

#### 3.1.4.4 保険デリバティブ制度の検討

##### 目 次

##### (1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 5ヵ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）
- (e) 平成16年度業務目的

##### (2) 平成16年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
- (c) 業務の成果
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表等
- (g) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

##### (3) 平成17年度業務計画案

## (1) 業務の内容

(a) 業務題目 保険デリバティブ制度の検討

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
慶應義塾大学理工学部	教授	三田彰	mita@sd.keio.ac.jp
	大学院生	田村仁志	hitoshi_tamura0813@hotmail.com

(c) 業務の目的

再保険市場のキャパシティや保険料の問題等を有する従来の地震保険制度を補完することを目的として、これまで対象とされなかった地震被害リスクを保険デリバティブによってヘッジする仕組みについて検討する。

(d) 5カ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成14年度：

保険デリバティブ設計の基礎となる地震リスクの定量化について、住宅を対象として具体的な地域を想定した検討を開始する。

2) 平成15年度：

リスク定量化で重要な役割をになう損傷曲線を単純なパラメトリック損傷モデルの一種としてとらえ、デリバティブへの適用に適した損傷モデルのあり方について検討する。

3) 平成16年度：

損傷モデルを活用した保険デリバティブの制度設計を行い、特定の地域を想定したシミュレーション解析を行う。

4) 平成17年度：

通常のデリバティブの適用が、そのままでは困難な個人住宅を対象とした、保険デリバティブ活用の手法について検討する。

5) 平成18年度

各種構造物、大都市や地方都市など幅広く展開可能な保険デリバティブの仕組みを提案する。

(e) 平成16年度業務目的

米国で開発された災害リスク算定プログラム HAZUS や日本における研究成果に基づく建物の損傷モデルを利用した損傷モデルを活用した保険デリバティブの制度設計を行い、特定の地域を想定したシミュレーション解析を行う。

## (2) 平成16年度の成果

### (a) 業務の要約

昨年度の成果を踏まえ、損傷モデルを利用できることを前提とした被害確率をデリバティブに活用し、簡便で確実なリスクヘッジの手法についてシミュレーションによる検討を行った。

### (b) 業務の実施方法

昨年度に提案した建物の損傷確率算定のための脆弱性曲線を活用することを前提として、デリバティブのトリガとして用いるのに適した信頼性の高い指標について検討し、制度設計を行った上で、現実的な数値を想定したシミュレーション検討を行った。

### (c) 業務の成果

複雑システムの代表である大都市には、種々さまざまなリスクが存在し、そこで生活する人々は常にそうしたリスクにさらされる。地震や津波といった大規模かつ予測困難な自然災害に関するリスク以外にも、人々の生活を支える電気や水道・交通といったライフラインへの被害は特に制御しなければならないリスクである。このようなリスク制御の課題は、リスクそれ自体の存在よりも、それが局地的でかつ短期間に集中している点にある。もし空間・時間両面でリスクを効率的に拡散できるならば、制御可能なリスクは多い。もちろん、その基本は、十分に許容できるレベルにまでリスクの量そのものを軽減あるいは除去するリスクコントロールにあるが、経済性やさまざまな理由から、すべてを除去することは不可能である。

本研究では、これら都市リスクの内、地震による構造物被害のリスクを対象とし、耐震補強などによって除去しきれないリスクのヘッジ手法として、金融商品の一つであるデリバティブを用いることについて、検討する。客観的データに基づき、リスクを定量化した上でシミュレーションを行い、その実現可能性について検討する。

#### 1) リスク制御

リスク制御の手法は、リスク量自体を減らすリスクコントロールと、リスクの集中を効率的に分散させるリスクファイナンスに大別される。図1にその分類を示す。デリバティブは、この内のリスク転嫁の手法の一つである。

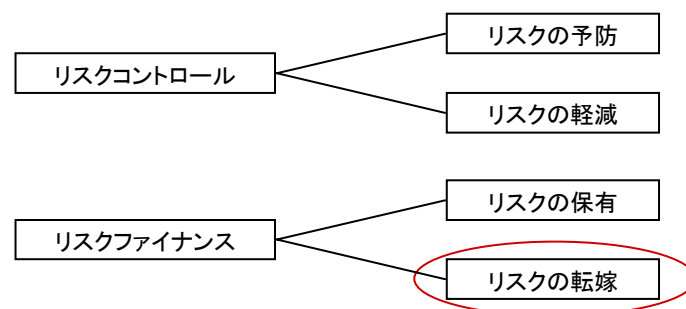


図1 リスク制御の分類

## 2) デリバティブ

デリバティブとは、特定のリスク条件に基づき2者間で規定した支払いの交換契約である。買い手はプレミアムと呼ばれるある一定の料金を払うことで、デリバティブ商品を買う権利(コール)、もしくはデリバティブ商品を売る権利(プット)のいずれかを購入する。つまりプレミアムを予約料とするデリバティブ商品の先物取引といえる。保険と比較すると、プレミアムが保険料に、デリバティブ商品の行使が保険の支払いとなる。ただし、保険は被害との因果関係およびその規模が確定されない限り支払いが実行されないが、デリバティブは客観的指標による支払いのため、被害のあるなしにかかわらず迅速に支払いが実行される。こうした迅速性は、特に自然災害の場合には早急に復興に取り掛かることができるため、有利である。

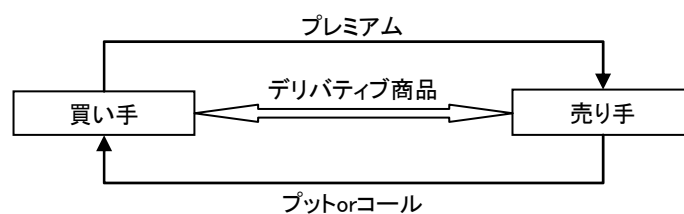


図2 デリバティブの仕組み

## 3) 地震リスクへの適用

地震リスクにデリバティブの手法を適用した事例は過去にいくつか見られる。しかし、債権発行のための特別目的会社を設立しなければならないなど、発行にかかるコストが比較的大きいため、まとまった額の取引に限られてきた。一旦債権化されると、再保険市場に比較して圧倒的に大きな資本市場において、債権が販売されることとなる。地震のリスクは、通常の世界金利とは異なる性状を示すため、多額の資金を運用するファンドにとってポートフォリオの視点からある程度組み込みたい、とのニーズが常にあるため、これまで比較的スムーズに市場で消化されている。

地震リスクを対象としたデリバティブの仕組み例を図3に示す。

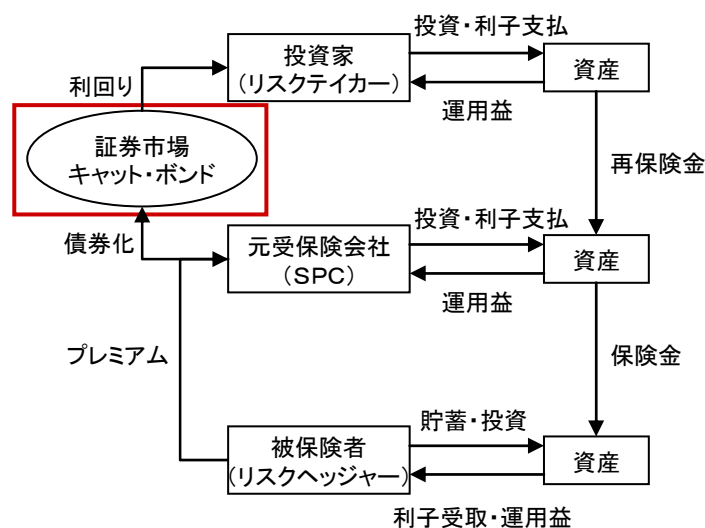


図3 地震デリバティブの仕組み例

#### 4) 地震リスクの定量化とシミュレーション

リスクを債券化しプレミアムを決定するためには、リスクの定量化を行う必要がある。建物位置における地震危険度の情報として昨年度までに検討した地震ハザード曲線を、建物耐力を評価する情報としてフラジリティ曲線を基とする地震ロス関数を、それぞれ確率論的手法によりモデル化して統合することにより地震リスクカーブと年間地震リスク密度を求める。これにより年間損失期待値を算出し、プレミアム価格決定の指標とする。定量化のフローチャートを図4に示す。

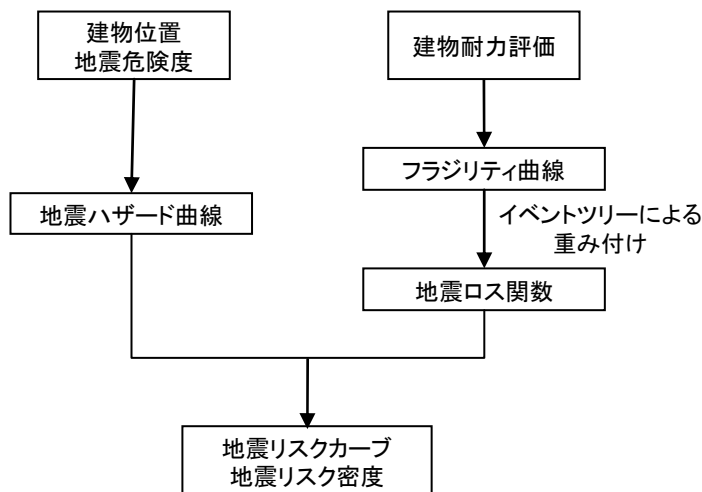


図4 地震リスク定量化のフローチャート

中心に木造一般住宅を配置した舞浜地区 200km 四方を想定し、この活動域内におけるマグニチュードのヒストリカルデータから距離減衰式を用いることにより、最大速度に関する地震ハザード曲線を得た。耐震性能が高い建物を対象としてフラジリティ曲線を求め、それを基に地震ロス関数を得た。それらの情報を統合して地震リスクカーブと地震リスク密度を求めた。図5および図6にリスクカーブと年間地震リスク密度を示す。

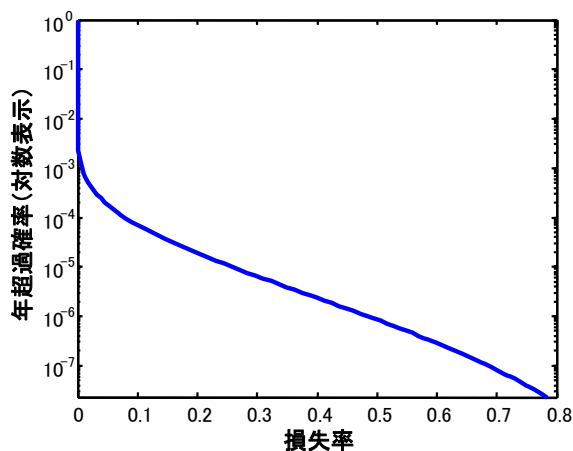


図5 地震リスクカーブ (対数表示)

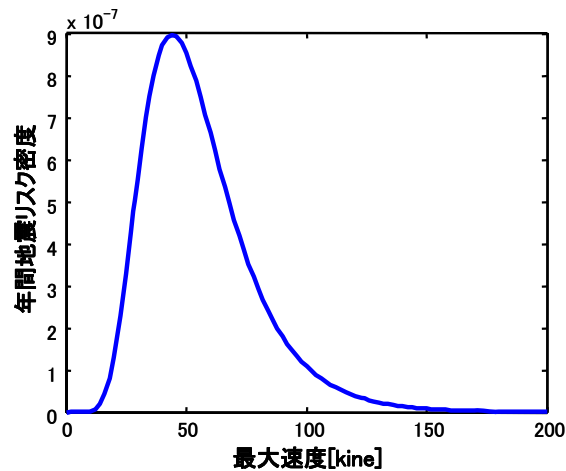


図6 年間地震リスク密度

年間地震リスク密度を積分して総面積を求めることにより、この場合における年間損失期待値は  $4.2959 \times 10E-5$  と算出された。

デリバティブのトリガ条件を 50kine 以上のプランを想定した場合、プレミアム価格は年間地震リスク密度の 50kine 以上の部分の面積と等しくなるので、その値は  $2.3658 \times 10E-5$  となり、実際には建物被害が小さいと思われる事象を考慮しないことでプレミアム価格を半分程度に抑えることができた。より耐震性の高い建物の場合、トリガ条件を 100kine 以上と想定し同様にプレミアム価格を算出すると、その値は  $2.2262 \times E-6$  となり、オーダーを1つ小さくする効果が得られた。検討結果を図7に示す。

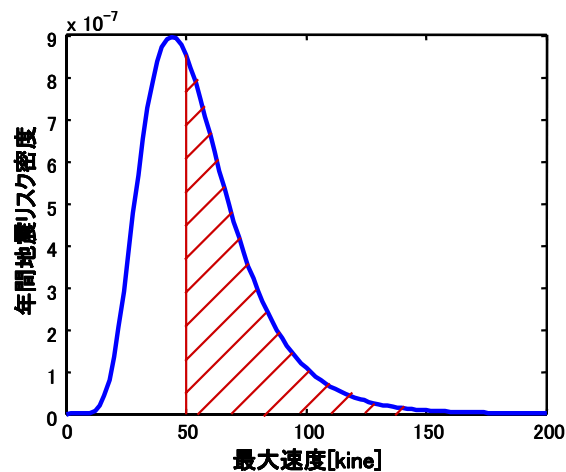


図7 トリガ条件 50kine 以上のプレミアム価格

本研究では、耐震性の高い新しい年代の建物を想定したフラジリティ曲線を基にリスクを算定しているため、そこで得られたプレミアム価格は既にモラル・ハザードや逆選択の問題を抑制する方向に作用している。それに加えて前述したような選択的プランを設けることにより、さらにモラル・ハザードや逆選択は抑制されると考えられる。

また 0~50kine:0% 50~100kine:20% 100~150kine:50% 150~200kine:70%といった実用

を意識した階段型の支払いプランを想定した場合、地震ロス関数がこの階段型となり、これを基にプレミアム価格は  $5.4232 \times E^{-5}$  と算出された。これは年間損失期待値に見合った実用的なプランの例といえる。

(d) 結論ならびに今後の課題

昨年度までに検討を行ってきた損傷モデルを活用したデリバティブの制度設計について検討した。損傷危険度の低い、すなわち耐震性のある建物をベースとした制度設計とすることで、モラル・ハザードを防ぎ、耐震補強を実施することに所有者を誘導する仕組みとなる可能性を示した。

今回は、一つの制度設計のみを行ったが、マーケットでの消化のしやすさも考慮した現実的な制度設計についての検討を今後推進する必要がある。特に巨額の資金を運用する機関投資家にとって、このデリバティブの組み込みがポートフォリオ設計上有利となるような金融商品とすることについても検討したい。

(e) 引用文献

なし

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
神田 亜希子, 三田彰	評価モデルの構造に着目した低層建物の損傷評価に関する研究	日本建築学会構造系論文集, 第 588 号, 57-62	平成 17 年 2 月

(g) 特許出願, ソフトウェア開発, 仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 17 年度業務計画案

脆弱性に基づく損傷モデルと合理的なデリバティブ支払いトリガを組み合わせた低層建物を対象としたリスクヘッジ用デリバティブに関する検討。特に、そのままでは適用の困難な個人住宅を対象とした、デリバティブ活用の手法について検討する。