

「災害などのリスクと経済政策」勉強会 2006年度 第3回

開催日：2006年11月28日（火）

プログラム：「保険による防災インセンティブと災害リスク評価」

講師：東京海上日動リスクコンサルティング株式会社 開発グループ
グループリーダー 矢代 晴実 氏

1. はじめに

本日は保険会社から見たリスクの分析という観点から、「保険による防災インセンティブと災害リスクの評価」というテーマで話をしたい。

2. 防災インセンティブについて

まず、防災インセンティブについて、文科省の大都市大震災軽減化特別プログラムにおいて「保険機能を活用した防災推進」というテーマで研究した結果を報告したい。4、5年前から、住宅の耐震補強が進まない、地震保険の普及も進まないということが大きな問題となっている。そこで、これらの普及には何かしらのインセンティブが働かなくてはならないと考え、そのための社会システムを構築する事を目的にこのテーマを研究した。

(1) 地震保険の概要

A) 地震保険への加入

まずは図表1に地震保険の普及率を示した。

図表1:地震保険付帯率(平成17年度)

• 高知県	66.5%	(19.4%)
• 愛知県	60.4%	(30.5%)
• 宮城県	54.7%	(25.9%)
• 宮崎県	53.2%	(16.8%)

• 長崎県	19.8%	(7.2%)
• 富山県	21.7%	(9.2%)
• 長野県	22.1%	(8.9%)

• 全国平均	40.3%	(20.1%)

地震保険はここ2、3年売り上げを伸ばしてきており、付保率も上昇傾向にある。地震保険は元々、火災保険の特約としてのみ契約する事が出来る保険であるが、その付保率とし

て、図表 1 の左側の数値が火災保険に対する付保率を示している。また、括弧内は全世帯における地震保険の付保率である。火災保険に対する付保率では、例えば、高知県の昨年度末の付保率は 66.5%と非常に高い。その他にも、愛知、宮城、宮崎などの付保率も高く、50%超となっている。しかしその一方では、長崎、富山、長野などの地震保険に対する意識が低いことも分かる。また、全国平均で見ると、火災保険加入者では 4 割近くが、全世帯に対しては 2 割近くが地震保険に加入していることとなる。なお、地震保険は火災保険加入時に付保に関する意志を確認する事となっているため、付保しない場合には、契約書に捺印をする事で意思表示をし、それがなければ自動的に付保される仕組みとなっている。

B) 地震保険の仕組み

地震保険の保険上の仕組みは特殊である。損害保険は損害があるとその損害に応じた支払いをするというのがそもそもの仕組みであり、例えば自動車保険であれば、修理に要した費用に対して保険金を支払っている。

一方地震保険では、保険金額は火災保険の 3 割～5 割の範囲内ではしか設定する事が出来ない。例えば 1,000 万円の住宅所有者であれば、火災保険には 1,000 万円加入出来ても、地震保険には 300 万円～500 万円の範囲内ではしか加入出来ないということになる。さらに保険金支払い時においても制限があり、例えば全損であれば地震保険の保険金額 100%の保険金が支払われるが、そもそも 500 万円までしか加入できないため、残り半分の 500 万円に関しては自己負担せざるを得ない。その上、地震保険の保険金額は 5,000 万円以上の設定が出来ないという全体のリミットもあり、限定された補償と言えよう。

しかし、地震発生時にお金ができる仕組みとしては地震保険しか無いため、その必要性は高い。そもそも地震保険は制度立ち上げ当時は、住宅を保全するためというよりは、緊急時の立ち上げ費用としての意味合いが強い保険であったため、このような仕組みとなった経緯がある。さらに、地震発生時は大規模な損害が予想され、その為の予算措置も必要となるため、制限を設けているという事も理由の一つとして考えられる。なお、現在の総支払額は 5 兆円である。

(2) 地震保険の促進策

地震保険普及の促進策を考えるにあたって、アメリカの地震保険と日本の地震保険の比較を行った。

A) 日本の地震保険について

まず、保険の引受方法における加入促進の例として、自動車保険の割引などの仕組みを紹介したい。現在の自動車保険では様々な割引制度が存在する。例えば自動車の使用目的による割引では、日常・レジャーで使用しているのか、通勤・通学で使用しているのか、業務で使用しているのかによって割引率に大きな差がある。その他には免許証の色や、運

転する家族の年齢、さらにはエアバック割引など自動車そもその安全性に対する割引もあり、その種類は様々である。しかし一方では、自動車事故を起こせば、翌年度の等級が下がり保険料が上がる仕組みもあり、割引と割増の両方の仕組みを併用して設計されている。

図表2:自動車保険の割引制度

- ・ 使用目的: 日常・レジャー、通勤・通学、業務
 - ・ 免許証の色: ゴールド、ブルー、グリーン
 - ・ 運転する家族の年齢: 35歳、30歳、26歳、21歳
 - ・ 新車割引
 - ・ 家族限定割引
 - ・ 本人・夫婦限定割引
 - ・ 長期優良割引
 - ・ 環境対策者割引
 - ・ 盗難車防止装置割引
 - ・ エアバック割引
 - ・ ABS装備車割引
- 等

では、地震保険においてはどのような割引制度があるのか。まず「建築年割引」がある。これは建築基準法と対応しており、1981年6月以降に新築された建物および建物に収容された家財に対して10%の割引が適用される。また「耐震等級割引」がある。これは住宅の品質確保促進法に基づいたもので、耐震等級に合わせて割引率が決まり、最大で30%の割引が適用される。しかし、実際に耐震等級3と認定されるほどの強度を持った建物は稀であり、普通の住宅においてこの新耐震基準の1.5倍近い耐震性を保有していることは少ない。この他には契約上の割引として「長期契約割引」があり、これは長期に契約する事によって享受出来る割引である。

図表3:地震保険の割引制度(現行)

割引率 以下の(イ)(ロ)の場合に、基本料率が割引かれる。
ただし、重複適用は出来ない。

(イ) 建築年割引
建物が昭和56年6月以降に新築された建物および建物に収容された家財
割引率 10%

(ロ) 耐震等級割引 (住宅の品質確保の促進等に関する法律)に基づく耐震等級の指標)
法律に基づき定められて耐震等級に該当する建物および建物に収容された家財
耐震等級1 10%、耐震等級2 20%、耐震等級3 30%

長期契約の料率
2～5年の長期契約の保険料率は、基本料率と割引料率から算出された料率に以下の長期係数を乗じたものになる。
期間2年 1.90、期間3年 2.75、期間4年 3.60、期間5年4.45

地震保険は前述の通り火災保険の半分の保険金額しか設定出来ない事もあってか、火災保険の保険料と比較して高いという印象を持つ人が多いようである。そのため、こういった割引制度があることは有効な手段であると考えられる。

最近では新しい割引制度の導入も検討されており、今年の9月26日には割引制度の拡大

として「免震建築物割引」および「耐震診断割引」の導入に対する届け出がなされた。「免震建築物割引」では、住宅性能評価書上で免震建築物であると評価された場合には 30%の割引が適用され、「耐震診断割引」では耐震診断また耐震改修により、耐震基準に適合している事が確認された場合に、10%の割引が適用される。ただし、耐震診断割引では、診断を受けた結果に基づいて改修する必要がある点は注意を要する。

B) アメリカの地震保険制度について

次に、アメリカの地震保険制度を紹介する。アメリカのカリフォルニアには C E A (California Earthquake Authority) という州政府の一つの機関があり、ここが保険制度を運営している。

元々アメリカには保険会社が運営している地震保険制度もあったが、ノースリッジ地震の際に多くの保険会社が破綻してしまった結果、どこの保険会社もカリフォルニアの地震リスクに関する保険は引き受けなくなってしまった。しかし、地震リスクに対して銀行から融資を受けられるわけでもなく、またローンを組めるなどの手段も無く問題となった。その結果保険会社にも一部資金を提供させて、州政府の一つの機関として仕組みを構築したという経緯がある。

図表4:CEAの地震保険制度の概要

担保する危険	地震による損壊 (注)地震による火災についてはホームオーナーズ保険にて補償。
契約の対象(保険の目的)	居住用建物および生活用動産 ただし、駐車場・プール・フェンス等は対象外(主契約であるホームオーナーズ保険では対象)
契約金額の上限額	建物:保険価額 生活用動産:5,000ドル程度 臨時生計費用:1,500ドル
免責金額	保険金額の15%相当額
保険料率水準	平均:2.92 % 最低:0.80 % 最高:7.90 %

さて、C E Aの地震保険における担保危険は日本と同様に「地震による損壊」であるが、日本の地震保険が担保している「津波」や「噴火」というリスクを担保していないという点での違いがある。これはカリフォルニアにはそもそもこれらのリスクが想定されていないためである。また、「地震による火災」は、日本では火災保険で担保せずに地震保険で担保しているが、アメリカではホームオーナーズ保険(日本の火災保険に該当)で担保している点も大きな違いである。これは、日本の地震リスクでは、住宅が密集しているため「延焼リスク」が大きくなるが、アメリカでは住宅一件毎の距離が離れているため「延焼リスク」が低く、リスク環境が異なっていることに起因していると考えられる。

また、契約の対象は日本と同様に、居住用建物および生活用動産であるが、これらに対する契約上の上限額は、建物の保険価額 100%となっており、日本のような 50%という制限

はない。なお、生活用動産では 5,000 ドルという限度が設けられている。

さらに特徴的なのは、「免責金額」が設定されていることである。これは保険金額の 15% 相当額として設定されており、この部分は契約者が保有することとなる。なお、日本の地震保険では「免責金額」という考え方は存在しない。

この「免責金額」はその範囲内において契約者が常に根っこからリスクを保有するため、保険金の支払額を減少させる事に対して大きな効果がある。

C) CEAの損害軽減プログラム

CEAには損害軽減プログラムという仕組みが存在しているが、その概要を紹介する。

まず、CEAが窓口となり、住宅所有者に対して、住宅のインスペクション（検査）を行う専門会社を紹介するサービスがある。そして、その専門会社が行ったインスペクションの結果レポート（診断証明書）を基に住宅所有者が耐震改修の実施をすれば、地震保険料の 5%割引を受けることが出来るという仕組みになっている。

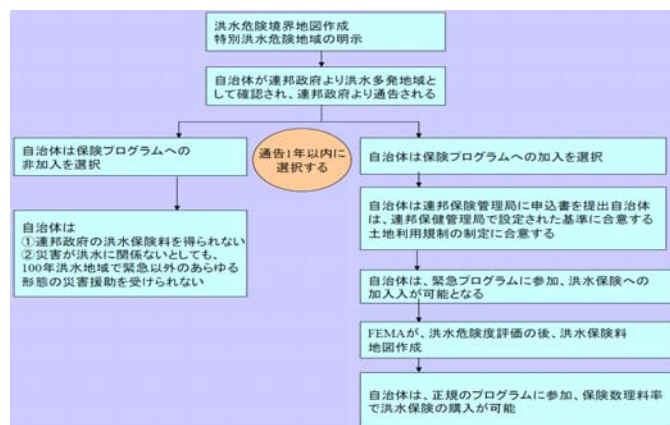
しかし、このプログラムの利点はこれだけではない。それはCEAが単に住宅の耐震改修指導を行うだけにとどまらず、「耐震改修計画の作成」「建設業者の紹介」「診断証明書に基づいた作業が実施されているかどうかの確認作業」「低利率ローンの案内」までの一貫したサービスを行っているという点である。

こういった仕組みを活用してアメリカの地震保険では加入に対するインセンティブを働かせている。なお、現在の加入率は未だ 20%程度と高くなく、今後の展開が期待されるが、これは日本の地震保険制度には見られない仕組みであり参考となる。

D) 米国国家洪水保険制度

保険とインセンティブという点においては、対象リスクは地震ではないが、アメリカの洪水保険制度も参考となるので紹介したい。これは保険とリスクコントロールを上手くリンクさせた制度として確立している。この制度の流れを示したのが図表 5 である。

図表 5: 米国国家洪水保険制度の流れ



まず、洪水危険境界地図というハザードマップによって、特に危険な地域が明示され、連邦政府より通告を受けることとなる。その通告を受けた地域の自治体は保険プログラムへの加入・非加入の選択を行うこととなる。非加入を選択した場合、自治体は(A)連邦政府からの洪水保険料を得られない、さらに、(B)災害が洪水に関係ないとしても、100年洪水地域で緊急以外のあらゆる形態の災害援助を受けることが出来なくなる。

一方、保険プログラムへの加入を選択した場合には、まず自治体は連邦保険管理局に申込書を提出するとともに、土地利用規制の制定に合意する必要がある。その上で自治体が主体的に防災プログラムを作成し、実施すれば、FEMAによって洪水危険度評価が行われ、洪水保険料地図が作成されることとなり、これをもって自治体は洪水保険の購入が可能となる。

このポイントは、個人はもちろんのこと、自治体が防災活動をきちんと行わなければ保険に加入できないという仕組みを導入したことであり、これが防災インセンティブを向上する事に繋がっていると考えられる。

また、この制度の特徴としては、まず、洪水危険地帯の新築建物に対して、洪水の危険性を軽減する処理を自治体が行えば、その自治体内での洪水保険に加入することが可能になることがある。次に、洪水保険への参加は、自治体単位が前提で、個人での参加が出来ないのだが、これは誰かが洪水被害を減らす努力をしても、他の人の不注意な行為によってその効果が減少したり、消滅してしまうためである。そして、最後に自治体の行うリスクコントロール施策は、住民への洪水危険区域図の提供、それにリンクした洪水保険料率地図、洪水の流速に対応した被害を考慮した建築、最低床高さなどであり、そして、それが洪水保険料にリンクされるように設定されていることである。

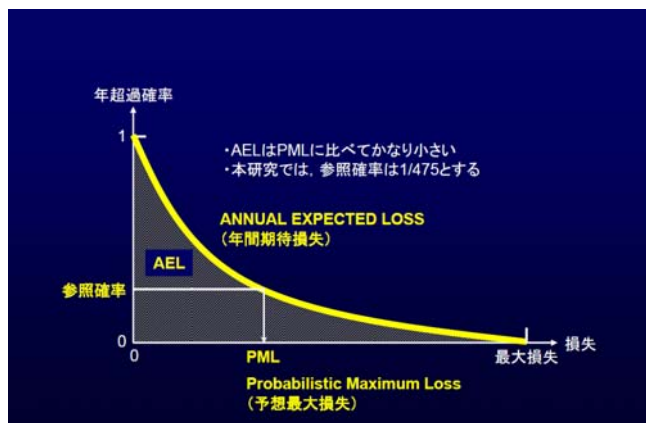
3. リスクの定量化

リスクの処理において、防災というリスクコントロールと保険というリスクファイナンスのどちらか片方の手段のみで災害を100%軽減することは不可能である。そのため、これらの融合、つまりそれぞれをどのように組み合わせるかということが重要であり、今後の課題となってくる。そこで、こういった組み合わせを考えるためにはリスクを定量化する事が求められてくる。そこで、以下からリスクの定量化の手法を紹介する。

(1) リスクカーブと損失の定義

リスクの定量化では、図表6のようなリスクカーブを用いる。

図表6: リスクカーブと損失の定義



リスクカーブは、横軸に損失額をとり、縦軸に年超過確率をとる。一般的には、頻発するものは損害額が小さく、滅多に起こらないものは損害額が大きくなるという特徴がある。この時、参照確率として 500 年や 1,000 年に一度起こる確率を算出し、その確率の時にどの程度の損害額が発生するかということをも予想最大損害額 (Probabilistic Maximum Loss) として算出する。また、全体の面積は年間期待損失額 (Annual Expected Loss) であり、一年間でどの程度の損害が発生するかを示している。そして、これら PML と AEL を用いてリスクを見ていくこととなる。

近年ではよく不動産の証券化として地震の PML などを算出する場合があるが、ここでは参照確率として 500 年確率 (50 年に 90% 非超過確率) を用いる事が多い。不動産の場合は、PML が再調達価額の 20% を超えると、耐震補強を行ったり、地震保険に加入していなければ商品として成り立たないとして、多くが 19% 以下に抑えた仕組みで REIT を組んでいるようである。この確率を用いる理由としては、建物の耐久性がおよそ 50 年程度として、その間に様々な自然災害に見舞われるであろうが、中央値を取るとその災害を超える確率が 50% と半分になってしまい、評価として問題がある。そこで、予想される損害額の 90% 程度を考えればよいであろうというのが 50 年に 90% 非超過確率という考え方である。残りの 10% はあまりに巨大となってしまい、経済性を考慮すると難しいため、そこは含めずに、50 年で 9 割の損害を PML としているケースが多い。ただし、この考え方は 90% であつたり 99% と様々であり、確率として判断する主体の置かれた立場や取引に合わせて変わってくる。

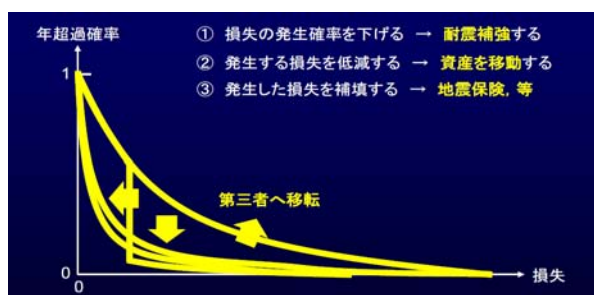
このような期待値と PML でリスクを判断する方法は、現在多くの場で活用されている。

(2) リスクの処理

次にリスクカーブに基づいたリスクの処理を考える。まず、耐震補強などを行う事で損失の発生確率を減少させると、リスクカーブは全体的に下方へシフトする事となる。また実際に地震危険度の高い地域に存在する資産を移動させる事で発生する損失自体を

低減させると、リスクカーブは左方ヘシフトする。さらに、発生した損失を補填するため、地震保険などを活用して、リスクを第三者に移転した場合にはリスクカーブは一定値から大きく沈んだような形を描くこととなる。これらをまとめたのが図表7である。

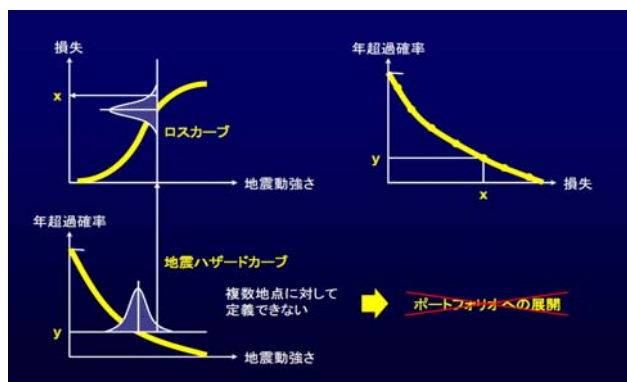
図表7:リスクカーブにおけるリスク処理



では、実際に地震のハザードと、地震のリスクをどのように考えるのか。まず、地震のハザードカーブというものを考える。地震のハザードカーブでは震源地点における地震動の強さを横軸に取り、縦軸に確率を取る。すると、小規模の地震の発生確率は高く、大規模の地震の発生確率は低くなるようにグラフが描かれる。これに対して建物強度は、横軸に地震動の強さ、縦軸に損失を取ったグラフで描くことが出来、これをロスカーブという。これらの情報はばらつきが大きいので、一つ一つのばらつきを考慮しながら解析をしていくこととなる。

まず、地震ハザードカーブにおいて、年超過確率の値 y において、中央値ではなく、90%や70%という場所で値を取り、その値でロスカーブを見た時の損失を x とする。そして、こういった値をいくつも集める事で、損失と年超過確率のグラフが描かれる。つまり、地震動の強さは共通の点であるから、それを同じ軸とすれば、ある地点での損失と年超過確率の図表8(右上の図)のようなカーブが描かれることとなり、これが一つの建物の1年間におけるリスクカーブとなる。しかし、この分析では複数の地点に対しては地震動の問題などから定義が出来ない、つまりポートフォリオへの展開が困難となる。

図表8:個別建物のリスクの定量化

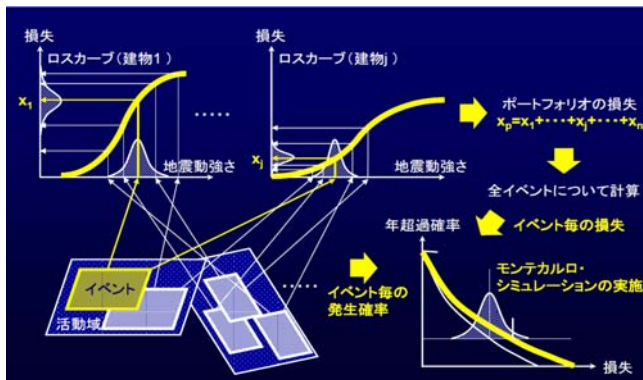


(3) ポートフォリオのリスクの定量化

そこで、次にポートフォリオのリスクの定量化について紹介したい。

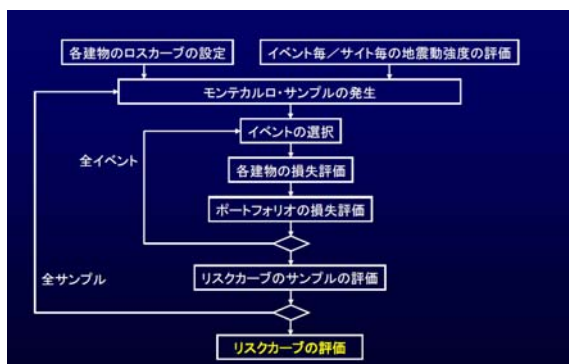
日本中には様々な建物があるため、例えば図表 9 のように色々な形状のロスカーブが描かれる。一方では、地震動も様々なものが存在しているため、それぞれの地震動について全て計算していく事となる。

図表9: ポートフォリオのリスクの定量化



様々な地震の全イベントについて、それぞれの地震動の強さに対する値をとる。それら各点で、マグニチュード、発生確率、建物強度などの情報を全て入力し、確率論的に分布を持たせると、個別の建物と、個別の地震動に関する損失が算出される。そして、それらを全て足し合わせることで、全イベントについての損失が計算される。一方で、これら各イベントはそれぞれ発生確率を持つので、その分布を全て取り、モンテカルロシミュレーションを行う。これらの結果として、多数の建物と、多数の地震を合わせた形でのリスクカーブが描かれる事となる。なお、この手法のフローを図表 10 で簡単に紹介する。この作業を、イベント数の数だけ行っていく事になるのだが、日本では全部で 70 万個程度の地震について、この作業を行っていくことになる。

図表10: ポートフォリオのリスク解析のフロー

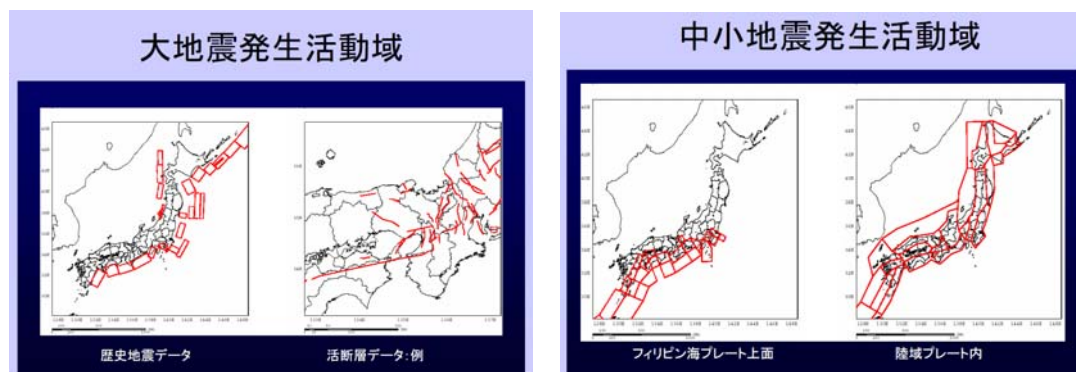


(4) 事例の紹介

では、実際に試算をした事例を紹介しよう。この試算の目的としては、3つのタイプのポートフォリオを対象に、ポートフォリオのPMLに与える建物配置の影響を検討する事とし、条件としての地震環境（地震動モデル、距離減衰式）や、建物の性能やその被害率は既往研究に準拠するとしている。

地震環境としては、Annaka&Yashiroによる震源モデルを活用している。これは建築学会において、外力を与える指針である荷重指針として使われており、日本全国をモデル化し、歴史地震データと活断層データなどを全て入れているモデルとなっている。なお、大地震発生活動域は固有地震モデルを用い、中小地震発生活動域は**b**値モデルを用いており、それぞれの地震発生活動域としては図表 11 を参考にしてもらいたい。図表 11 の地震データのの一つ一つには、地震動の大きさと分布、さらにはマグニチュード、切迫率などが入力されている。ただし、過去に発生した地震や、活断層で発生する地震は、確かにそれなりの数が存在しているが、もちろんそれ以外にも発生する可能性があるいわゆるバックグラウンド地震が存在しているため、地域をある程度の大きさのメッシュで分割し、地震活動の範囲を面で捉えている。

図表 11:地震発生活動地域



また、地震が遠隔地で発生すればその威力は減退する事を表すものとして距離減衰式があり、これは安中式を採用している。なお、安中式とは日本全国の観測記録を用いて平均値を補正したもので、次のような式を用いている。

$$\log A = 0.614M + 0.000501h - 2.023\log(d) + 1.333$$
$$d = (x^2 + 0.45h^2)^{0.5} + 0.22 \exp(0.699M)$$

一方、建物の特性としては、中村らの研究を参照として図表 12 のようなデータを用いている。

図表12: 建物の特性

被害モード	フラジリティカーブ		費用	
	中央値	対数標準偏差	初期建設	補修/建替え
小破	160cm/s/s	0.4	100	5
中破	480cm/s/s	0.4	100	10
大破	800cm/s/s	0.4	100	30
倒壊	1120cm/s/s	0.4	100	100

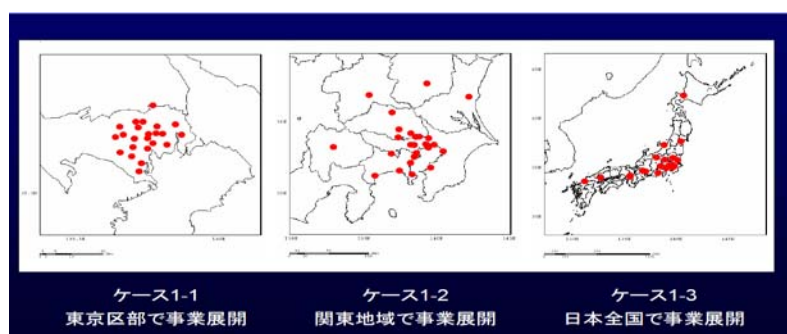
フラジリティカーブの諸特性は、中村らの研究を参照
補修/建替え費用は、神田らの研究を参照

26

さて、事例ではポートフォリオとして図表13の以下の3つを想定した。

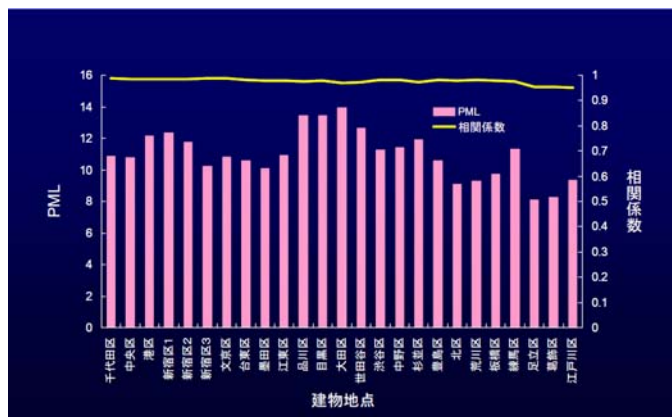
ケース1としては東京区部で事業展開をしているケース、ケース2では関東地域で事業展開をしているケース、ケース3では日本全国で事業展開をしているケースとなっている。このように、同じ25棟の建物を持っていてもそのポートフォリオの違いからリスクがどのように変わってくるかを解析した。

図表13: 建物の配置(全25棟)



まずケース1の解析結果が図表14である。棒グラフがPMLを、折れ線グラフが相関係数を示している。東京区部で展開している場合は、相関係数を見ても分かるように、一つの場所で地震が発生すれば全て被害を受けるという結果となっている。なお、「相関」の考え方としては、一つの地震によって他の建物も影響を受ける可能性があるという意味もあるが、建物同士は同じ地震であっても同様な被害を受けるということは無く、建物同士が持っている「相関」という考えもあるため、それらの相関と非相関の間でどの程度の数値を取るかによって結果は大きく変わってくるという点も考慮している。

図表 14: ケース1の解析結果

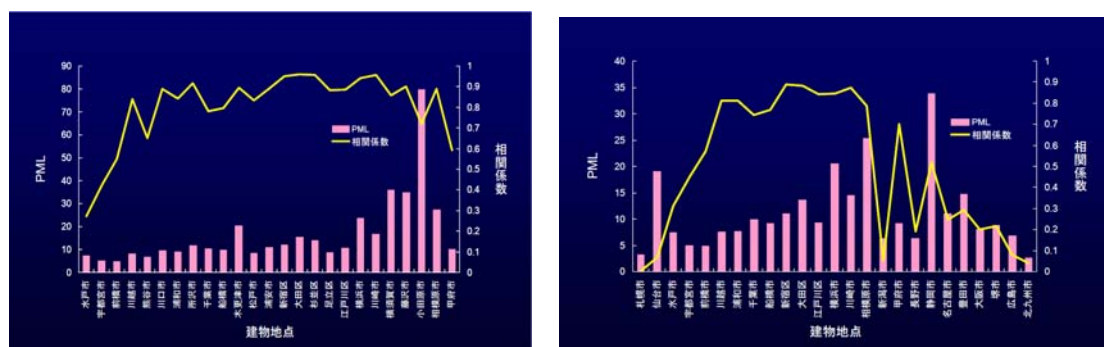


次にケース2の解析結果を図表15(左図)に示した。なお、このグラフではPMLを90まで表記しているため、図表14と比較してグラフが押し下がっている様に見える点は注意してほしい。一方、相関係数としては全体として下がっている点特徴的である。

また、ケース3の解析結果は図表15の(右図)である。これを見ると、東海地震の危険性がある静岡や、宮城県沖地震の危険性がある仙台、さらには首都直下地震が関係している相模原市などのPMLが高くなっていることなどが分かる。

こういった結果から自分が所有している建物の内、どの地域のものが危険であるのかなどを把握出来るため、耐震補強を行うための優先順位付けの判断材料として活用出来る。さらには定量的な評価であるため、耐震化によってどこまでPMLを減らすのか、そしてそれにはいくらの費用が必要なのかという事を考えることも可能となってくる。

図表 15: ケース2および3の解析結果



では分散の効果がどの程度あるのかということを図表16から見ていくことにしよう。

図表 16:分散配置の効果に関する解析結果

	解析ケース		
	1-1	1-2	1-3
個別建物のPMLの総和	274.12	408.71	274.80
ポートフォリオのPML	254.35	344.03	144.66
分散配置の効果	0.928	0.842	0.526

全体の総和から見ると、ケース 2 の場合が最も高くなっている。一方、ポートフォリオのPMLを計算すると、当然ではあるが日本全国に散らばっているケースは、一つの地震で被害を受ける影響度が低くなっていくため、数値が最も低くなっている。そして、ポートフォリオのPMLを個別建物のPMLの総和で除して、分散配置の効果进行計算すると、東京区内のみであると 0.928 のところが日本全国であると 0.526 となり、分散の効果を確認出来る。ただし、この結果は地震リスクだけで見た場合であり、例えば事業の効率性などは一切考慮されていないため、実際にこのデータに基づいて事業を行う判断材料とした場合などでは、さらに精緻な解析が必要だが、例えば不動産を持つだけなどであればこういった解析でも十分と考えられる。

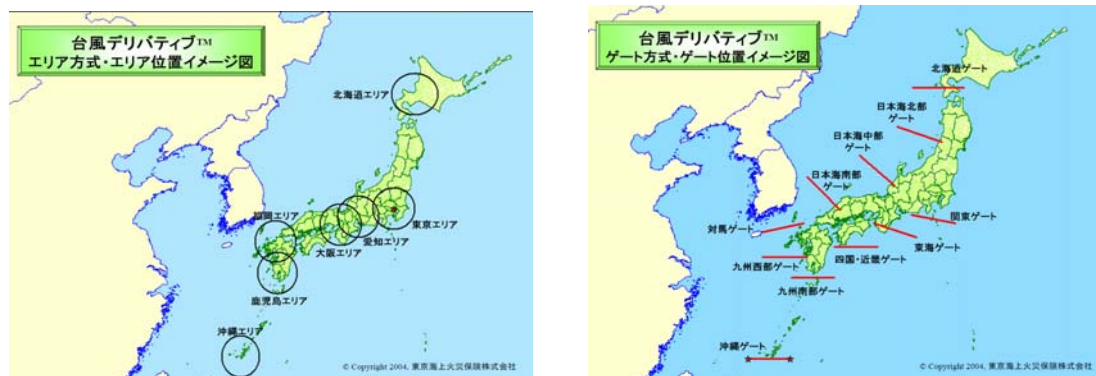
このようにポートフォリオのリスク評価手法の構築によって、複数の建物所有者の地震リスクを合理的に評価できる様になる。また、建物の分散配置によるリスクの通減の検討を行う事で、その効果を定量的に求めることも可能となる。さらにポートフォリオのPMLからは、個別建物のPMLと損失の相関に依存しているが、単に分散させることではPMLは通減しない、そして複数建物の同時被害を避けるには、分散配置は効果的であることが分かるし、その他にも「リスクの大きさ」と「リスク回避」の 2 つの側面から建物の配置を検討する事が出来るようになるといったメリットがある。

4. 風災の定量化：台風デリバティブ

地震以外のその他のリスクであっても、定量化を行う事は可能である。そこで台風を例にとって、台風デリバティブについて紹介したい。

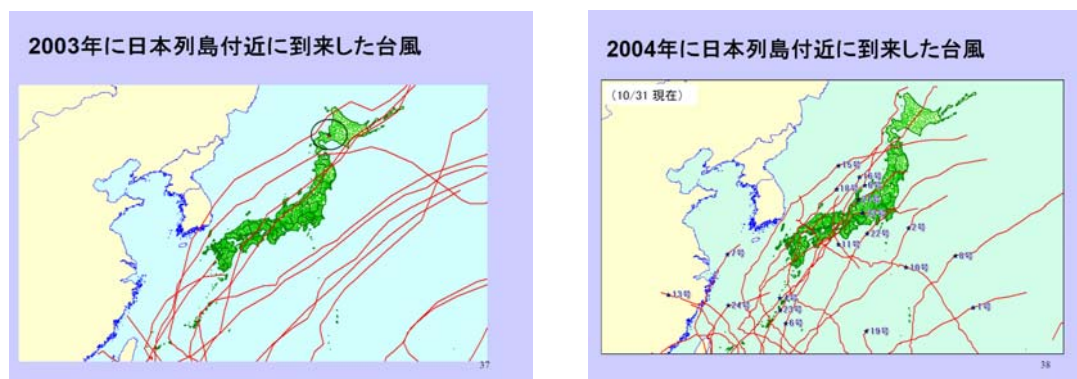
台風デリバティブを設計する際にも、地震のハザードと同じようなリスク計算を行う事となる。台風デリバティブは、あるエリアを台風が 1 年間に 3 つ通過した場合には 1,000 万円を支払うという仕組みで、例えば商売戦略上で雨が降ったら客数が減ってしまうような遊具施設などへの販売が多い。台風デリバティブの仕組みとしては、図表 17 の 2 種類がある。

図表17: 台風デリバティブの仕組み



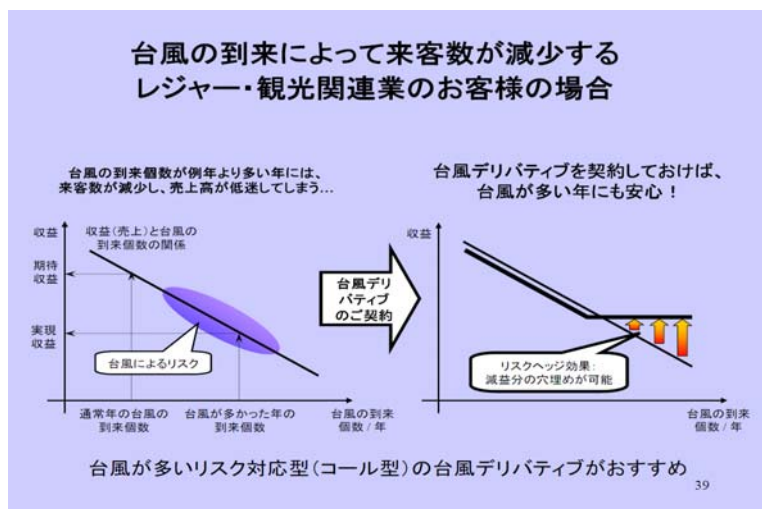
これらはエリア方式とゲート方式であり、例えばエリア方式の場合は、都道府県庁所在地を中心とする半径 150km エリアを台風が通過した場合に、通過個数に応じて決済金を支払うというような仕組みである。そのため、台風デリバティブにおいても例えば図表 18 のように、2003 年や 2004 年には台風がいくつ・どのエリアを通過したかといった情報などを把握し、リスク情報の評価を行う事が必要となる。

図表18: 台風に関するリスク情報



そもそもデリバティブという商品は、図表 19 のように、企業の売上げに関する線が斜めに引かれている場合、台風の到来個数が多ければ多いほど売上げが減少していくので、デリバティブを活用することで減益分の穴埋めを可能とし、リスクヘッジ効果が期待出来るというメリットがある。

図表19: デリバティブの仕組み



そして、台風デリバティブでは、台風が何個到来したら決済金が支払われるという契約をする事となる。そこで、実際の契約例を図表 20 に示した。これはエリア方式の契約例であるが、鹿児島県のエリアを 7 月 1 日～9 月 30 日までの期間に台風が 1 つ通過したら、台風 1 個あたりの決済金として 480 万円を支払うという仕組みになっている。そして、過去 30 年間ではこの期間中に平均 1.6 個の台風が到来しているなどの情報を用いて、プレミアムを決定し、また支払限度額なども設定されてくる。

図表20: 台風デリバティブの契約例

通過エリア	鹿児島(鹿児島県庁を中心とする半径150kmの円形領域)
観測期間	7月1日～9月30日
ストライク値	1個(エリアを通過する2個目の台風から決済金の支払対象。 過去30年間ではこの期間中に平均1.6個の台風到来)
単位価額	4,800,000円(台風1個あたりの決済金額)
支払限度額	33,600,000円(台風7個相当額)
プレミアム	6,500,000円

デリバティブを組むにあたって、台風リスクを評価する時には、気象庁のデータを活用するが、そのデータは期間が 70 年間程度しかなく、統計量としては少なすぎる。そのため、仮想台風でのモンテカルロシミュレーションが必要となってくる。70 年間の既存のデータを基に、各パラメーターとして、上陸個数、進行速度、中心気圧、旋風風速、進行方向などを分布において、モンテカルロシミュレーションを行い、およそ 3 万年間分に期間を伸ばして確率を計算する事となる。

そして、この一つ一つの台風を選択し、台風の特徴を表すパラメータを用いて最大瞬間風速を算出する。台風であるので、周りの気圧配置と、中心の気圧配置の差が重要な要素となるので、それを考慮しながら進行速度などを入力して大気の速度を算出して、それを地表面に下ろして、地表面の風速を算出する。これに対して、地震のケースと同様に風速に対する建物の特性（耐性）を用いることで、例えば保険であれば予想損害額を算出する事ができ、定量化が可能となるのである。

5. 災害リスクスワップ

スワップ取引自体は、現在でも金融機関の間で当たり前の様に行われている。金利スワップであれば固定金利と変動金利（LIBOR）がスワップされ、通貨スワップであればドル固定利息と円固定利息がスワップされたりしている。これは、お互いの主体がある事象に対して持っている先に対する見方が異なっている部分においてお互いに計算したプレミアム、つまりリスクの部分（リスクカーブで言う年期待値）が同じである事でスワップを行うことが可能となっているのである。

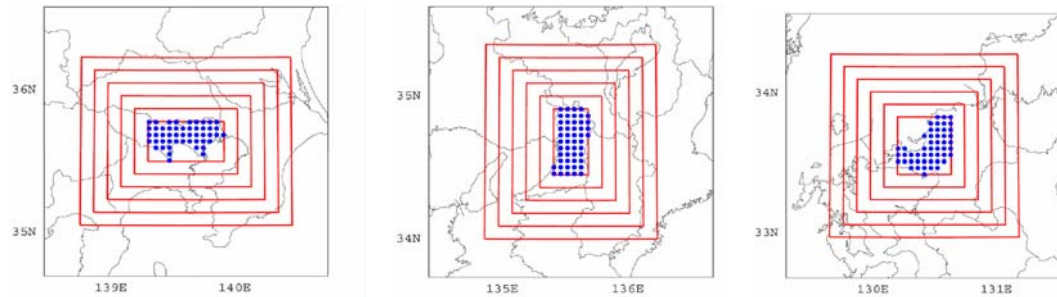
では、地震リスクのスワップはどのように行われるか。自治体・事業体では、一定の地震リスクに対して準備金・対策費用などを用意はしているものの、大災害に対して賄えるほどの準備金などは用意されていない。そこで、地震リスクのスワップを用いて、大災害に対して不足する復旧・対策費用を地域間で補填する事を目的に、地震が同時に発生しないような地域の自治体・事業体で地震リスクを交換する契約をすることでスワップが成立する。実際、こういった取引は保険会社間で現在行われており、例えばアメリカの地震リスクと日本の関東エリアの地震リスクとか、また、ヨーロッパのウィンドストームとアメリカのカリフォルニアの地震リスク、フロリダのハリケーンリスクなどが、保険会社と再保険会社でスワップされている。

そこでこれと同じような例を、日本国内の自治体や事業体間で出来ないかと考えているのである。そのため、この地震リスクスワップは、ひとつの地震による影響がない地域がお互いに、地震発生時にお互いの災害準備金を交換するという仕組みとなり、このスワップの成立条件としては、(A)準備金より支払額が小さい事、(B)年間期待補填額が同一である事、(C)補填額が同一である事、(D)地震被害が同時に発生しない事となる。

では、事例として、東京都、大阪府、福岡県の3県における建物・資産の地震リスクスワップを考えよう。この時、建物・資産は、各県に一樣に分布しているとして考える。また、資産は1点ごとに1棟100とし、地震環境、建物フラジリティを仮定するとともに、発生地震マグニチュードM5.5～M7.5で、地震発生範囲グリッドによって、規定される地震リスクスワップの条件を決めるという設定とした。なお、この時の地震環境は、前述した地震環境と同様である。

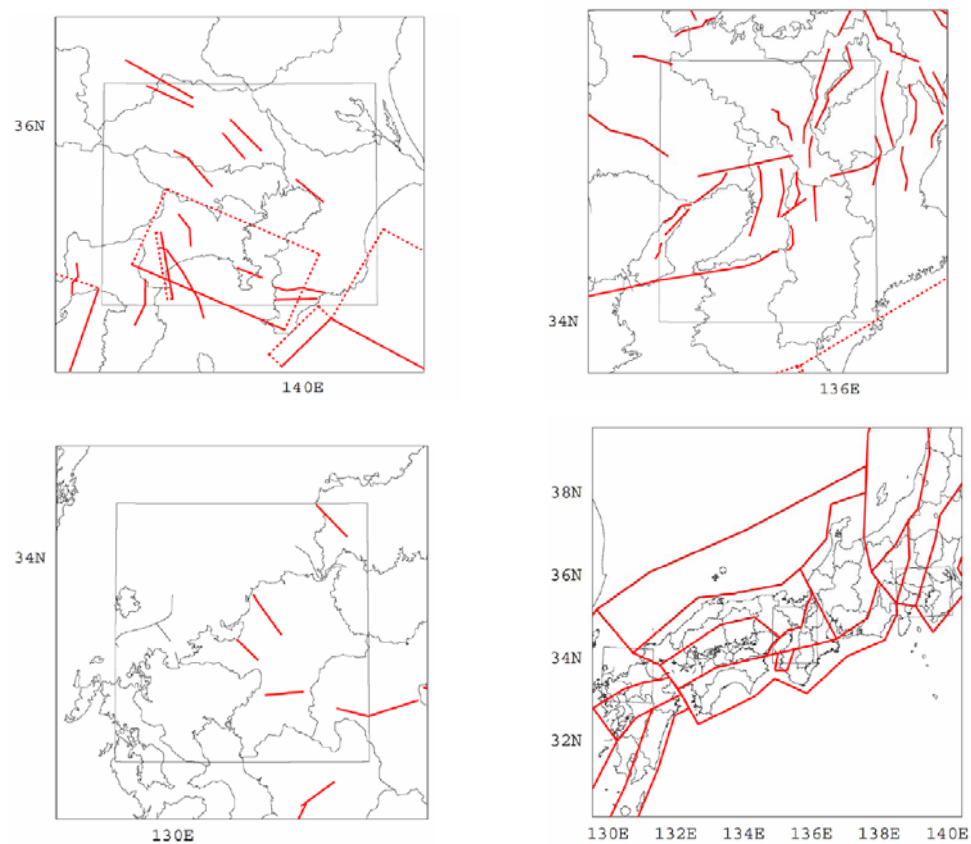
では、この時の施設群と地震発生領域のグリッドはどの様になるか。各県の概要を図表21に示した。

図表21:施設群とグリッド(左から東京都、大阪府、福岡県)



青点が建物・資産を表しており、赤線による枠（グリッド）のどの範囲で地震が発生するかという事をスワップの条件として決めていく事となる。グリッドが拡大するほど、地震の発生確率は高くなるため、このグリッドの面積と、予想損害額との間で、どこまでリスクの分散効果が得られるのかが重要となってくる。なお、各地域および中小地震の発生活動域は図表 22 の通りである。

図表22:地震発生活動域(上段は左から東京都、大阪府、下段が左から福岡県、中小地震)



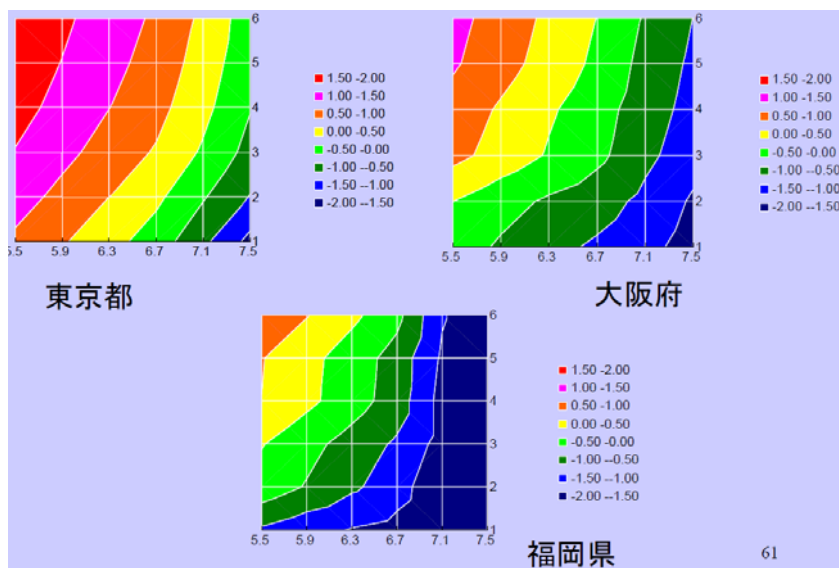
これに対し、被害モード別の建物フラジリティと被害率を図表 23 として各地域の事業者の期待補填額を計算する。

図表 23: 被害モード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

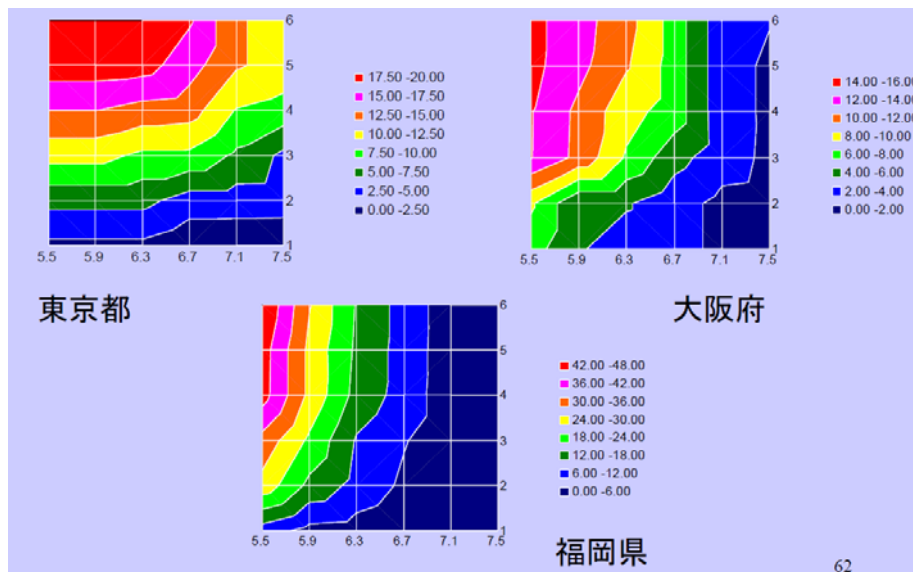
その計算結果が図表 24 となっている。これを見ると、例えば東京都におけるM5.5 で 6 のグリッドは赤い部分になるが、これを大阪府で見ると存在していないため、取り替える対象が無いということになる。しかし、マグニチュードをM5.9 程度で設定すれば、オレンジ色の部分となり、大阪府と交換する事が可能になる事がわかる。同様な考え方で、福岡県を入れて考えても、3 者でのリスク交換が可能になる。このようにリスクの大きさが同じ部分で交換を行うことで、リスクプレミアムが同じになるため、ある程度の金額のスワップが可能となるのである。

図表 24: 各地域の事業者の期待補填額



また、期待値のみではなく、図表 25 のようにPMLの逓減率から考えてもスワップは可能である。つまりこの考え方に基けば、50 年 90%非超過確率におけるPMLを算出し、そこからどれだけ補填するのかという額を基にスワップを行うこととなる。

図表25:各地域の事業体のPMLの逓減率



このように前提条件においてお互いが等価であると考えている条件に従って交換を行えば、同じプレミアムがとれるのでリスクの交換が可能になってくるのである。