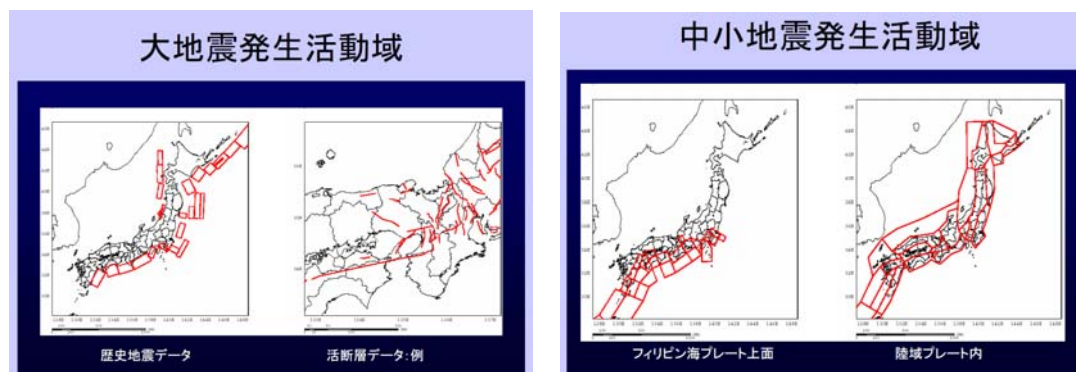


#### (4) 事例の紹介

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

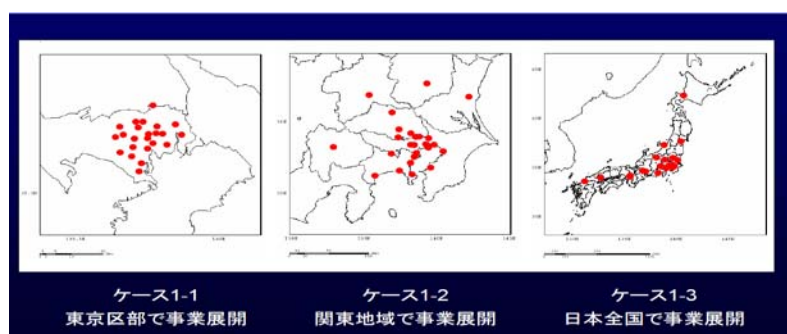
フラジリティカーブの諸特性は、中村らの研究を参照  
補修/建替え費用は、神田らの研究を参照

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。

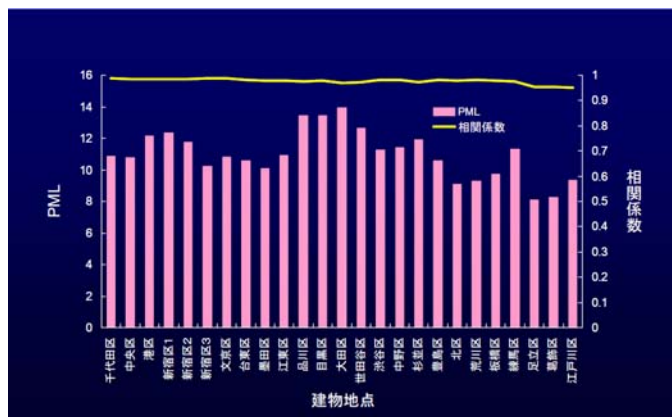
ケース1としては東京区部で事業展開をしているケース、ケース2では関東地域で事業展開をしているケース、ケース3では日本全国で事業展開をしているケースとなっている。このように、同じ25棟の建物を持っていてもそのポートフォリオの違いからリスクがどのように変わってくるかを解析した。

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

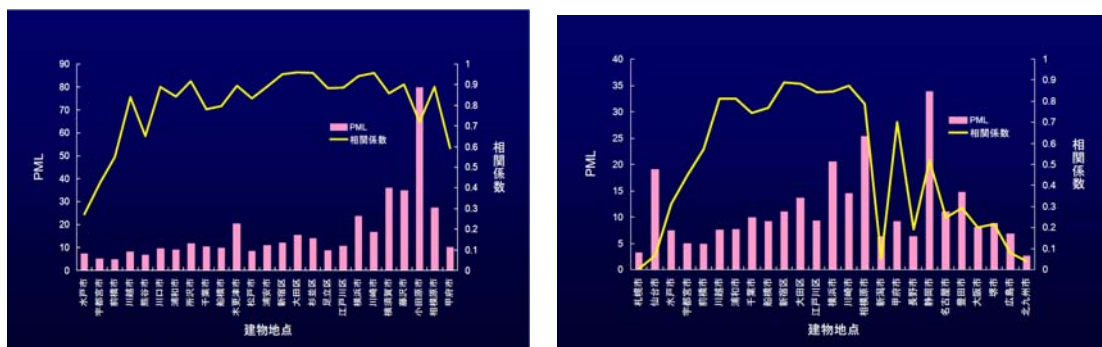


次にケース2の解析結果を図表15(左図)に示した。なお、このグラフではPMLを90まで表記しているため、図表14と比較してグラフが押し下がっている様に見える点には注意してほしい。一方、相関係数としては全体として下がっている点の特徴的である。

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。

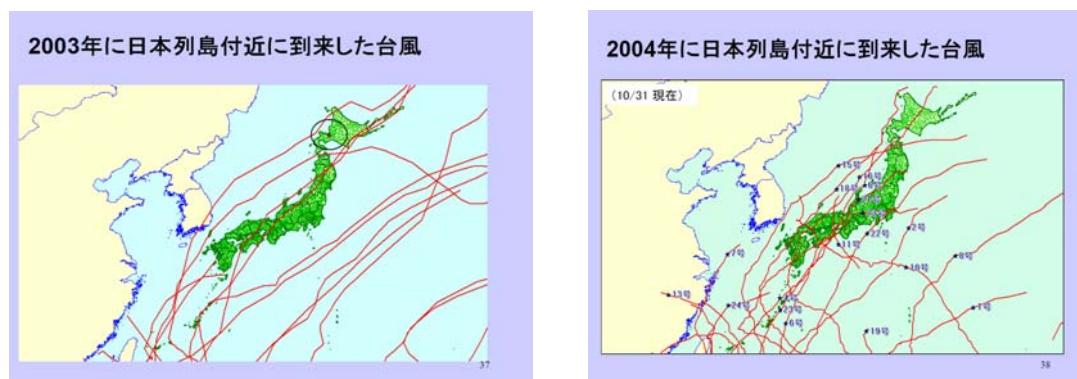
台風デリバティブを設計する際にも、地震のハザードと同じようなリスク計算を行う事となる。台風デリバティブは、あるエリアを台風が 1 年間に 3 つ通過した場合には 1,000 万円を支払うという仕組みで、例えば商売戦略上で雨が降ったら客数が減ってしまうような遊具施設などへの販売が多い。台風デリバティブの仕組みとしては、図表 17 の 2 種類がある。

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。