取り上げ、そのメリット、デメリットを考察する。しかし企業向けの地震保険は、再保険のキャパシティの制約や契約内容の制限があるため十分なリスク移転が行われていない。そのため近年、保険代替といわれるART(Alternative Risk Transfer)と総称される手法が発達してきた。そのARTに関して説明をおこない、ARTの手法の一つである、証券化に関してその条件設定等に関する解析をおこない考察する。

Key Words : Insurance, Reinsurance, Risk Management, Alternative Risk Transfer, Seismic Risk, Risk Transfer, Risk-Rinked Securities, Catastrophe Bonds

1. はじめに

最近、リスクマネジメントや危機管理の重要性が注目されている。リスクマネジメントは、リスクの発見(洗い出し)、リスクの評価、リスクの処理、リスク処理後の再評価といった一連の手順によって行われる。このサイクルにおけるリスクの処理として、耐震性向上や、建物分散といった、リスクコントロールと経済的な損失を補填するリスクファイナンスの手法がある。

リスクファイナンスに関しては、リスクの複雑化や多様化に対応して、企業を中心に保険機能に加え、より金融的な機能・性格を盛り込んだリスクの処理が近年行われるようになってきた。特に自然災害リスクに関しては、低頻度甚大災害であること、広く地域全体が被災するため大数の法則が成り立たないこと、地震危険の高い地域のみが保険を購入するという逆選択が発生する等の理由により伝統的な保険によるリスク移転には限界があるため、金融市場の大きさを利用して経済的処理を資本市場から得ようとする動きが活発になりつつある。その手段として自然災害リスクのデリバティブや証券化によるリスク処理が実施されている。

本論文では、企業の地震リスクを財務上の観点から考察し、企業財務への影響を明らかにする。そして、リスク処理として、地震保険の効果、地震保険の必要性の高い企業、地震保険の問題点を考察する。

また、近年、保険の代替、補完として発展しつつある代替リスク移転(ART: Alternative Risk Transfer)について記述し、その手法のなかで、金融手法と地震リスク解析により、様々な構造のリスク金融商品が開発可能な証券化(Cat Bond)に関して商品設計としての条件設定に関して解析し、考察を行う。

2. 地震リスクの特徴

地震リスクは、地震の震動と地震火災による建築物・設備などの固定資産に対する直接被害と、この直接被害に起因する利益損害、機会損失などの間接被害をもたらす。これは、火災・爆発リスクと同様なリスクであるが、地震リスクは火災・爆発リスクと異なり広域で大災害が発生するという特徴

がある。以下に企業経営における地震リスクの特徴を述べる。

(1) 建物・設備の被害

火災・爆発の事故では、通常はひとつの建物またはその隣接物件が罹災するだけなのにたいして、地震災害は、罹災地域が複数の市町村のように広域に広がり、罹災地域内に所在する全てが被害を受けることになる。広域での震動により、火災も同時多発に発生し、通常の火災では充足している公設消防力も不足する。さらに橋、道路等の損傷により十分な消火活動が出来ず、延焼等による被害が拡大する。このため、一企業にとっても火災・爆発のようなリスクに比べ建物・設備の被害額は大きくなる可能性が高い。

また、一定の地域に生産拠点、倉庫等の施設が集中している企業ほど、地震が発生した場合の被害は甚大になる。

(2) 利益損害・機会損失

地震により被害を受けた建物・設備の復旧期間は、被災地の社会的混乱や道路・交通の機能低下により通常の火災・爆発事故に比べて長くなるため、この期間の喪失利益は大きくなる。また、従業員の安否確認や生活の確保のために多額の臨時出費が必要になり、さらに利益を減少させる要因になる。

(3) 信用リスク

罹災地域では、多くの企業が深刻な被害を受けるため、手形の決済や売掛金の回収などに支障をきたし、連鎖倒産などの信用リスクが高まる。

3. 企業財務への影響

上に述べたような地震リスクの特徴から地震による被害額は、火災・爆発に比べ直接被害、間接被害ともに大きくなる可能性がある。このため、火災・爆発事故による企業の財務諸表に与える影響は比較的小さいが、地震による財務諸表への影響は企業の経営にも大きく影響を与えることになる。

3.1 貸借計算書(バランスシート)への影響

(1) 自己資本の減少および自己資本率の低下

地震によって建物・設備が罹災した場合、バランスシート上では固定資産、およびそれに対応した自己資本の減少となって現れる。これにより、企業経営の安全性の重要な指標である自己資本比率(自己資本/総資産)が大幅に低下する。

自己資本比率低下は、企業が「借金体質」になるため、以下のような障害が生じる。

- ①資本の不安定性が増すため、投資判断が阻害され企業発展の活力が失われる。
- ②経済環境の変化や金利の変動に経営が大きく左右される。
- ③借入金の増加による金融コスト（支払利息）の上昇分、競合他社より競争力が低下する。

(2) 流動比率、当座比率の低下

流動比率（流動資産／流動負債）、当座比率（現金＋有価証券＋売掛金）／流動負債は、ともに企業の1年以内の決算能力を表すため、銀行などが融資審査の際に重視する指標の1つである。一般的に流動比率は200%、当座比率は100%あれば理想的とされている。地震に罹災した企業は、現金出費がかさむために流動比率、当座比率が共に低下する。また、復旧のために短期の借入れを増した場合、流動負債が増加し、この比率はさらに低下することになる。そのため企業の短期の決済能力に対する取引先（含む銀行）の信用を損なう結果になる。

(3) ROA,ROE の低下

ROA（経常利益／総資産）、ROE（当期利益／自己資本）は、次の理由から株主や投資家が近年重視している指標である。

・企業がいかにか自社の資産または自己資本を効果的に使って利益をあげているかを示すため、投資先企業の経営の効率性を表す指標である。

・株主への配当原資がどの程度確保されているかを示すため、投資家自らの投資のポートフォリオを組む際の投資利回りの目安となる指標である。

一般的に、地震に罹災した企業では、経常利益および当期利益の減少によりROA、ROEが共に低下するため、投資利回りの低下を嫌うマーケットが復旧資金を賄うための新たな増資の引受に拒否反応を示すことも考えられる。こうした時、株価が必要以上に下がり、当初予定していた資金調達が出来なくなるだけでなく、増資等のエクティファイナンス自体を断念せざるを得ないような事態になることも起こり得る。この結果、企業にとっては必要な資金調達の手段が負債に限られることとなり、経営の自由度が大きく阻害されることになる。

3.2 損益計算書への影響

(1) 売上高

地震によって建物・設備等の固定資産が被害を受けた時の売上への影響は、当該施設の稼働率と売上との間に正の相関関係が高いほど大きくなる。旅館、ホテル、遊技場、遊園地のような施設その物の利用が、対価として売上を上げている企業や、その施設内において販売活動を行っている企業（小売業）、および罹災施設への製品製造の依存度が高かつ十分な在庫量（含む流通在庫）を確保していない企業ほど売上の減少幅が大きくなる。

(2) 売上原価、販売費および一般管理費

罹災による営業利益の減少幅は、売上原価と販売費および一般管理費の減少の軽微な企業、すなわち固定比率の高い企業（例：製造業、装置産業、労働集約産業）ほど大きくなる。

（費用を変動費と固定費に分けると、固定費の大きい企業ほど売上の増減による営業収益の変動幅が大きくなる）また、不測の事態に備える安全率を意味する損益分岐点比率（損益分岐点売上高／罹災前の売上高）が高い企業も、売上の小幅

な減少による営業損益が発生しやすくなっている。

(3) 営業利益

企業の金利支払能力を、営業利益が支払うべき利息の何倍あるかという観点から示す指標であるインタレスト・カバレッジ・レシオ（（営業利益＋受取利息）／支払利息）は、営業利益の減少に比例して低下する。企業経営の安全性の指標として融資審査にも使用されるため、この比率の著しい低下によって新規の借入れが難しくなる事態も予想される。

(4) 営業外損失の増加

復旧資金の調達には、内部調達（現預金等の資産の取り崩し）と外部調達（負債の増加、資本の増強）に分類されるが、保有している当座資金（現預金等）を復旧費用に回せない企業や自己資本の増強によって復旧費用を賄えない企業は、罹災施設・設備の修理・再築費用の調達が借入れに限られることになる。復旧資金に充てるための借入額が大きくなる企業では、営業外費用（主に企業の財務活動から生じる費用）が支払利息の増加に比例して増加し、経常利益の圧縮要因となる。

(5) 特別損失の発生

固定資産(施設)が罹災し、使用不能になった時、当該施設の未償却額（簿価）を当期の固定資産除去損または災害損失として特別損失に計上することになる。簿価が高い固定資産を保有している場合ほど大きな損失が計上され、当期純利益の減少要因となる。

(6) 当期利益

上記のような各費目の影響が集積された結果が、当期利益の減少分となって現われる。

3.3 資金繰りへの影響

(1) 運転資金への影響

企業が原材料を仕入れてから、それらを加工販売し、現金収入を得るまでには、通常、一定期間のタイムラグが生じることになる。これは、企業が事業活動の中では資金の支払が先行して現金の受け取りは後になり、その間、企業を存続させるためには「運転資金」が必要になる。この運転資金は下記のように表される。

運転資金＝売掛債権＋在庫－売掛債務

この運転資金は、企業が特続的に安定して活動してゆくために必要不可欠な潤滑油の役目を担っている。

地震に罹災した企業では、販売活動の停滞による在庫の増加および仕入先との交渉力の低下（企業の信用力低下による）にともなう現金支払比率の増加によって売掛債務が減少する結果、運転資金が増加する傾向になる。運転資金の増加は、復旧のために優先して支払うべき費用に充てられる資金を減少させ、企業の資金効率を落とすため、罹災企業にとっては復興の重荷になる。

(2) キャッシュフロー

キャッシュは、企業にとって円滑な事業活動を支える血液に当たる重要なもので、時には損益計算書上の利益以上に企業の実態を示す。たとえば「黒字倒産」といわれるように、決算上は黒字を計上しているにもかかわらず、キャッシュの枯渇によって決済のための資金繰りができなくなることを指す。

キャッシュフローの分析にあたっては、企業活動を営業活動(Cash flow from operations)・投資活動(Cash flow from investment)・財務活動(Cash flow from financing)の3つに区分し、資金の流出入を見ることによって①資金がどこから

流入したか、②資金を何に使ったか、③資金残高がどのように変動したかを把握し、地震が与える影響を見ていく必要がある。

3つの活動区分による資金の流出入の状況による企業の特徴を下の3つの企業A,B,C社によって見ると、

A企業：営業活動で現金を生む力はなく、活発な設備投資を行っている資金は積極的に外部から調達している。主に成長途上の企業

B企業：営業活動から若干の現金を生み出しているが、依然それ以上の資金を設備投資に投入している。成長途上の企業

C企業：営業活動から生み出される現金を設備投資と借入金の返済に充当している。成熟段階に入った企業

とすると、

A企業、B企業については、営業活動によっては、営業活動の進展に伴う資金需要の増加（運転資金の増加等）や企業の成長に必要な投資資金を賄うことが出来ないため財務活動により必要資金を取り入れている。地震による営業阻害状況や施設・設備の被害状況によっては、こうした財務活動による資金の取入れが絞られ、新規設備投資だけでなく復旧等の投資活動に充てる資金が十分に調達できなくなり、企業の存続に重大な支障をきたす恐れがある。

C企業については、営業活動によって十分な資金が生み出されているため、営業活動の阻害による資金取り入れに落ち込みがあるものの、復旧資金をある程度内部調達できる。地震が企業経営に与える影響は、A企業B企業にくらべれば軽微になる。ただし、固定費率が高い企業は、売上の小幅の落ち込みによるキャッシュフローの変動幅が大きくなるため、営業活動によって生み出される資金が大きく落ち込むと想定され、軽微な影響では済まないこともある。

4. 保険によるリスク処理

4.1 地震保険の効果

企業の地震罹災時のリスク処理として地震保険を考えてみる。地震に関する損害保険は、住宅を対象とする地震保険と、その他の事務所ビルや工場等を対象とする火災保険の特約として契約する火災保険拡張担保特約がある。本研究で扱う保険は火災保険拡張担保特約が中心となるが、本論文では総称として「地震保険」と記述することとする。

4.1.1 直接的効果

地震保険による直接的効果とは、次のように罹災施設の修繕・再築に要する復旧費用の一部または全部が保険金によって賄われることによって生じる効果（すなわち、直接復旧費のカバーによる効果）である。

損益計算書においては、

①経常利益減少幅の圧縮

保険金によって負債の増加が抑制され、金融費用（支払利息）が減少するため、営業外損失が縮小する。この結果、経常利益の減少幅が小さくなる。

②税引き前当期利益および当期純利益の減少幅の縮小

特別損失に計上される災害損失によるマイナスのインパクトを特別利益に計上される地震保険金によって薄めることができるので、税引き前当期利益および当期純利益の減少幅が小さくなる。（売上の減少および施設（設備）稼働率の低下に伴うコストアップによる営業利益、経常利益の減少は避けられない）。

貸借対照表においては、

①現預金の減少幅の縮小

受け取った保険金が現預金に計上されるので、現預金の減少幅が小さくなる。

②総資産、自己資本の減少幅の縮小

保険金によって現預金が増加し、有形固定資産の減少を補うので、自己資本の減少幅が小さくなる（現預金を修繕費用として支出した場合は、その相当額が有形固定資産に振り変わる）。

③負債の増加抑制

保険金によって復旧資金に充てる借入額が圧縮できるので、負債の増加が抑制される。

4.1.2 間接的効果

地震保険による間接的効果は、保険を付保していなかった場合に比べて復旧資金の手当が迅速かつスムーズに行えることにより復旧期間が短縮されるために生じる効果、上記の財務諸表の変化が株主やマーケット等の罹災企業に対する見方に与える好影響、企業経営の安定化に対する貢献の以下の3点が挙げられる。

①復旧期間短縮の効果

・売上減少幅の縮小

復旧期間が短縮されるので、売上減少幅が小さくなる。

・売上原価等のコストアップの抑制

施設・設備の稼働率の低下が小さくなるため、売上に占めるコスト（売上原価、販売費および一般管理費）の割合の上昇が抑えられる。

②株主、資本市場の評価に与える好影響

自己資本減少幅およびROA、ROEの低下幅の圧縮により株価下落が抑えられるので、新規借入やエクイティファイナンス等の資本市場からの資金調達に悪影響を与えない。

③経営安定化への貢献

企業の資本の安定性や長短期の決済能力を表す各種の比率指標の悪化、および運転資金やキャッシュフロー等の資金繰りに対する不安要素が抑えられ、金融機関や取引先に対する信頼度が維持できるので、信用リスクの発生が起りにくくなる。

4.2 地震保険の必要性が高い企業

これまでの記述内容に基づいて、財務的にみて地震保険の必要性が比較的高いと考えられる企業の特徴を以下に挙げる。

（1）当座資産（特に現預金、有価証券）の蓄えが少ない企業

地震に罹災した場合、「復旧資金への資金需要」、「運転資金の増加による資金需要」、がともに大きくなるので、平時の運転資金に比べて現預金、有価証券の額が極端に少ない企業は不測の出費に対する余裕資金が不足し、資金繰りに詰まる可能性がある。

（2）資産の含み益の少ない企業

資産（主に有価証券）の含み益が少ない企業は、上記①と同様の理由から不測の出費により資金繰りに窮する可能性がある。土地は、すぐには現金化できないこともあるため、短期の資金繰りに有効でないケースもある。

（3）有形固定資産の簿価が高い企業

罹災した施設・設備等の除却額が大きくなり、当期利益を圧迫する要因となる。

（4）債比率の高い企業

復旧資金や運転資金を賄うための新規の借入に対して金融機関等が拒否反応を示し、資金がショートする可能性がある。

(5) 売上の減少が大きい企業

罹災による売上の減少幅が大きいと考えられるのは次のような特徴を持つ企業である。

- ・ 施設の利用の対価として売上を上げている企業 (例：ホテル、旅館、遊園地)
- ・ 施設内で販売、営業活動を行っている企業 (例：スーパー、小売業、病院)
- ・ 製品の在庫量が少ない企業
- ・ 代替施設、製造設備を持っていない企業 (例：地場企業)
- ・ 商圏が狭い地域に限定されている企業 (例：地場企業)
- ・ 交通網遮断の影響が大きい企業 (例：物流業、運輸業)

(6) 固定費が大きい企業

原価に占める固定比率の高い企業は、売上高の変動が営業利益に与える影響が大きくなり、当期利益の圧迫要因となる。

(7) キャッシュの取入れを財務活動に依存している企業

営業活動によって十分なキャッシュが生み出せず、企業全体のキャッシュフローの取入れを財務活動に依存している次のような企業が考えられる。

- ・ 成長途上の企業
- ・ 資本の先行投下が必要な企業 (例：ハイテク産業)
- ・ 装置産業 (例：電力業、重厚長大産業)

4.3 自然災害保険によるリスク移転の問題点⁹⁾

企業や家庭に向けた自然災害保険は、免責金額が大きく設定されたり、保険カバーの限界が強く制約されている。このように自然災害保険の契約内容が制約的である背景には、供給側 (保険会社サイド) の要因と需要側 (保険購入者サイド) の要因があることが指摘できる。以下に米国での問題点をあげる。

供給側 (保険会社サイド) の要因としては、

① 保険料の制限

連邦政府等により自然災害保険の保険料が規制されていることがある。特に自然災害リスクの高い地域では連邦政府や州政府が自然災害保険料の上限を年金数率的に公正な価格を下回る水準に設定している。こうした保険料に対する規制は、保険会社がクオリティの高い自然災害保険を企業や家計に提供するインセンティブを削いでしまっている。

② 政府提供の保険プログラム

連邦政府や州政府が提供する自然災害保険プログラムが、民間企業が自然災害保険を提供するインセンティブを弱めてしまっていることである。米国での象徴的な事例として、連邦政府が連邦洪水保険 (the National Flood Insurance Program) を提供する以前には、民間保険会社は洪水保険を提供していたことが挙げられる。

③ 政府の保険政策によるモラル・ハザード

保険会社の支払不能に備えて政府の保証基金 (guaranty funds) が、過度の危険を引き受けるような自然災害保険を民間会社が提供するというモラル・ハザードを引き起こしてしまい、自然災害リスクに対して適切なプライシングが行われなくなってしまうことである。その結果、過度のリスクを割安に引き受けるタイプの自然災害保険ばかりが提供されてしまうことになる。

④ リスクの定量化の難しさ

数量的に認識できないリスクの引受を躊躇、あるいはそう

したリスクを引き受ける場合に高いプレミアムを要求する傾向があることが報告されている。元受保険会社や再保険会社が数量的に認識できない自然災害リスクを引き受けることを回避する結果、自然災害保険のメニューが限られてしまうことになる。

一方、需要側 (保険購入者サイド) の要因としては、

① 政府の救済に対する期待

企業や家庭の側に、災害後は政府が広範な資金援助をしてくれるという期待があると、事前に自然災害保険を購入しておくというインセンティブがなくなってしまうことが挙げられる。こうした政府の事後救済に対する期待は、企業や家庭が自然災害に起因する損失を緩和するような措置 (mitigation) をとるインセンティブを弱めることになる。

② リスクの過小評価

認識することが難しいリスクを過小評価してしまう傾向がある。地震などの巨大自然災害は、その発生頻度が低いことから、家庭や企業がそのリスクを認識することを怠るために、自然災害リスクを保険する契約への需要が生じない可能性がある。

③ 保険購入のインセンティブの無さ

企業リスク管理を担当している経営者にとって、大きな損失に対する保険を結ぶ決断をする誘因が弱いといわれている。頻度が高い中小規模損失に対してリスク管理を怠ることは経営責任を問われる可能性が高いので、そうしたリスクには保険契約があらかじめ結ばれている。一方、頻度が低い大規模損失に関して他の経営者も備えを怠ることが期待できれば、自らが保険を怠ってもその責任を問われることはない。自然災害リスク管理に対して企業経営者が必ずしも適切なインセンティブを持っていないという事実は、企業株主が自然災害リスクの管理に対して直接関与すべきである事を示している。

5. 企業内リスク負担と外部への移転

5.1 自然災害保険と代替的リスク移転

前章で述べた自然災害の保険の問題点に加えて、近年、大企業が外部へ移転する必要のあるリスクは1事故ベースで見ても保険会社の引受キャパシティを超えるものが多くなってきている。例えば、地震やハリケーンなどの天災リスク、あるいは大規模な開発プロジェクトや環境汚染のリスクなどである。しかも、「現在の損害保険ではカバーされないリスク」があることを考えれば、損害保険業界の引受能力は大企業のリスク処理に関する需要を全て満たしているわけではない。

一方で保険に隣接する金融マーケットの資金量は保険業界のそれと比較して「けた違い」に大きい。金融マーケットの持つこの圧倒的な資金量を、リスク処理の資金に振り向けることができれば、大企業のリスク処理への要求を質・量ともに充足させる可能性があると考えられた。

このような背景から、近年、代替的リスク移転 (ART: Alternative Risk Transfer) が注目されており、リスクの証券化やデリバティブ化、リスクスワップ等が行われるようになってきた。

企業が災害等により損害、損失を被った時、それを処理する方法は、保険、自家保有、ARTといった手法を用いて行われることになる。それは、企業内部で負担する方法と企業外部へ移転する方法に大きく分けることができる。表1及び表2にその手法をまとめて示し、一部の手法についての内容を記述する。

表1 企業内でのリスク負担⁶⁾

分類	方式	方法	損失の企業内部での負担方法
企業内部でのリスク負担	自家保有	無保険	損失を当年度の利益で吸収
	遡及的料率算出方法 (レトロスペクティブ・レーティング・プラン)	保険契約	損失を次年度以降の会計年次へ先送り分散して各年度の利益で吸収
	多年度拘束保険契約 (ファイナイト・プラン)	保険契約	同上
	キャプティブ保険会社	保険契約・再保険契約	子会社の株主資本で吸収
	融資予約方式 (コミットメント・ライン)	融資契約	長期借入金でキャッシュフローを確保(長期負債として処理)

表2 企業外へのリスク移転⁶⁾

分類	方式	方法	損失の移転先
企業外部へのリスク移転	非常時劣後債券発行権 (コンテンツ・サブラスノート)	債券の発行	株主への移転
	非常時株式発行権 (コンテンツ・エクイティブット)	増資(新株式の発行)	株主への移転
	保険	保険契約	保険市場への移転
	共済	共済加入	共済の組合員への移転
	金融デリバティブ	金融デリバティブ取引	金融派生商品(デリバティブ)市場への移転
	証券化	証券取引(社債の発行)	資本市場への移転

5.2 リスク移転の方法^{6) 7) 9)}

(1) 自家保有

リスクを企業内で保有することで、年間の企業の経費で処理をする方法で、基本的には保険を付けないことである。そのため、その保有額は、予算化できる額、または年間の経費予算で処理できる額になる。それを超えた損失が発生した場合は、企業の年間の利益を減らすことになる。損益計算書上の一般管理費(修理費、補修費、予備費等)に計上して、当期利益内で吸収する。

保有額の限度は、収益の影響を重視するか、バランスシートの保護を優先するか、株主に対する姿勢を大切にすることによって決定される。

自家保有の長所は、①リスクの処理のための事務手続きやコストがかからなく、手間がかからない。②リスクコントロ

ールの影響を直接享受できる。

短所は、①損害発生の不確実性を直接受ける。②適切な自家保険の保有額の設定が難しいため、保有額を超えた損害が発生した時は、キャッシュフローに行き詰まり当期利益に大きな減少がでることが考えられる。

営業利益で吸収できなかった損失は、特別損失として計上して、特別利益を計上して相殺吸収する方法であり、特別利益は土地売却益や有価証券売却益などの含み益をあてる。

当期利益で吸収できない時は、課税後の利益から積み立てた、任意積立金と当期未処理分利益である貸借対照表の余剰金を使い処理する。余剰金で処理できない損失は欠損金になる。欠損金が発生すると、企業は無配に転落する。

欠損がさらに大きく、余剰金でも吸収できなかった時は、法定準備金を取り崩して処理をする。

法定準備金は、利益準備金と資本準備金とに分けられて積み立てられている。欠損金の補填を目的とした利益準備金により損失を処理し、それでも埋めきれない損失がある場合は、資本準備金を使う。資本準備金は、株主総会の承認が必要のため、経営者の責任が問われることになる。

企業にとっての、損失処理の最後の手段が、資本金の取り崩しであり、企業にとっての最後の手段になる。株主資本の減少は、損失の株主への移転を意味する。

(2) 遡及的保険料算出方式 (retrospective rating plan)

種々方法があるが、基本的な方法として、ある年度で支払った保険金を次年度以降の複数年度で保険料として分散する方法である。実際にはリスクを一旦保険会社に移転し、保険会社の支払った保険金の一部が次年度の割増保険料のかたちで保険会社に戻される。保険金の全てが割増保険料になるのではなく、リスクの一部は、保険会社に移転されるため、前節の自家保有と保険との組み合わせたものとなる。

海外の労災保険を中心に多く用いられている方法である。

(3) ファイナイト保険

保険を利用して行う方法で、財務再保険と呼ばれる。災害時に発生した損失をそれ以降の長期間にわたって分散させ、損害のインパクトを小さくするものである。この方法では、リスクは企業内部で自家保有され、長期にわたって経費として処理される。

(4) 非常時融資枠予約

コンテンツ・クレジット・ラインと呼ばれる方法で、企業は金融機関との間で、あらかじめ決められた災害・事故の損失額などのトリガー・イベントが発生したときに、融資を実行するという契約を結ぶことである。

この方法は、災害時に企業が資金を必要とした時、災害によって企業が置かれた財務内容、営業環境等に関係なく、契約で決められた金利で融資を受けられる特徴がある。

(5) キャプティブ保険会社

親会社の出資により子会社として設立される保険会社であり、親会社である企業は、企業のリスクを保険契約を用いてキャプティブ保険会社に移転する。通常、日本企業の場合は、海外のキャプティブ保険会社法をもつ軽課税国に、親会社の専属の再保険会社として設立される。

キャプティブ設立の理由はいろいろ考えられるが、主なものとしては次のようなものがある。

①親企業の自家保険をしたいというニーズあるいは要求が存在する。

②特定のリスクに関して保険マーケットの商品が十分でない。

- ③アンダーライティングプロフィットと投資収益を保険会社から取り戻したい、という欲望が出てきた。
- ④再保険マーケットに参入することによって、多種多様な保険サービスを受けることができる。
- ⑤親企業あるいは親グループ全体のリスクについての直接保険会社あるいは再保険会社として活動することにより、キャパティビは親企業あるいは親グループのリスクマネジメント戦略の中で不可欠な存在となる。
- ⑥伝統的な保険会社は長期にわたって希望する保険カバーを合理的かつ安定的な価格で提供することが困難かもしれない。

キャパティビが提供するメリットは、主なものを挙げると次のとおりになる。

- ①保険プログラムを自主的に管理することによりコストの削減が可能となる。
- ②極めて柔軟性に富む保険プログラムの手配が可能となる。
- ③リスクマネジメントプログラムユニットをプロフィットセンターに転換することが可能となる。
- ④従来の伝統的な保険市場では入手不可能あるいは入手困難なリスク、たとえばファイナリスク、エンタープライズリスク、為替変動リスクなどの新しいリスクファイナンス手法を導入することが可能となる。

(6) 自然災害デリバティブ

証券化（カタストロフィー・ボンド）同様、客観的な指標を予め支払の指標とし、オプション取引やスワップ取引といったデリバティブ形態で保険リスクの移転を行うものである。証券化が一般に多数の投資家を対象とするのに対し、保険デリバティブは相対（あいたい）での取引となるため、確保出来るキャパシティは相対的に少額とならざるを得ない。

この取引は、1992年に米国シカゴ商品取引所において初めて上場された。このときの取引の対象は、米国内で発生したハリケーンや地震などの異常災害リスクであり、異常災害による保険会社の損害額を先物として、主として機関投資家を対象とした上場取引をおこなっている。

地震リスクや風水災リスクを対象とした保険デリバティブに加え、近年では異常気象を対象とした「ウェザー・デリバティブ」のマーケットが急速に拡大している。海外では、保険会社に加えエネルギー・ユーティリティ会社が積極的に取引を行っており、また国内では銀行や証券会社も参入し、商品投入が積極的におこなわれている。

(7) 自然災害リスクの証券化

自然災害リスクの証券化は、Cat Bond の一種といわれ、Catastrophe Bond（自然災害債券）の略で、再保険会社、保険会社、そして一般の会社が、債券（ボンド）の発行により災害の際に被った損害をカバーするための方法の1つである。我が国では東京海上が初めて1997年11月にスイス再保険会社および米国の証券会社であるゴールドマン・サックスを起用し、日本の南関東地震リスクの証券化を行った。また、1999年5月にはオリエンタルランド（東京ディズニーランド）が事業会社として初めて（顧客自ら）地震リスクの証券化を実施した。2002年5月には、ニッセイ同和保険により、南関東と東海地震エリアの証券化が実施された。

証券化は、リスクを他者に移転する方法で、その特徴は、あらかじめ、定められた事象が発生した場合、投資家は元本の一部もしくは全部、あるいは利息の償還・支払を受けられなくなる。例えば地震のマグニチュードといった客観的指標を予め支払の指標（トリガー）とし、債券発行期間のトリガ

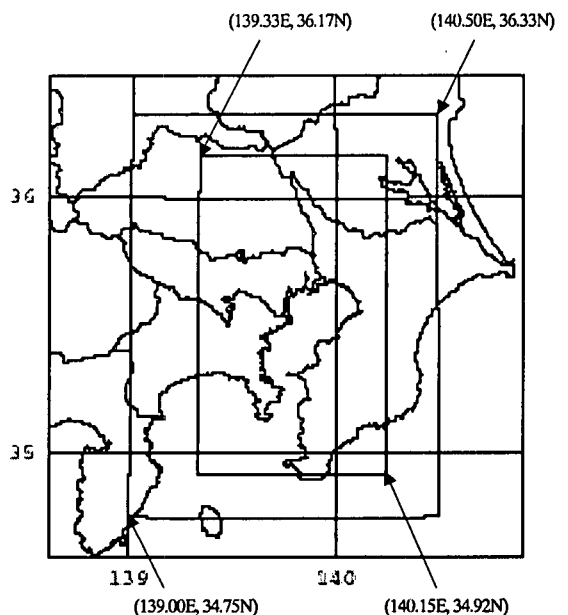


図1 地震リスクの証券化で用いられたグリッド

一事象の発生状況に応じ、金利または元本の一部または全部が投資家から没収され、保険金の支払に当てられる仕組みを取る。

1997年の南関東の地震リスクの証券化（Parametric Re社）を例にとる。その仕組みは次のようになっている。

この債権は、額面1億ドルの債券を発行し、一定規模以上の地震の発生の有無によって償還額が変動するものである。地震発生に関して、南関東に図1に示すような2つの範囲を設定して、その内側を震源とするマグニチュード7.1以上の地震が今後10年に発生するかどうかをトリガーとしている。外側は元本保証のない債券、内側は元本保証が一部含まれる債券で、表3に示すようにマグニチュードの大きさによって元本没収率を変えている。

表3 マグニチュードと元本没収率の関係

マグニチュード	元本没収率	
	内側のグリッド	外側のグリッド
7.1	25%	0%
7.2	40%	0%
7.3	55%	25
7.4	70%	44
7.5	85%	63
7.6	100%	81
7.7以上	100%	100

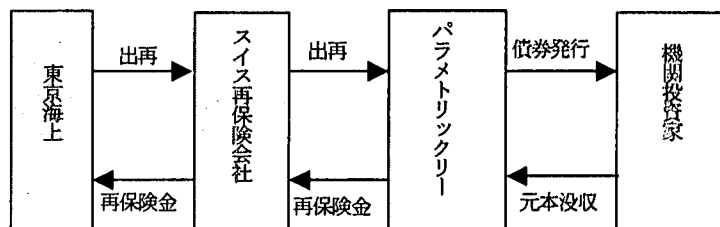


図2 パラメトリック・リーの仕組み

ここで、実際に発生した損害額と証券化の商品の利用によって回収できる金額の差（ベースリスク）が発生する。これは実際の損害額をインデックスとすると資本市場では馴染みが薄く、リスクの透明性、商品内容のわかりやすさが重要なため、地震の特定地域における一定のマグニチュード（気象庁発表）といった客観性の高いインデックスが資本市場に好まれるからである。

このパラメトリック・リーのトランシェは、表4のようになっている。また、発行の仕組みは図2のようになっている。

表4 パラメトリック・リーのトランシェ

トランシェ	格付け	利回り	発行額	リスク額
元本補償なし	Ba2 /BB	LIBOR+430Bp	80 百万ドル	80 百万ドル
一部元本保証あり	Baa3 L /BBB~	IBOR+206Bp	20 百万ドル	10 百万ドル

6. 地震リスク証券化の条件設定

地震リスクの証券化は、証券化の設定位置、グリッドの大きさ、インデックスの種類、元本の大きさ、配当率、元本没収形式、証券化スキーム、証券化構成等により、投資家、証券発行者にとって必要なリスク構造に構成できる金融商品になる。

本章では、証券化の構成の条件のうち、グリッドの大きさ、元本の没収形式を変化させ、地震証券化の構成に関して考察した。

6.1 リスク移転の定量化

6.1.1 ポートフォリオ解析

筆者は、地震ハザード解析をベースとしたポートフォリオの地震リスク評価手法を提案してきた²⁾。ポートフォリオ解析の概念を図3に示す。同図で、 $l(j, i)$ 、 $j = 1, \dots, n$ はイベント i （地震ハザード解析で用いる個々の要素地震を本研究ではイベントと称する）による建物 j の損失を示す。 n は建物総数である。また、 $l(p, i)$ はイベント i による建物群（ポートフォリオ）の損失である。

多数のイベントによる損失をその大きさに従って順位付け、所与の損失レベルを超過する発生頻度あるいは発生確率を求める。損失レベルとその超過確率の関係を示したものはリスクカーブと呼ばれる。リスクカーブと所与の年超過確率からPML（予想最大損失）を求めることができる。参照する年超過確率の与え方は様々であるが、供用年間中のリスクの発生確率で表すことが多く、例えば、「50年間に10%」に対応す

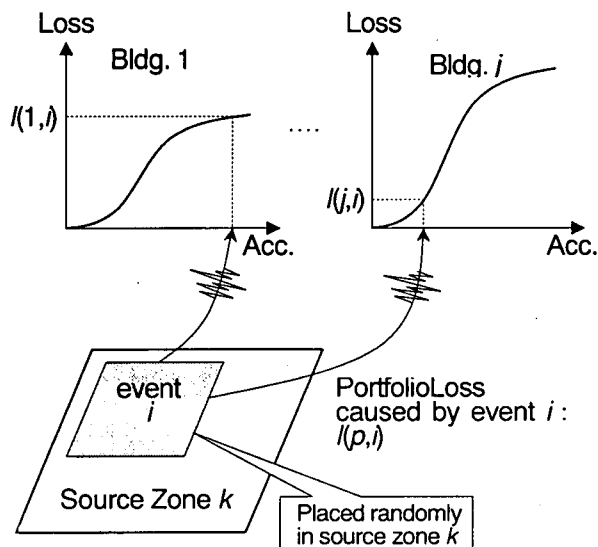


図3 ポートフォリオ解析の概念

る年超過確率は0.002105（再現期間475年）となる。

リスクカーブ、縦軸、横軸の3者で囲まれる面積は年間期待損失に相当し、純粹リスクとして地震に対する保険料率や債券の利息の基礎情報に用いられるものである。

6.1.2 リスク処理の組み込み

リスク処理を伴うポートフォリオ解析手法の基本的な考え方は、イベント i によるポートフォリオの損失 $l(p, i)$ にリスクの処理を行い、処理後の損失を基にリスクカーブを評価するというものである。これを示すのが下式である。

$$l'(p, i) = l(p, i) - \Delta l(i) \quad (1)$$

ここに、 $l(p, i)$: 処理前の損失

$l'(p, i)$: 処理後の損失

$\Delta l(i)$: 損失の補填（リスク処理）

個々の損失に対するリスク処理の方法は様々であるが、地震リスクの証券化では、所定のグリッド内で地震が発生した場合に限り、地震のマグニチュードの関数として損失の補填を評価する。これは以下のように表される。

$$\Delta l(i) = f(M(i)) \times C \quad (M(i) \geq M_0) \quad (2a)$$

$$\Delta l(i) = 0 \quad (M(i) < M_0) \quad (2b)$$

ここに、 $M(i)$: イベント i のマグニチュード

C : 元本

M_0 : 補填の対象となる最小マグニチュード

$f(\cdot)$: 元本没収率を規定する関数

なお、(1)式で示す $l'(p, i)$ について損失の大きさとその発生頻度の関係を求めたものが、リスク移転を行う主体（リスクヘッジャー）のリスクカーブであるが、同様の手順で $\Delta l(i)$ を用いてリスクカーブを求めることができる。これはリスクを引き受ける主体（リスクテイカー）のリスクカーブである。

6.1.3 地震発生位置とグリッドとの関係

前述したように、地震リスクの証券化では、所与のグリッド内で地震が発生した場合に損失を補填する。点震源については単純に、震源位置がグリッド内にあるかどうかで判断を行うことができる。

一方、線震源あるいは面震源の場合、破壊領域全体がグリッドに含まれないことが考えられる。破壊開始点は破壊領域内で一様ランダムであるとする、当該破壊面で地震が発生した場合に、その損害が補填されるのは、破壊開始点がグリッド内にある場合に限られる。

本研究では、破壊開始点がグリッド内にある確率を補填確率 p と呼び、 p を補填額に乗じることで破壊領域の広がり効果を考慮する。 p の評価は下式による。

$$p = L_{ovl} / L_{rpt} \quad (\text{線震源の場合}) \quad (3a)$$

$$p = A_{ovl} / A_{rpt} \quad (\text{面震源の場合}) \quad (3b)$$

ただし、 L_{rpt} : 破壊領域の長さ

L_{ovl} : グリッド内の破壊領域の長さ

A_{rpt} : 破壊領域の面積

A_{ovl} : グリッド内の破壊領域の面積

なお、点震源の場合、震源がグリッド内であれば $p = 1$ 、格子外であれば $p = 0$ となる。以上を図4に示す。

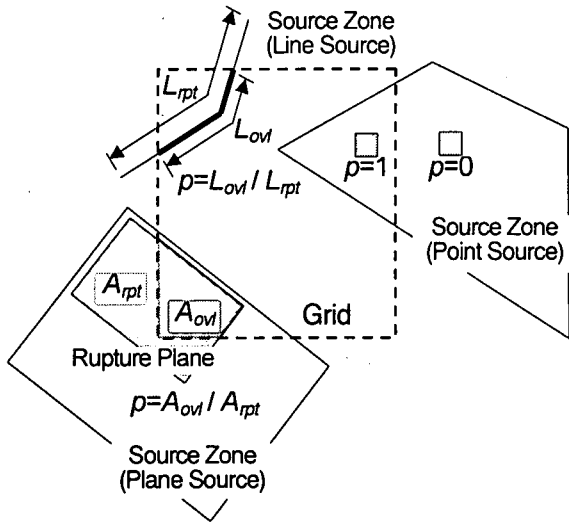


図4 震源とグリッドの位置関係と補填確率

6.1.

4 地震リスクの証券化を伴うポートフォリオ解析

本手法の手順を図5に示す。図中の「イベントの発生」では、マグニチュードの分布（例えば、Gutenberg-Richter式による）や地震発生位置の分布に従った要素地震（イベント）を発生させる。ただし、距離減衰式にばらつきがあるため、マグニチュードと地震発生位置が確定したとしても、当該サイトにおける地震動の大きさは確定しない。通常の地震ハザード解析では、このばらつきに確率分布を当てはめて所与の地震動レベルを超過する確率を求める。

一方、ポートフォリオ解析では、地点毎のハザードや施設毎のロス関数の独立性を反映するため、確率分布に従い、地震動の大きさや施設のロス関数のサンプルを発生させて評価を行い、その統計量を評価する。同図中の「モンテカルロシミュレーション」のループはこの手順を表すものである。リスク移転の効果は同図に示されるように、モンテカルロシミュレーションの試行毎に評価される。従って、リスク移転効果も統計量として求められる。

最終結果はリスクカーブとして求められる。リスクヘッジ側（リスクを処理したい側）の興味はPMLの低減であり、リスクテイク側（リスクを受ける側）の興味は年間期待補填額である。

6.2 解析例

6.2.1 対象ポートフォリオ

東京区部に多くの建物を持つ所有者の地震リスク移転を考え、東京区部に一様（緯度・経度で0.05°刻み）に分布した21棟の建物群を対象ポートフォリオとして設定した。建物価格は1棟100と設定し、総建物価格2100とした。建物群の配置を図11に示す。

建物の被害は、小破、中破、大破、倒壊の4段階を考えた。各被害程度に対応するフラジリティカーブは対数正規分布であると仮定し、その諸元は文献¹⁾のものを採用した。被害額は、建物価格に被害率を乗じて求める。被害率の値については、中村ら²⁾を参照し、小破5%、中破10%、大破30%、倒壊100%とした。建物データを表5に示す。

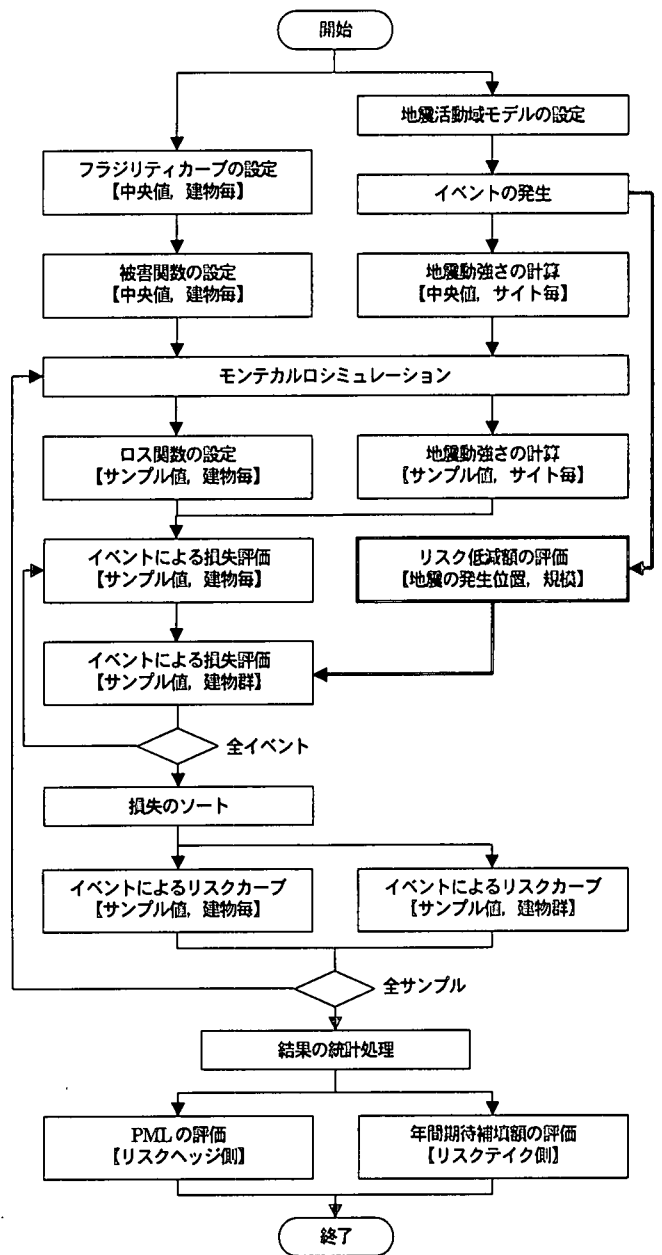


図5 地震リスクの証券化を伴うポートフォリオ解析の手順

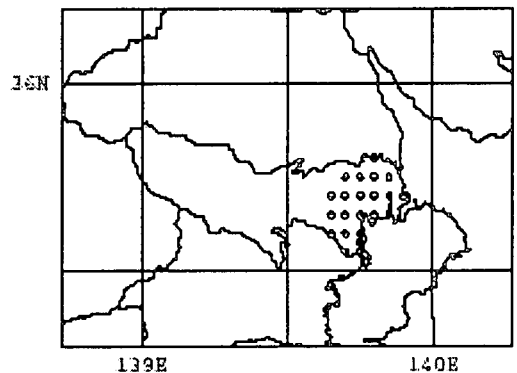


図6 建物群の配置

表5 被害モード別のフラジリティと被害関数

Damage Level	Acceleration Capacity		Damage Rate (%)
	Median (Gal)	Log-normal S.D.	
Slight	200	0.4	5
Moderate	600	0.4	10
Severe	1000	0.4	30
Collapse	1400	0.4	100

6.2.2 地震環境

地震環境については Annaka & Yashiro⁴⁾を用いた。同文献では、日本列島全体について地震活動域モデルを設定し、大地震発生活動域と中小地震発生活動域に大別している。これらの活動域を図7に、その諸元を表6に示す。

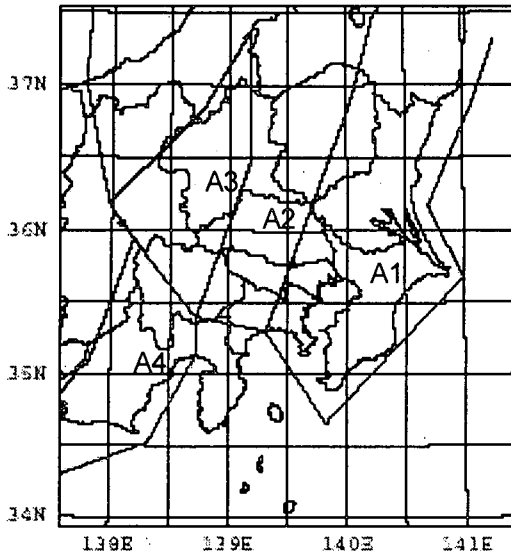
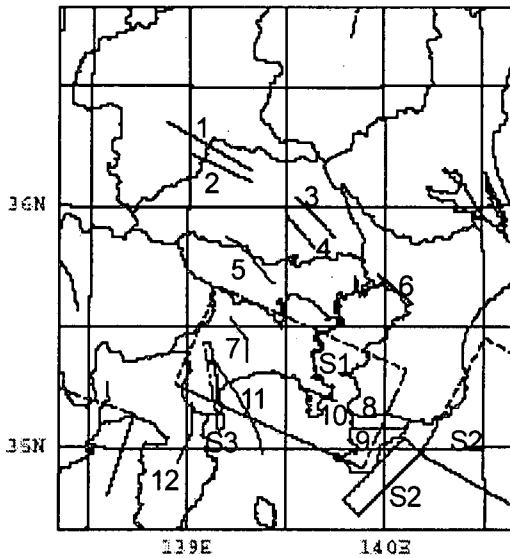


図7 地震活動域

距離減衰式についても同文献に従い、下式を採用した。

$$\log A = 0.61M + 0.00501h - 2.203 \log(d) + 1.377 \quad (4)$$

$$d = (\Delta^2 + 0.45h^2)^{0.5} + 0.22 \exp(0.699M)$$

ここに、 A は最大加速度、 Δ は震央距離、 h は震源深さ、 M はマグニチュードである。距離減衰式のばらつきを表す対数標準偏差は、自然対数で0.5と設定した。

表6 地震活動域

Zone	M_{max}	RP	Zone	M_{max}	RP
1	7.0-7.6	1182	9	7.0-7.4	2639
2	6.9-7.3	5212	10	6.6-7.0	1365
3	7.0-7.4	79283	11	7.5-7.9	1625
4	6.8-7.2	5931	12	7.1-7.5	877
5	7.1-7.5	8710	S1	7.8-8.2	200
6	6.8-7.2	5676	S2	7.8-8.2	1000
7	6.9-7.3	7239	S3	6.8-7.2	73
8	7.1-7.5	2842	RP : Return Period (Yr.)		

	M	A-value	b-value
A1	5.0-7.0	2,344	0.9
A2	5.0-7.0	4,235	0.9
A3	5.0-7.0	1,645	0.9
A4	5.0-7.0	3,344	0.9

6.2.3 元本

ここでは、リスク移転のない場合のポートフォリオ解析を行ってPMLを評価し、その値に基づいて元本を設定した。図8にリスク移転のない場合のリスクカーブを示す。年超過確率1/475に対応する損失をPMLとした場合、PMLは172.5であった。これは総建物価格の8.2%に相当する。これより、総建物価格の8%を元本として設定した。

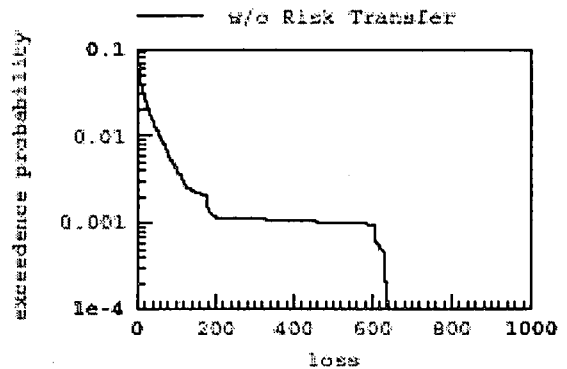


図8 リスク移転のないリスクカーブ

6.2.4 元本没収率

元本没収率はマグニチュードの大きさの関数として与えられる。マグニチュードが大きいくほど一般には被害が大きく、従って元本没収率も大きめに設定することが必要である。また、元本没収の対象となるマグニチュードの範囲についても検討が必要である。

ここでは、図9に示すような3ケースの元本没収率を採用した。

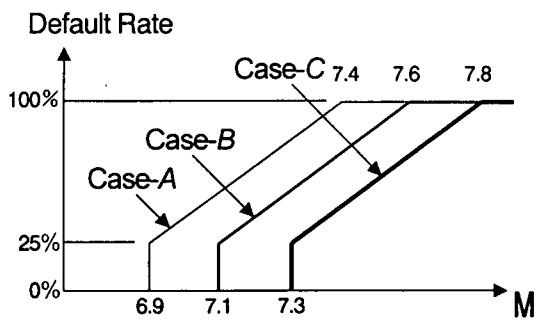


図9 元本没収率

6.2.5 グリッド

グリッドが大きいほど当該施設のリスク移転の可能性が増すが、過度に大きい場合には本来のリスクヘッジの目的からずれることになる。一方、グリッドが小さくなると、本来のリスクヘッジがなされない危惧も出てくる。

設定したグリッドを図10に示す。グリッド1は、ポートフォリオの中心 (139.775E, 35.675N) から半径20kmの円で、建物群の範囲にほぼ対応するものである。グリッド2は半径40km、グリッド3は半径60kmの円である。

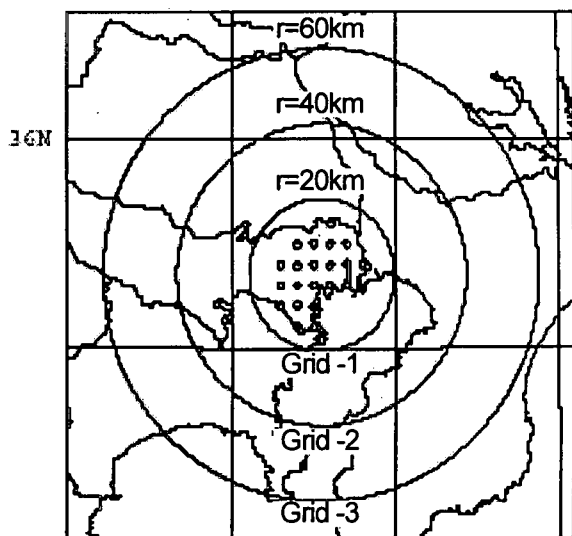


図10 施設の配置とグリッドの関係

6.3 解析結果

図11に、リスクカーブの比較を示す。実線はリスクヘッジヤーの、点線はリスクテイカーのリスクカーブである。

元本没収がケースAの場合、リスクテイカーの損失の最大値は元本に達しているが、他のケースでは元本に至っていない。これは、当該グリッド内で発生する地震の最大マグニチュードが、元本没収率100%となるマグニチュード以下であるためである。リスクテイカーの損失は、元本に比例することは自明であるが、その他に、グリッドの大きさ、元本没収率、地震環境の組み合わせによって変化する。

損失の発生確率は、地震環境が同一ならば、単純にグリッドが大きいほど、あるいは元本没収開始に対応するマグニチュードが小さいほど、大きくなる。

一方、リスクヘッジヤーのリスクはリスクテイカーのリス

クとトレードオフの関係にあることが図11から伺える。ただし、元本没収率とグリッドの組み合わせによっては、図8に示した損失よりも多額な補填が発生することがある(例えば、元本没収ケースAとグリッド3の組み合わせ)。

ところで、リスクを処理する場合には、一般にコストが必要になる。リスクを処理しようとするとき、目的とするリスクヘッジが可能な範囲内で、極力リスクコストを低く抑える

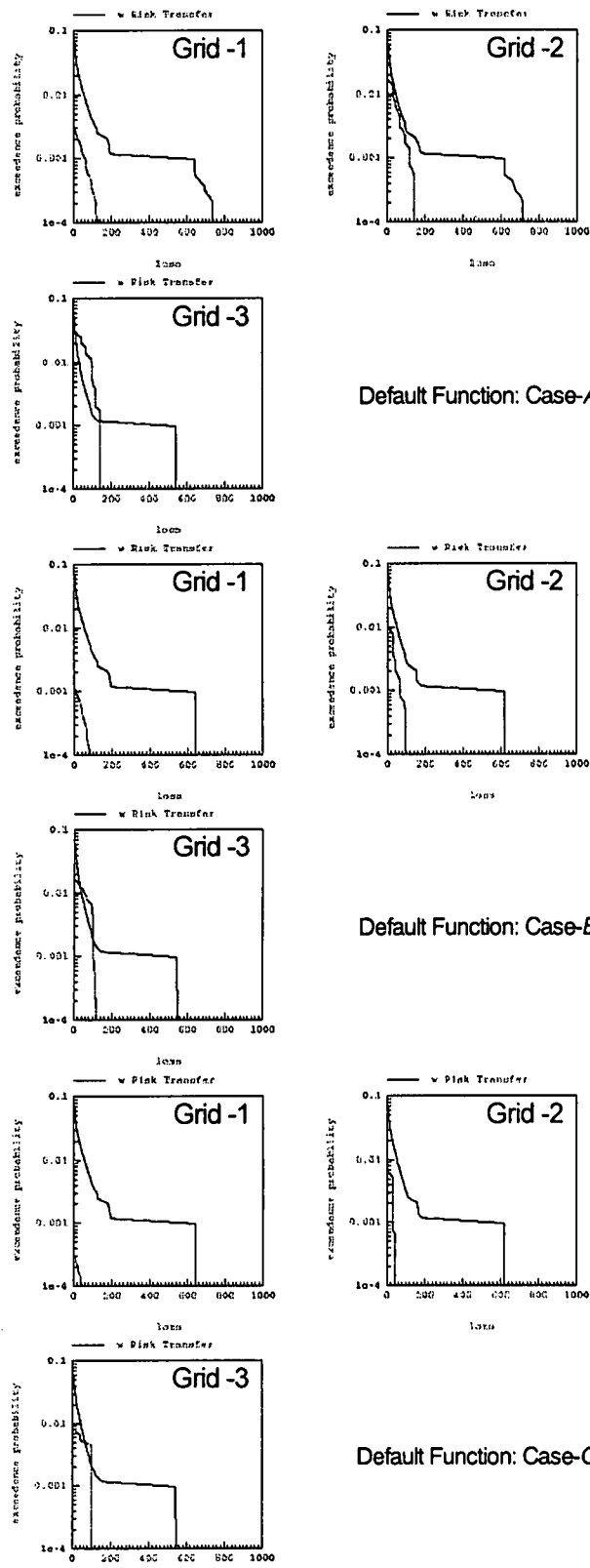


図11 リスクカーブの比較

ことが、リスクヘッジャーにとっての合理的なリスクマネジメントに繋がる。

ここでは、リスク処理の合理性の尺度として、リスクテイカーの年期待損失とリスクヘッジャーのPMLの低減額との比を用い、リスクヘッジの効率を検討した。年期待補填額は必ずしもリスクコストと同一ではないが、年期待補填額が高いほど証券化における利息の増大に繋がることから、リスクコストを代表する指標として採用した。

表7に、各元本没収率とグリッドの組み合わせについて、リスク移転後のリスクヘッジャーとリスクテイカーの損失の概要をまとめる。

表7 リスク移転後の損失

Default Function	Item	Grid		
		1	2	3
Case-A	Hedger's PML	172.5	148.4	90.1
	Reduction in PML	0.0	24.1	82.4
	Taker's AEL	0.144	0.804	2.175
	Efficiency	0.0	30.0	37.9
Case-B	Hedger's PML	172.5	154.9	95.5
	Reduction in PML	0.0	17.6	77.0
	Taker's AEL	0.046	0.354	1.056
	Efficiency	0.0	49.7	72.9
Case-C	Hedger's PML	172.5	157.4	101.0
	Reduction in PML	0.0	15.1	71.5
	Taker's AEL	0.008	0.176	0.609
	Efficiency	0.0	85.8	117.4

Note

Reduction in PML = 172.5 - Hedger's PML

AEL : Annual Expected Loss

Efficiency = Reduction in PML / Taker's AEL

表7によれば、元本没収開始に対応するマグニチュードが大きいほど効率が高いことがわかる。PMLの低減を目的とするならば、PMLに対応する年超過確率以上で発生するような、高頻度低被害による損失を補填することは合理的ではない。このことにより、元本没収ケースCの効率が最も高くなったと考えられる。

グリッドの大きさについては、グリッド3が最も効率的となった。グリッド1については、グリッドの大きさそのものが小さいために、当該グリッド内で発生する地震数が少なく、結果としてリスク移転がほとんど行われないうことになった。逆に、グリッド3の効率が最も高くなったのは、グリッドが大きくなるに従って補填に関与する地震数が増えたためである。

ところで、過度に大きなグリッドを設定した場合、「遠方で生じる地震による被害」に対して補填されるため、損失が大きくなる「近傍の地震による被害」の補填には繋がらない。そのために、大きすぎるグリッドは、効率の観点からは不利になるが、今回の検討範囲では、そのような大きさまで達しなかったものと考えられる。

7. まとめ

本論文では、企業にとっての地震リスクを財務上の観点か

ら考察し、財務諸表でどこに影響が出るかを明らかにした。また、地震リスクの処理策として、地震保険を取り上げその有効性と問題点を述べた。

そして、リスクの処理として近年発展をしてくれている ART

(Alternative Risk Transfer) と総称される各種の手法に関して簡単に述べた。特に証券化に関しては、リスクを証券発行者や投資家の取りたいリスクに区分してリスク移転が可能であるため、その商品構成を考察するため、東京区部に一様に存在する 21 棟の建物からなるポートフォリオに関して解析を行い、以下の結論を得た。

- 1)グリッドの大きさはPML (年超過確率 1/475 に対応する損失) に大きく影響する。グリッドが大きいくほど PML の低減も大きい。また、過度に小さなグリッドは、リスク移転に寄与しない。
- 2)グリッドの大きさに関わらず、元本没収開始のマグニチュードはPMLの値にはそれ程影響しない。
- 3)元本没収開始のマグニチュードが大きいくほど、リスク移転の効率は高まる。また、リスク移転の効率の観点からは、最適なグリッドの大きさがあることが予想される。

以上のことから地震リスクのリスク移転は、伝統的な保険市場から金融・資本市場へ拡大している途上にある。今後もこの金融・資本市場を利用したリスク移転は大きく発展するものと思われる。しかし、この発展には、金融工学と自然災害の解析力の発展が必要であり、多くの人材も必要になってくるであろうと思われる。

参考文献

- 1) 福島誠一郎, 矢代晴実: 多地点物件を対象とした地震リスクマネジメントについての一考察, 第 26 回 地震工学研究発表会 講演論文集, pp1469-1472, 2001 年 8 月
- 2) 福島誠一郎, 矢代晴実: 地震ポートフォリオ解析による多地点に配置された建物群のリスク評価, 日本建築学会計画系論文集, No.552, pp.169-176, 2002.2
- 3) 福島誠一郎, 矢代晴実: 地震リスクの証券化における条件設定に関する解析, 日本建築学会計画系論文集, No.555, pp.295-302, 2002.5
- 4) T.Annaka and H.Yashiro : A seismic source model with temporal dependence of large earthquake occurrence for probabilistic seismic hazard analysis in Japan, Risk Analysis, WIT PRESS, pp.233-242, 2000
- 5) Froot, Kenneth A : The Financing of Catastrophe Risk, Chicago : The University of Chicago Press
- 6) 日吉信弘 : 代替リスク移転 (ART) の原理と応用, 損害保険研究, 第 64 巻, 第 1 号, 2002 年 5 月
- 7) トーア再保険株式会社: 再保険, 損害保険事業総合研究所, 1999 年 8 月
- 8) 中村孝明, 中村敏治 : ポートフォリオ地震予想最大損失額 (PML) 評価, 日本リスク研究学会誌 12(2), pp.69-76, 2000 年
- 9) Swiss Re : Capital market innovation in the insurance industry, sigma 2001. No.3
- 10) Eduardo Canabarro, Richard R. Anderson, Markus Finkemeier, Fouad Bendimerad : Analyzing Insurance-Linked Securities, Fixed Income Research, Goldman Sachs, 1998.

- 11) Munich Re : Finite Risk Reinsurance and Risk Transfer to the Capital Markets, Munich Re ART Solutions, 2000
- 12) Munich Re : Risk Transfer to the Capital Markets, Munich Re ART Solutions, 2000
- 13) Carolyn P.Helbling, Georg Fallegger : Rethink Risk Financing, Swiss Re, 1996
- 14) Gail Belonsky : Insurance-Linked Securities, Swiss Re New Markets, 1999
- 15) Molly A.McQueen : Current Legal and Regulatory Issues in the Risk-Linked Securities Market, Second Annual Risk-Linked Securities Conference, March, 2002
- 16) John Nicholson : Insurance Linked Securities: What's Next?, Second Annual Risk-Linked Securities Conference, March, 2002
- 17) Chi Hum, Pamela Anderson: How Modeling Firms Rating Agencies Quantify and Analyze Specific Risks, Second Annual Risk-Linked Securities Conference, March, 2002
- 18) David Mocklow, John DeCaro and Matthew McKenna : Catastrophe Bonds, Alternative Risk Strategies, Risk Books, 2002
- 19) J.David Cummins, David Lalonde and Richard D. Phillips : Managing Risk Using Index-Linked Catastrophic Loss Securities, Alternative Risk Strategies, Risk Books, 2002
- 20) Yuichi Takeda: Risk Swaps, Alternative Risk Strategies, Risk Books, 2002