

## 4.7 地震リスクマネジメントへの利用

本節では、確率論的地震ハザード評価のリスクマネジメントへの利用例として、建物の地震リスク (PML) 評価への適用と、地震リスクファイナンス分野への適用の問題について述べる。元来、工学分野で開発されてきた確率論的地震ハザード・リスク評価技術が領域拡大し、不動産や金融の分野でも活用されるようになった事例である。

### 4.7.1 建物の地震 PML 評価への適用

#### (1) 背景

バブル経済の崩壊に伴い、不動産投資に対する考え方は大きく変わりつつある。従来の右肩上がりの経済下では値上がり益 (キャピタルゲイン) が重視されたのに対して、現在ではそこから生み出されるキャッシュフローにより不動産の価値が評価されるようになっている。併せて、関連法制度の整備もあいまって、不動産証券化や不動産投資信託 (J-REIT) などの新しい不動産投資の仕組みが登場している。

キャッシュフローにより不動産価値を評価するためには、単なる収益の評価のみでなく、不動産に係わる種々のリスクも適正に評価しておく必要がある。とりわけわが国では地震に対するリスクを無視し得ないため、建物の地震リスクの定量評価へのニーズが顕在化している。

投資不動産に対する詳細な物件調査 (デューデリジェンス) の中で、建物に関する物的な調査を報告書にまとめたものはエンジニアリングレポートと呼ばれている<sup>1)</sup>。エンジニアリングレポートに記載される標準的な項目を表 4.7.1 に示すが、その一つに地震リスク診断があり、そこで標準的に用いられている指標が地震 PML である。

表 4.7.1 エンジニアリング  
レポートの構成

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 物件概要</li> <li>・ 建築物診断</li> <li>・ 遵法性</li> <li>・ 修繕更新費用</li> <li>・ 再調達価格</li> <li>・ 環境リスク診断</li> <li>・ 地震リスク診断</li> </ul> |
|---|

(注) 文献 1) より項目のみを抜粋

#### (2) PML の定義と評価方法

建物の地震リスクの表現方法にはさまざまなものがあるが<sup>2)</sup>、基本的には対象期間内の損失と超過確率の関係を示したリスクカーブで表わすのが合理的である。しかしながら、簡便さや利便性の観点からは一つの数値でリスクが表現される方が望ましく、こうした立場から定義されたリスク指標の一つが PML (Probable Maximum Loss : 予想最大損失) である。

不動産評価 (エンジニアリングレポート) で標準的に用いられている PML を文献 1) では次のように定義している。「対象施設あるいは施設群に対し最大の損失をもたらす再現期間 475 年相当の地震が発生し、その場合の 90%非超過確率に相当する物的損失額の再調達価格に対する割合」

建物の地震リスク評価のフローを図 4.7.1 に示す<sup>3) 4)</sup>。手順としては、建物の立地場所での地震環境の評価（確率論的地震ハザード評価）、当該建物の耐震脆弱性評価（脆弱性評価）、被害の損失コストへの換算（ロス評価）に分けられ、必要に応じて地震火災による損失評価が加わる<sup>5)</sup>。それぞれ確率統計的に評価された結果が統合されリスクカーブを得ることができる。

上記の定義の PML を求める場合には、確率論的地震ハザード評価で 50 年超過確率 10%（再現期間 475 年相当）の地震動強さを求め、それに対する損失の 90%非超過値が PML として算出される。この手順においては、50 年超過確率 10%に対応する確率論的地震動予測地図が活用できる。

一方、不動産評価では複数の建物を対象とした地震リスクの評価も重要であり、こうした評価は集積リスク評価あるいはポートフォリオリスク評価と呼ばれている<sup>4)</sup>。ポートフォリオリスクを対象とする場合、リスクを損失比（建物の再調達価格に対する損失の割合）で見ると、全建物の損失を合算したリスクは個々の建物単独のリスクより小さくなる場合があり得る。その理由の一つは地域分散効果であり、立地場所が離れることによって同じ地震により複数の建物が同時に被害を受ける可能性が小さくなる。また、比較的近接した建物であっても、建物ごとの諸特性の独立性により、大数の法則によるリスク低減効果が考えられる。

ポートフォリオ地震リスクの評価では、個々の地震ごとに当該建物に生じる可能性がある損失を合算していくため、確率論的地震ハザードマップ（確率論的地震動予測地図）や個別地点でのハザードカーブではなく、その基の震源データの確率モデルが必要となる。

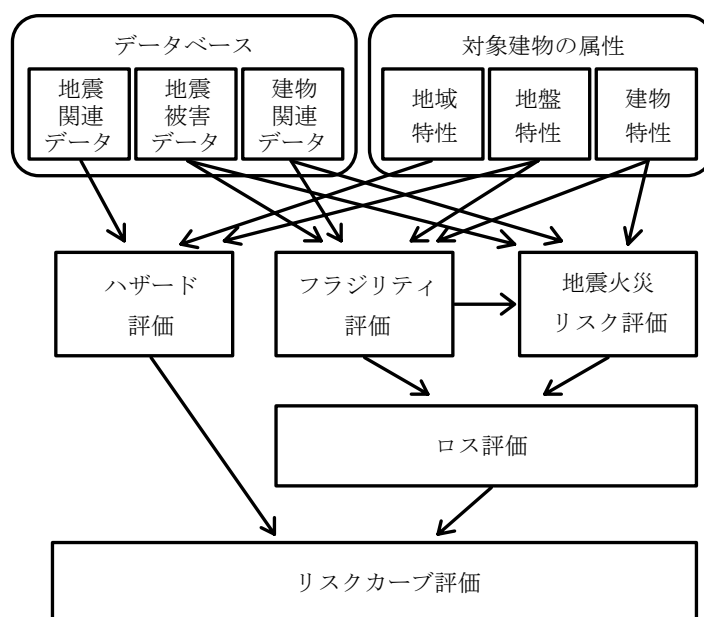


図 4.7.1 建物の地震リスク評価のフロー<sup>3)</sup>

確率論的地震ハザード評価の再分解（シナリオ型地震動評価との融合の一つ）の方法として「確率論的想定地震」の概念<sup>6)</sup>があるが、ハザード（地震動強さ）に適合した従来の概念を発展させ、リスク（損失）に適合した確率論的想定地震の選定法についても提案されている<sup>7)</sup>。この場合、損失を合算することによって、地域的な集積度を考慮した想定地震を選定できることが新たな特徴である。

### （3）PML の評価例

エンジニアリングレポートをチェックする場合の耐震性の目安として、建物の再調達価格に対する比で表した場合の PML が 15%を超えると耐震性に疑問が生じ、20%以上になると例えば証券化などの場合には地震保険の付保が要求されるケースが多いとされている<sup>8)</sup>。

では、具体的に PML がどの程度の数値になっているかを見てみる。表 4.7.2 は現在上場されている不動産投資信託（J-REIT）の各物件の PML を整理したものである。表には個別の物件の PML 値の範囲とポートフォリオ全体での PML 値を示している。各物件は立地場所（地域）、地盤、用途、建築年代、構造などがさまざまであるため、PML 値はそれなりに幅を有する。PML 値が相対的に高い物件の中には地震保険が付保されているものもある。また、ポートフォリオ全体での PML 値はいずれも 10%以下となっている。

表 4.7.2 J-REIT の建物の PML

| 投資法人              | 個別 PML  | ポートフォリオ PML |
|-------------------|---------|-------------|
| 日本ビルファンド投資法人      | 1.5～17% | 4.1%        |
| ジャパンリアルエステイト投資法人  | 非開示     | 5.3%        |
| 日本リテールファンド投資法人    | 0.8～15% | 2.7%        |
| オリックス不動産投資法人      | 4～21%   | 8.3%        |
| 日本プライムリアルティ投資法人   | 0.8～29% | 4.4%        |
| プレミア投資法人          | 2～13%   | 6.8%        |
| 東急リアルエステイト投資法人    | 5～14%   | 5.7%        |
| グローバル・ワン投資法人      | 3～7%    | 3.2%        |
| 野村不動産オフィスファンド投資法人 | 5～19%   | 7.6%        |
| ユナイテッド・アーバン投資法人   | 1～18%   | 9.0%        |
| 森トラスト総合リート投資法人    | 5～14%   | 5.7%        |
| 日本レジデンシャル投資法人     | 1.4～20% | 5.9%        |
| 東京グロースリート投資法人     | 7～23%   | 9.1%        |

（注）2004 年 6 月時点で各投資法人のホームページ上で公表されている情報に基づく。売買により物件は随時入れ替わるため、上記の数値は必ずしも最新のデータではない可能性がある。PML 値はいずれも建物の再調達価格に対する比率で示されている。

#### 4.7.2 リスクファイナンスへの適用

リスクマネジメントにおけるリスクの処理方策としてはリスクコントロールとリスクファイナンスに大別される。構造物などのハード面での地震リスクマネジメントとしては、耐震補強等によるリスクコントロール（リスク軽減）が基本であることは論を待たないが、その一方で地震災害は低頻度であるがゆえにファイナンスの面からのリスクマネジメントも一つの有力な方策である。

リスクファイナンスの代表格は保険である。ただし、地震は低頻度巨大災害であるため大数の法則にのりにくく、保険商品として馴染みにくい性格を有する。わが国の地震保険は制度上、住宅を対象としたもの（家計地震保険）と事務所や工場などを対象としたものに分けられる（共済は除く）。後者の企業向けの地震保険は、日本の保険会社は従来非常に厳しい引受規制を行ってきたが、損害保険の自由化に伴って激しい競争が繰り広げられる趨勢にある<sup>9)</sup>。しかしながら、上述した地震災害の特徴に加えて、巨大リスクに対する保険市場の引受能力に限りがあることが制約となっている。

一方、家計地震保険は1966年に制定された「地震保険に関する法律」の下で、政府が再保険を受ける形で運用されている制度である<sup>10)</sup>。地震保険への加入は火災保険とセットであり、保険金額も火災保険の保険金額の30～50%の範囲内で設定するよう定められている。2001年10月の改定により、建築年割引と耐震等級割引制度が導入されている。ちなみに、全国の世帯加入率は兵庫県南部地震前は10%前後であったのに対して、平成15年末では17%程度となっている<sup>11)</sup>。

現行の家計地震保険の地域別の保険料は、都道府県単位で4つに区分されている<sup>10)</sup>。地震保険料率の算定は確率論的地震ハザード評価や地震リスク評価と密接に関わっているが、地域ごとの世帯数や家屋の耐震性にも強く影響されるため、料率の地域分布は確率論的地震ハザードマップと単純に整合するものではないことに注意が必要である。現在の家計地震保険の料率は過去約500年間に発生した約400の地震の再来を前提とした場合の支払い保険金の推定値に基づいて算出されている<sup>10)</sup>。なお、地震調査研究推進本部の地震動予測地図の動きを受けて、家計地震保険の料率算定にその成果を反映させていく動きも出はじめている<sup>12)</sup>。

この10年、巨大災害の頻発に伴う伝統的保険市場の引受能力の縮小と金融技術の発達があいまって、金融市場へリスクを移転する手段が台頭してきている。こうした手段はリスクの証券化、保険デリバティブ、あるいはより広い概念で代替的リスク移転（ART：Alternative Risk Transfer）などと呼ばれている<sup>9) 13) 14)</sup>。保険市場より規模が大きな金融市場へリスクが移転できれば、安定的なコストでリスクヘッジが可能となり、保険会社の引受能力の拡大につながる事が期待できる。ちなみに、自然災害および天候リスクを対象とした災害リスク証券の2001年現在の発行残高は総額で25億ドルを上回る水準となっている<sup>9)</sup>。

日本の地震を対象とした地震債券（カタストロフィボンド、Cat Bond などと呼ばれる）も 1997 年に東京海上火災が発行して以降、元受保険会社あるいは再保険会社がいくつか手がけている。また、2003 年には JA 共済連が地震と台風を組み合わせた証券により約 550 億円の再保険カバーを確保している<sup>15)</sup>。また、こうした手段を事業会社が活用した事例としては 1999 年に発行されたオリエントランドの地震債券が著名である。施設自体の被害に加えて、営業中断や需要低下に伴う営業損失もカバーし得る点で従来の保険商品にはない利点を有している。この地震債券はディズニーランドの所在地である舞浜を中心とする半径 10km、50km、75km の円とリング内で地震が発生した場合に、マグニチュードの大きさに応じた割合で元本の減額あるいは社債購入が行われる<sup>14)</sup>。トリガーとしては気象庁マグニチュードが用いられており、地震債券の商品設計では上記の各領域におけるマグニチュード別の地震発生確率の評価がベースとなっている。

#### 4.7.3 確率論的地震動予測地図への期待

確率論手法を用いた地震リスク評価に対するニーズは今後とも増大していくことが予想される。確率論的地震リスク評価は、地震活動のモデル化、地震動予測、建物・構造物の応答・損傷評価、損失評価（直接被害、間接被害）という一連の手順を総合的に行う必要がある。各評価プロセスには種々の不確実性が含まれると同時に、評価結果には多くの判断が内包されている。したがって、例えば建物の PML の評価においても、同じ建物であっても評価者（評価機関）によって結果が異なるというのはしばしば見られる事実である。また、評価機関によって震源データの確率モデルが異なるため、保険料率の算定や地震債券の商品設計に際してのリスク評価においても差異が出てくる可能性がある。こうしたリスク評価に対する信頼性の問題が地震債券等のリスクプレミアムの割高感につながっているとの指摘もある<sup>9)</sup>。

地震リスク評価は将来予測の問題であるので、評価者によりその判断が分かれるというのは必ずしも否定されるべき話ではない。しかしながら、例えば地震活動のモデル化などは高度に専門的な知見が要請される問題であり、多くの専門家が認めているにもかかわらず、異なった判断を下す場合にはしかるべき説明がなされる必要があると思われる。

地震リスク評価の一連のプロセスのうち、地震ハザードの問題（地震活動のモデル化、地震動予測）は基本的に自然現象であり、主要な評価モデルの構築には理学分野の研究成果や専門的知見に依拠するところが大きい。評価の信頼性を担保する意味で、地震動予測地図が確率論的地震ハザード評価の共通情報基盤として、国のしかるべき機関で体系的にまとめられ、公表される意義は非常に大きいと考えられる。また、確率論的地震リスク評価では単なる地図情報（ハザードマップ）に加えて、ハザードカーブ情報あるいはより遡った震源情報の数値データが必要とされる場合が多い。したがって、これらの情報についても地図とセットで開示されることが望まれる。

### 参考文献

- 1) (社)建築・設備維持保全推進協会・(社)日本ビルディング協会連合会:不動産投資・取引におけるエンジニアリング・レポート作成に係るガイドライン, 2001.
- 2) 損害保険料率算出機構:地震 PML の現状と将来, RISK, No.66, pp.6-12, 2002.
- 3) 石川 裕・武田正紀・奥村俊彦・林 康裕・掛川秀史:建物の地震リスクの評価方法, 日本建築学会技術報告集, 第 11 号, pp275-278, 2000.
- 4) 石川 裕・奥村俊彦:複数建物の集積地震リスク評価, JCROSSAR2000 論文集, 34-B, pp.205-208, 2000.
- 5) 掛川秀史・石川 裕:事業所の地震火災リスク評価手法に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), 3104, pp.241-242, 2001.
- 6) 亀田弘行・石川 裕・奥村俊彦・中島正人:確率論的想定地震の概念と応用, 土木学会論文集, 第 577 号/ I-41, pp.75-87, 1997.
- 7) 石川 裕・奥村俊彦:地域の集積リスクを考慮した想定地震の選定方法, 地域安全学会論文集, No.3, pp.199-206, 2001.
- 8) 田辺信之著・日経不動産マーケット情報編:基礎から学ぶ不動産投資ビジネス, 日経 BP 社, 2004.
- 9) 斉藤正彦:ART の現状と課題, 損害保険研究, 第 64 巻第 1 号, pp.129-154, 2002.
- 10) 損害保険料率算定会:日本の地震保険, 平成 14 年 4 月 24 日発行.
- 11) 損害保険料率算出機構ニュースリリース, 2004 年 8 月 12 日:  
<http://www.nliro.or.jp/news/index.html>
- 12) 損害保険料率算出機構:確率論的地震動予測地区の地震保険料率への適用に関して, 地震調査研究推進本部政策委員会第 13 回成果を社会に活かす部会資料, 資料成 13-(7), 平成 15 年 7 月 29 日.(<http://www.jishin.go.jp/main/>)
- 13) 日吉信弘著:代替的リスク移転(ART), 保険毎日新聞社, 2000.
- 14) 土方 薫著:総解説・保険デリバティブ, 日本経済新聞社, 2001.
- 15) 全国共済農業協同組合連合会(JA 共済連)ニュースリリース, 平成 15 年 6 月 27 日.