

不動産 投資 レポート

オフィスビルの地震リスク評価 (PML 値)と賃料・利回り

金融研究部門 不動産投資分析チーム 主任研究員 [竹内 一雅](#)
e-mail: take@nli-research.co.jp

今回の震災で被災されたみなさまに、心よりお見舞い申し上げます。

1. はじめに

東日本大震災を契機にオフィスビルの耐震性能や省電力、事業継続性への関心が高まっている。本稿では、過去の地震被害や今後の地震発生確率などの基本情報を整理し、耐震性に大きく影響するオフィスビルの建築年を把握した上で、オフィスの地震リスク評価（PML 値¹）が賃料と鑑定利回りにどの程度の影響を与えているのかを過去のデータから検証する²。

2. 震災の被害と今後の地震発生確率

(1) 東日本大震災によるオフィスビル被害

東日本大震災では、大規模な津波が沿岸部に押し寄せるなど、東北地方を中心に甚大な人的・物的被害があった³。津波の被害に加え、超高層ビルやマンションにおける揺れの大きさ、埋立地などでの深刻な液状化の発生、原子力発電所の被災・事故等、想定を上回る被害が多く見られた。他方で、地震の揺れによるオフィスビルへの直接の被害は、地震の規模からの想定ほどは大きくなかったと言われている⁴。シービー・リチャードエリス（以下 CBRE）の調査によると、仙台のオフィス街に立地する賃貸ビルの 29.6%に被害があったが、ほとんどが軽微なもので倒壊したビルはなく、一部損壊もごくわずかという⁵。J-REIT の物件においても、多くの被害は外壁のクラックや内壁や設備などにおける軽微な損傷だったと報告されている（図表-1）。

地震の揺れによるオフィスビルへの直接の被害の少なさは、震源に近い仙台市内のほとんどで震度が6弱だったことに加え⁶、阪神・淡路大震災時に比べて「旧耐震ビル」⁷の比率が小さいことな

¹ ここでの PML 値（地震 PML）とは地震が発生した場合の予想最大損失率（Probable Maximum Loss）のことであり、地震リスク（評価）、あるいは地震 PML などと呼ばれる。以下、地震リスク（PML 値）とする。詳しくは p6 を参照のこと。

² 本レポートのデータ分析は、弊社経営企画部システムグループ佐藤大輔に大きく助けられた。強く感謝を表したい。

³ 震災後3ヶ月経った2011年（平成23年）6月11日の警察庁緊急災害警備本部「[平成23年\(2011年\)東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置](#)」によると、死者15,413人、行方不明8,069人、負傷者5,365人、全壊建物111,315戸、半壊建物77,864戸、一部破損330,614戸となっている。また、総務省統計局HP「[津波による浸水範囲に関する統計情報](#)」によると、津波による浸水範囲は561km²、推定浸水域にかかる人口は602,200人、世帯数は211,426世帯に達している。

⁴ 2011年4月19日の警察庁による発表によると、震災から一ヵ月間に確認された被害者1万3,3135人の92.5%が津波による水死であったとされている。これは、約8割が住宅倒壊などによる窒息死・圧死だった阪神大震災とは大きく異なっている（以上、新聞報道より）。

⁵ CBRE「東日本大震災不動産市場への影響」CBREオフィスジャパン2011SUMMERより。

⁶ 近年の大地震の多くで、最大震度は6強から7となっている（図表-2参照）。東日本大震災（2011.3.11日14時46分の震源を三陸沖とする地震）で、最大震度が7だったのは、栗原市築館のみで、仙台市では、震度6強が宮城野区苦竹、震度6弱が泉

ど、全体的にビルの耐震性能が向上したこと等も要因として考えられる⁸。また、首都圏で超高層ビルにおける建物被害が大きくなかったのは、過去の地震に比べて関東における長周期地震動が小さかったことがあげられている^{9,10}。

図表-1 東日本大震災におけるJ-REIT物件の被害

投資法人	補修費用概算額 (資産総額比)	備考
日本ビルファンド	250百万円(0.03%)	NBF仙台本町ビル、NBFユニックスビルなどで一部外壁等にクラック
ジャパンリアルエステイト	281百万円(0.04%)	定禅寺パークビル、仙台本町ホンマビルディングに一部クラック、外壁タイルの欠損
日本リテールファンド	668百万円(0.11%)	24物件で外壁・内装・設備などに破損等(イオン仙台中山など)
オリックス不動産	67百万円(0.02%)	29物件に内装の損傷等
日本プライムリアルティ	82百万円(0.02%)	30物件で内装・設備等の損傷、一部壁面にクラック
東急リアル・エステート	60百万円(0.03%)	14物件で内装・設備などに破損、一部外壁等にクラック
グローバル・ワン不動産	16百万円(0.01%)	スフィアタワー天王洲で一時漏水
野村不動産オフィスファンド	93百万円(0.02%)	NOF仙台青葉通りビルで立体駐車場設備の一部破損等
ユナイテッド・アーバン	197百万円(0.05%)	外壁剥離、クラック、天井板の一部剥離等(アルポーレ仙台、MA仙台ビルなど)
森トラスト総合リート	100百万円(0.04%)	複数物件で内壁面の一部にクラック、配管の一部破損等
インヴェンシブル	50百万円(0.07%)	ロックタウン須賀川、ロイヤルパーク大町などで被害あり
フロンティア不動産		内装の一部損傷等
平和不動産リート		一部物件に軽微な物的損壊
日本ロジスティクスファンド	503百万円(0.35%)	船橋西浦物流センターなどで、設備・外壊破損等
ケネディクス不動産	110百万円(0.04%)	一部物件で内装・外装・設備等に軽微な破損等
積水ハウス・SI	19百万円(0.02%)	21物件で外壁・内装・設備等に軽微な損傷・不具合
スターツプロシード		11物件で外壁・外構・設備の一部破損・不具合
ジャパン・ホテル・アンド・リゾート	71百万円(0.08%)	オリエンタルホテル東京ベイ・ダイワロイネットホテル秋田で物的被害発生
トップリート	38百万円(0.02%)	内装・設備等に軽微な損傷
ピ・ライフ	60百万円(0.03%)	39物件で外壁・床の一部にクラック、外壁タイルの剥離等
日本賃貸住宅	73百万円(0.05%)	東北地方10物件に重大な被害は発生せず
ジャパンエクセレント	52百万円(0.03%)	
日本アコモデーションファンド	35百万円(0.02%)	一部物件に軽微な損傷
MIDリート		イオン津田沼ショッピングセンターの一部設備に破損等
野村不動産レジデンス	89百万円(0.07%)	ブラウドフラット河原町、プライムアーバン長町一丁目などで外壁・床等一部破損
産業ファンド	17百万円(0.02%)	一部物件で内装・外構に一部破損
アドバンス・レジデンス	50百万円(0.01%)	19物件で外壁クラック、タイル剥離等の被害

(注)補修費用積算額未記載の投資法人は「被害なし」または「軽微な被害があるが補修費用は現時点で調査中」のもの。

(注)「資産総額比」は4月末時点の全保有物件の取得価格合計に対する比率

(出所)開示資料、不動産証券化協会「ARES J-REIT REPORT Vol.18. May2011」、住宅新報 2011年5月24日号を基にニッセイ基礎研究所が作成

(2) 日本における過去の震災被害と今後の地震発生確率

日本ではこれまでに多数の大震災が繰り返し発生してきた。明治以降の大規模地震とその規模(マグニチュード・震度)および被害状況は図表-2の通りである。明治以降の約150年間に、死者・不明者数が100名以上の大震災・津波被害は20回(チリ沖地震による津波被害含む)発生し、合計の死者・行方不明者数は18万2千人以上(うち関東大震災10万5千人としている)である。

東日本大震災では、最初の大規模地震の後に多数の余震が発生しており¹¹、今後も大規模な余震や誘発地震が発生する可能性がある^{12,13,14,15}と報告されている。

区将監、若林区遠見塚、宮城野区五輪、青葉区落合、青葉区作並、青葉区大倉であった。以上、気象庁HP「地震情報を発表した地震の震源及び震度(3月11日～)」より。

⁷ 1970年12月以前に着工された建築基準法の「旧耐震設計法」に基づき設計された建築物。p4以降を参照のこと。

⁸ 東北大学災害制御研究センター『[東北大学による東日本大震災3ヵ月後報告会－復興に向けて見えてきた課題](#)』2011年6月10日において、源栄正人教授は「地震動と建物被害の関係」という講演で、なぜ建物被害が少なかったのかについての分析を発表している。配布資料によると、地震の規模が大きくても「建物への影響が小さい、揺れの周期が短いタイプの地震だった」ためという。さらに、震度では建物被害は論じることはできず適切な地震動指標が必要という。

⁹ 長周期地震動の揺れと被害については、巻末参考資料を参照のこと。

¹⁰ 東京では3月11日14時46分の三陸沖を震源とする地震では、震度5強となったのがもっとも強い揺れであった。

¹¹ 2011年3月11日14時46分に三陸沖を震源とする大地震(最大震度7)が発生した後、15時15分に茨城県沖を震源とする地震(最大震度6弱)、3月12日3時59分に新潟県中越地方を震源とする地震(最大震度6強)、3月15日22時31分に静岡県東部を震源とする地震(最大震度6強)が続くなど、3月11日から5月末までに、震度6弱以上の地震は合計9回発生している。気象庁が地震情報を発表した地震は同期間に2,356回に達している。以上、気象庁「[地震情報を発表した地震の震源及び震度\(3月11日～\)](#)」より。

¹² 文部科学省地震調査研究推進本部『[今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧\(平成23年6月9日現在\)](#)』によると、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震に伴い、糸魚川-静岡構造線断層帯(中部1牛伏寺断層)、立川断層帯、双葉断層では、地震発生確率が表の値(竹内による注:2011年1月1日現在の発生確率)より高くなっている可能性がある。」とされている。また、『地震動予測地図ウェブサイト全国版』では、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の余震域は、南北約500kmにわたっており、今後もM7を超える余震が発生する可能性があります。また、周辺領域でもM7~8程度の地震が誘発される可能性があります。」と記述されていた(現在はより詳細な記述へと変更されている)。

¹³ 「次は「4連動地震」の恐怖 東海・東南海・南海+×の「M9」巨大地震が来る」朝日新聞 Weekly アエラ 2011.6.6号

参考までに、現在公表されている最新の県庁所在地における地震の発生確率（2010年1月1日を基準とするもの）をみると¹⁶、今後、30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率は、南関東で70%程度¹⁷、東京（都庁）で19.6%となっている（図表-3）。震度6弱以上の地震に見舞われる確率が50%を超えると予測される県庁所在地は10都市にのぼり（仙台等は含まれていない）、静岡市で89.8%、横浜市で66.9%、大阪市で60.3%、名古屋市で45.3%となっている。

上述のように、東日本大震災に伴う地殻変動により活発な地震活動が誘発されており、現在の地震発生確率は、地域によっては図表-3の数値を上回る状況になっていると考えられる。

図表-2 明治以降の主な大規模地震の被害

発生日月	地震名	マグニチュード	最大震度	死者・行方不明者・ 負傷者数
1872年3月14日(明治5年)	浜田地震	7.1	不明	死者 約550
1891年10月28日(明治24年)	濃尾地震	8	(6)	死者 7,273
1894年10月22日(明治27年)	庄内地震	7	(5)	死者 726
1896年6月15日(明治29年)	明治三陸地震	8.2	(2~3)	死者 21,959
1896年8月31日(明治29年)	陸羽地震	7.2	(5)	死者 209
1923年9月1日(大正12年)	関東地震(関東大震災)	7.9	(6)	死者・不明 10万5千余
1925年5月23日(大正14年)	北但馬地震	6.8	(6)	死者 428
1927年3月7日(昭和2年)	北丹後地震	7.3	6	死者 2,925
1930年11月26日(昭和5年)	北伊豆地震	7.3	6	死者 272
1933年3月3日(昭和8年)	昭和三陸地震	8.1	5	死者・不明 3,064
1943年9月10日(昭和18年)	鳥取地震	7.2	6	死者 1,083
1944年12月7日(昭和19年)	東南海地震	7.9	6	死・不明 1,223
1945年1月13日(昭和20年)	三河地震	6.8	5	死者 2,306
1946年12月21日(昭和21年)	南海地震	8	5	死者 1,330
1948年6月28日(昭和23年)	福井地震	7.1	6	死者 3,769
1960年5月23日(昭和35年)	チリ地震津波	9.5*	-	死者・不明 142
1983年5月26日(昭和58年)	日本海中部地震	7.7	5	死者 104
1993年7月12日(平成5年)	北海道南西沖地震	7.8	5	死者 202、不明 28
1995年1月17日(平成7年)	兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)	7.3	7	死者 6,434、不明 3
2000年10月6日(平成12年)	鳥取県西部地震	7.3	6強	負傷 182
2001年3月24日(平成13年)	茨予地震	6.7	6弱	死者 2、負傷 288
2003年9月26日(平成15年)	十勝沖地震	8	6弱	死者 1、不明 1、負傷 849
2004年10月23日(平成16年)	新潟県中越地震	6.8	7	死者 68、負傷 4,805
2007年3月25日(平成19年)	能登半島地震	6.9	6強	死者 1、負傷 356
2007年7月16日(平成19年)	新潟県中越沖地震	6.8	6強	死者 15、負傷 2,346
2008年6月14日(平成20年)	岩手・宮城内陸地震	7.2	6強	死者 17、不明 6、負傷 426
2011年3月11日(平成23年)	東北地方太平洋沖地震 (東日本大震災)	9.0*	7	死者 15,413・不明 8,069 負傷 5,365

(注)死者・行方不明者・負傷者数には津波による被害を含む。東日本大震災の被害者数は、2011年6月11日警察庁資料より。
(注)最大震度の()は、地震報告・地震年報・気象要覧(中央気象台)による。チリ地震・東北地方太平洋沖地震はモーメントマグニチュード¹⁸。
(注)1995年までの地震は気象庁「過去の地震・事故被害」(100名以上の死者・行方不明者を出した地震・津波)から、1996年以降は同「気象庁が命名した地震」から地震のみ抽出した。
(出所)気象庁「過去の地震・津波被害」、同「気象庁が命名した地震」、同「日本付近で発生した主な被害地震」、警察庁緊急災害警備本部「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置(平成23年6月11日)」およびその他資料を基にニッセイ基礎研究所が作成。

- ¹⁴ 東北地方太平洋沖地震の震源域では平均10m、東方向に変位しており、この地殻変動が内陸部での活発な地震活動を誘発しているという。過去の日本の大地震やインドネシアスマトラ島沖地震(2004年)の余震や誘発地震活動を基に考えると、東日本大震災による「余震や誘発地震活動について、今後数年単位で警戒を続けていかなければならない」。また、プレート境界地震により、新たに遠く海洋プレートに生じたひずみが、開放されるときに起こる「アウトワライズ地震」は、本地震と同程度のマグニチュードである可能性があり、その場合は、強い地震の揺れを感じないまま大津波が襲来するかもしれないことから、防潮堤などが十分機能していない現在、その対策は急務であるとされている。以上、大木聖子・瀨藤一起『長巨大地震に迫るー日本列島で何が起きているのか』2011年、NHK出版新書などを参考にまとめた。
- ¹⁵ 東北大学海野徳仁教授は、「2011年東北地方太平洋沖地震は どのような地震だったのか?」『東北大学による東日本大震災3ヵ月後報告会ー復興に向けて見えてきた課題』(2011年6月10日)において、今後、マグニチュード7以上の余震は、2011年6月から11月までの半年間に1.7回、2011年12月~2012年5月に0.7回、2012年6月~11月に0.5回、発生する可能性があるとして報告した(過去50年間の平均発生回数は0.1回/半年)。
- ¹⁶ 2011年1月1日を基準とする地震発生確率の公表は、東日本大震災の影響で遅れていたが、文部科学省地震調査研究推進本部により6月9日に「今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧」が公表されたところである。ただし、県庁所在地の地震発生確率が記載されている「全国地震動予測地図」2011年版は公表時期が未定のままである。なお、2010年1月1日の詳細な地震発生確率図はNIED防災科学研究所「地震ハザードステーション(J-SHIS)」で見ることができる。
- ¹⁷ 文部科学省地震調査研究本部「地震動予測地図ウェブサイト全国版」の「南関東で発生するM7程度地震」より
- ¹⁸ マグニチュードには、多数の基準があり、気象庁マグニチュードもその一つ。それぞれの「マグニチュード」は特定の周期の地震波に着目して作成されているため、地震規模の全体像が示せないということと、それぞれの「マグニチュード」には増加が頭打ちとなる数値が存在するという問題点がある。それらを解消するため、地震の真の規模(断層運動のモーメント)を基に考案されたのがモーメントマグニチュードである。気象庁マグニチュードではマグニチュード8.4が頭打ちする値とされ、東北地方太平洋沖地震において、気象庁がマグニチュード8.4(気象庁マグニチュード)と発表した後、モーメントマグニチュードとして9.0が発表された。以上、脚注14に示した大木・瀨藤(2011年)を参考にまとめた。

図表－3 県庁所在地(市役所・都庁)が今後 30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率
(基準日:2010 年 1 月 1 日、2006 年 1 月 1 日)

県庁所在地等の名称	2010年	2006年	県庁所在地等の名称	2010年	2006年
札幌	1.2%	0.5%	岐阜	17.2%	7.7%
函館	0.5%	0.6%	静岡	89.8%	86.3%
旭川	0.2%	0.0%	名古屋	45.3%	36.5%
稚内	0.9%	0.5%	津	85.9%	59.9%
室蘭	2.8%	0.1%	大津	10.7%	6.9%
帯広	10.6%	8.3%	京都	13.1%	6.3%
釧路	46.3%	17.2%	大阪	60.3%	22.0%
根室	63.9%	44.3%	神戸	17.8%	7.8%
青森	2.1%	1.2%	奈良	67.7%	15.3%
盛岡	0.7%	0.2%	和歌山	48.2%	33.2%
仙台	4.0%	2.8%	鳥取	4.1%	0.8%
秋田	7.7%	1.6%	松江	2.1%	0.8%
山形	2.3%	2.4%	岡山	22.6%	8.3%
福島	0.9%	0.1%	広島	20.2%	9.0%
水戸	31.3%	8.3%	山口	3.2%	0.8%
宇都宮	1.6%	0.3%	徳島	61.2%	43.4%
前橋	2.5%	0.9%	高松	41.9%	19.8%
さいたま	22.4%	11.9%	松山	34.2%	20.5%
千葉	63.8%	27.0%	高知	63.9%	50.1%
東京	19.6%	11.3%	福岡	3.8%	1.0%
横浜	66.9%	32.5%	佐賀	4.9%	1.0%
新潟	7.2%	3.2%	長崎	1.3%	0.8%
富山	5.7%	2.6%	熊本	4.9%	2.6%
金沢	2.8%	1.0%	大分	48.6%	14.5%
福井	11.2%	1.4%	宮崎	45.2%	11.8%
甲府	55.3%	81.8%	鹿児島	15.4%	4.2%
長野	12.1%	5.7%	那覇	24.9%	10.2%

(注)基準日は 2010 年 1 月 1 日および 2006 年 1 月 1 日現在のものです、2011 年版は未公表。

(注)東京については、東京都庁舎が含まれるメッシュの値

(出所)地震調査研究推進本部「[全国地震動予測地図 2010 年版](#)」同 2006 年版」を基にニッセイ基礎研究所が作成

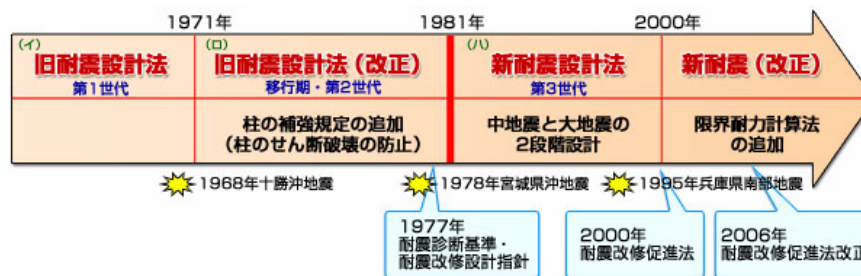
3. オフィスビルの耐震性と地震リスク(PML 値)

(1) 建築時期と耐震設計基準

オフィスビルの耐震性を判断する上で基本となるのが、その建物が建築基準法の「旧耐震設計法」に基づき設計された「旧耐震ビル」なのか、「新耐震設計法」に基づく「新耐震ビル」なのかという点である。

これまで、建物の耐震基準は過去の地震被害を基に見直しが進められてきた。1978 年の宮城県沖地震の被害を教訓に策定されたのが、1981 年に改正された「建築基準法」であり、これ以降に建築された「新耐震ビル」は、それ以前の「旧耐震ビル」に比べ、耐震性能が大きく強化されている¹⁹²⁰。

図表－4 耐震設計法の変遷



(注)1970 年 12 月以前の着工:柱の帯筋間隔が 30cm 以下(地震に弱い)

1971 年 1 月から 1981 年 5 月の着工:柱の帯筋間隔が 10cm 以下(部分的に 15cm 以下)(柱の粘り強さが強化)

1981 年 6 月以降の着工:震度 5 強の地震には軽微なひび割れ程度、震度 6 強~7 の大地震に対しては建物を崩壊させない設計とする
(出所)戸田建設 HP より引用

新耐震基準の建物の耐震性能の高さを実証したのが、阪神淡路大震災(1995 年 1 月)である。

¹⁹ さらに細かく、1970 年 12 月以前に着工した「旧耐震設計法」の建物、1971 年 1 月から 1981 年 5 月に着工した「改正旧耐震設計法(移行期の設計法)」の建物、1981 年 6 月以降に着工した「新耐震設計法」の建物に区分する場合などもある。

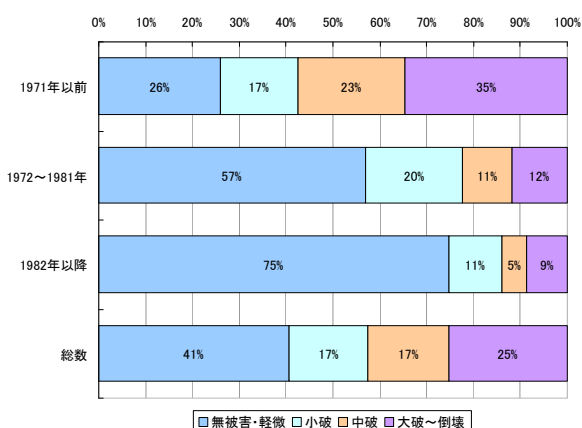
²⁰ 阪神・淡路大震災(1995 年)の被害への対応から、「耐震改修促進法(建築物の耐震改修の促進に関する法律)」が 1995 年 12 月 25 日より施行され、「新耐震基準」に達しない「既存不適格」建物について、積極的に耐震診断や耐震補強を求めた(努力義務)。しかし、実際には耐震化は進展せず、新潟県中越地震(2004 年)の被害をうけて、2006 年の改正では、住宅および多数の人が利用する一定規模以上の「特定建築物」については、2015 年までに耐震化率を 90%とするという目標が明示された。ここでは指導や指示に従わない「特定建築物」の名前の公表といった指導の強化が導入されている。

1995年8月に公表された調査結果によると、被害が大きかった特定地域の建物のうち、大破・倒壊の比率は、1971年以前に建築された建物（旧耐震設計の建物）²¹の35%に対し、1972年～1981年（旧耐震設計の建物のうちの後期のもの）では12%、1982年以降（ほぼ新耐震設計の建物）では9%であった（図表-5）。また、無被害・軽微の比率は、1971年以前の建物では26%、1972年～1981年では57%、1982年以降では75%という結果であった。

ただし、上記調査結果に含まれる、神戸市中央区の特定地域の悉皆調査の建物特性をみると、1981年以前の建物の半数が木造で、1982年以降では9割以上が非木造となっており、建物の構造を考慮した結果となっていない。そこで、1996年3月に公表された調査報告から、RC造およびSRC造建築物の被害をみると、大破・倒壊の比率は、1971年以前に建築された建物で8%、1972年～1981年で5%、1982年以降で1%であった。無被害・軽微の比率は、1971年以前の建物で75%、1972年～1981年で78%、1982年以降で88%であった。

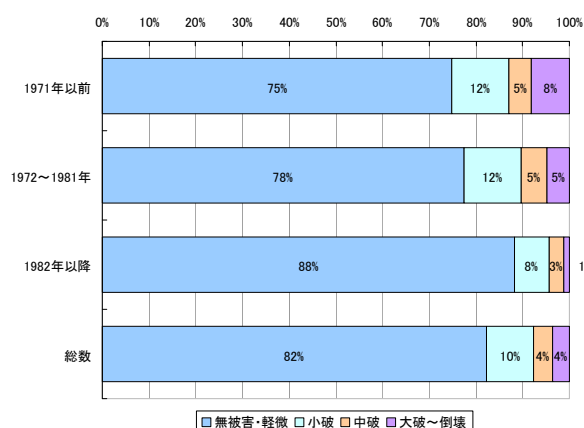
構造を特定して見ると、単純な建築年の比較ほどの違いはみられないが、RC・SRC造建築物においても、「旧耐震ビル」の被害の方が「新耐震ビル」に比べて被害は大きく、（耐震改修がなされていない場合）建築時期から耐震性能をある程度判断できることが明らかとなっている^{22,23}。

図表-5 阪神淡路大震災時期における特定地域全建築物の建物被害と建築年（中間報告）



(注)「中央区の特定の地域を対象とした悉皆調査」及び「建築業協会調査」をとりまとめた「2-2-7.マクロ分析のまとめ」の数値より。
 (注)中央区の調査では1981年以前の建物の約半数が木造で、それ以降は9割以上が非木造。建築業協会の調査ではRC、SRC、S造が調査対象全体の約9割を占めている。
 (出所)建設省建築研究所「平成7年 阪神・淡路大震災 建築震災調査委員会中間報告(平成7年8月)」を基にニッセイ基礎研究所が作成

図表-6 阪神淡路大震災時期における特定地域 RC および SRC 建築物の建物被害と建築年



(注)日本建築学会近畿支部コンクリート構造部会が、神戸市灘区、東灘区の震度7地域のRC系建築物を対象に全数調査したもの。
 (出所)建設省建築研究所「平成7年兵庫県南部地震被害調査最終報告書 第一編 中間報告書以降の調査分析結果(平成8年3月)」を基にニッセイ基礎研究所が作成

²¹ 図表-4の注釈にある通り、「旧耐震設計法」が適用されたのは1981年5月までに着工された建物であり、1981年6月以降に着工された建物は「新耐震設計法」が適用されている。ただし、通常、建物の着工年月は把握できないことが多いため、便宜的に建築年(竣工年)が1981年までの建物を「旧耐震設計の建物(または旧耐震ビル)」、1982年以降の建物を「新耐震設計の建物(または新耐震ビル)」とみなすことが多い。なお、本レポートでは、建築時期を竣工時期と同じ意味で用いる。

²² 内閣府「[阪神淡路大震災教訓情報資料集](#)」(p5～9)には、「建物の被害は主として現行の建築基準法・同施行令の基準を満たしていない建物(既存不適格建物)に起こった。これらのうち特に老朽化した古い建物が崩壊などの甚大な被害を受けた。」「現行の耐震基準に基づいて建築されたものは被害が小さい。」「被害は1981年以前の建物に大きく、現行の建築基準法・同施行令が改正された1981年を境として建物の耐震性に大きな差のあることが指摘された。」と記載されている。また、「鉄筋コンクリート造建築物では、現行建築基準法・同施行令を満足していない、いわゆる既存不適格建物に被害が多かった。」「全体的にピロティ構造と壁の配置の悪い構造の建築に崩壊したものが多く、これらの中には現行法に適合している建物もあった。」とある。

²³ 高さ60mを超える超高層ビルに関しては、1981年以前の建物であっても建築基準法に基づき、耐震安全性等について日本建築センターの性能評価の審査を受けた上で、建設大臣(現国土交通大臣)の特別評価認定を受けるという制度のため、耐震性は十分確保されているといわれる。[日本建築センターのHP](#)を参照のこと。

(2) 耐震性能と地震リスク評価 (PML 値)

通常、建物の耐震性能は、建物の強度や粘り強さで評価され、保有水平耐力／必要水平耐力比率²⁴や、Is 値²⁵などで判定される。これらは、大地震の場合の倒壊の危険性等の指標とはなるが、想定される地震被害額を示してはくれない。そこで、金融、保険、不動産投資などの分野では、大地震が発生した場合の地震リスク指標として、想定地震被害額から算出された PML 値 (予想最大損失率: Probable Maximum Loss) が一般に利用されている。

PML 値は、50 年間に 10% を超える確率 (475 年に一度) で起こる大地震が発生したとき、被災後の建物を被災前の状況に復旧するために必要な工事費の、建物価格 (再調達価格) に対する割合であり^{26,27}、その算定式は次式のように示される。

$$\text{PML 値 (\%)} = (\text{地震による建物被害額}) / (\text{建物の再調達価格}) \times 100$$

不動産証券化物件の場合、PML 値が 10% 以下では耐震性に問題なし、15% を超えると耐震性に疑問符が生じ、PML 値 20% 以上の場合には格付けの低下や金融機関からの融資が困難になるため地震保険への加入が要求される場合が多いとされている (図表-7) ²⁸。

図表-7 地震リスク(PML 値)と地震被害との関係

PML 値	危険度	建物被害の程度
0~10%	非常に低い	軽微
10~20%	低い	局部的被害
20~30%	中程度	中破
30~60%	高い	大破
60%以上	非常に高い	倒壊

(出所)中央不動産鑑定所 HP「投資不動産評価用語集」より

(3) 建築年別にみた東京のオフィスストックの耐震性

① 日本不動産研究所「オフィスビル調査 2009」による建築年別の都区部オフィスストック

すでにみてきたように、阪神淡路大震災による建物被害の結果、建物が 1981 年 5 月までに着工の「旧耐震ビル」か、それ以降の「新耐震ビル」かで、建物の耐震性に違いがあることが明らかと

²⁴ 1981 年に改正された「新耐震設計法」の耐震設計基準では、大地震時に必要な「保有水平耐力」(建物が地震による水平方向の力に対して対応する強さ)を建物が保有しているかどうかの検討を規定しており、「保有水平耐力／必要保有水平耐力」が 1.0 以上であれば耐震基準を満たすとされている。

²⁵ 「旧耐震設計法」に基づき設計された建物に対しては、設計法の違いにより、上記の「保有水平耐力／必要保有水平耐力」の評価ができないため、形状や経年状況をも考慮した耐震指標である Is 値が利用される。Is 値が 0.6 以上の場合、震度 6 強程度の大地震でも倒壊・崩壊する危険性が低いと考えられ、0.3~0.6 未満の場合、倒壊・崩壊する可能性がある、0.3 未満では倒壊・崩壊する可能性が高いと考えられる。Is 値を補完するために、建物の形状(SD)や累積強度(CT)の指標についても、0.3 以上を確保するという判定基準が設けられている。

²⁶ 社団法人建築・設備維持保全推進協会(BELCA)は、不動産を適性に評価するためのエンジニアリング・レポートに記載する地震リスク評価についての統一基準として、PML を「対象施設あるいは設備群に対して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」と定義している。なお、「90%非超過確率」とは PML 値を超えない確率であり、地震を受けた 100 棟の建物のうち、90 棟程度はその水準より小さな被害にとどまり、10 棟程度はもっと大きな被害になるレベルである(中央不動産鑑定所 HP「投資不動産評価用語集」より)。

²⁷ PML 値の定義は以上のようなものであるが、統一した評価手順や基準などが定められていないため、各評価会社が独自の手法を開発・運用していることが問題となっている。また、評価報告書には結果の PML 値のみが記載されており、評価時の条件や根拠、利用したデータベース等を伏せたブラックボックス的なレポートがほとんどだったという(以上、日建設計 HP「[PML 評価と地震リスクマネジメント](#)」より)。

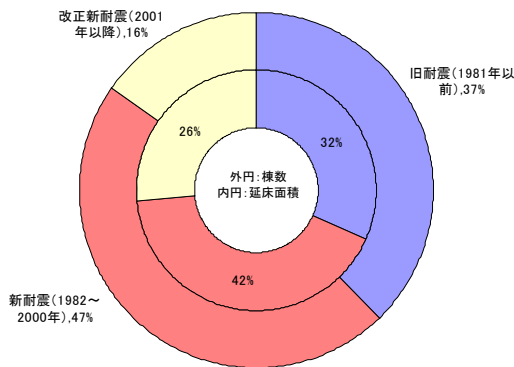
²⁸ 田辺信之他『基礎から学ぶ不動産投資ビジネス改訂版』2007 年、日経 BP 社、および、三菱 UFJ 信託銀行不動産コンサルティング部『不動産投資リスクの基礎知識』2006 年、日経 BP 社、より

なっている。そこで、東京のオフィスビルストックを建築年別に確認し、「旧耐震ビル」の比率から耐震性の程度について確認する。

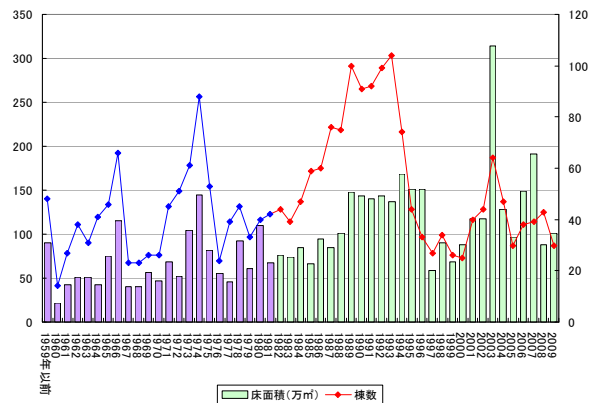
まず、日本不動産研究所の「オフィスビル調査 2009」に基づき、東京都区部のオフィスビルの建築年ごとの棟数と床面積を整理する。この調査によると、東京都区部には、延床面積が 5 千㎡以上のオフィスビルが 2,476 棟あり、その延床面積の合計は 4,946 万㎡となっている。このうち、1981 年以前に建築されたビルは棟数で 38%、床面積で 32%、1982 年以降に建築されたビルは棟数で 62%、床面積で 68%を占めている²⁹（図表－8）。

図表－8 東京都区部オフィスの建築年別棟数・床面積比率（2009 年）

（建築年区分別の構成比）



（建築年ごとの棟数と床面積）



(注) 東京都区部では延床面積 5 千㎡以上の事務所ビル(事務所利用が過半を占めるビル)を対象としている。
 (注) 1981 年 6 月および 2000 年 6 月に建築基準法が改正されているため、ここでは 1981 年以前に建築されたビルを「旧耐震」ビル、1982～2000 年に建築されたビルを「新耐震」ビル、2000 年以降に建築された「改正新耐震」ビルとした。
 (出所) 日本不動産研究所「オフィスビル調査 2009」を基にニッセイ基礎研究所が作成。

② 東京都「東京の土地」による建築年別の都区部事務所床面積

東京都が課税資料を基に算出した都区部に立地する事務所床面積は、総計 8,959 万㎡に達している。このうち、1979 年以前（ほぼ「旧耐震ビル」に相当）に建築された事務所の床面積比率は、全体の 30%（2,647 万㎡）を占め、1980 年以降（ほぼ「新耐震ビル」に相当）に建築された事務所では 70%に達している（図表－9）。この比率は、概ね、日本不動産研究所のオフィスビル調査結果と合致している。

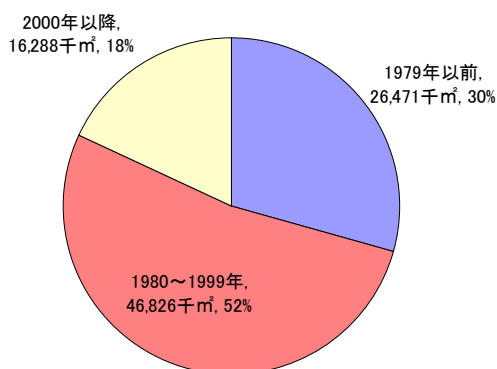
1979 年以前に建築された事務所の床面積比率が高い区は、中央区（区内事務所床面積の 42.1%を占める）、豊島区（同 41.8%）、千代田区（同 40.2%）などであり、これらの区では「旧耐震ビル」が、現在の床面積ストックの 4 割以上を占めている。一方、その比率が最も低いのが江東区（同 6.8%）であった。

実際に、建物の耐震性能を考えるには、ビルごとの Is 値や耐震補強の有無などを考慮しなくてはならないが、建築年から判断すると、千代田区、中央区、豊島区などには、耐震性能の低い「旧耐震ビル」が相対的に多く存在しているといえる。なお、1979 年以前に建築された事務所床面積 2,647 万㎡のうち、59%が都心 3 区（千代田区・中央区・港区）に、74%が都心 5 区（都心 3 区に新宿区・

²⁹ 図表－8 の右図（建築年ごとの棟数と床面積）の数値（竣工年次別のストック量）の合計値は、別途、元資料に記載されている都区部の総計値とわずかに合致しないため（建築年不詳などかもしれない）、図表－8 左図では建築年の分かる物件数からのみ構成比を算出した。

渋谷区を加えたもの) に立地している。

図表-9 都区部事務所の建築年別床面積構成比
(都区部構成比) (区別構成比)



	平均築年数	1979年以前	1980～1999年	2000年以降	合計
都区部	22.6	29.5%	52.3%	18.2%	100.0%
都心3区	23.8	34.0%	43.7%	22.3%	100.0%
都心5区	23.6	33.5%	46.9%	19.7%	100.0%
周辺18区	20.7	22.2%	62.4%	15.4%	100.0%
千代田区	25.6	40.2%	39.8%	20.0%	100.0%
中央区	27.1	42.1%	44.2%	13.7%	100.0%
港区	19.8	22.9%	46.9%	30.2%	100.0%
新宿区	24.2	35.4%	58.4%	6.3%	100.0%
文京区	21.3	19.8%	69.5%	10.6%	100.0%
台東区	24.7	30.9%	63.6%	5.5%	100.0%
墨田区	20.7	20.6%	66.0%	13.4%	100.0%
江東区	15.0	6.8%	65.9%	27.3%	100.0%
品川区	17.4	12.6%	64.9%	22.6%	100.0%
目黒区	22.3	29.1%	58.4%	12.5%	100.0%
大田区	20.1	23.1%	55.3%	21.6%	100.0%
世田谷区	23.2	28.8%	61.5%	9.7%	100.0%
渋谷区	21.5	26.7%	57.9%	15.4%	100.0%
中野区	20.4	22.0%	72.3%	5.7%	100.0%
杉並区	23.6	28.1%	62.3%	9.6%	100.0%
豊島区	25.5	41.8%	53.8%	4.4%	100.0%
北区	22.3	29.0%	55.3%	15.7%	100.0%
荒川区	21.3	21.9%	62.8%	15.3%	100.0%
板橋区	23.1	28.8%	61.2%	9.9%	100.0%
練馬区	23.7	31.1%	58.3%	10.7%	100.0%
足立区	22.8	29.0%	56.1%	14.9%	100.0%
葛飾区	24.9	34.4%	53.3%	12.3%	100.0%
江戸川区	21.3	17.6%	71.6%	10.7%	100.0%

(出所)都心3区とは千代田区・中央区・港区のこと、都心5区とは都心3区に新宿区・渋谷区を加えたもの。周辺18区は都心5区以外。
(出所)東京都「東京の土地 2009」

③CBREによる建築年別の主要都市別賃貸オフィスストック

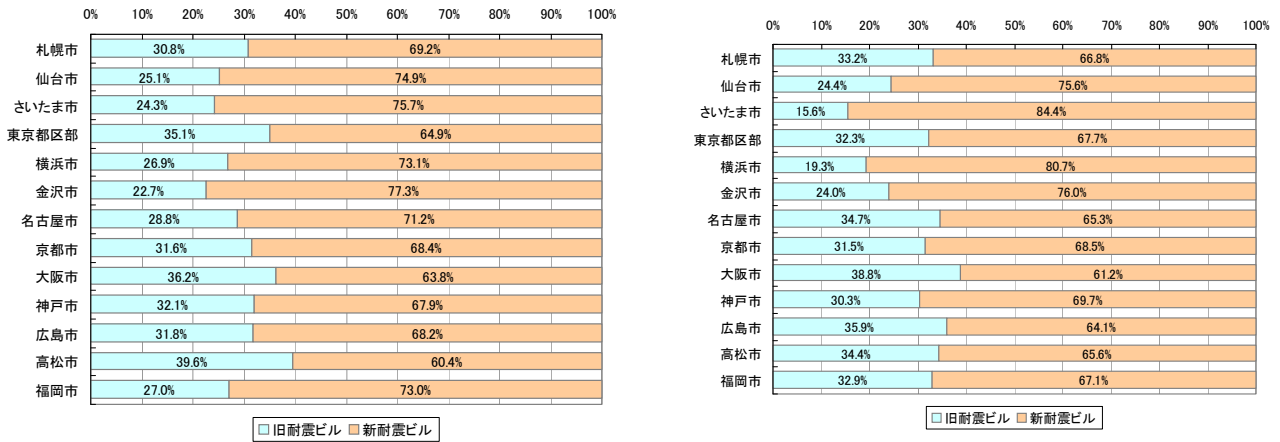
ここまで見てきた2調査(日本不動産研究所調査、東京都調査)では、オフィスビルに自社ビルと賃貸ビルがともに含まれていた。CBREは賃貸オフィスのみを対象とする調査を実施しており、それによると東京都区部の賃貸オフィスにおいて「旧耐震ビル(1981年以前に竣工された賃貸オフィスビル)」の構成比は、棟数で35.1%、貸室総面積で32.3%を占める³⁰(図表-10)。これは、自社ビルを含めた上記の2調査の結果とほぼ一致しているため、都区部では1981年以前に竣工した「旧耐震ビル」の構成比は、自社ビルと賃貸ビルに大きな差はないと考えられる。

また、CBRE調査では、都市別の調査も実施している³¹。主要都市で「旧耐震ビル」の棟数比率が高いのは、高松市(棟数で39.6%、床面積で34.4%)、大阪市(棟数で36.2%、床面積で38.8%)、東京都区部となっている。反対に旧耐震ビルの比率が低いのは、金沢市(棟数で26.9%、床面積で24.0%)、さいたま市(棟数で24.3%、床面積で15.6%)、仙台市(棟数で25.1%、床面積で24.4%)であった。なお、旧耐震ビルの貸室総面積比率が最も高いのは大阪市であり、最も低いのがさいたま市(15.6%)であった。

³⁰ 繰り返しとなるが、日本不動産研究所の調査では、1981年以前に建築された事務所の構成比は、棟数で37%、延床面積で32%であり、東京都の調査では1979年以前に建築された事務所の床面積比率は30%となっている。

³¹ 日本不動産研究所の調査でも他都市の調査を実施しているが、調査対象の床面積基準が都市別に相違があるため、本稿では都区部の調査結果のみ記載させていただいた。

図表-10 賃貸オフィスビルの都市別の旧耐震ビル・新耐震ビル比率
(棟数構成比) (貸室面積構成比)



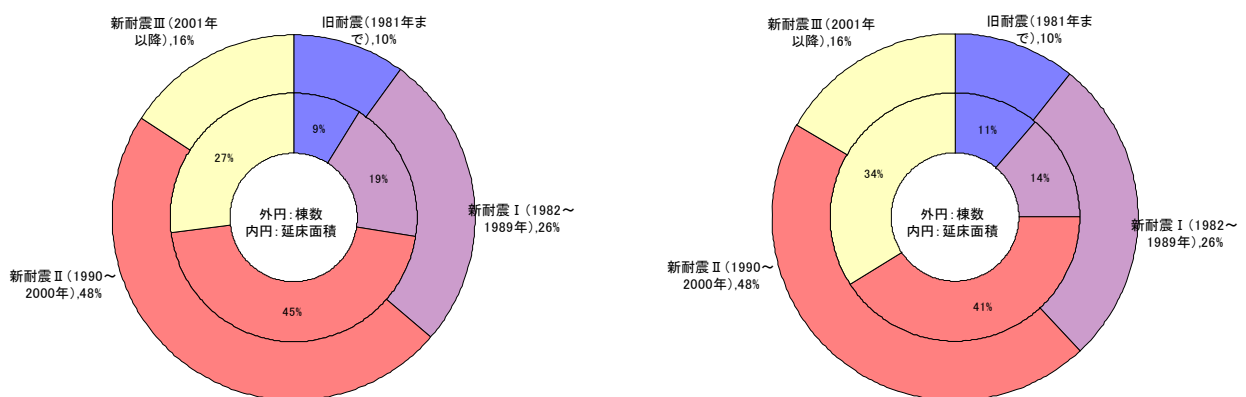
(注)CBRE では、1981 年以前の竣工ビルを旧耐震ビルとし、1982 年以降竣工のビルを新耐震ビルと呼んでいる
(出所)CBRE「東日本大震災 不動産市場への影響」オフィスジャパン、2011summer、を基にニッセイ基礎研究所が作成

④J-REIT における建築年別のオフィスストック

次に、J-REIT のオフィスビルをみると、1981 年以前に建築された「旧耐震ビル」の構成比は、全国では棟数で 10%、延床面積で 9%を占め、東京都区部では棟数で 10%、延床面積で 11%を占めている (図表-11)。

上記の 3 調査において、東京都区部では、1981 年までの「旧耐震設計」期に建築されたオフィスビルの構成比が、棟数で 35%~37%、床面積で 30%~32%であったのに比べ、J-REIT のオフィスビル (賃貸オフィスビル) は、棟数・床面積ともに 10%程度と、「旧耐震ビル」比率が圧倒的に低く、9 割程度を「新耐震ビル」が占めている。

図表-11 J-REIT オフィス物件の築年別物件数・延床面積比率
(全国) (都区部)



(注)建築時期と建築基準法の改正時期により、旧耐震、新耐震 I、新耐震 II、新耐震 III に区分した。
(出所)TOREIT データベースよりニッセイ基礎研究所が作成

4. J-REIT オフィスビルの地震リスク(PML 値)と賃料・利回り

(1) J-REIT オフィスビルの建築年・規模と PML 値

現状では一般のオフィスビルについて、地震リスク (PML 値) を把握することは困難である。そこで、多くの物件で PML 値が開示されている J-REIT のオフィスビルを基に、地震リスク (PML 値) がどの程度、賃料や利回りの評価に反映されているのかをみていく。

はじめに、J-REIT のオフィスビルの竣工年および規模ごとに、地震リスク (PML 値) の平均値をみる。ここでは、PML 値が開示されているオフィス物件に関してのみ分析対象としている。

J-REIT オフィスビルの PML 値の平均は 8.2% であり、建築年が 1981 年までのビルでは 10.8%、1982 年～1989 年では 9.1%、1990 年～2000 年では 8.0%、2001 年以降では 6.1% と、建築年が最近であるほど、PML 値は小さくなる傾向がみられた (図表-12)。これは耐震設計基準の改善と合致した結果といえる。

また、延床面積の規模が 3 千㎡未満では 11.8%、3～6 千㎡未満では 10.2%、6 千～1 万㎡未満では 7.9%、1～2 万㎡未満では 7.5%、2～3 万㎡未満では 5.0%、3～5 万㎡未満では 4.1%、5 万㎡以上では 3.9% と、オフィスビルの規模が大きいほど PML 値は小さくなる傾向もみられた。

図表-12 J-REIT オフィス物件の竣工年および延床面積と平均 PML 値(単純平均)

	3千㎡未満	3～6千㎡	6千～1万㎡	1～2万㎡	2～3万㎡	3～5万㎡	5万㎡以上	総計
旧耐震(1981年まで)	10.0%	15.1%	11.7%	9.0%	12.3%	2.9%	3.3%	10.8%
新耐震Ⅰ(1982～1989年)	12.0%	10.8%	8.3%	7.6%	6.6%	4.2%	5.0%	9.1%
新耐震Ⅱ(1990～2000年)	11.7%	9.2%	7.0%	7.5%	4.4%	4.1%	4.5%	8.0%
新耐震Ⅲ(2001年以降)	11.8%	8.8%	6.7%	5.2%	3.1%	4.3%	2.3%	6.1%
総計	11.8%	10.2%	7.9%	7.5%	5.0%	4.1%	3.9%	8.2%

(注)PML 値は単純平均を記載。網かけされたセルはサンプル数が 5 件未満のもの。

(注)JREIT データからオフィスビルについて建築年・延床面積・PML 値が開示されている物件のみを対象としている。

(出所)TOREI データベースを基にニッセイ基礎研究所が作成

(2) 地震リスク (PML 値) と鑑定利回り

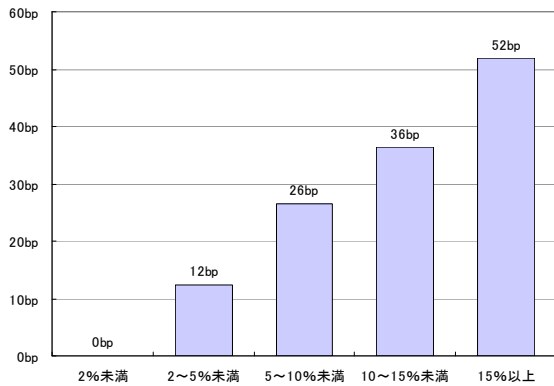
オフィスビルの建築年(「旧耐震ビル」、「新耐震ビル」の違い)やオフィスの規模が地震リスク (PML 値) に影響しているのであれば³²、「地震リスク (PML 値)」自体はオフィスの利回り評価にどの程度反映されているのだろうか。PML 値には建築年やビル規模の効果が含まれてしまうため、利回りの要因分析を行うに当たり、建築年やビル規模を説明変数としては含めず、地震リスク (PML 値) と立地エリア等から要因分析を行った。

その結果、PML 値が 2% 未満のオフィスビルを基準とすると、PML 値が 2～5% 未満のビルでは +12bp (ベースポイント: %の 100 分の一)、5～10% 未満のビルでは +26bp、10～15% のビルでは +36bp、15% 以上のビルでは +52bp の利回り格差があるという結果が得られた³³ (図表-13)。

³² 図表-12 に示されたこの関係は、耐震基準の観点からみた、「旧耐震ビル」より「新耐震ビル」の地震リスク (PML 値) が低くなることや、超高層ビルにおける日本建築センターの耐震性の性能評価 (脚注 23) の実施から、超高層ビル (大規模ビル) では相対的に地震リスク (PML 値) が低くなることなども合致している。

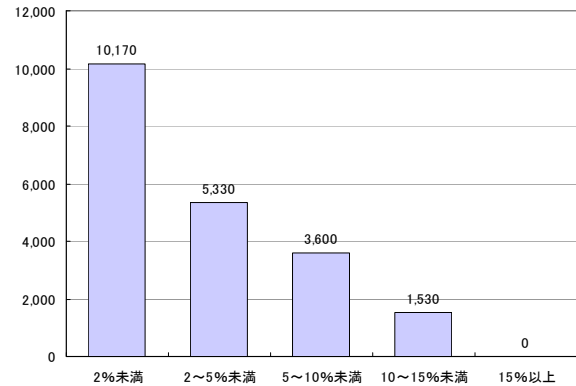
³³ J-REIT のオフィスビルの鑑定情報をもとに、回帰式に基づく利回りの要因分析を行った。説明変数として、地震リスク (PML 値) と立地エリア等を用い、築年やオフィスビルの規模などは含めなかった。決定係数は 0.62 で、各変数の t 値は十分な値となっている。算定結果は、地震リスク (PML 値) という観点から利回りの要因を分析したもので、PML 値に反映されていない建築年や規模の影響は除外されている。

図表-13 オフィスビルの地震リスク(PML 値)別の鑑定利回り格差(PML2%未満のオフィスビルを基準)



(注)鑑定利回りを、地震リスク(PML 値)、立地エリア、評価年等から要因分析した結果に基づく。
(出所)ニッセイ基礎研究所推計

図表-14 オフィスビルの地震リスク(PML 値)別の賃料格差(PML 値 15%以上のオフィスビルを基準)



(注)オフィス賃料を、地震リスク(PML 値)、立地エリア、評価年等から要因分析した結果に基づく。
(出所)ニッセイ基礎研究所推計

(3) 地震リスク (PML 値) と賃料

同様に、オフィスビルの賃料を、地震リスク (PML 値) と立地エリア等から要因分析したところ、PML 値 15%以上のオフィスビルを基準とすると、PML 値が 2%未満のビルでは+10,170 円、2~5%未満のビルでは+5,330 円、5~10%未満のビルでは+3,600、10~15%未満のビルでは+1,530 円の賃料格差があった³⁴ (図表-14)。

本推計の結果、地震リスク (PML 値) の違いが、賃料に反映されているという結果が得られた。ただし、PML 値の開示が進んでいる J-REIT のビルであったとしても、震災前までは³⁵地震リスク (PML 値) が賃貸の現場で明確に認識され、賃料に反映されるという状況にはなかったと思われる。従って、ここで示された推計結果は、地震リスク (PML 値) が低いビルでは、耐震性能だけでなく様々な物件特性 (ビルの建築年、規模、グレードや視認性、立地、内外装、設備、PM 力、リーシング力、テナントサービス、省電力、オーナーの信頼性など) の水準が高く、それが賃料の高さにつながっているという可能性も考えられる³⁶。

ただし、そうであっても、結果的に PML 値が低いほど賃料が高いという状況に変わりはない。今回の震災を経て、今後、地震リスク (PML 値) に対する再評価が進むのであれば、推計結果に比べ、さらに PML 値に応じた賃料格差が拡大する可能性があると思われる。

4. まとめ

東日本大震災では、地震の揺れそのものによるオフィスビルへの被害は、地震の規模から考えると小さいものであったといわれている。本稿では、過去の地震被害や今後の地震発生確率などの基本情報を確認した上で、オフィスビルストックの建築時期や、地震リスク (PML 値) が賃料と利回

³⁴ 鑑定利回りと同様に、賃料の要因分析を実施した。説明変数として、地震リスク(PML 値)と立地エリア等を用い、築年やオフィスビルの規模などは含めていない。決定係数は 0.68 で、各変数のt値は十分な値となっている。算定結果は、地震リスク(PML 値)という観点から賃料の要因を分析したもので、PML 値に反映されていない建築年や規模の影響は除外されている。

³⁵ 本推計は 2011 年 3 月末までのデータを利用して推計したものである。

³⁶ 本分析は、「旧耐震ビル」が少ないなど、特殊なビル特性を持った J-REIT のオフィスビルのみを対象としたものであるため、より多くのオフィスビルにおいて地震リスク(PML 値)が調査され、その値が開示されることが望まれる。

りにどのような影響があるのかを見てきた。

東京都区部のオフィスビルでは、1981年以前に建築された耐震性能の低い「旧耐震ビル」は、棟数で全体の35～38%、床面積で32%程度を占めている。地域的に「旧耐震ビル」の比率が多いエリアもあり、千代田区・中央区・豊島区では1979年以前に建築された事務所の床面積比率が4割を超えている。一方、J-REITの物件では棟数、床面積ともに「旧耐震」ビルの比率は10%程度と低いことも明らかとなった。

本稿の分析によると、地震リスク（PML値）が低いほど鑑定利回りは低く、賃料は高いという関係が確認できた。ただし、東日本大震災以前のオフィス賃貸の現場では、耐震性能や地震リスク（PML値）が特別に評価されるという状況になかった。このため、PML値の水準が直接、賃料に反映しているのではなく、地震リスク（PML値）が低いオフィスビルでは、一般に様々な「オフィスの質」（ビルの建築年、規模、グレードの高さや内外装、設備、サービス、省電力性能など）が高く、それが賃料の高さに反映されたのではないかと考えられる。しかし、そうであったとしても、結果的に地震リスク（PML値）が低いほど賃料は高くなっており、今後、耐震性等への評価が高まる場合は、さらに地震リスク（PML値）の格差が賃料や利回りに反映されていくと思われる。

地震リスク（PML値）に関しては、現状ではその評価等に問題が残っているとされている³⁷。今後は、今回の地震で明らかになりつつある地盤の違いによる建物被害への影響等³⁸も考慮した、評価の統一基準が設定され、より広範囲の調査と情報開示が進むことが望まれる³⁹。また、長周期地震動による被害については、建物構造そのものよりも室内設備等への被害が深刻になると予測されており、事業継続性に大きな影響があるにもかかわらず、地震リスク評価（PML値）に十分反映されない可能性が高い⁴⁰。このため、長周期地震動による被害等を考慮した新たな指標も必要となるかもしれない。

東日本大震災に伴う地殻変動により、内陸部でも活発な地震活動が誘発されており、今後、数年間は大規模な余震や誘発地震に注意が必要とされている。地震への懸念から、現在、首都圏のオフィスビル賃貸市場では、低層ビルや低層階、免震・制震ビル、安定した地盤のビル、非常用電源設備のあるビルなどへの引き合いが相対的に高まっているという⁴¹。オフィステナントでは、このように、地震対策を含めたBCP（事業継続計画）の観点から、これまでのコスト削減を最優先としたオフィス立地の方針を見直す動きが活発となっている。

こうしたテナントによる動きに応じて、地震リスク評価（PML値）を含めたオフィスの事業継続性の視点が、オフィスビルの不動産評価により明確に反映されていく可能性が高い⁴²。テナント企

³⁷ 脚注27に示したように、PML値には統一した評価手順や基準などが定められていないため、各評価会社が独自の手法を開発・運用していることが問題となっている。

³⁸ 脚注8に示した源栄正人東北大学教授の資料によると、地盤の違いによって揺れや建物被害が大きく異なることが示されている。

³⁹ 「耐震改修促進法」により、特定建築物の耐震化率は2015年までに90%まで引き上げられることが決まっている。こうした特定建築物を含め、より広範なオフィスビルの耐震性能、地震リスク（PML値）の調査と情報開示が望まれる。

⁴⁰ 長周期地震動については巻末参考資料を参照のこと。

⁴¹ 三幸エステート『東日本大震災後のオフィス選択』オフィスマーケット2011年6月号では、東日本大震災後のオフィス選択におけるキーワードとして、①制震、免震ビル、②低層フロア、低層ビル、③大規模ビル、④非常用電源、自家発電設備、⑤都心部及び重要公共施設近接地区、⑥内陸部、地盤の安定性、⑦災害時の孤立化リスク、をあげている。

⁴² 日本不動産研究所「東日本大震災が日本の不動産投資市場に与える影響」『第24回不動産投資家調査結果』2011年5月31日、によると、「今後のリスクプレミアムの見直し」として、「特に見直す予定はない」が41%、「PMLなどの運用を厳格化する」が8%、「見直しについて検討中である」が43%であった。また、「免震・制震構造などを施した建物への評価の変化」として、「大きく

業従業者の危険回避や事業継続性の観点からだけでなく、これからの日本の不動産市場や不動産投資市場の発展のためにも⁴³、地震リスク評価指標（PML 値）の改善をはじめ、災害時における事業継続性の観点に立った様々な評価指標が整備・調査・開示され、それらの指標が適切に不動産評価に反映されることが、今後、重要になってくるのではないだろうか。

参考一長周期地震動とその被害について

長周期地震動による超高層ビルへの被害および被害対策が大きな課題となっている。

2004年新潟県中越地震では東京都内で周期7秒前後の長周期地震動が強く発生し、これが都心部の超高層ビルの固有周期と共振したため、六本木ヒルズなどでエレベーターが非常停止したことなどが報道された。東日本大震災においても、制震装置が設置された新宿センタービルでも10分間、最大108cmの揺れがあったと報告されている。震源から400km離れた大阪府の咲州（さきしま）庁舎でも約10分間、最上階（52階）では、最大137cm（片側）の揺れが確認されたという⁴⁴。ただし、超高層ビルでは2～4mの振幅の揺れがあってもおかしくなかったと考えられており^{45,46}、東日本大震災では、東京都内における長周期地震動が予想外に小さく、それが東京の超高層ビルにおける被害を小さくしたと言われている。

建物などの構造物は、それぞれが揺れやすい「固有周期」を持っており、建物高いほどこの周期は長くなり、超高層ビルは4～6秒程度の固有周期があると言われている（参考図表-1）。一方、平野などの堆積層では、地震波が到達すると堆積した軟弱な地盤により揺れが増幅しやすく、その周期は堆積層の深さで決まり⁴⁷、関東平野では6～8秒、大阪平野や濃尾平野では5秒前後の揺れが大きくなりやすいとされている⁴⁸（参考図表-2）。つまり、東京都心部の超高層ビルの固有周期は、関東平野の卓越周期と共振しやすく被害が大きくなりやすい。

今回、東京の超高層ビルにおける被害が小さかったのは、1～10秒にかけて幅広い周期帯で地震波が発生し、数秒程度の地震波があまり励起されなかったためである。しかし、そうした数秒程度の地震波が小さかった理由はまだ判明しておらず、今後の大地震でも今回と同様に数秒周期の地震波が少ない保証はどこにもないという⁴⁹。

また、シミュレーション実験によると、「長周期地震動では建物そのものへの被害よりも、生活やビジネスを継続するのが困難と成るような室内被害をもたらす」⁵⁰ことが示唆されている。従って、長周期地震動は、事業継続に大きな影響を与えるビジネス設備などの室内への被害が大きい、建

上昇した」が18%、「少し上昇した」が40%、「今までと変わらない」が26%、下がったとの回答は0%であった。

⁴³ 特に、海外からの投資資金の拡大に重要と思われる。

⁴⁴ 大阪府総務部「[咲州庁舎の安全性等についての検証結果](#)」平成23年5月より。

⁴⁵ 日本建築学会は『長周期地震動対策に関する日本建築学会の取組み』2011年3月4日において、「長周期地震を受ける超高層建物では、大きな振幅の揺れ（2～4m）が5分間以上も続く」と報告している。

⁴⁶ 東京大学地震研究所額額教授によると、東日本大震災で新宿センタービルは最大で左右に108cm揺れたが、「マグニチュード9.0の規模で建物の揺れが1m程度というのは、制震構造を採用していたとしても小さい」「50階建ての超高層ビルでは2～3mは揺れているはずだ」という。「東京」の長周期地震動は想定より小さかったー額額（こうけつ）東大地震研教授、制震構造が有効」日刊不動産経済通信、2011.4.28より。

⁴⁷ 地震調査研究推進本部「長周期地震動予測地図2009年試作版」より。

⁴⁸ 「高層ビル、「長周期」に弱く シリーズ巨大地震⑤」、日経新聞2011.5.8より。

⁴⁹ 脚注46の資料等による。

⁵⁰ 大木聖子・額額一起『超巨大地震に迫るー日本列島で何が起きているのか』（2011年）NHK新書より

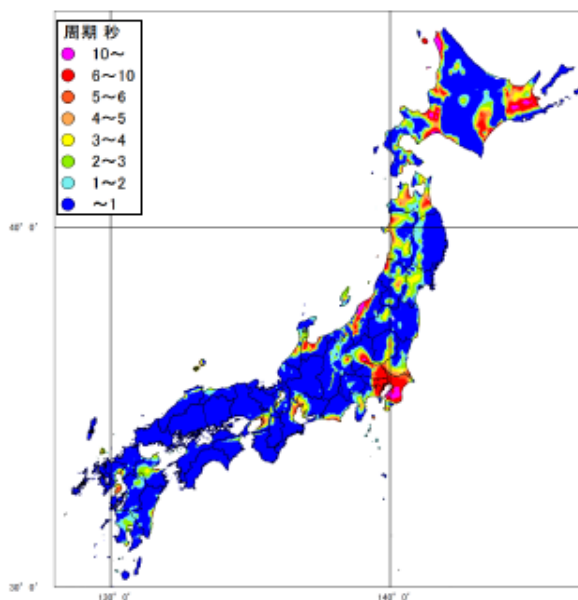
物自体への被害が少ないため、現在の地震リスク評価（PML 値）には十分に反映されない可能性が高いと考えられる。事業継続性の観点からも、今後は長周期地震動による被害想定と、早急な対策が進められねばならないと考えられる。

参考図表－1 超高層建築物等の固有周期

建築物の構造と規模	固有周期の目安
一戸建て・中小ビル（非免震）	長周期地震動ではほとんど共振しない
高さ60m（20階建て程度）	1～2秒程度
高さ120m（30～40階建て程度）	3～4秒程度
高さ200m（50～60階建て程度）	4～6秒程度
免震建築物	最大8秒程度

（出所）国土交通省「[「超高層建築物等における長周期地震動への対策試案について」に関するご意見募集について](#)」（2010年12月21日）、文部科学省地震調査研究推進本部「[長周期地震動予測値図](#)」2009年試作版の公表について」（2009年9月17日）を基にニッセイ基礎研究所が作成

参考図表－2 地域別の一次固有周期の分布



（出所）中央防災会議（東南海、南海地震等に関する専門調査会）「[長周期地震動の卓越周期と深部地盤の固有周期](#)」