〔審査付論文（研究論文）〕

東京都心部の地震リスクが
オフィスビルの価格形成に与える影響A Study on the Impact of Earthquake Risk
on the Value of Office Buildings in the Six Wards of TokyoHiroaki KOMATSU : Japan Real Estate Institute,
Head Office Research & Study Dept.

小松 広明*

The purpose of this study is to verify the impact of the earthquake risk on the value of office buildings. To examine the effects of vulnerability to building and probable maximum loss on price, rent, and appraisal cap rates, the use of which is office, these dependent variables are regressed on characteristics of the property by cross-sectional hedonic model. As a result, it was found that the vulnerability to building collapse decrease unit prices of office buildings by 7.5% and rents of those by 7.6%. On the other hand, the vulnerability to building collapse didn't impact on cap rates of office buildings.

keywords : vulnerability to building collapse, hedonic approach, office building
建物倒壊危険度, ヘドニック・アプローチ, オフィスビル

1. はじめに

1-1 研究の背景

2011年3月11日に発生した東日本大震災によって、その後の地震リスクに対する国民の意識に変化がみられている。例えば、日本不動産研究所が東日本大震災後に行った「第24回不動産投資家調査」(2011年4月1日現在)の結果をみると、免震・制震構造等を施した建物に対する評価として「上昇した」とする回答が約6割を占めた。建物の耐震性能に対する関心が高まっていることがわかる。東京都が実施した建物の耐震化に関する世論調査(2008年12月)によれば、東京で大地震が起きることに対する不安を感じる人の割合は87.7%であり、地震に関する知識や情報への関心度については86.2%の人が関心を持っていることが示されている。また、建物の耐震化整備を進めるべき建築物としてオフィスビルは49%と、スーパーマーケッ

トや百貨店等の物販店(79.1%)、旅館・ホテルなどの宿泊施設(57.2%)に次いで高い水準にある。

したがって、今後は、地震リスクへの対応の有無、建物属性としての耐震性能、立地属性としての地盤特性等がオフィスビルの価格形成要因として重視されるものと考えられる。

1-2 先行研究の状況

地震リスクの家賃への影響に関する実証分析を行った研究として、例えば、山鹿ら(2002)¹⁾がある。当該研究では、建物倒壊危険度は旧耐震基準に基づいた物件の家賃に対して、強く負の影響を与えることを示すとともに、新耐震基準の導入による耐震化投資が家賃の水準を全般的に高めていることを示した。また、直井ら(2009)²⁾は、地震発生リスクに関する指標として「地震ハザードステーション」(独立行政法人防災科学研究所)において公開されている「今後30年間で震度6弱以上の地震発生確率」を用いて、ヘドニック家賃関

数の推定を行っている。その結果、地震発生確率は、家賃水準を引き下げるとの結果を得ている。

一方、地震リスクの地価あるいは建物及びその敷地の価格への影響に関する実証分析を行った研究としては、山鹿ら(2002)³⁾がある。当該研究では、東京都が1998年に町丁目単位で公表した地域危険度の指標のうち建物倒壊危険度を用いて、当該指標が公示地価に対して1980年代後半から1990年代前半にかけて強く負の影響を与えていることを示した。また、斎藤(2005)⁴⁾は、浸水危険区域と浸水実績の2つの浸水危険性の指標を用いて、ヘドニック・アプローチにより、地価及び分譲マンション価格に与える影響について実証分析を行っている。その結果、浸水想定区域及び過去の浸水実績は、いずれも地価及び分譲マンション価格に負の影響を与えていることを示した。さらに、市川(2010)⁵⁾は、災害リスクとして、地震リスクと浸水リスクを対象として、当該災害リスクが、住宅、オフィスのJREITの取得価格に与える影響について実証分析を行っている。その結果、PML値及び建物倒壊危険度の各指標が、住宅、オフィスの取得価格に対して負の影響をそれぞれ与えていることを明らかにした。

以上のように、先行研究では、住宅用途を中心として、地震リスクが当該賃料あるいは価格のそれぞれに負の影響を与えていることを実証的に示すものがみられる。しかしながら、オフィス用途については、価格の側面からの先行研究はみられるものの、賃料及びキャップ・レートに与える地震リスクの影響についてはこれまで明らかにされていない。

1-3 本研究の目的

本研究の目的は、地震リスク⁽¹⁾がオフィスビルの価格形成に与える影響を、収益還元モデル⁽²⁾に照らして明らかにすることである。つまり、本研究は、オフィス賃料及びキャップ・レートに対して地震リスクの影響の程度を明らかにするとともに、純収益の現在価値の総和となる価格に対して地震リスクの影響度を明示することを目的とする。

2. 地震リスクの把握

2-1 対象とする地震リスク指標

神谷ら(1996)⁶⁾は、阪神淡路大震災の前後における首都圏居住者の地震災害イメージ等の変化をアンケート調査によって把握している。調査の結果、地域の被害イメージとして火災の発生が69%と最も懸念されているが、震災前後における回答率の上昇においては、家屋の倒壊が最も高く、44.4%から62.0%と20ポイントを超える上昇がみられた。そこで、本研究では、建物倒壊危険度を地域要因としての地震リスク指標と捉えることにする。この点、小宮ら(2002)⁷⁾は、アンケート調査から町の客観リスク（東京都の地域危険度）と認識リスクに関しては、世田谷地区の方が墨田地区より小さく、両地区の認識リスクの相違は概ね東京都の地域危険度と対応していることを示した。したがって、地域危険度の一つである建物倒壊危険度は、地域要因として認識されているものと考えられる。

一方、証券化対象不動産の鑑定評価において、不動産鑑定士はエンジニアリング・レポートを活用しなければならず、当該レポートでは地震リスクに関してPML値を算定することが慣行的な評価基準とされている。また、市川(2010)は、オフィスの取得価格にPML値が15%以上となる場合には、統計的に有意に負の影響を与えていることを明らかにしている。PML値とは、敷地地盤が建物に及ぼす地震の影響を考慮した建物の予想される補修費の再調達原価に対する割合を示すものであり、本研究では、PML値は建物の個別的要因として捉えることにする。以上のように、本研究では、価格形成要因を地域要因と個別的要因に区分し、当該要因に即応する地震リスクの指標として、建物倒壊危険度とPML値をそれぞれ用いる。

2-2 地震リスクが不動産価格形成に与える

影響

赤井・大竹(1995)⁸⁾は、補償賃金格差理論と土地の資本化理論を考慮のうえ、賃金と家賃におけ

る地域間の環境格差に関する実証分析を行い、安全性の指標となる火災件数や風水害被害総額が賃金及び家賃をそれぞれ構成していることを示している。環境質の変化や環境サービスの水準の変化が市場価格に反映されるためには、家計など不動産を購入する社会主体に認識されて価値付けされたうえで、市場の行動に影響を与える過程が必要となる（藤田・盛岡 1995⁹⁾）。このとき、地震の発生頻度は、低頻度となることから、当該地震リスクに対する不動産取得時の支払い意思額への反映可能性が懸念される。この点について、山口ら（2000）¹⁰⁾は、Viscussi（1992）¹¹⁾の客観的リスクと主観的リスクの理論式をもとに、一般に災害は低頻度で大規模な被害をもたらすリスクであり、客観的リスクよりも主観的リスクの方が高く、結果として認知リスクのバイアスが大きくなることを示している。したがって、地震リスクは、低頻度ではあるが、市場参加者の主観的リスクは客観的リスクよりも高く認識されており、客観的な地震リスク指標に比べて市場参加者において認知されるリスクの程度は相対的に高いものと考えられる。

したがって、地震リスク指標は、市場価格に顕著に反映されるものと考えられる。

内閣府が実施した防災に関する特別世論調査（2010年1月21日）によれば、自然災害に対する不安は、全体の83.6%と高い。また、ハザードマップで防災情報を確認した国民の割合も上昇しており、平成19年10月時点で24.9%から平成21年12時点では31.2%となっている。以上のように、災害リスクに対する社会的認識の水準は高まっているものと考えられることから、地震リスクは、これまで以上に不動産価格にキャピタライズしている可能性が高いと考えられる。山口ら（2000）によれば、経済主体は、災害危険度の空間的分布に関する信念に基づいて立地選択を行うものとし、災害危険度情報の提供は、各主体の信念の更新を促し、結果として立地選択を誘導する働きを持つとしていることから、地域の開放性と関連して賃料への帰着を促進させるものと考えられる。したがっ

て、災害危険度は、賃料にキャピタライズし、価格と同様に資本化されるものと考えられる。

高度商業地におけるオフィスビルの価格は、収益価格に基づいて形成されている。収益還元モデルに照らしてオフィスビルの不動産価値を捉えると、災害危険度は、賃料を資本還元するキャップ・レートにおいてもリスクとして反映されるものと考えられる。以上から、本研究では2-4節において仮説を設定し、3章以降で仮説の検証を行うものとする。

2-4 地震リスクと不動産価格形成に関する仮説の設定

価格形成要因の視点から建物倒壊危険度とPML値の関係についてみると、建物倒壊危険度は、町丁目ごとの相対的危险性に基づく評価であり、土地の地域要因に該当する。一方、PML値は、建物に関する個別的要因に該当する。

したがって、本研究では、地震リスク指標として地域要因に即応する建物倒壊危険度と個別的要因に即応するPML値をそれぞれ用いて以下の3つの仮説を設定する。

- 仮説1：地震リスクの高い物件は、オフィスの価格が相対的に低い。

仮説2：地震リスクの高い物件は、オフィスの賃料が相対的に低い。

仮説3：地震リスクの高い物件は、当該プレミアムを形成するため、オフィスのキャップ・レートが相対的に高い。

以上のように、本研究では、地震リスクがオフィスビルの価格形成に与える負の影響を、収益還元モデルに照らしてフローとストックの両面から明らかにする。以下、当該3つの仮説の検証を行うこととする。

3. 地震リスクと価格の関連性（仮説1の検証）

3-1 分析方法

地震リスクの指標として、地域要因に即応する

表-1 オフィス価格データの記述統計量

変数	千代田区	中央区	港区	渋谷区	新宿区	品川区	都心6区
平均値	1,225	1,177	1,286	1,520	1,117	917	1,225
標準偏差	608	648	648	781	583	331	638
最大値	3,749	4,942	3,543	3,509	2,911	1,932	4,942
最小値	533	504	440	627	204	329	204
平均値	6,567.7	5,108.3	6,274.5	4,781.1	5,774.1	9,363.9	6,146.0
標準偏差	12,123.1	4,987.8	8,716.4	5,149.0	6,744.8	9,902.8	8,465.7
最大値	65,280.0	23,219.5	72,238.0	22,771.4	31,500.9	42,084.1	72,238.0
最小値	826.5	731.0	494.1	928.2	526.4	1,311.2	494.1
平均値	16.1	15.4	16.1	12.1	12.7	15.2	15.1
標準偏差	9.3	9.6	9.1	7.5	7.6	7.3	8.8
最大値	46	43	46	34	28	33	46
最小値	0	0	0	0	0	0	0
平均値	64.8	85.2	83.7	63.1	61.4	83.6	76.0
標準偏差	8.3	15.8	12.7	11.6	16.8	13.4	16.7
最大値	92	126	133	90	90	115	133
最小値	53	55	66	41	41	69	41
平均値	2.4	2.9	4.2	5.3	4.0	4.9	3.8
標準偏差	2.2	2.2	3.0	2.9	3.0	4.3	3.0
最大値	8	9	16	11	11	15	16
最小値	0	0	0	0	0	0	0
平均値	10.5	11.5	10.6	10.4	8.6	10.4	10.5
標準偏差	4.1	4.2	4.3	3.4	3.6	3.7	4.1
最大値	16.6	17.7	21	15.5	14	18	21
最小値	2.24	1.5	0.36	2.2	1.6	2.7	0.36
平均値	1.6	2.2	1.8	1.4	1.4	1.5	1.7
標準偏差	0.7	0.8	0.7	0.5	0.6	0.8	0.7
最大値	3	4	3	2	3	3	4
最小値	1	1	1	1	1	1	1
サンプル数	50	57	91	28	34	24	284

建物倒壊危険度及び個別的要因に即応するPML値を説明変数に用いて、都心6区におけるオフィスビルの取得価格を目的変数とするヘドニック価格関数を推定する。当該ヘドニック価格関数を用いて、地震リスク指標の価格に与える影響の程度を明らかにする。

3-2 使用データ

データは、J-REIT物件の各種投資法人の公開情報が整理されている東急不動産㈱「TOREIT」を用いる。2001年から2010年までの都心6区⁽³⁾に所在するオフィスビルの284件を収集した。当該記述統計量は表-1のとおりである。

なお、地震リスクの指標である建物倒壊危険度とPML値の相関係数は0.241であり、当該指標間にみられる相関関係は低い。

3-3 地震リスク要因を考慮したヘドニック価格関数の関数形の選定と推定

ヘドニック価格関数は、消費者の付け値関数と供給者のオファー価格関数の包絡線として求められる(Rosen 1974⁽¹²⁾)。当該関数形は、先験的に知ることができないため、試行錯誤で当てはまりの良い関数を探すことになる(金本・矢澤 1998⁽¹³⁾)。関数形の選択には、非線形性を考慮したBox-Cox変換が用いられることが多い(Cassel and Mendelson 1985⁽¹⁴⁾, Halvorsen and Pollakowski

1981⁽¹⁵⁾, Goodman 1978⁽¹⁶⁾, etc.)。

本研究では、関数形の理論的根拠の検証を目的として、①線形—線形、②線形—対数、③対数—線形、④対数—対数の4つの関数形を対象として、均一分散性を考慮のうえ、最も自由度修正済み決定係数が高い関数形を選択することにした。なお、不均一分散の検定には、BP(Breusch and Pagan)テスト⁽⁴⁾を用いた。その結果、限界効用逓減則を反映する両側対数の関数形が採用された。次に、当該両側対数の関数形をもとに、建物倒壊危険度の相違によるPML値の影響の程度を捉えるために、建物倒壊危険度とPML値の交差項を変数に加えたヘドニック価格関数の推定を行った。

地域要因に即応する建物倒壊危険度は、5段階に区分されている。本研究においては、都心6区に分析地域を限定していることから、当該危険度を3段階に集約することにした(山鹿ら2002, 市川2010)。

推定の結果、地震リスクを示す変数は、いずれも統計的に有意に推計されており、建物倒壊危険度2のダミー変数と建物倒壊危険度3以上のダミー変数とのPML値の交差項は、いずれも有意水準10%で有意となった(表-2参照)。

[ヘドニック価格関数]

$$\ln P_i = \alpha + \sum_{k=1}^5 \beta_k \ln x_k + \delta_1 DUM_{i_collapse_2} \times X_{i_PML} +$$

$$\delta_2 DUM_{i_collapse_3} \times X_{i_PML} + \sum_{l=1}^9 \theta_l DUM_{i_time} + \sum_{m=1}^{12} \lambda_m DUM_{i_area} + \varepsilon_i$$

P_i : 物件*i*の賃貸可能床面積あたりの実際取引単価(千円/㎡), x_k : 物件属性(築後年数(年), 都心総合接近性⁽⁵⁾(分), 駅距離(分)), X_{i_PML} : PML値, $DUM_{i_collapse_2}$: 建物倒壊危険度2を1, それ以外を0, $DUM_{i_collapse_3}$: 建物倒壊危険度3以上を1, それ以外を0, DUM_{i_time} : 取引時点ダミー変数, DUM_{i_area} : 地域ダミー変数, ε_i : 誤差項

したがって、建物倒壊危険度の相違によって、PML値の価格に与える影響が異なることを示唆している。建物倒壊危険度1の地域、当該2の地

表-2 ヘドニック価格関数の推定結果

説明変数	線形-線形	線形-対数	対数-線形	対数-対数(a)	対数-対数(b)
β_1 築年数	-1E+05 -2.838 ***	-2E+06 -3.922 ***	-0.006 -2.34 **	-0.101 -4.083 ***	-0.101 -4.054 ***
β_2 都心距相対性	-1E+05 -5.287 ***	-1E+07 -3.394 ***	-0.008 -5.216 ***	-0.629 -5.289 ***	-0.625 -5.227 ***
β_3 距離	-3E+05 -2.838 ***	-1E+06 -2.78 ***	-0.027 -3.425 ***	-0.099 -3.495 ***	-0.099 -3.492 ***
β_4 PML値	-2E+05 -3.685 ***	-2E+06 -3.81 ***	-0.02 -3.686 ***	-0.136 -3.512 ***	-0.123 -3.003 ***
β_5 建物倒壊危険度	-1E+06 -2.371 **	-2E+06 -2.116 **	-0.068 -2.232 **	-0.103 -1.984 **	—
β_6 建物倒壊危険度2 × PML値	—	—	—	—	-0.034 -1.72 *
β_7 建物倒壊危険度3以上 × PML値	—	—	—	—	-0.044 -1.854 *
θ_1 2002年DUM	2E+06 -0.119	3E+06 -0.22	0.0078 0.977	-0.001 -0.012	0.0034 0.034
θ_2 2003年DUM	2E+06 1.357	2E+06 1.057	0.2408 2.233	0.2077 1.977	0.2079 1.974 **
θ_3 2004年DUM	1E+06 0.859	1E+06 0.827	0.0962 1.086	0.0968 1.129	0.0982 1.141
θ_4 2005年DUM	2E+06 1.939 *	2E+06 1.855 *	0.2239 3.016	0.2294 3.025 ***	0.231 3.027 ***
θ_5 2006年DUM	3E+06 2.234 **	2E+06 2.152 **	0.2158 2.89 ***	0.2151 3.068 ***	0.2162 3.074 ***
θ_6 2007年DUM	8E+06 6.382 ***	7E+06 5.988 ***	0.5769 7.186 ***	0.5416 6.925 ***	0.5468 6.989 ***
θ_7 2008年DUM	8E+06 6.443 ***	8E+06 6.056 ***	0.5558 6.911 ***	0.525 6.617 ***	0.5245 6.582 ***
θ_8 2009年DUM	6E+06 2.666 ***	5E+06 2.512 **	0.4097 3.091 ***	0.3899 2.99 ***	0.3912 2.995 ***
θ_9 2010年DUM	4E+06 1.039	3E+06 0.774	0.3522 1.442	0.3166 1.326	0.3273 1.368
λ_1 千代田区DUM	-3E+06 -2.28 **	-2E+06 -2.032 **	-0.153 -1.987 **	-0.126 -1.689 *	-0.122 -1.616
λ_2 墨区DUM	2E+06 1.734 *	2E+06 2.047 **	0.112 1.765 *	0.1207 2.106 **	0.1234 2.083 **
λ_3 新橋区DUM	2E+06 -3.387 ***	5E+06 -3.55 ***	-0.46 -4.749 ***	-0.448 -4.736 ***	-0.443 -4.633 ***
λ_4 品川区DUM	2E+06 -1.626	2E+06 -1.38	-0.168 -2.006 **	-0.148 -1.818 *	-0.148 -1.788 *
λ_5 渋谷区DUM	719347 0.482	711094 0.531	0.0651 0.684	0.0647 0.689	0.0665 0.709
λ_6 京橋区DUM	5E+06 1.82 *	5E+06 1.904 *	0.4106 2.416 **	0.4151 2.43 **	0.4269 2.507 **
λ_7 丸の内-大手町DUM	1E+07 3.816 ***	1E+07 3.58 ***	0.4949 2.845 ***	0.4582 2.66 ***	0.4642 2.692 ***
λ_8 有楽町DUM	2E+06 2.248 **	3E+06 1.829 *	0.1596 2.217 **	0.1688 1.922 *	0.1731 1.948 **
λ_9 銀座DUM	9E+06 4.041 ***	9E+06 4.356 ***	0.4633 2.989 ***	0.4447 3.395 ***	0.452 3.358 ***
λ_{10} 山手山DUM	6E+06 2.626 ***	6E+06 2.932 ***	0.3553 2.63 ***	0.3928 2.981 ***	0.3919 2.987 ***
λ_{11} 神宮前DUM	5E+06 1.76 *	6E+06 2.151 **	0.2964 1.652 *	0.3697 2.088 **	0.3731 2.084 **
λ_{12} 西新宿DUM	4E+06 2.09 **	3E+06 1.835 *	0.4344 3.738 ***	0.4088 3.569 ***	0.4108 3.574 ***
α 定数項	3E+07 9.089 ***	6E+07 7.227 ***	17.183 87.184 ***	19.442 34.245 ***	19.397 33.932 ***
決定係数	0.531	0.548	0.540	0.558	0.558
自由度修正済み決定係数	0.484	0.502	0.494	0.513	0.511
BP testにおけるp値	0.011	0.025	0.398	0.421	0.454
AIC	9596.008	9585.767	185.717	174.672	176.655
サンプル数	284	284	284	284	284

注) ***:有意水準1%, **:有意水準5%, *:有意水準10%

表-3 ヘドニック価格関数における地震リスクに関する変数選択

建物倒壊度変数	case1	case2	case3	case4	case5	case6	case7	case8	case9	case10
建物倒壊度区分なし	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—
建物倒壊度2dum	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—
建物倒壊度3dum	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—
建物倒壊度4dum	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—
建物倒壊度2以上dum	—	—	—	○	○	○	—	—	—	—
建物倒壊度3以上dum	—	—	○	—	—	—	—	○	○	○
PML区分なし	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—
PML5%以上	—	—	—	—	○	—	—	○	—	—
PML10%以上	—	—	—	—	—	○	—	—	○	—
PML15%以上	—	—	—	—	—	—	○	—	—	○
AIC	174.7	178.4	176.6	174.9	186.2	178.2	179.6	190.6	182.4	184.0

域、3以上の地域では、それぞれのPML値の価格に対する弾力性は、 -0.123 , -0.157 , -0.166 となり、建物倒壊危険度が高い地域であるほど、PML値が価格に与える負の影響は大きくなることが示されている。以上から、建物倒壊危険度及びPML値はオフィスビルの価格形成に負の影響を与えていることから仮説1は支持された。なお、ヘドニック価格関数の推定に際しては、AIC基準をもとに地震リスク指標に関する変数選択を行っている。その結果、建物倒壊危険度及びPML値のいずれも連続変数とするcase1のAICが174.7と最

図-1 建物倒壊危険度別にみたPML値と価格指数の関係

小となることを確認している(表-3参照)。

ヘドニック価格関数を用いて、建物倒壊危険度1におけるPML値10%を基準とした価格指数をもとに、建物倒壊危険度2及び建物倒壊危険度3以上となる場合のそれぞれのPML値と価格指数の推移を算定した。その結果、PML15%以下を対象とする建物倒壊危険度1と当該危険度3以上の価格差の平均は -7.5% となる。

4. 地震リスクと賃料の関連性 (仮説2の検証)

4-1 分析方法

ヘドニック賃料関数を用いて、地震リスク指標が賃料に与える影響の程度を明らかにするため、地震リスク指標として、地域要因に即応する建物倒壊危険度を説明変数を用い(山鹿ら2002)、都心6区におけるオフィスビルの賃料を目的変数とするヘドニック賃料関数を推定する。

なお、個別的要因に即応するPML値については、下記4-2のデータを用いることから入手が困難である。したがって、地域要因に即応する建物倒壊危険度のみを用いて、仮説2の検証を行うものとする。

4-2 使用データ

データは、アットホーム(株)「ATBB」をもとに、2010年1月1日から2011年2月3日までに成約した都心6区に所在するオフィスビルの賃貸事例

表-4 オフィス賃料データの記述統計量

変数	千代田区	中央区	港区	渋谷区	新宿区	品川区	都心6区
実質賃料単価 (円/㎡)	平均値	3,731	3,472	4,274	4,392	3,702	3,179
	標準偏差	1,414	1,080	1,405	1,097	961	901
	最大値	19,058	8,099	15,235	8,850	8,258	6,271
	最小値	1,429	1,908	1,653	2,255	1,861	2,065
専有面積 (㎡)	平均値	122.2	112.3	121.6	97.2	109.8	116.3
	標準偏差	86.9	68.2	95.1	56.1	74.3	77.0
	最大値	690.0	414.0	632.0	432.0	693.0	403.6
	最小値	50.57	50.28	50.42	50.16	50	51.1
建築経過年数 (年)	平均値	7.7	7.8	7.3	6.9	7.9	7.5
	標準偏差	1.8	1.8	2.6	2.7	3.5	2.8
	最大値	14	15	20	20	44	14
	最小値	3	3	3	3	3	3
建物階層 (階)	平均値	4.1	4.5	4.3	3.8	4.3	3.7
	標準偏差	2.0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4
	最大値	10	14	15	12	12	9
	最小値	1	1	1	1	1	1
対象階 (階)	平均値	28.7	24.9	26.5	25.2	25.6	23.6
	標準偏差	11.1	9.8	10.2	10.8	10.0	10.3
	最大値	49	48	46	48	48	49
	最小値	0	0	0	0	0	2
駅距離 (分)	平均値	64.4	85.2	81.9	67.3	61.2	88.8
	標準偏差	8.0	9.6	10.4	12.6	14.1	17.6
	最大値	93	99	103	99	96	141
	最小値	53	55	66	41	41	69
都心総合接近性 (分)	平均値	3.8	2.9	4.2	4.9	4.2	5.4
	標準偏差	2.0	1.8	2.6	2.6	3.4	2.4
	最大値	9	8	13	15	15	14
	最小値	1	1	1	1	1	1
建物倒壊危険度 (順位)	平均値	2.0	2.4	1.7	1.6	1.6	1.9
	標準偏差	0.7	0.7	0.8	0.6	0.7	0.9
	最大値	3	4	4	3	5	3
	最小値	1	1	1	1	1	1
サンプル数	301	187	270	224	207	38	1,227

1,227件を収集した。当該記述統計量は表-4のとおりである。

4-3 ヘドニック賃料関数の推定

前述のとおり、個別的要因に即応するPML値については、J-REIT物件と異なる一般のオフィスビルの賃貸事例を用いることから明示されていないことに留意を要する。

ヘドニック賃料関数における関数形については、価格と同様、限界効用逓減則を反映し得る両側対数とした。

[ヘドニック賃料関数]

$$\ln Renti_i = \alpha + \sum_{k=1}^6 \beta_k \ln x_{ik} + \mu DUM_{i, floor} + \nu DUM_{i, SRC} + \xi DUM_{i, quake} +$$

$$\sum_{j=1}^2 \delta_j DUM_{i, collapse} + \theta DUM_{i, time} + \sum_{m=1}^{17} \lambda_m DUM_{i, area} + \varepsilon_i$$

$Renti_i$: 物件 i の実質賃料単価 (円/㎡), x_i : 物件属性(都心総合接近性(分), 駅距離(分), 専有面積(㎡), 建物階層(階), 対象階(階)), $DUM_{i, floor}$: 対象階が1階を1, 非該当を0, $DUM_{i, SRC}$: SRC造を1, 非該当を0, $DUM_{i, quake}$: 新耐震基準を1, 非該当を0, $DUM_{i, collapse}$: 建物倒壊危険度1を基準として当該危険度2をM, 当該危険度3以上をH, $DUM_{i, time}$: 賃貸時点ダミー変数, $DUM_{i, area}$: 地域ダミー変数, ε_i : 誤差項

表-5 オフィスのヘドニック賃料関数の推定

説明変数名	偏回帰係数	t値	優位水準
β_1 都心総合接近性	-0.501	-10.804	***
β_2 駅距離	-0.098	-9.659	***
β_3 専有面積	0.095	7.690	***
β_4 築後年数	-0.064	-5.039	***
β_5 建物階層	0.068	2.733	***
β_6 対象階	0.019	1.260	
μ 1階DUM	0.162	5.246	***
ν SRC構造DUM	0.039	2.459	***
ξ 新耐震基準DUM	0.050	3.047	**
δ_1 建物倒壊危険度M.DUM	-0.048	-3.091	***
δ_2 建物倒壊危険度H.DUM	-0.079	-3.909	***
θ 2011年DUM	-0.038	-1.791	*
λ_1 千代田区DUM	0.010	0.376	
λ_2 港区DUM	0.209	7.767	***
λ_3 新宿区DUM	-0.021	-0.721	
λ_4 品川区DUM	0.022	0.546	
λ_5 渋谷区DUM	0.252	9.009	***
λ_6 八重洲DUM	0.498	3.237	***
λ_7 京橋DUM	0.185	2.198	**
λ_8 茅場町DUM	0.166	2.240	**
λ_9 麹町DUM	0.132	2.166	**
λ_{10} 浜松町DUM	0.115	1.996	**
λ_{11} 日本橋DUM	0.403	4.001	***
λ_{12} 銀座DUM	0.305	5.955	***
λ_{13} 青山DUM	0.198	5.767	***
λ_{14} 麻布DUM	0.095	2.419	**
λ_{15} 広尾DUM	0.144	2.051	**
λ_{16} 代々木DUM	-0.184	-3.468	***
λ_{17} 港南DUM	-0.216	-1.710	*
α 定数項	9.947	43.829	***
決定係数	0.431		
自由度修正済み決定係数	0.417		
サンプル数	1,221		

注) ***: 有意水準1%, **: 有意水準5%, *: 有意水準10%

推定の結果、建物倒壊危険度M及びLのダミー変数は、有意水準1%でいずれも統計的に有意となった。建物倒壊危険度は、地域要因としてオフィス賃料に負の影響を与えていると考えられる。前記3.において価格に対して負の影響を与えていることが示唆された結果とも整合性を有する。

したがって、仮説2は支持されたものと考えられる。

4-4 地震リスクに対する賃料格差率の推定

ヘドニック賃料関数を用いて、建物倒壊危険度がオフィス賃料に与える影響について推計すると以下のとおりである。

オフィス賃料指数は、建物倒壊危険度の上昇とともに減少していく傾向が見て取れる(図-2参照)。建物倒壊危険度Lのオフィス賃料を基準にした指数をみると、賃料指数は、建物倒壊危険度Mで95.3(減価率-4.7%)となり、建物倒壊危険度Hでは92.4(減価率-7.6%)と推計される。

図-2 建物倒壊危険度によるオフィス賃料指数の比較

5. 地震リスクとキャップ・レートの関連性 (仮説3の検証)

5-1 分析方法

地域要因の地震リスク指標として建物倒壊危険度を、また個別的要因の地震リスク指標としてPML値をそれぞれ説明変数に用いて、都心6区のオフィスビルのキャップ・レートを目的変数とするキャップ・レートモデルを推定する。当該キャップ・レートモデルを用いて地震リスク指標の価格に与える影響度を明らかにする。

5-2 使用データ

データは、東急不動産㈱「TOREIT」をもとに、2001年から2010年までの都心6区に所在するオフィスビルの236件を収集した。当該記述統計量は表-6のとおりである。

なお、表-1と収集したサンプル数が異なるのは、キャップ・レートが公開されている物件に相違があることによる。当該サンプル数の相違から、サンプル・セレクション・バイアスが懸念される。しかしながら、キャップ・レートが非公表とされる物件は、市場開設初期の物件に限られることから当該バイアスの影響は限定的であると考えられる。

5-3 キャップ・レートモデルの推定

キャップ・レートは、前記ヘドニック価格及び賃料関数と同様に、限界効用逓減則を考慮のうえ、両側対数を採用した。変数の選択については、

表-6 収集データの記述統計量

変数	千代田区	中央区	港区	渋谷区	新宿区	品川区	都心6区
キャップ・レート (%)	平均値	5.0	5.1	5.0	4.7	5.0	5.4
	標準偏差	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6
	最大値	6.3	6.8	6.6	5.7	5.8	6.5
賃料可能面積 (㎡)	平均値	3.7	4.1	3.6	3.9	4.3	4.3
	標準偏差	4904.0	4649.2	5195.3	3960.0	5801.5	8870.7
	最大値	8709.4	4684.8	8539.0	4585.0	7247.9	9818.3
築後年数 (年)	平均値	57254.6	23219.5	72238.0	22771.4	31500.9	42084.1
	標準偏差	826.5	731.0	494.1	928.2	780.6	1311.2
	最大値	15.8	16.1	16.6	12.9	13.2	15.6
都心総合接近性 (分)	平均値	5.9	10.0	8.7	8.1	7.8	7.2
	標準偏差	46.0	43.0	46.0	34.0	28.0	33.0
	最大値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
駅距離 (分)	平均値	65.3	85.7	84.3	62.5	59.9	84.2
	標準偏差	8.6	16.7	12.8	11.8	16.9	13.3
	最大値	92.0	126.0	133.0	87.0	90.0	115.0
PML値 (%)	平均値	53.0	55.0	66.0	41.0	41.0	69.0
	標準偏差	2.9	3.4	4.1	5.6	4.3	5.3
	最大値	1.9	1.9	2.8	2.9	2.7	4.0
建物倒壊危険度 (ランク)	平均値	8.0	9.0	16.0	11.0	11.0	15.0
	標準偏差	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	最大値	10.9	12.0	10.9	11.6	8.9	10.6
建物倒壊危険度 (ランク)	平均値	4.1	4.2	4.5	2.6	3.3	3.6
	標準偏差	16.6	17.7	21.0	15.5	14.0	18.0
	最大値	2.2	1.5	0.4	5.1	1.8	2.7
建物倒壊危険度 (ランク)	平均値	1.6	2.2	1.8	1.4	1.4	1.6
	標準偏差	0.7	0.8	0.7	0.5	0.6	0.8
	最大値	3	4	3	4	3	4
サンプル数	平均値	1	1	1	1	1	1
	標準偏差	1	1	1	1	1	1
	最大値	1	1	1	1	1	1

AIC基準によって選択することとした。

推定の結果、価格及び賃料においてそれぞれ統計的に有意に推定されていた建物倒壊危険度であったが、キャップ・レートにおいては統計的有意性は認められなかった。

収益還元モデルに照らしてみると、建物倒壊危険度は、地域要因として賃料に当該影響は帰着するため、キャップ・レートに対しては影響を与えないものと考えられる。一方、個別的要因に即応するPML値は、キャップ・レートに影響を与えており、価格に比べて感度の高い変化を与えている。

[キャップ・レートモデル]

$$\ln CRi = \alpha + \sum_{k=1}^4 \beta_k \ln x_{ik} + \gamma DUM_{i,PML} + \sum_{l=1}^9 \theta_l DUM_{i,time} + \sum_{m=1}^{12} \lambda_m DUM_{i,area} + \varepsilon_i$$

CRi : 物件 i のキャップ・レート (%), x_i : 物件属性 (賃料可能床面積 (㎡), 築後年数 (年), 都心総合接近性 (分), 駅距離 (分)), $DUM_{i,PML}$: PML値 (%), $DUM_{i,time}$: 評価時点ダミー変数, $DUM_{i,area}$: 地域ダミー変数, ε_i : 誤差項

キャップ・レートについては、PML値5%以上 (case 2), PML値10%以上 (case 3), PML値15%以上 (case 4) の比較においては、PML値5%以

表-7 キャップ・レートモデルにおける地震リスクに関する変数選択

地震リスク変数	case1	case2	case3	case4	case5	case6	case7	case8	case9
建物倒壊度2		-	-	-	○	-	-	-	-
建物倒壊度3		-	-	-	○	-	-	-	-
建物倒壊度4		-	-	-	○	-	-	-	-
建物倒壊度2以上		-	-	-	-	○	-	○	-
建物倒壊度3以上		-	-	-	-	-	○	-	○
PML区分なし	○	-	-	-	○	○	○	-	-
PML5%以上		○	-	-	-	-	-	-	-
PML10%以上		-	○	-	-	-	-	-	-
PML15%以上		-	-	○	-	-	-	-	-
AIC	-578.2	-578.7	-576.4	-575.9	-574.0	-577.2	-577.4	-575.3	-575.4

上のAICが-578.7と最も低く、PML値による影響の程度が価格に比べて感応的であることがわかる(表-7参照)。

これは、PML値が個別的要因として、将来の収益に影響を与える要因の変動予測に基づき、純収益を減少される要因となることからキャップ・レートを高めると考えられる。したがって、経済的意義に照らして、正の符号となることとも整合的な結果が得られているといえる。以上から仮説3は支持されたものと考えられる。

地震リスクがキャップ・レートに与える影響についての先行研究にBleich (2003)¹⁷⁾がある。Bleich (2003)は、1994年1月17日に発生したノースリッジ地震を分析対象として、1993年1月17日から1997年1月16日までのロサンゼルス市において取引された共同住宅2,940件のデータを用いて、地震リスクがキャップ・レートに与える影響について分析を行っている。その結果、地震発生1年後及び2年後にわたって、震源地への距離が10%有意水準で有意となったが、地震発生3年後においては、当該変数は統計的には有意とならないことを示した。この点、東日本大震災後に実施された「不動産投資家調査」の結果をみると、震災の影響期間は3年以内とする回答が約8割を占めていることとも整合する結果である。Bleich (2003)の結果に照らすと、震源距離は、地域要因として賃料形成において負の影響を与え、地震リスクとして当該賃料に織り込まれることから、キャップ・

表-8 キャップ・レートモデルの推定結果

説明変数名	偏回帰係数	t値	有意水準
β_1 賃貸可能面積	-0.032	-5.146	***
β_2 築後年数	0.033	5.291	***
β_3 都心総合接近性	0.075	2.667	***
β_4 駅距離	0.019	2.767	***
γ PML値	0.019	1.865	*
θ_1 2002DUM	-0.090	-1.276	
θ_2 2003DUM	-0.111	-1.483	
θ_3 2004DUM	-0.099	-1.361	
θ_4 2005DUM	-0.197	-2.804	***
θ_5 2006DUM	-0.245	-3.462	***
θ_6 2007DUM	-0.333	-4.693	***
θ_7 2008DUM	-0.331	-4.645	***
θ_8 2009DUM	-0.207	-2.738	***
θ_9 2010DUM	-0.224	-2.200	**
λ_1 千代田区DUM	-0.016	-0.928	
λ_2 港区DUM	-0.044	-2.988	***
λ_3 新宿区DUM	0.027	1.161	
λ_4 品川区DUM	0.038	2.111	**
λ_5 渋谷区DUM	-0.062	-2.739	***
λ_6 八重洲DUM	-0.131	-2.481	***
λ_7 六本木DUM	-0.061	-1.883	*
λ_8 赤坂DUM	-0.059	-2.898	***
λ_9 銀座DUM	-0.158	-4.333	***
λ_{10} 神宮前DUM	-0.059	-1.500	
λ_{11} 西新宿DUM	-0.072	-2.538	**
λ_{12} 八丁堀DUM	-0.067	-1.857	*
α 定数項	1.648	10.169	***
決定係数	0.735		
自由度修正済み決定係数	0.702		
サンプル数	236		

注) ***:有意水準1%, **:有意水準5%, *:有意水準10%

レートに対しては、中長期的には影響を与えないものと解される。この点については、Garmaise and Moskowitz (2009)¹⁸⁾の結果とも整合する。つまり、地震リスクがキャップ・レートに与える影響について回帰分析手法を用いて実証分析を行った結果、地震リスクの統計的有意性は示されていない。

地域要因に即応する地震リスクは、キャップ・レートに対して影響を与えないとする見解は、「不動産投資家調査」の東日本大震災後の期待利回りの上昇が特別区内において観測されていない結果からも示唆される。地震リスクへの対応策として、耐震改修によるリスク低減策と地震保険への加入によるリスク転嫁策があげられる(兼森 2005¹⁹⁾)。地震保険への加入は、物件のリスクプレミアムを

低下させるのと考えられる。JREIT物件では、一般にはPML値が15%を超える場合には、地震保険が付保される。したがって、保険限度額から免責額の範囲が地震保険によって転嫁される。15%を超えるPML値については、当該転嫁される額に応じて実質的に割引いた数値が把握されるものと考えられる。

6. 終わりに

本研究では、地域要因に即応する地震リスク指標として建物倒壊危険度を、また個別的要因に即応する地震リスク指標としてPML値を用いて、当該指標がオフィスの賃料、キャップ・レート及び価格に与える影響について検討した。その結果、地域要因の建物倒壊危険度は、オフィス賃料に対して統計的に有意に負の影響を与えていることが示された。また、オフィスの価格に対しても、建物倒壊危険度及びPML値の統計的有意性が示された。これらは、収益還元モデルに照らして整合的な結果である。

さらに、建物倒壊危険度は、オフィスのキャップ・レートに対して統計的有意性が示されなかったものの、PML値については、当該キャップ・レートに対して高い感度で負の影響を与えていることが示された。

本研究成果の鑑定評価実務へのインプリケーションとしては、不動産鑑定士によるキャップ・レートの査定において、地震リスクプレミアムをキャップ・レートに全て反映させることはリスクの過大評価になるとの懸念である。地域要因として既に賃料に織り込まれている地震リスクプレミアムの存在に十分に留意すべきであろう。

【謝 辞】

本論文の執筆にあたり、匿名査読者より貴重な意見をいただいた。ここに感謝の意を表する。

【注 記】

(1) 地震リスクは、一般に発生確率を正確に捉えることが

困難である。したがって、本研究では、Cutler, D. and R. Zeckhauser(1999)が定義する「リスク」と「不確実性」を取って区分せず、広義のリスクとして捉える。

- (2) 収益還元モデルは、不動産鑑定評価実務において、収益価格を試算する際に用いられる。当該収益価格は、直接還元法による場合には、一期間の純収益をキャップ・レートで資本還元して求められる。本研究では、地震リスクが純収益の原資となる賃料とそれを資本還元するキャップ・レートにおいて、相互にどのような影響の相違がみられるのかを明らかにすることを目的としている。
- (3) 都心6区とは、千代田区、港区、中央区、新宿区、渋谷区、品川区を示し、当該地域におけるJREIT取得価額の全国に占める割合は62%であり、オフィス市場の過半を占める。
- (4) BPテストでは、帰無仮説として均一分散が仮定される。したがって、p値が有意水準よりも小さければ、均一分散の仮説は棄却され、不均一分散が存在することになる。
- (5) 都心総合接近性は、最寄り駅から「東京駅」「渋谷駅」「新宿駅」「池袋駅」「上野駅」までの鉄道所要時間の総和として求めた。当該所要時間の計測にあたっては、通勤時間を想定し、朝8時30分に到着する際の所要時間とした。なお、ツールは、株式会社ヴァル研究所「駅すばあと」を用いた。

【参考・引用文献】

- 1) 山鹿久木、中川雅之、齊藤誠(2002)「地震危険度と家賃」『日本経済研究』No.46, pp.1-21
- 2) 直井道生、瀬古美喜、隅田和人(2009)「地震発生リスクと生活の質」『季刊 住宅土地経済』No.74, pp.27-34
- 3) 山鹿久木、中川雅之、齊藤誠(2002)「地震危険度と地価形成：東京都の事例」『応用地域学研究』第7号, pp.51-62
- 4) 齋藤良太(2005)「首都圏における浸水危険性の地価等への影響」『季刊 住宅土地経済』No.58, pp.19-27
- 5) 市川智秀(2010)「災害リスクがJREITの取得価格に与える影響」『季刊 住宅土地経済』No.76, pp.29-35

- 6) 神谷秀美, 中林一樹, 高野公男(1996)「阪神淡路大震災の前後における首都圏居住者の地震防災意識と対策の変化」『地域安全学会論文報告集』No.6, pp.129-136.
- 7) 小宮充豊, 加藤孝明, 山崎文雄(2002)「アンケート調査による住民の地震リスク認識の地域特性の研究～東京の山の手地区と下町地区の比較」『地域安全学会概集』No.12, pp.107-110.
- 8) 赤井伸郎, 大竹文雄(1995)「地域間環境格差の実証分析」『日本経済研究』1995年, No.30 pp.94-137.
- 9) 藤田壮, 盛岡通(1995)「ヘドニック価格法を用いた公園緑地の環境価値評価に関する研究」『環境システム研究』No.23, pp.64-72.
- 10) 山口健太郎, 多々納裕一, 岡田憲夫(2000)「リスク認知のバイアスが災害危険度情報の提供効果に与える影響に関する分析」『土木計画学研究・論文集』No.17, pp.327-336.
- 11) Viscusi, K.W.(1992), *Fatal Trade-offs: Public and Private Responsibilities for Risk*, New York: Oxford University Press.
- 12) Rosen, Sherwin(1974), "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition." *Journal of Political Economy*, 82, pp. 34-55.
- 13) 金本良嗣・矢澤則彦(1998)「ヘドニック法による便益推定値の信頼性に関するケーススタディ」『環境等の便益評価に関する研究』建設省建設政策研究センター, pp.31-38.
- 14) Eric Cassel and Robert Mendelsohn(1985), "The Choice of Functional Forms for Hedonic Prices Equations: Comment." *Journal of Urban Economics*, 18, pp. 135-142.
- 15) Halvorsen, Robert and Henry O. Pollakowski (1981), "Choice of Functional Form for Hedonic Prices Equations." *Journal of Urban Economics*, 10, pp. 37-49.
- 16) Allen C. Goodman(1978), "Hedonic Prices, Price Indices and Housing Markets." *Journal of Urban Economics*, 5, pp.471-484.
- 17) Bleich, Donald(2003), "The Reaction of Multi-family Capitalization Rates to Natural Disasters," *Journal of Real Estate Research*, Vol.25-2, 133-144.
- 18) Garmaise, Mark J. and Tobias J. Moskowitz (2009), "Catastrophic Risk and Credit Markets," *The Journal of Finance*, Vol.64: 2, 657-707.
- 19) 兼森孝(2005)「災害リスクのアセスメント: 地震リスクの定量化」『防災の経済分析』勁草書房, pp.49-71.