

企業財務を考慮した 地震保険によるリスク移転の評価に関する考察

赤石沢総光¹・福島誠一郎²・安田 登³

¹正会員 工修 東京電力株式会社技術開発研究所 (〒230-8510 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町 4-1)

²正会員 博(工) 東電設計株式会社技術開発本部 (〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3)

³正会員 博(工) 東京電力株式会社技術開発研究所 (〒230-8510 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町 4-1)

巨大地震の発生は企業の存続や経営の安定に多大な影響を与えることから、自社設備を抱える企業にとって、地震に対するリスクマネジメントを適切に実施することが重要である。本研究では、リスクを企業外部に移転する手法として基本的で実績も多い地震保険に着目し、リスクマネジメントを行う主体である企業経営者の視点に立ち、地震リスクが企業財務へ及ぼすインパクトの大きさを考慮することにより、工学的な見地から地震保険の要否さらには保険によってカバーすべきリスク移転範囲の評価手法を示した。検討の中では、シナリオ地震を想定し、企業側の被る地震損失の期待値および標準偏差に基づくリスク移転の評価手法を示すとともに、具体事例により評価手法の有効性も併せて示した。

Key Words : *earthquake risk, scenario earthquake, financial impact, earthquake insurance, probability density function*

1. はじめに

巨大地震の発生は、企業にとって脅威である。これは、被害が広域的でその様相も多岐に亘る可能性があることや、技術的または経済的に十分合理的な事前対策がとりにくいという問題があるからである。巨大地震は企業の存続や経営の安定に大きな影響を及ぼす可能性があり、そのリスクは企業経営上無視できない。従来は含み資産によりリスクを処理してきたが、近年では会計基準の変化により含み資産で処理できない時代となってきており、リスクへの対応が一層の課題となってきている。

近年、地震リスクへの対応方策としてリスクマネジメント手法が注目されている。これは、①震害、液状化、地滑り、津波など巨大地震によって生じる可能性のあるリスクの洗い出し、②それらリスクの定性的または定量的な評価、③それらリスクに対する具体的な処理、④処理後のリスクの再評価、といった一連のプロセスで行われる¹⁾。

上記プロセスのうち①は、地震ハザード解析等により震害を主とした被害形態の定量的な把握が、②はフラジリティ解析および被害率評価に基づく土木設備群(ポートフォリオ)の損失の確率的評価²⁾が、可能となってきている。しかし、③のリスクに対する具体的な処理は、耐震補強対策、防災訓練のよう

な危機管理方策など、地震損害を予め抑える施策としてのリスクコントロールや、生じた損害を経済的に補填する地震保険などリスクファイナンスという方法はあるものの、どの程度費用をかけるべきか、企業の意味決定が困難な場合が多い。これは、地震リスクに対する具体的な処理方策の決定プロセスの中で、企業の経営判断に結びつく適切な指標や基準がないからと推察される。土木技術者はこれまで以上に企業経営者とのリスクコミュニケーションを密にし、経営判断指標に対する処理方策の効果を具体的かつ定量的に評価する技術の習得が求められると考えられる³⁾。

本研究では、リスクファイナンスのうち、基本的で実績も多い地震保険を取り上げ、そのリスク移転に関する判断・評価を行うための考え方を提案するとともに、具体事例を通してその検討結果について考察する。

地震保険の研究では、望月・中村ら⁴⁾により地震リスク解析手法および効用理論を用いることによって地震保険の最適化が試みられている。同研究では、期待損失に対し選好無差別となる確実な損失(確実同値)が期待損失よりも大きくなることを利用して、地震保険加入の合理性を説明している。しかし、効用は企業の財務的な体力に依存し、企業規模が大きくなるほど、あるいは総資産に対する損失の割合が

小さくなるほど、前出の确实同値と期待損失との差が縮まり、保険加入の合理性の説明が難しくなる傾向がある。個人住宅のように総資産に対する地震損失の比率が高い場合には、効用理論による保険加入の合理性の説明は有効であるが、設備を複数地点に有するような企業にとっては、他の見地から保険加入の合理性を説明する必要がある。

筆者らは、企業にとっての地震保険加入の優位性は、喪失した資産の補填ではなく、経営の継続のための資金調達にあるとし、企業経営という視点に立ち、地震保険の要否および最適な保険のかけ方を検討することが重要と考える。

一般に、企業経営の安定性および企業自体の健全性は様々な財務指標に基づき評価・判断される。このことから、企業の特性に応じて重要な財務指標を選択し、地震被害がその指標に与えるインパクトの大きさを基に、地震リスク低減のための評価手法を構築することが重要である。

本研究では、地震リスクの算定という土木工学分野のみから地震保険の効果を判断するのではなく、企業の経営判断のための財務指標も工学評価の枠組みに取り入れることにより、企業経営の立場からみた保険の効果および保険でカバーすべきリスク移転範囲の設定の考え方について検討する。

なお、本研究で扱う企業とは建物や設備等を自ら所有する企業を前提とし、また、地震保険契約は毎年更新するものとする。

2. 評価対象とする財務指標

企業にとっての地震保険加入の正当性・妥当性は経営の継続のための資金調達にあることを述べた。企業経営の安定性や企業の健全性は、企業の財務事情に基づき評価されるのが一般的である。これは、経済または資本市場のグローバル化に伴い、企業は株主・投資家を重視するようになり、利益目標や財務体質改善を積極的に行う経営が普及したためである。したがって、地震保険の検討にあたっては、地震による企業財務力への影響および地震保険の効果を定量的に評価する必要がある。

企業財務力は、損益計算書、貸借対照表およびキャッシュフロー計算書から成る財務諸表を基本に、収益性、投資効率性、安全性などの様々な視点から評価される。例として、企業財務評価にあたり重要な指標のいくつかを表-1に示す^{5),6)}。

本研究では、表-1に示す財務指標のうち、会社全

表-1 企業の安定性・健全性評価のための財務指標の例

財務指標	概要	分析目的
経常利益	本業以外の損益も含めた日常の経営活動による儲け。会社全体の實力を示す基本指標。	収益性
総資本利益率 (ROA), 株主資本利益率 (ROE) ^{註1)}	ROA=当期純利益/総資本, ROE=当期純利益/自己資本。いずれも、資本をどれだけ有効に使ったかを示す指標。	投資効率性
自己資本比率	=自己資本/総資本, 会社運営資金の調達の健全性, 借金の水準を示す指標	安全性
フリーキャッシュフロー	営業活動キャッシュフローと投資活動キャッシュフローの和。企業の円滑な事業活動を支えるための資金繰りの容易さを示す指標	安全性

註1) ROA=Return on Asset, ROE=Return on Equity

体の総合力を表す基本指標である経常利益を代表的な財務指標として、これに基づく地震保険の効果を評価するための考え方について提案する。地震保険の効果は、地震保険による地震時利益の増分と、地震損失および地震保険料支払いによる利益の減少による確率的評価に基づき検討する。

また本研究は、このような財務指標を基にリスク移転の必要性を検討する考え方の重要性に力点を置いており、他の財務指標を用いてもその考え方の一貫性および一般性は失わないものとする。

このような財務力に基づく評価を行う場合、それに影響を及ぼすのは地震だけではなく、為替や金利など他の様々なリスクも同様である。地震と同時に考慮すべき他のリスクも当然存在すると考えられるが、本研究では低頻度だが発生したとき甚大な被害をもたらす、また、社会的な関心が高まりつつある地震リスクを取り上げることとした。

3. 地震損失の確率評価の考え方

地震による損失は地震外力、構造物耐力、被害時コストなど評価する上で必要ないくつかの不確定性に支配されるため、確率的にばらつくものとする方が自然である。前述したように、地震保険の要否を定量的に検討するためには、前もって地震損失の確率分布を作成しておく必要がある。この確率分布を用いて近年、予想最大損失 (PML: Probable Maximum Loss) や年期待損失 (AEL: Annual Expected Loss) 等の指標が求められ、多く用いられるようになってきた²⁾。

ここではモンテカルロシミュレーション (以下、MCS) によるポートフォリオ解析手法の概要を説明

するとともに、これにより求まる地震損失の確率分布を用いて、地震保険によるリスク移転を考え被保険者と保険会社に確率分布を按分する考え方、および被保険者の被る地震による損失について説明する。

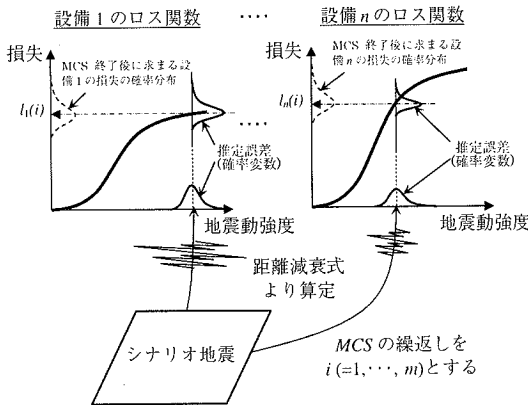
(1) ポートフォリオ解析手法の概要

ポートフォリオ解析の概要を図-1に示す。この解析は、シナリオ地震が与えられたという条件で各設備地点での地震動強度を求め、当該地震動強度に対する損失の値をロス関数から評価し、損失の合計をポートフォリオの損失とするものである。

ロス関数とは地震動強度と損失の関係を表す曲線であり、 fragility 曲線と被害率評価から求められる¹⁾。 fragility 曲線とは、地震動の大きさと所与の被害モードに達する確率（所与の限界状態を超過する確率）との関係を示し耐力の不確定性を表すもので、その評価方法には、被災事例に基づく統計的方法と解析的方法がある。被害率とは設備の再調達価額に対する補修費用の比であり、 fragility 曲線の各被害モードに対応して評価される。

本研究では、地震動強度の推定誤差、 fragility 曲線の中央値の推定誤差および被害率（被害コスト）の評価誤差を確率変数とし、リスク移転前の地震損失の確率特性を評価する。ここでは、地震動強度のばらつきは全設備において完全相関を、他のばらつきは全設備において独立を仮定した。

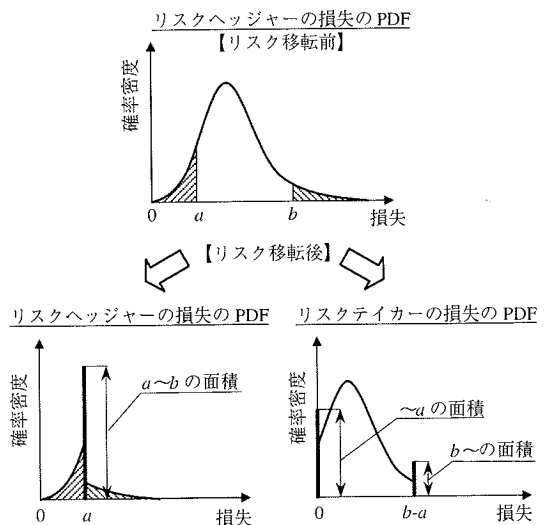
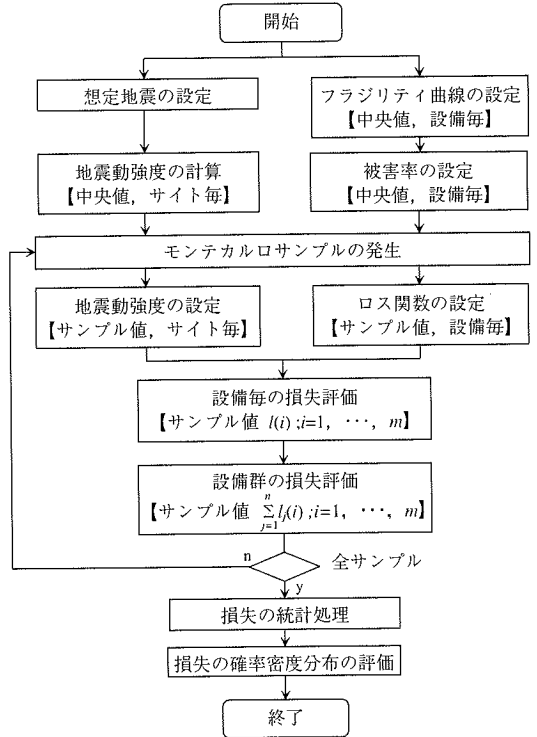
これらの確率変数は対数正規分布に従うと仮定するが、変数の組み合わせや変数間の相関の有無により、損失の確率分布は必ずしも理論的に求められるわけではない。そのため、本研究では MCS を用いて地震損失の確率密度分布を算定する。MCS による解析の手順を図-2に示す。



(2) 地震保険によるリスク移転

地震保険に加入することは、免責額と引受限度額で規定された被保険者の地震リスクを保険契約スキームに基づき保険会社に移転することである。

図-3に地震保険に加入することによる損失の按分の様子を示す。



地震による損失を x , 免責額を a , 引受限度額を b とする. $x < a$ では, リスク移転は行われぬ. $a \leq x \leq b$ では, $x - a$ がリスクテイカーに移転され, リスクヘッジャーは a のみを負担する. $b < x$ では, $b - a$ がリスクテイカーに移転され, リスクヘッジャーは $x - b$ を負担する.

このように, 移転される地震リスクの大きさに基づき, リスクヘッジャーである被保険者が負担するリスクの期待値やばらつきが低減される. 一方, リスクテイカーである保険会社は引き受けたリスクに見合う保険料を得ることで, それを負担する. 本研究では, 以上の考え方に基づき, 保険加入後の被保険者と保険会社各々の損失の確率密度分布を再構成し, その地震リスクを評価する.

なお, 無保険時の地震損失の確率密度関数を $f(x)$ (x は損失) とした場合の, 保険加入後のリスクヘッジャーとリスクテイカーの損失の期待値と分散の導出に関しては巻末の付録に記載している.

付録からも明らかなように, リスク移転前のリスクヘッジャーの年期待損失を μ_{L_0} , リスク移転後のリスクヘッジャーの年期待損失を μ_{L_H} , リスク移転後のリスクテイカーの年期待損失を μ_{L_T} とすると, 次式が成り立つ.

$$\mu_{L_0} = \mu_{L_H} + \mu_{L_T} \quad (1)$$

式(1)は, リスクヘッジャーの期待損失とリスクテイカーの期待損失の和は, 免責額 a と引受限度額 b の値にかかわらず一定であることを示している.

(3) 地震により企業の被る損失

地震により企業の被る損失 L_{EQ} は, 地震による直接損失 L_H と地震保険料 I との和で表され, 式(2)のようになる.

$$L_{EQ} = L_H + I \quad (2)$$

また, 地震保険料 I は式(3)のように純保険料 I_p と付加保険料 I_A の和で表されるものとする.

$$I = I_p + I_A = (1+k)I_p \quad (3)$$

ここに, k は純保険料に対する付加保険料の比で, 保険会社の運営費や営業利益等により決まり, 本来リスクヘッジャー側は知り得ない.

前述したように, 移転されるリスクの大きさは免責額 a と引受限度額 b によって決まることから, 直接損失 L_H は確率変数であるとともに a, b の関数である. 純保険料 I_p は a, b の関数ではあるが保険契約で確定されるため確率変数ではない. 以上より, 式

(2)と式(3)から, 地震による全体損失は式(4)のように表すことができる.

$$\tilde{L}_{EQ}(a, b) = \tilde{L}_H(a, b) + (1+k)I_p(a, b) \quad (4)$$

ここに, 文字の頭の \sim は確率変数を表す. \tilde{L}_{EQ} の期待値 μ_{LEQ} 及び標準偏差 σ_{LEQ} は, 式(5)及び式(6)で表される.

$$\mu_{LEQ}(a, b) = \mu_{L_H}(a, b) + (1+k)\mu_{L_T}(a, b) \quad (5)$$

$$\sigma_{LEQ}(a, b) = \sigma_{L_H}(a, b) \quad (6)$$

ここに, μ_{L_H} はリスクヘッジャーの直接損失 \tilde{L}_H の期待値, σ_{L_H} は \tilde{L}_H の標準偏差, μ_{L_T} は純保険料 I_p に相当するリスクテイカーの負う期待損失である.

また, 式(1)を式(5)に代入すると式(7)が得られる.

$$\mu_{LEQ}(a, b) = \mu_{L_0} + k\mu_{L_T}(a, b) \quad (7)$$

式(7)は, 地震保険加入後の期待損失は地震保険加入前の期待損失 μ_{L_0} に $k\mu_{L_T}(a, b)$ を加えたものに等しいことを示す. これより明らかなように, 期待値という観点からは地震保険加入の合理性を見いだすことはできない. 一方, 標準偏差については, 図-3に示したように, 地震保険加入によりリスクヘッジャーの損失の分布が狭まることから, 地震保険加入前と比べて小さくなるのが期待される.

ところで, リスクヘッジャーにとっての保険加入によるメリットとして, 先に述べた地震損失を表す指標の一つである予想最大損失 (PML) が大きく低減することが挙げられる. PML については未だに定まった定義はないが, 所定の非超過確率 c に対応する損失として PML を定義すると, 無保険時の損失の確率分布関数 $F(x)$ を用い式(8)のように表される.

$$PML = \begin{cases} F^{-1}(c) & ; c \leq F(a) \\ a & ; F(a) < c \leq F(b) \\ F^{-1}(c) - (b - a) & ; F(b) < c \end{cases} \quad (8)$$

4. 企業の財務インパクトに基づく地震保険加入評価の考え方

リスクの解釈は分野によって異なり, 投機的リスクに対しては収益の変動すなわち標準偏差をリスクとして捉えるのに対し, 地震リスクのような純粹リスクに対しては損失の期待値をリスクとして捉えることが多い. しかし, これらの異なるリスク指標は確率密度関数を用いて同等に扱うことができる. 本研究でもリスクを損失の確率密度関数として扱うこ

とを基本とし、その特性値として前出の期待値と標準偏差に着目する。

ここでは、企業財務に対する巨大地震の与えるインパクトに基づき、地震保険を評価するための考え方、すなわち、地震損失の確率的評価に企業側の財務指標である経常利益を組み込む定量化手法について述べる。

(1) 企業の地震時経常利益の確率特性

企業の地震時経常利益 P_{EQ} は、式(9)に示すように平常時の経常利益 P から地震による全体損失 L_{EQ} を差し引いて表されるものとする。

$$\begin{aligned}\tilde{P}_{EQ}(a,b) &= \tilde{P} - \tilde{L}_{EQ}(a,b) \\ &= \tilde{P} - \tilde{L}_H(a,b) - (1+k)I_p\end{aligned}\quad (9)$$

P と L_{EQ} のばらつきは統計的には独立であると仮定する。これより、 P_{EQ} の期待値 μ_{PEQ} と標準偏差 σ_{PEQ} はともに免責額 a と引受限度額 b の関数として次式のように求められる。

$$\mu_{PEQ}(a,b) = \mu_P - \mu_{LH}(a,b) - (1+k)\mu_{LT}(a,b) \quad (10)$$

$$\sigma_{PEQ}(a,b) = \{\sigma_P^2 + \sigma_{LH}^2(a,b)\}^{0.5} \quad (11)$$

ここに、 μ_P と σ_P は平常時経常利益 P の期待値と標準偏差で、これらは a, b の関数ではない。 P の変動は地震損失の変動 σ_{LH} ほど大きくないが、毎年ばらつくものであることから、ここでは確率変数とした。

一方、無保険時の地震時経常利益の期待値 μ_{P0} と標準偏差 σ_{P0} は式(12)、式(13)で表すことができる。

$$\mu_{P0} = \mu_P - \mu_{L0} \quad (12)$$

$$\sigma_{P0} = (\sigma_P^2 + \sigma_{L0}^2)^{0.5} \quad (13)$$

ここに、 σ_{L0} は地震保険加入前の損失の標準偏差である。

(2) 期待経常利益に基づく判断

前項では、年間期待損失および年間期待利益について定式化を行った。式(10)と式(12)の差分 $\Delta\mu_P$ は無保険時に対する地震保険加入による地震時経常利益の増分となる。

$$\Delta\mu_P(a,b) \equiv \mu_{PEQ}(a,b) - \mu_{P0} = -k \cdot \mu_{LT}(a,b) \quad (14)$$

式(14)からも明らかなように、期待値の観点からは、地震保険加入の合理性は説明が困難である。

このことにもかかわらず現実に保険契約が結ばれる背景には、リスクヘッジャーである保険加入者とリスクテイカーである保険引受者（保険会社）のリスクに対する立場の違いがある。保険引受者が多数

の独立したリスクを同時に扱うために期待値でリスクを考えることができるのに対し、保険加入者はリスク回避傾向が強く、期待値で表されるリスクよりも大きな値を持つリスク指標で意思決定を行う。また、このことが前出の予想最大損失（PML）を保険加入の要否判断に用いることにも繋がる。

ところで、企業経営における意思決定の場では、リスク回避を目指す観点から、前述のように大きめのリスク指標値を基にリスクマネジメントを行うことが重要である。

ここでは以上を鑑み、ある規模の地震（シナリオ地震）が発生したという条件を前提に、地震リスクを移転するというニーズに答える場合の地震保険の評価手法について検討する。

シナリオ地震の下での地震時経常利益の期待値は式(10)および式(12)を書き換え、次式のように表す。

$$\mu_{PEQ|E}(a,b) = \mu_P - \mu_{LH|E}(a,b) - (1+k)\mu_{LT}(a,b) \quad (15)$$

$$\mu_{P0|E} = \mu_P - \mu_{L0|E} \quad (16)$$

ここに、 $\cdot|E$ は地震が発生した場合の条件付きを表す。

シナリオ地震の発生が希であり、発生の過程が時間軸上で一様ランダム（ポアソン過程）であると仮定するなら、

$$\mu_{L0|E} = R \cdot \mu_{L0} \quad (17)$$

となる。ここに、 R はシナリオ地震の再現期間である。条件付きの地震時経常利益の増分 $\Delta\mu_{P|E}$ は、次式のように表される。

$$\begin{aligned}\Delta\mu_{P|E}(a,b) &\equiv \mu_{PEQ|E}(a,b) - \mu_{P0|E} \\ &= (-k + R - 1) \cdot \mu_{LT}(a,b)\end{aligned}\quad (18)$$

これより、式(18)を最大化するような免責額 a と引受限度額 b の値を確定できれば、それが望ましい解となる。ただし、 a, b の値は単純に工学的な観点から決められない、という立場に立つのならば、

$$\Delta\mu_{P|E} \geq \Delta\mu_{REQ} \quad (19)$$

となる目標値 $\Delta\mu_{REQ}$ を設定した上で、取りうる a, b の組合せの中から解を求めることができる。

式(18)の中では、平常時期待経常利益 μ_P が消去され直接入っていない。 μ_P が非常に大きい場合、地震時には平常時の利益を確保する必要がないことも想定できる。このような場合は式(19)中の目標値 $\Delta\mu_{REQ}$ が負であると解釈される。いずれにせよ、 $\Delta\mu_{REQ}$ は μ_P の大きさを踏まえた上で設定されるべきものと考えられる。

(3) 経常利益の変動に基づく判断

前述のように、企業にとっては平均的な損害よりも不測の損害に備えることがリスク管理という観点から重要である。このような観点から、企業経営者にとっては地震保険による経常利益の変動の低減度合いを判断指標とすることも考えられる。実際に株式市場などでは、価格の変動を表すボラティリティ（通常単位時間あたりの収益率の標準偏差）が重要なリスク指標の一つとなっている⁷⁾。

ところで、損失の確率分布が正規性を有する場合、平均と分散のみで分布形状を定義することができるが、図-3からも明らかなように、リスク移転後の損失の分布は必ずしも正規性を保持していない。しかし、本研究の目的は地震リスクを回避するために意思決定者が取るべき行動をいくつかの指標により説明することにあり、以降の検討においてばらつきの指標として標準偏差を用いたとしても、本研究の本質は失われないと考えられるため、経常利益の変動を判断指標の一つとして選んだ。

ここでは、地震保険加入により経常利益の変動を小さく抑えるという要求を満足するような免責額 a と引受限度額 b の組合せの設定手順を提案する。

式(11)、式(13)に基づき、地震時経常利益の変動軽減量 $\Delta\sigma_{PIE}$ は以下のように求められる。

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{PIE}(a,b) &\equiv \sigma_{P0|E} - \sigma_{PEQ|E}(a,b) \\ &= (\sigma_p^2 + \sigma_{L0|E}^2)^{0.5} - \{\sigma_p^2 + \sigma_{LPIE}^2(a,b)\}^{0.5} \quad (20) \end{aligned}$$

これより、式(20)を最大化するような a,b の値を確定することができれば、それが望ましい解となる。ただし、地震時経常利益増分 $\Delta\mu_{PIE}$ の場合と同様に、 a,b の値は単純に工学的な観点から決められないという立場に立つのなら、

$$\Delta\sigma_{PIE} \geq \Delta\sigma_{REQ} \quad (21)$$

となる目標値 $\Delta\sigma_{REQ}$ を設定した上で、取りうる a,b の組合せの中から解を求めることができる。

ところで、式(20)から明らかなように、地震時経常利益の変動軽減量 $\Delta\sigma_{PIE}$ の値は平常時経常利益の標準偏差 σ_p の大きさに依存し、 σ_p が増大するに従い $\Delta\sigma_{PIE}$ は0に漸近する。そのため、極めて σ_p が大きい場合には、式(21)を満たす解は得られない。

(4) 地震時経常利益の期待値と変動に基づく判断

(2)および(3)では、地震保険加入後の地震時経常利益に着目し、その条件付き期待値と変動に基づく評価手法について説明した。企業の意思決定者にとって、これらの指標は地震保険採択の有用な判断材

料となるものと考えられるが、リスク回避に対する選好から、期待値と変動のどちらを重要視するかによって評価の判断は当然異なる。また、この両者を同時に満たすような免責額 a と引受限度額 b の組合せを選定する考え方もあるが、実際に、そのような a,b を見つけることは困難であることが予想される。

そこで、本研究ではこの重視度合いをウェイトとして、期待値と変動を同時に考慮した評価指標を基に地震保険における a,b の組合せを選定する評価方法を提案する。具体的には、式(22)に示すように、地震時経常利益増分 $\Delta\mu_{PIE}$ と地震時経常利益の変動軽減量 $\Delta\sigma_{PIE}$ を用いた $\Delta u(a,b)$ という保険加入の効果（効用）を表す関数を設定する。

$$\Delta u(a,b) = \gamma_1 \cdot \Delta\mu_{PIE}(a,b) + \gamma_2 \cdot \Delta\sigma_{PIE}(a,b) \quad (22)$$

ここに、 γ_1 、 γ_2 はそれぞれ意思決定者の $\Delta\mu_{PIE}$ と $\Delta\sigma_{PIE}$ に対する重視度合いを表す係数である。

γ_1 が大きいほど $\Delta\mu_{PIE}$ を、 γ_2 が大きいほど $\Delta\sigma_{PIE}$ を重視した判断をすることとなる。なお、 a,b の選定にあたっては、式(23)に示すように保険加入効果に対する目標値 Δu_{REQ} を設定することにより、取りうる a,b の組合せの中から解を求めることができる。

$$\Delta u(a,b) \geq \Delta u_{REQ} \quad (23)$$

5. 適用試算と考察

モデル設備群を対象にリスク解析を行い、4章で述べた判断指標に基づき、地震保険の要否およびカバーすべきリスク移転範囲について検討する。

(1) モデル設備群の設定

関東地域に事業展開を行っている企業を想定し、図-4に示すようなポートフォリオを設定する。

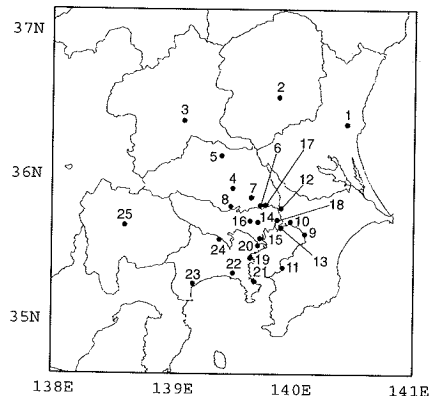


図-4 設備群の配置

表-2に設備の資産額を示す。ポートフォリオ全体の資産額は100Uとした。Uは通貨を表す仮定の単位である。なお、損失の大きさは総資産額に比例するため、図-6～図-14における数値は、総資産額に対する比率(%)と見なすことができる。

設備の被害モードは4段階とし、各被害モードに対応したフラジリティ曲線は対数正規分布であると仮定する。対数正規分布の特性値は、文献1)によって定めた。表-3に被害モード別の特性値と被害率をまとめる。

(2)シナリオ地震の設定

シナリオ地震は対象地域の地震環境および企業の地震リスクマネジメントに対する戦略等に応じて設定するものであり、地震保険の検討の上でも重要である。本研究では、マグニチュード7クラスの東京直下型地震とした。断層の配置を図-5に示す。

各設備位置での地震動強度は距離減衰式で算定する。本研究では以下に示す安中式⁹⁾を採用した。

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

$$d = (\Delta^2 + 0.45h^2)^{0.5} + 0.22\exp(0.699M) \quad (24)$$

ここに、Aは工学的基盤位置での最大加速度(Gal)，

Mは地震のマグニチュード、hは震源深さ(km)、Δは断層からサイトまでの最短距離(km)である。また、距離減衰式の変動を表す対数標準偏差の値は自然対数で0.5とした。

(3)リスク解析結果

a)リスク移転前の地震損失の確率特性

サンプル数が1000のMCSにより得られた地震損失の累積確率分布を図-6に示す。

また、得られた確率分布を対数正規分布で近似した。具体的には、MCSの結果を対数正規確率紙にプロットし、最小二乗法により確率紙上の直線进行评估して、中央値と対数標準偏差を求めた。その結果、中央値:1.721U、対数標準偏差:0.732(平均値:2.248U、標準偏差1.880U)となった。図-6には、これらの特性値から求められる理論的な確率分布関数および確率密度関数も併記している。

b)リスク移転後の地震損失の確率特性

図-6に示した対数正規分布を基に、免責額aと引受限度額bをパラメータとして、地震リスクの条件付き期待値と条件付き標準偏差を求めた。図-7には、a=0.8、b=4.0とした場合のリスクヘッジャーの確率密度関数を示す。

表-2 設備の資産

設備番号	資産額
1, 2, 3, 5, 6, 8, 12, 17, 18, 23, 24, 25	2U(×12)
4, 7, 10, 13, 15, 16, 20, 21, 22	4U(×9)
9, 11, 14, 19	10U(×4)

表-3 被害程度別のフラジリティと被害率

被害モード	フラジリティの特性値		被害率
	中央値 [Gal]	対数標準偏差	
小破	200	0.4	5%
中破	600	0.4	10%
大破	1000	0.4	30%
倒壊	1400	0.4	100%

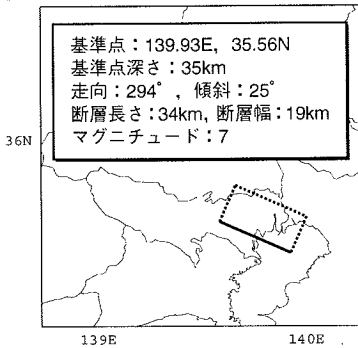


図-5 設定されたシナリオ地震

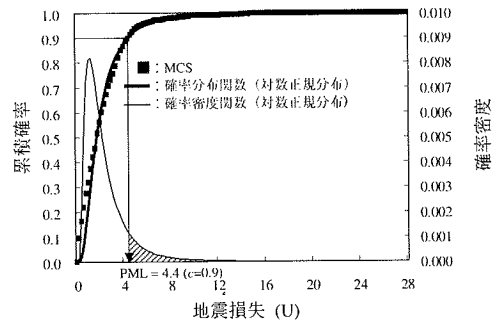


図-6 地震損失の確率分布

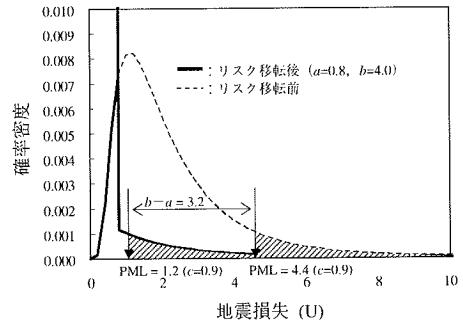


図-7 リスク移転による確率密度関数の変化

図-8に免責額 a を固定した場合の、引受限度額 b と条件付き期待値および条件付き標準偏差との関係を示す。 a と b の値は各々離散的に与え、 $0 \leq a \leq 1.6$ (0.1 刻み)、 $1.6 \leq b \leq 4.6$ (0.2 刻み) とした。

リスクヘッジャーにとっては、 a が小さく b が大きいほど、すなわち移転されるリスクが大きいほど、損失の期待値 μ_{LHIE} は小さく、またその変動 σ_{LHIE} も小さくなるのがわかる。一方、リスクテイカーの損失の期待値 μ_{LTIIE} と標準偏差 σ_{LTIIE} は、リスクヘッジャーの場合と反対の傾向を示す。

図-8からは、損失の各変数と a, b の値には単調な関係があることがわかる。そこで、議論を容易にするために、 a, b を変数とした多項式により損失の各変数の値を定式化した。多項式における係数は回帰により評価した。その結果を式(25)~(28)に示す。

$$\begin{aligned} \mu_{LHIE} = & 0.0691b^2 - 0.6621b \\ & - 0.1658a^2 + 1.0975a + 1.7848 \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} \mu_{LTIIE} = & -0.0691b^2 + 0.6621b \\ & + 0.1658a^2 - 1.0975a + 0.4635 \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{LHIE} = & (0.0057a + 0.0142)b^2 \\ & + (-0.0406a^2 - 0.0231a - 0.3479)b \\ & + 0.1796a^2 - 0.1284a + 2.2293 \end{aligned} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{LTIIE} = & (-0.0093a - 0.036)b^2 \\ & + (0.0518a^2 - 0.0029a + 0.5327)b \\ & - 0.2708a^2 + 0.0888a - 0.3736 \end{aligned} \quad (28)$$

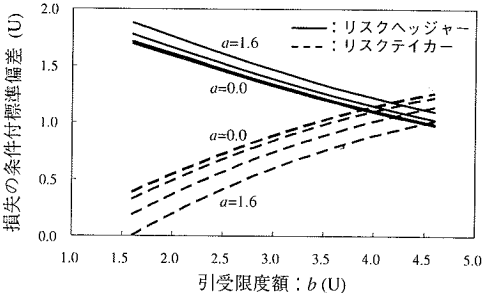
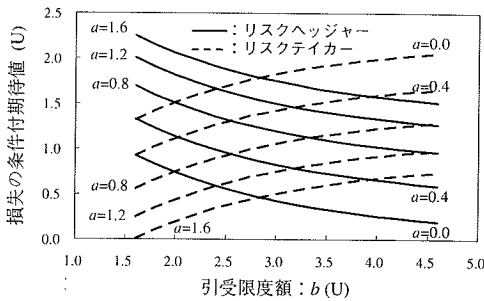


図-8 免責額と引受限度額が損失に与える影響

c) リスク移転後の企業の PML

図-6に示した対数正規分布(中央値: $\lambda = 1.721$ U, 対数標準偏差: $\xi = 0.732$)に基づけば、次式により企業の予想最大損失(PML)を求めることができる。

$$PML = \begin{cases} \exp[\lambda + \alpha\xi] & ; c \leq F(a) \\ a & ; F(a) < c \leq F(b) \\ \exp[\lambda + \alpha\xi] - (b - a) & ; F(b) < c \end{cases} \quad (29)$$

ここに、 $\alpha = \Phi^{-1}(c)$ で、 c は損失の非超過確率、 $\Phi^{-1}(\cdot)$ は標準正規分布関数の逆関数である。

a, b の組み合わせに対する PML を図-9に示す。非超過確率は 0.8, 0.9, 0.95 の 3 つを設定した。

表-4に PML の具体的な数値を示す。下線を引いたものは無保険時の PML である。免責額 a を減少させる、あるいは引受限度額 b を増加させることで、企業側の PML が減少する様子がわかる。ただし、非超過確率 c が小さい場合には、式(29)により PML の低減に頭打ちが現れる。

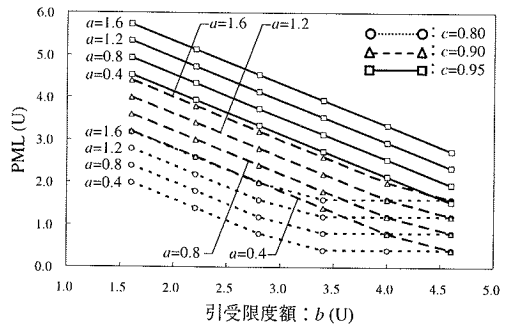


図-9 地震保険加入後の PML

表-4 地震保険加入後の PML

c	b (U)	a (U)			
		0.4	0.8	1.2	1.6
0.80	1.6	1.987	2.387	2.787	<u>3.187</u>
	2.2	1.387	1.787	2.187	2.587
	2.8	0.787	1.187	1.587	1.987
	3.4	0.400	0.800	1.200	1.600
	4.0	0.400	0.800	1.200	1.600
	4.6	0.400	0.800	1.200	1.600
0.9	1.6	3.198	3.598	3.998	<u>4.398</u>
	2.2	2.598	2.998	3.398	3.798
	2.8	1.998	2.398	2.798	3.198
	3.4	1.398	1.798	2.198	2.598
	4.0	0.798	1.198	1.598	1.998
	4.6	0.400	0.800	1.200	1.600
0.95	1.6	4.538	4.938	5.338	<u>5.738</u>
	2.2	3.938	4.338	4.738	5.138
	2.8	3.338	3.738	4.138	4.538
	3.4	2.738	3.138	3.538	3.938
	4.0	2.138	2.538	2.938	3.338
	2.6	1.538	1.938	2.338	2.738

(4)財務指標に基づく地震保険に関する検討

a)条件付き期待経常利益に基づく評価

複数の免責額 a と引受限度額 b の組合せに関して、式(25)、式(26)を用いて損失の期待値を評価し、式(18)に基づき条件付きの地震時経常利益増分 $\Delta\mu_{PIE}$ を求めた。なお、既存の地震保険を参照して付加保険料比を $k=5$ と仮定し、地震の再現期間 R はマグニチュード7クラスの地震を想定し100年とした。評価結果を図-10に示す。

$a=1.6$ 、 $b=1.6$ の組合せは、地震保険に加入しないことを意味し、 $\Delta\mu_{PIE}$ は0.0である。図-10によれば、 a の値にかかわらず $b=4.0\sim 5.2$ で $\Delta\mu_{PIE}$ が最大になる。すなわち、引受限度額を4.0~5.2とする地震保険に加入することが企業にとって最適である。

しかし、引受限度額4.0~5.2は無保険時のPMLと同程度であり、実際の保険契約ではここまでのカバーが得られないことも多い。また、企業側にも年間経費予算による免責額の制限や、経営上の意思決定者による地震時期待経常利益増分の目標値が存在し、これにより地震保険の設計そのものが限定されることになる。例えば、保険会社側の制約条件を $b\leq 4.0$ (非超過確率0.875)、企業側の設定条件として $a=1.2$ 、 $\Delta\mu_{REQ}=0.6$ とすれば、同図より最適引受限度額 $b_{opt}=2.6$ が得られる。

b)経常利益の変動の低減に基づく評価

複数の免責額 a と引受限度額 b の組合せについて、式(27)を用いてリスクヘッジャーの損失の標準偏差を評価し、式(20)に基づき地震時経常利益の変動軽減量 $\Delta\sigma_{PIE}$ を求めた。なお、式(20)における平常時経常利益の標準偏差 σ_p は解析パラメータとし、保険加入前の地震損失の標準偏差 $\sigma_{LQE}=1.88$ を参照して、0.0 (ばらつきが小さい場合)、2.0 (ばらつきが地震損失のばらつきと同程度の場合)、10.0 (ばらつきが大きい場合)の3ケースを設定した。評価結果を図-11に示す。

前述したように、変動軽減量 $\Delta\sigma_{PIE}$ は平常時経常利益の標準偏差 σ_p に大きく影響され、 σ_p が大きいほど $\Delta\sigma_{PIE}$ が小さくなることからわかる。 $\Delta\sigma_{PIE}$ に対する a の影響は小さく、この傾向は前述の理由により、 σ_p が大きいほど a の影響はより小さくなる。この場合も a)と同様に、保険会社側の制約条件と企業側の設定条件を反映して a, b を決めることができる。

c)地震時経常利益の期待値と変動に基づく評価

式(22)に示す地震時経常利益に対する保険加入効果 Δu に関する式を用いて、免責額 a と引受限度額 b の組合せを選定する評価方法を示す。

図-12は、保険加入効果の目標値を設定した場合

の免責額 a と引受限度額 b の組合せを表す。目標値に対し、平常時経常利益の標準偏差 σ_p 、地震時経常利益増分に対する重視度 γ_1 、地震時経常利益の変動軽減量に対する重視度 γ_2 の諸条件を設定すれば、 a, b の任意の組合せを得ることができる。

同図によれば、所定の加入効果目標値に対しては免責額が大きくなるほど、引受限度額も大きくなる。また免責額固定の場合は、目標値 Δu_{REQ} が高くなるほど、引受限度額は大きくなることわかる。各目標値に対する a, b の曲線は、 a が大きくなるほどその傾きも大きくなるため、受取限度額に相当する $b-a$ の値は a が大きいほど大きくなる。

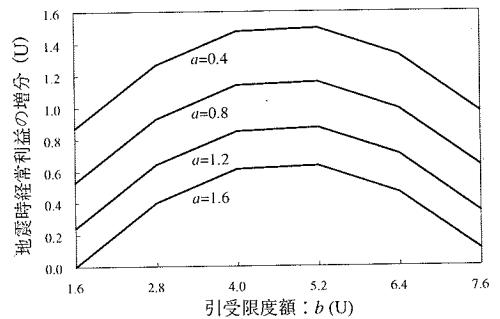


図-10 地震時期待経常利益の増分

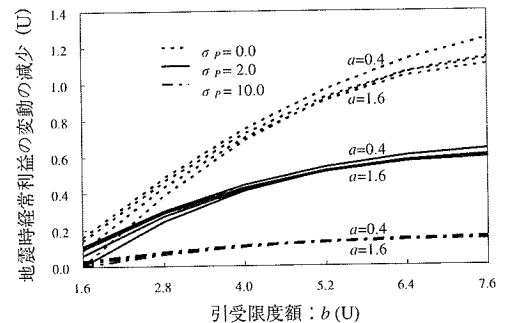


図-11 地震時経常利益の変動の減少

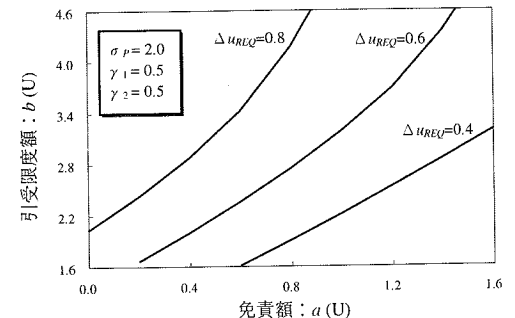


図-12 効用増分の目標値と a, b の関係

図-13 は、平常時経常利益の標準偏差 $\sigma_p = 2.0$ 、目標値 $\Delta u_{REQ} = 0.6$ に対する、重視度 γ_1 と γ_2 の大きさの違いによる免責額 a と引受限度額 b の組合せを表す。これより、 a を固定した場合、 γ_2 に比べて γ_1 が大きいほど b が小さくなるのがわかる。また $\gamma_1 = \gamma_2 = 0.5$ のとき、 a, b の曲線は $\gamma_1 = 1.0, \gamma_2 = 0.0$ の曲線により近接する。これは保険加入効果に対する期待値増分の程度が変動減少分のそれよりも大きいことを意味する。ただし、b) で述べたとおり、変動減少分は σ_p に大きく依存する。

また、大きな γ_2 を取ることは、リスク回避傾向が非常に強く期待値よりも変動の低減を大きく重視する場合に相当する。このとき地震保険加入のインセンティブは変動低減という観点に限られ、図-13 の $\gamma_1 = 0.0, \gamma_2 = 1.0$ の場合のように、その効果は期待値の増分寄与がないため変動低減効果のみとなる。

図-14 は、重視度 $\gamma_1 = \gamma_2 = 0.5$ 、目標値 $\Delta u_{REQ} = 0.6$ に対する、平常時経常利益の標準偏差 σ_p の大きさの違いによる免責額 a と引受限度額 b の組合せを表す。 a を固定した場合、 σ_p が小さいほど b も小さくなるのがわかる。

以上、保険加入効果の目標値 Δu_{REQ} に対して、平常時経常利益の標準偏差 σ_p および重視度 γ_1, γ_2 というパラメータを設定できれば、目標とする免責額と引受限度額の間を構築することができる。

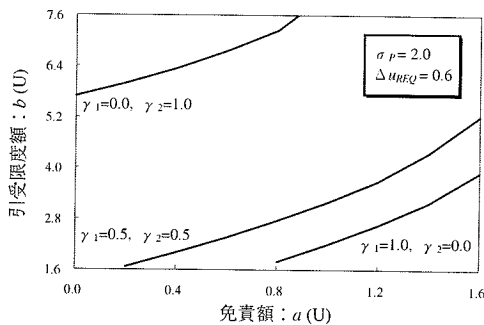


図-13 期待値と変動に関する重視度と a, b の関係

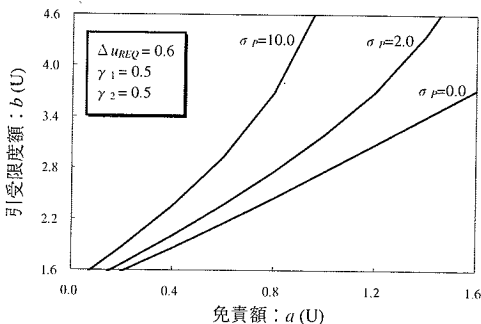


図-14 平常時の経常利益の変動と a, b の関係

(5) 実際的意思決定に対する考察

ここでは、(4) から得られた結果を基に、実際に企業が地震保険の検討を実施することを想定し、その検討手順と意思決定に対する考察を行う。

3章で示したリスク解析手法が使用可能であることを前提とすれば、企業的意思決定者が考えるべき重要な検討事項は、下記の通りである。

- ① 所有設備のある地点での地震環境や企業の地震リスクマネジメント戦略から、シナリオ地震を設定する。
- ② 平常時の経常利益に関する過去のデータの統計特性分析や、将来動向の予測から、ばらつき度を定量的に把握する。
- ③ 無保険時に対する、保険加入による地震時期待値の増分の効果および変動の軽減の効果に対する重視度 γ_1 と γ_2 を設定する。
- ④ 上述の期待値増分と変動軽減の両方を考慮した保険加入効果に対する目標値を設定する。

①～④は、各企業が自らの判断で決定することとなるが、本研究ではパラメータとして扱い、各々の設定値の違いによって決まる免責額 a と引受限度額 b の組合せの違いについて考察する。ただし本研究では、 a は企業の自己保有の程度に応じて事前に決まるものと考えパラメータとして、企業にとっての引受限度額の決定値 b_{opt} の違いに着目する。

①のシナリオ地震の大きさの違いは、1年あたりの期待損失の差異で表すこととし、地震の再現期間 R を30年と100年とした。②については(4)での検討結果から、平常時経常利益の標準偏差 σ_p を2.0と10.0とした。③の重視度 γ_1 と γ_2 は $\gamma_1 = 0.0, \gamma_2 = 1.0$, $\gamma_1 = \gamma_2 = 0.5$, $\gamma_1 = 1.0, \gamma_2 = 0.0$ の3通りとした。④の保険加入効果の目標値 Δu_{REQ} は0.6とした。免責額 a は0.2と0.8とした。

これらパラメータの値、 b_{opt} 、受取限度額 $b-a$ 及び保険料 I を表-5にまとめて示す。なお、保険料は式(3)と式(26)に基づき算定した。付加保険料比 k はリスクヘッジャーが知り得ないものであるが、ここでは $k=5$ として参考のために記載した。

表-5からは、以下に示すような諸パラメータと b_{opt} の関係がわかる。

- 性質1: R が大きいほど b_{opt} は小さい。
- 性質2: σ_p が大きいほど b_{opt} は大きい。
- 性質3: γ_1 が大きく γ_2 が小さいほど b_{opt} は小さい。
- 性質4: a が大きいほど b_{opt} は大きい。

性質1は次のように説明できる。式(18)に示したように、所与の目標値に対しては再現期間 R が大きいほどリスクテイカーである保険会社の年期待損失

表-5 様々な条件下での引受限度額 b_{opt} の変化 ($\Delta\mu_{req}=0.6$)

Case	R	σ_p	γ_1	γ_2	a	b_{opt}	b-a	I
#1	30年	2.0	1.0	0.0	0.2	0.84	0.64	.152
#2					0.8	2.06	1.26	.152
#3			0.5	0.5	0.2	1.98	1.78	.258
#4					0.8	3.16	2.36	.219
#5			0.0	1.0	0.2	6.00	5.80	.347
#6					0.8	7.26	6.46	.171
#7		10.0	1.0	0.0	0.2	0.84	0.64	.152
#8					0.8	2.06	1.26	.152
#9			0.5	0.5	0.2	2.38	2.18	.287
#10					0.8	4.86	4.06	.255
#11			0.0	1.0	0.2	-	-	-
#12					0.8	-	-	-
#13	100年	2.0	1.0	0.0	0.2	0.64	0.44	.039
#14					0.8	1.78	0.98	.039
#15			0.5	0.5	0.2	1.66	1.46	.070
#16					0.8	2.76	1.96	.060
#17			0.0	1.0	0.2	6.00	5.80	.104
#18					0.8	7.26	6.46	.051
#19		10.0	1.0	0.0	0.2	0.64	0.44	.039
#20					0.8	1.78	0.98	.039
#21			0.5	0.5	0.2	1.86	1.66	.075
#22					0.8	3.68	2.88	.072
#23			0.0	1.0	0.2	-	-	-
#24					0.8	-	-	-

注) - はパラメータの条件を満足する b_{opt} が非常に大きくなり、現実的な値が得られないことを表す。

$\mu_{LT}(a,b)$ は小さくてもよいことになる。このため、免責額 a を固定した場合、 $\mu_{LT}(a,b)$ を小さくするには企業の引受限度額 b を低減させることになり、 b_{opt} が小さくなる。

性質 2 では、図-11 に示したように、平常時経常利益の標準偏差 σ_p が大きいほど地震時経常利益の変動軽減量 $\Delta\sigma_{PIE}$ が小さく、そのため、企業にとって地震損失のばらつきをさらに低減することが必要になる。企業の損失のばらつきを低減するには、免責額 a を固定した場合、引受限度額 b を増大することになり、 b_{opt} が大きくなる。

性質 3 では、所与の目標値に対しては重視度 γ_1 が大きいほど地震時経常利益増分 $\Delta\mu_{PIE}$ が小さくよい、すなわち、式(18)に示したリスクテイク者の年期待損失 $\mu_{LT}(a,b)$ が小さくよいこととなり、免責額 a を固定した場合、引受限度額 b が低減され、 b_{opt} が小さくなる。

性質 4 では、免責額 a に対応する確率密度の値は大きく、これに対して、引受限度額 b に対応する確率密度の値は小さい。したがって、リスクの移転量を一定にするならば、 a を増大させる場合には、 b をより大きく増大させるが必要になる。

なお、引受限度額の設定にあたっては、リスクヘッジャーである企業にとっての地震保険料が制約条件となることも考えられる。保険料の算定は別途詳

細な検討が必要であるが、本検討では保険料 I はリスクテイク者の年期待損失に依存すると仮定しているため、表-5 に示すように、 γ_1 が大きくなると I は小さくなる。また、式(18)より、再現期間 R が大きいほどリスクテイク者の年期待損失 μ_{LT} は小さくなるため I は小さくなる。

このように、本検討で示した評価法に基づき、必要な諸条件を設定し、定量的な判断材料を企業の意思決定者に提示することで、企業のリスクマネジメント戦略に応じた地震保険の検討が可能となる。

6. 結論

本研究では、地震時の経済的損失を抑制するためのリスクファイナンスの一つである地震保険を対象に、リスクマネジメントの主体である企業経営の視点に立って、地震保険によるリスク移転に関する評価手法について検討した。下記に主な結論を示す。

- (1) 地震保険によるリスク移転に関する評価は企業経営という視点に立って行うべきであり、代表的な財務指標に基づく評価手順を示すことにより、企業の経営判断を工学評価の枠組みに取り入れるための一つの考え方を提示した。
- (2) 期待値評価に加え、地震保険は地震損失のばらつき（変動）を抑えることができるという点で大きなメリットがある。
- (3) 代表的な財務指標として経常利益に着目し、無保険時に対する、地震保険加入による地震時期待経常利益の増分または経常利益の変動の減少分に基づく、リスク移転評価手法を示した。
- (4) 上記の評価手法では、シナリオ地震の設定、平常時の経常利益のばらつきおよび保険加入効果の重視度設定が検討の上で重要である。また、このような手法を用いることにより、企業のリスクマネジメント戦略に応じて地震保険の定量的な検討を容易に行うことができる。

なお、本研究では、保険加入効果などの目標値の設定に関する検討は対象外とし、企業財務に基づく地震保険の評価の考え方に重点を置いた。目標値の設定にあたっては各企業において十分な検討が求められるとともに、更なる研究が必要である。

本研究で示したような経営判断を伴う仕組みの中では、専門技術者と経営者との健全なリスクコミュニケーションがより重要となってくる。専門技術者のみ、または経営者のみの判断ですべてを決めることは実際に非合理的である。経営者と技術者が相互

理解を深めてリスクマネジメントを実施することが、より健全な企業を目指す上で重要と考える。

企業の説明責任としてアカウンタビリティが重要視される中、企業経営の判断を担う技術者として土木技術者が果たす役割は今後一層大きくなり、本研究で示したような土木と他分野との融合技術は、土木技術者の必須の検討事項となりうると考える。

付録 地震保険加入による地震リスク移転を表す理論式

無保険時の地震損失の確率密度関数を $f(x)$ (x は損失) とすると、地震保険加入後の企業 (リスクヘッジャー) と保険会社 (リスクテイカー) の損失の期待値と分散は、式(30)~(33)のように表すことができる。

$$E[L_H] = \mu_{LH}(a, b) \\ = \int_0^a xf(x)dx + a \int_a^b f(x)dx + \int_b^{\infty} \{x - (b - a)\} f(x)dx \quad (30)$$

$$\text{Var}[L_H] = \sigma_{LH}^2(a, b) \\ = \int_0^a \{x - \mu_{LH}(a, b)\}^2 f(x)dx + \{a - \mu_{LH}(a, b)\}^2 \int_a^b f(x)dx \\ + \int_b^{\infty} \{x - (b - a) - \mu_{LH}(a, b)\}^2 f(x)dx \quad (31)$$

$$E[L_T] = \mu_{LT}(a, b) \\ = 0 \int_0^a f(x)dx + \int_a^b (x - a) f(x)dx + (b - a) \int_b^{\infty} f(x)dx \quad (32)$$

$$\text{Var}[L_T] = \sigma_{LT}^2(a, b) \\ = \{\mu_{LT}(a, b)\}^2 \int_0^a f(x)dx + \int_a^b \{x - a - \mu_{LT}(a, b)\}^2 f(x)dx \\ + \{b - a - \mu_{LT}(a, b)\}^2 \int_b^{\infty} f(x)dx \quad (33)$$

ここに、 $E[L_H]$ は企業の損失期待値、 $\text{Var}[L_H]$ は企業の損失の分散、 $E[L_T]$ は保険会社の損失期待値、 $\text{Var}[L_T]$ は保険会社の損失の分散、 a は免責額、 b は引受限度額、である。

参考文献

- 1) 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 第552号, pp.69-176, 2002年2月.
- 2) 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.9-16, 2000.
- 3) 赤石沢総光, 泉太一郎, 安田登: 構造物設計の規制緩和におけるリスクマネジメントの考え方, 第4回構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム (JCROSSAR2000) 論文集, 4-B, pp.37-40, 2000年11月.
- 4) 望月智也, 中村孝明, 木村正彦, 星谷勝: 損失に対する主観金額を考慮した地震保険の最適化, 土木学会論文集, No.703/1-59, pp.203-210, 2002年4月.
- 5) 矢代晴実: 地震リスクとリスク移転について, 地震リスクセミナー, pp.27-38, 2002年11月.
- 6) 自分の会社の数字2, 別冊宝島745号, 2003年4月.
- 7) 岩城秀樹: ファイナンス講座3 デリバティブー理論と応用一, 朝倉書店, pp.106, 1999.
- 8) Annaka, T. and Yashiro, H.: 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, 1998

(2003.5.23 受付)

EVALUATION ON RISK TRANSFER BY EARTHQUAKE INSURANCE CONSIDERING CORPORATE FINANCE

Nobuhiko AKAISHIZAWA, Sei'ichiro FUKUSHIMA and Noboru YASUDA

The occurrence of a large earthquake has a great impact on sustainability of the enterprise and stability of the business administration. For the enterprise with its own equipment, hence, it is important to manage the seismic risk properly. In this study, earthquake insurance, which is a basic measure of risk transfer, is handled. An evaluation method is shown in which the amount of risk transfer by the insurance is determined considering the degree of the impact the earthquake has on the corporate finance, from the viewpoint of the executives implementing risk management. In the study, the standard deviation as well as expectation of seismic loss for risk hedger is evaluated based on a scenario earthquake.