

博士論文 令和4年度（2022）

自然災害リスクと不動産市場に関する研究

慶應義塾大学 大学院 経済学研究科

安田 昌平

はしがき

本論文は、著者が学部生時代から取り組んでいる日本を取り巻く災害リスクと防災対策に関して、経済学の観点から多面的に考察したものである。なお、本論文の執筆にあたり、多くの方々によるご支援、ご指導を頂いた。心から感謝を申し上げます。著者が研究者の道を志したのは、日本大学経済学部時代の恩師である浅田義久先生のご指導のおかげである。浅田先生からは、都市や地域問題はもちろんのこと、日本経済における諸問題を経済学の観点から分析する重要性を学ばせていただき、政策志向的な研究態度についてご教示いただいた。慶應義塾大学大学院経済学研究科に入学した後は、河端瑞貴先生に、GISによる空間データの加工・分析手法を学び、詳細な空間データを用いた分析を進めることが出来た。また、研究報告の際は親身になって相談に乗ってくださり、いつも励まして頂いた。直井道生先生には、計量経済学の手法の応用と実践を学び、常に新しい手法をインプットし、すぐさまアウトプットしていくといった応用マイクロ経済学者としての研究態度について多くのことを学ばせていただいた。山崎福寿先生(共立女子大学)には、災害に関する研究を進めるきっかけを作っていただき、フィールドワークの重要性を教えて頂いた。宅間文夫先生(熊本学園大学)、中川雅之先生(日本大学)、行武憲史先生(日本大学)には、共著論文を執筆するにあたって、論文の書き方から分析手法まであらゆることを教えて頂いた。

また、さまざまな学会、研究会での報告において、数多くの先生方にご指導を頂いた。小川光先生(東京大学)、金本良嗣先生(政策研究大学院大学)、黒田達朗先生(椋山女学園大学)、佐藤泰裕先生(東京大学)、高橋孝明先生(東京大学)、高野圭佑先生(一橋大学)、多々納裕一先生(京都大学)、花岡智恵先生(東洋大学)から有益なコメント、アドバイスを頂いた。さらに、学部生時代、大学院生時代の同期や後輩から様々な刺激を受けた。中でも、藤野玲於奈氏(株式会社 価値総合研究所)、柴辻優樹氏(慶應義塾大学)、三河直斗氏(慶應義塾大学)からは、今でも良い刺激を受けている。

国土交通省国土交通政策研究所に勤務させて頂いた際には、政策検討の現場を経験し、経済学が実際に国の政策に寄与していることを学び、政策につながる研究をしようと心がけるきっかけを頂いた。公益財団法人日本住宅総合センターに勤務した際には、いま国としてどのような問題に取り組もうとしているのか、現場ではどのような知見を必要としているのかを常に意識する機会を頂いた。

最後に、研究者という道に進むことをそっと見守り、あらゆる面で支えてくれた家族に心より感謝したい。

2023年1月

安田 昌平

目次

序章.....	3
第1章 密集市街地に関する実証研究.....	6
1.1 京都市の木密地域.....	6
1.2 先行研究.....	7
1.3 データ.....	7
1.3.1 物件データと細街路データの空間結合.....	8
1.3.2 接道判定距離.....	9
1.3.3 物件データと京都市細街路データの空間結合.....	9
1.3.3 変数.....	9
1.4 推定モデル.....	11
1.5 推定結果.....	11
1.6 まとめ.....	14
第2章 地価の空間パネルデータ分析.....	20
2.1 はじめに.....	20
2.2 東京都の防災整備.....	21
2.3 実証モデル.....	22
2.4 データ.....	23
2.5 推定結果.....	26
2.6 まとめ.....	28
第3章 東日本大震災前後における建物倒壊危険度が住宅市場に与えた影響の検証.....	32
3.1 はじめに.....	32
3.2 震災による災害リスクに対する認識の変化.....	34
3.3 データおよび実証分析モデル.....	37
3.3.1 建物倒壊危険度.....	37
3.3.2 不動産物件データ.....	38
3.3.3 実証モデル.....	39
3.3.4 記述統計量.....	41
3.4 推定結果と考察.....	43
3.4.1 ベンチマークの推定結果.....	43
3.4.2 新旧耐震基準別の分析.....	44
3.4.3 間取り部屋数別の分析.....	46
3.4.3 長期的な影響の推移.....	47
3.5 結論と今後の課題.....	48

第4章 賃貸住宅市場における水害リスク認知と浸水被害の影響	64
4.1 はじめに.....	64
4.2 データ.....	66
4.3 実証モデル.....	67
4.4 分析結果.....	68
4.4.1 ベースラインモデルの推定結果.....	68
4.4.2 頑健性のチェック（ベースラインモデル）.....	69
4.4.3 長期的な影響の推定結果.....	70
4.4.4 頑健性のチェック（長期的影響モデル）.....	70
4.5 結論と今後の課題.....	71
第5章 災害リスクに対する主観的認知の更新メカニズムと防災行動に関する分析	83
5.1 はじめに.....	83
5.2 データ.....	84
5.3 実証分析モデル.....	87
5.3 分析結果.....	89
主観的リスク認知と防災行動.....	89
災害リスク情報の提供と主観的リスク認知の更新.....	93
5.4 まとめと今後の課題.....	96
終章	114
参考文献	116

序章

日本は地震大国と言われるほど地震の発生が多い国である。内閣府(2010)によると、2000年から2009年の間に発生したマグニチュード6.0以上の地震は、その約20%が日本周辺で発生している。さらに、国土交通省(2022)によると、今後30年以内に南海トラフ巨大地震および首都直下型地震が発生する確率は、70~80%程度とされている。その被害は甚大であり、南海トラフ巨大地震においては死者が約32.3万人、建物被害が約238.6万棟、経済損失は約169.5兆円、首都直下型地震では死者が約2.3万人、建物被害が約61万棟、経済損失は約47兆円と試算されている。

また、特に都市における被害は深刻であることが予想される。1995年に発生した阪神淡路大震災は、経済・生活に関するあらゆる機能が高度に集積した都市を直撃した地震であったが、行政機能の麻痺、交通インフラの損壊などにより被害が深刻化した。現在、さらに人口集中が進んだ都市において巨大地震が発生したとすると、その被害は甚大であることは容易に想像できる。そこで、主要道路の整備を軸とした防災性の高い街づくり、避難経路を確保するための交通ネットワークの形成、地域の不燃化促進など、都市防災整備が喫緊の課題となっている。

一方で、どこまで都市防災整備をすべきかという観点も非常に重要である。日本は人口減少期に突入しており、現在のインフラ投資が長期的に見て過剰になってしまう可能性がある。どのような防災整備が財政上効率的な政策なのかを検証し、政策の取捨選択を行っていかなければ、最適なインフラ投資にならない。したがって、EBPM(Evidence Based Policy Making)の観点から、政策を評価・提案していかなければならない。そこで本論文では、各章において防災整備の評価・立案を行っている。

第1章では、密集市街地対策として取り組まれている細街路対策に注目し、細街路対策による便益の推定を試みている。密集市街地とは、老朽木造住宅が高密度に密集していることで、地震時等に建物倒壊や延焼による被害が予想される地域である。これまでに様々な政策が行われてきているが、権利関係が複雑化していることなどから、権利者との交渉に時間がかかっており、密集市街地の解消は、多くの自治体において長年の課題となっている。また、密集市街地が解消されない理由の一つに細街路の問題がある。建築基準法では、いわゆる細街路にしか面していない敷地においては、敷地をセットバックしない限り建築が不可能であり、老朽建築物の建替えにおいて大きな障害となっている。そこで、基準を緩めて細街路における建替えを促進しようと進めている地域もある。本研究では、京都市の密集市街地を取り上げ、京都市の細街路対策を整理し、細街路政策の評価を行う際に重要となる細街路の外部費用の推定を試みている。その結果、

非道路や二項道路といった細街路、および袋路地という通り抜けできない道の負の外部性が明らかになった。この結果は、京都市の密集市街地における細街路対策を支持するものとなった。

第2章では、都市防災整備の効果を便益ベースで評価することを試みている。東京都では、2021年のオリンピックの影響もあり、近年、都市防災整備が急速に進んだ。長年危険と言われていた地域では、老朽木造住宅が除去され、道路整備が進み、燃え広がらない街に変貌を遂げた。本研究では、東京都の地域危険度、密集市街地といった震災リスク指標のデータを用いて、東京都における都市防災整備の効果をヘドニックアプローチより定量的に分析している。特に、都市防災整備の効果は当該地域の安全性を高めるだけではなく、周辺地域の安全性も高める可能性があるため、空間的スピルオーバー効果を考慮した空間固定効果モデルを用いている。その結果、地域の震災リスクの低下にはスピルオーバー効果があることが明らかとなった。さらに、東京都の密集市街地を解消した場合の便益は、スピルオーバー効果を考慮すると、約2,940億円～約3,630億円と試算された。

第3章では、東日本大震災による非被災地域の地震リスク認知の変化について分析している。2011年3月に発生した東日本大震災は、被災地域はもちろんのこと、非被災地域にも連日の報道や実際の揺れによって大きなショックを与えた。これにより、非被災地域においても、地震リスク認知が変化し、地震への備えや立地選択に影響があったかもしれない。もし、そのような変化が観察されたとしたら、事前の十分なリスク認知が進んでいないと考えられ、地震リスク情報の周知徹底をさらに進める必要がある。そこで本研究では、東京都を対象に、東日本大震災前後における地震リスク認知の変化を、不動産価格の変化を通して分析している。東日本大震災前後で、地震リスク指標が不動産価格に与える影響に変化があれば、その背後で地震リスク認知の変化があったと考えられる。その結果、震災後に建物倒壊危険度が不動産価格に与える負の影響が大きくなっており、震災によって地震リスク認知が変化してことが示唆された。さらに、その負の影響は震災発生後3～4年に限って観察され、その後は元の水準に戻ることが明らかになった。

第4章では、実際の浸水被害による水害リスク認知の変化について分析している。近年では、地震のみならず、水害も非常に多く発生しており、水害リスクが再認識されてきている。そこで本研究では、2015年9月関東・東北豪雨を対象に、浸水被害が水害リスク認知に与える影響を、賃貸住宅市場を通して検証した。その結果、災害前においては、浸水リスクの賃料への影響は有意に観察されなかったが、災害後は浸水被害地域で有意に賃料が下がり、浸水被害のなかった浸水想定区域内では賃料が上昇した。この結果から、日本においては災害があって初めて水害リスクが認知されることが示唆された。

第5章では、災害リスク情報の提供が住民のリスク認知に影響し、防災対策を促すのかを検証している。これまでの防災対策は、防災施設を整備し、災害支援や復旧活動といった「公助」によるものが主体であった。しかし、東日本大震災を機に、公助の限界が指摘され始め、自らの命は自らが守る、地域で助け合うという「自助」「共助」への転換が課題となっている。そこで、政府は災害リスク情報の公開・周知を進めているが、「自助」「共助」が適正に働くためには、住民が正しく災害リスクを認知する必要がある。既存研究では不確実な事象の認知にはバイアスがあると指摘されており、そのような認知バイアスがある場合、政府が災害リスク情報を公開したとしても、その情報を住民が正しく認知するとは限らない。本研究ではアンケート調査を実施し、主観的な地震リスクの認知が防災対策を促しているか、客観的な災害リスク情報の提供が、主観的リスク認知の更新におよぼす影響を検討している。その結果、地震発生に関する主観確率は、個人の防災行動の重要な規定要因になっていることが明らかとなり、さらに主観的リスク認知は提示された追加情報に近づく形で更新されることが明らかとなった。これらの結果は、ハザードマップの公表などの災害リスクの公開・周知といった政策を支持するものとなった。

防災対策はハード面の対策、ソフト面の対策と多岐にわたっており、各政策を詳細に評価するのは難しい。しかしながら、人口減少期に突入した現在、限られた財源を用いて最も効率的な政策を模索していくことは、将来世代の負担を軽減する意味でも非常に重要なことである。本論文の各章では、防災対策を評価するための実証分析を行っているが、その結果から概ね現在の防災対策方針を支持する結果となった。一方、防災対策のコストを考慮した分析は行えておらず、今後は政策のコストを十分に調べ上げ、本当の意味で財政的に効率的な政策であるのかどうかを検証していく必要がある。本論文が、防災対策にかかわる政策立案者や研究者の参考になれば幸いである。

第1章 密集市街地に関する実証研究¹

1.1 京都市の木密地域

歴史的な街並みを多く残す京都市は、木密地域も非常に多い。京都市は他地域と比べて、歴史都市としての一面が木密地域の問題を複雑化させており、特に細街路に係る問題が深刻である。京町家と細街路・路地という風情は、京都市の人々の昔ながらの生活を想起させる貴重な財産となっている一方、防災の観点からは、幅員が狭いことから延焼の危険性や建物倒壊による道路閉塞の危険性が非常に高い。そこで、京都市は細街路対策に力を入れ、避難通路の確保と、接道義務の緩和による住宅更新を促進させようとしている。以下では、幅員別の細街路対策を紹介する。

【幅員 1.8m～4m】

京都市は、幅員 1.8m～4mの細街路の三項道路指定を進めている。三項道路²とは、建替える際、道路の中心線から 1.35m以上 2m未満の範囲で後退を必要とする道路である。幅員が 2.7m以上ある道路を三項道路指定した場合、その道路に接道する敷地は建替え時の後退が必要ない。したがって、現行の敷地面積を維持したまま、建物の更新が可能である。

【幅員 2.7m未満】

京都市は、前述の対策に加えて、幅員 2.7m未満の細街路について、連担建築物設計制度の活用や六項道路³指定などを行っている。六項道路とは、1.8m未満の道路で、二項道路同様に道路の中心線から 2m後退することで建築を許可する道路である。従来、1.8m未満道路のみに接道する敷地は未接道敷地のままとなり、建替えが不可能であった。そのような敷地は、六項道路を指定することで、後退を伴うものの、建替えが可能となる。連担建築物設計制度⁴は、複数の敷地にある建築物を同一の敷地内にあるものとして建築規制を適用する制度である。未接道敷地は、接道敷地と一緒に連担建築物設計制度を活用することで、接道義務が満たされ、建替えが可能となる。また、袋路において、始端部の建築物を耐震・防火改修、始端

¹ 本章は、安田・宅間（2020）基に執筆した。

² 三項道路は建築基準法第 42 条第 3 項の道路の事である。

³ 六項道路は建築基準法第 42 条第 6 項の道路の事である。

⁴ 連担建築物設計制度は建築基準法第 86 条第 2 項に規定されているものである。

部の道路幅員を拡幅する場合、その費用の一部を助成している。さらに、幅員1.8m未満の袋路の場合、緊急避難通路の整備を行っている。緊急避難通路とは、避難扉を整備した緊急時に通り抜け可能な通路で、京都市は整備費用の一部を助成している。

細街路対策は様々あるが、限られた予算の中で、より効率的な対策を選択する必要がある。ここで細街路対策の便益とは、細街路の外部費用と等しいと考えられる。つまり、細街路対策を行うことで、細街路の危険性が解消され、その外部費用が解消されることが細街路対策の便益である。本研究の目的は、細街路対策の費用対便益を検討する際に必要となる細街路の外部費用の推定である。

1.2 先行研究

震災リスクと不動産価格の関係は、様々な観点から研究されている。地震ハザードマップと不動産価格の関係（Nakagawa et al.(2009)）や、活断層リスクと不動産価格の関係（顧ほか(2014)）など一定の研究の蓄積はある。木密地域と不動産価格の関係については、宅間（2007）、安田・宅間（2017）などがある。

宅間（2007）は、東京都において、木密地域における公示地価は、一般市街地と比べて約2.06%～2.88%下落することを明らかにした。安田・宅間

（2017）は京都市を対象とし、木密地域の外部費用の推定を行い、京町家の正の外部性をコントロールしない場合、木密地域の外部費用を過小推定することを明らかにした。これらの研究は木密地域の外部性を定数項ダミーで捉えているので、木密地域とそれ以外の一般市街地の平均的な差しか捉えることができない。したがって、これらの研究成果を基に、京都市の木密地域対策の諸制度を評価することは難しい。そこで本研究は、細街路対策に注目し、細街路の外部費用を推定するため、ヘドニックアプローチを採用した。

1.3 データ

物件データは、アットホーム株式会社の登録物件データを用いる。分析対象地域は京都市で、期間は2009年1月1日から2011年12月31日で、重複処理後の総サンプル数は20250件となった。分析にはマンション、戸建て、アパート

を使用した。また、本研究では細街路を説明するデータとして「細街路地図データ」「細街路データベース」（京都市）を採用し、安田・宅間(2017)が指摘している外部不経済の過小評価をコントロールするためのデータとして「平成20年・21年京町屋まちづくり調査」を採用した。京町屋まちづくり調査は、京町家の類型化、保存状態等の詳細な外観情報まで把握されており、京町家データには座標と共に前述の調査データが紐付けされている（以下、京町家ポイントデータ）。同調査の対象地域は、京都市全域ではなく、都心部（上京区、中京区、東山区、下京区）及びその周辺、伏見旧市街地、旧街道沿いのみである。京都市提供の細街路データは2つに分けられる。一つ目は細街路地図データで、道路の中心線のラインデータであり、それに道路種別、路線番号が付与されている。二つ目は細街路データベースで、細街路地図データに含まれる細街路を中心に（一部の幅員4m以上道路を含む）、路線番号、始端部の幅員、通り抜けの有無等の詳細情報がまとめられている。

1.3.1 物件データと細街路データの空間結合

細街路が不動産価格に及ぼす影響を分析するには、敷地と道路の接道状況を把握する必要がある。本研究ではGISを用いて接道状況の把握を試みる。薄井・浅見（2010）によれば、GISを用いて接道状況を把握する方法には、疑似面ボロノイ分割を用いる方法と、バッファ領域を用いる方法があり、それらの接道判定誤差は3%程度である。以下ではバッファ領域を用いる方法を採用し、接道判定を行う。バッファ領域を用いる方法では、道路の中心線からバッファ領域を作成し、バッファ領域と建物ポリゴンが重なるかどうかで判定を行う。

物件データは建物レベルの座標が付与されたポイントデータであり、細街路地図データは道路中心線のラインデータである。本研究では、建物形状のポリゴンデータとして「住宅地図データベース Zmap-TOWN II 2008/09年度・2013/14年度」（株式会社ゼンリン）を採用し、物件のポイントデータと建物ポリゴンデータを空間結合し、建物壁面から道路中心線までの結合距離を用いて、接道しているか否かを判別する⁵。

⁵ 本来、土地と道路の接道判断は、敷地境界と道路境界の結合距離で判断すべきだが、敷地のポリゴンデータと道路境界データを利用できないことから、本研究は建物壁面と道路中心線を用いて判別する。なお、2009年の物件データはZmap-TOWNII 2008/09年度と、2010年以降の物件データはZmap-TOWNII 2013/14年度と空間結合した。

1.3.2 接道判定距離

本研究では、接道しているか否かを判別するため、建物壁面から道路中心線までの接道判定距離を設定する必要があるが、それは一意に設定できない。ここでは物件と最寄り道路までの距離分布を用いて4パターンを設定する。細街路地図データに含まれる道路は細街路が中心で、大部分の幅員4m以上の道路が含まれていない。このため、全道路が含まれる「数値地図オンラインデータ」（国土地理院）の道路中心線のラインデータとZmap-TOWN II 2013/14年度データの全建物ポリゴンデータを空間結合し、全建物の壁面から最寄り道路の中心線までの最短距離を空間検索した。本研究では、その最短距離の分布から(i)平均値+標準偏差、(ii)平均値+0.5×標準偏差、(iii)平均値、(iv)平均値-0.5×標準偏差の4パターンを接道判定距離と設定し、それぞれ、27.555m、19.885m、12.215m、4.545mとなった。

1.3.3 物件データと京都市細街路データの空間結合

細街路データベースには分析に用いる詳細な細街路情報が含まれており、細街路地図データのラインデータとは路線番号をキーとしてマッチングした（以下、京都市細街路データ）。物件データと京都市細街路データは、4種類の接道判定距離を用いて空間結合し、分析のためのデータベースを構築した。以下では、物件に接道している道路の状態が当該物件の価格に及ぼす影響を分析するため、接道判定距離で道路と空間結合できた物件サンプルに絞り込み、分析を行う。ただし、細街路データベースはすべての路線を調査したものではないため、このデータを使用する時点で分析に使用できるサンプルは制限される。

1.3.3 変数

以下では、分析に用いた変数を説明する。被説明変数は1㎡当たりの物件価格・賃料を採用する⁶。細街路に係わる説明変数は、4m以上道路ダミー、2番目最寄り4m以上道路ダミー、二項道路ダミー、非道路ダミーを採用する。4m以

⁶ 戸建ては延床面積1㎡あたり、共同住宅は専有面積1㎡あたりの価格・賃料としている。

上道路ダミーは、数値地図オンラインデータを使用し⁷、物件から接道判定距離内に道路があり、かつ最寄り道路が4m以上道路の場合に1の値をとるダミー変数であり、2番目最寄り4m以上道路ダミーは、接道判定距離内に道路があり、かつ2番目の最寄り道路が4m以上道路の場合に1の値をとるダミー変数である。二項道路ダミー及び非道路ダミーは細街路地図データを使用し、二項道路ダミーは接道判定距離内の最寄り道路が二項道路の場合に1の値をとるダミー変数であり、非道路ダミーは接道判定距離内の最寄り道路が非道路の場合に1の値をとるダミー変数である。また、細街路に接道していても敷地の別辺が4m以上道路と接道していれば建替え可能であり、単に細街路と接道している敷地とは違いがあることが予想される。この影響をコントロールするため、細街路ダミー（二項道路、非道路）と2番目最寄り4m以上道路ダミーの交差項を採用する。この交差項を用いて、細街路のみに接道している物件と、最寄り道路が細街路であり、かつ4m以上道路にも接道している物件の差が推定される。

その他の説明変数は、建築日数、専有・建物面積、総建物階数の対数を採用する。CBDまでの距離は「拡張版全国データ道路地図データベース 2015年度版」（住友電工システムソリューション株式会社）を用いて計算し、京都駅、烏丸駅、河原町駅、三条駅のうち、最寄りの駅までの道路距離の対数を採用する。また、細街路がある地区は密集市街地と重複していることから、密集市街地の影響をコントロールするため、不燃領域率及び密集市街地ダミーを「地震時等に著しく危険な密集市街地の対象地域」（国交省）から作成した。不燃領域率は、地域の燃えにくさを表す指標で、値が大きい程燃えにくい地域となる。また、集積の経済をコントロールするために、商業集積密度、中高層建築物密度、最寄り世界遺産までの直線距離の対数を採用する。商業集積密度とは、「商業集積統計 2013年」（マイクロジオデータ研究会）より、商業地単位面積あたりの店舗数を計算したものである。中高層建築物密度とは、Zmap-TOWN II 2013/14年度データより6階建て以上の建築物を把握し、小地域面積あたりの中高層建築物数を集計したものである。最寄り世界遺産までの直線距離は、「世界文化遺産データ 2015年」（国土数値情報）から作成した。さらに、近隣外部性をコントロールするために、小地域単位の大卒・大学院修了者数人口比率、小・中学校卒業者数人口比率を採用し、「最終卒業学校の種類（6区分）」（2010年国勢調査）から作成した。安田・宅間（2017）同様

⁷ 数値地図オンラインデータの道路幅員は、3m未満、3-5.5m未満、5.5-13m未満、13m-19.5m未満、19.5m以上の区分である。したがって、3-5.5mに関しては、細街路地図データと重複する道路と区別することで4m以上と判断した。具体的には、3-5.5m道路のラインデータと細街路のラインデータ間の距離が±1m未満であれば、細街路ラインデータと同じと判断し、それを4m未満道路とし、それ以外は4m以上道路とした。

に、物件から半径 250m 内の良好な京町家の数を集計し説明変数に採用する。良好な京町家とは、外観調査の設問より、建物の状態が良好で、1・2 階と玄関戸に格子があり、看板建築ではない家屋とした。さらに、建物利用形態が事業所専用または併用住宅である家屋を事業所系京町家とし、専用住宅である家屋を住居系京町家として分析に用いた。

1.4 推定モデル

基本モデル

本研究では、細街路の外部費用を推定するために、ヘドニックアプローチを採用し、基本モデルとして次式を考える。

$$\ln P_i = \alpha + \sum_{l=1}^2 \gamma_l road_{li} + \sum_{l=1}^2 \delta_l road_{li} \times d_{4m} + \sum_j \beta_j \ln X_{ij} + \varepsilon_i$$

ここで、 $\ln P_i$ は物件 i の 1 m^2 あたりの価格・賃料の対数、 $road_{1i}$ は 2 項道路ダミー、 $road_{2i}$ は非道路ダミー、 d_{4m} は 2 番目最寄り 4m 以上道路ダミー、 $\ln X_{ij}$ は物件 i の住宅属性あるいは含まれる地域の j 番目属性の対数、 ε_i は誤差項である。道路ダミー変数は、接道判定距離内の最寄り道路が 4m 以上道路を基準としている。

細街路属性を考慮したモデル

基本モデルでは細街路が 4m 以上の道路に更新された場合の便益は計れるが、京都市の細街路対策を評価することは難しく、この評価には、より細街路の状況を考慮したモデルが必要である。そこで、細街路ダミーの代わりに細街路の属性である袋路ダミーと道路始端部の平均幅員の対数を採用したモデルを考えた。袋路ダミーは接道判定距離内の最寄り道路が通り抜け不可であれば 1 の値を取るダミー変数で、平均幅員は接道判定距離内の最寄り道路の始端部の平均幅員である。

1.5 推定結果

以下では、(i) 平均値+標準偏差を接道判定距離としたケースをベースに記述する。表 1 と表 2 は記述統計量である。特に表 2 は、京町家調査地域に分析サン

プルを絞ったときの記述統計量である。

(表 1、表 2 はこのあたり)

表 3 は基本モデルの推定結果である。model 1 は細街路ダミーと住宅属性、地域属性を説明変数に採用しており、model 2 は、木密地域が及ぼす負の外部性をコントロールするため、model 1 に不燃領域率と密集市街地ダミーを追加している。model 3 は、安田・宅間(2017)が指摘した負の外部性の過小評価バイアスを考慮するため、半径 250m 以内の京町家総数を追加したモデルである。ただし、model 3 は京町家データを使う関係で、京町家調査対象地域内のサンプルに絞って分析している。賃貸アパートの非道路ダミーの係数と売買戸建の二項道路ダミーの係数は負で有意に推定され、これらは期待される符号条件と整合的である。アパートの非道路ダミー変数が有意に負の値として推定されるのは、非道路に接道する敷地が建替え困難であることから、(準)耐火建築物への更新が進まないことによる延焼リスクや、道路閉塞による避難困難リスクが価格に反映されているためと考えられる。一方、アパートの二項道路ダミー変数が棄却されたのは、二項道路の幅員が非道路に比べて広いこと、借主は建替え時の後退のコストを考慮していないことから棄却されたと推測される。売買戸建の二項道路ダミー変数が有意に負の値として推定されるのは、アパート同様に、延焼リスクや避難困難リスクが価格に反映されるだけでなく、加えて敷地後退の影響が価格に織り込まれていると考えられる。賃貸戸建の二項道路ダミー変数が棄却される理由はアパートのそれと同じと推測される。一方、売買戸建及び賃貸戸建の非道路ダミーが棄却されるのは、非道路の中に袋路が含まれており、袋路の効果が影響しているためだと考えられるが、それについては次節で説明する。賃貸マンションは二項道路ダミーの係数が正で有意に推定されるが、細街路の定義上、細街路にのみ接道したマンションは存在しないため、この係数は 4m 以上道路に接道しており、かつ最寄り道路が二項道路である影響を捉えていると推測される。モデルでは、この影響を「二項道路ダミー×2 番目最寄り 4m 以上道路ダミー」で捉えることを試みているが、マンションは敷地が広く、建物の壁面から道路の中心線までの距離が他建物種別よりも長い傾向にある。このことから、4m 以上道路を正確に検索できず、マンションの場合、4m 以上道路の影響を十分にコントロールできていない可能性がある。

売買物件データはサンプル数が非常に少ないため、建物タイプ別の推定では信頼性が低い可能性が残るため、戸建とマンションを合算したサンプルで、マンションの 4m 以上道路ダミーをベースとし、各細街路の影響を推定した(表 5)。この推定結果から、二項道路ダミー×戸建てダミーの係数が負で有意に推定され、表 3

の建物タイプを個別に推定した結果と整合的であることが確認できた。

表 4 は細街路属性を考慮したモデルの推定結果である。平均幅員(対数)の係数は、賃貸戸建が正で有意に、賃貸マンションが負で有意に、売買戸建と売買マンションが負で有意に推定される。賃貸及び売買マンションは平均幅員の係数が負となる傾向がある。これは、マンションに接道する道路の多くが幅員の広い道路であり、交通量が増加することによる騒音等の外部不経済を捉えている可能性がある。売買戸建の場合は、例えば、子育て環境を重視する世帯の選好が反映され、幅員が広い道路が危険であると評価されている可能性がある。一方、賃貸戸建の場合は正の係数で推定され、道路始端部の幅員が広い方が賃料は高くなる。袋路ダミーの係数は、賃貸アパートが負で有意に、売買戸建が正で有意に、売買マンションが負で有意に推定される。賃貸アパートの場合、負で有意に推定されるのは、通行が一方のみ袋路は避難困難リスクが高く、その外部不経済を捉えていると考えられる。これは、基本モデルにおいて、アパートの非道路ダミーが有意にマイナスに推定されたことと整合的である⁸。

一方、賃貸戸建は袋路ダミーの係数が有意に推定されないが正の符号条件であり、売買戸建の袋路ダミーの係数が正で有意に、売買物件を合算した推定結果(表 5)の売買戸建でも「袋路ダミー×戸建て」の係数が正で有意に推定される。このことから、戸建の場合は、袋路に正の外部性が生じることが示唆され、地域コミュニティの形成の場という正の外部性を捉えていると考えられる。基本モデルの戸建に関する推定において、非道路ダミーが棄却されるのは、非道路が持つ負の外部性と袋路が持つ正の外部性が相殺され、有意に推定されない可能性が考えられる。2015年の国勢調査によると、京都市において夫婦と子供から成る世帯数は、共同住宅(1.2階建)に比べて戸建の方が約2倍多く、単身世帯は共同住宅(1.2階建)の方が戸建より約3.4倍多い。このことから、袋路について、単身者は避難困難性や延焼危険性という負の外部性をより重要視し、逆に、ファミリー世帯は負の外部性よりも正の外部性を大きく評価している可能性が示唆された。特に賃貸アパート、売買戸建てに関するこれらの推定結果は、残りの3パターンの接道判定距離(ii)(iii)(iv)で分析しても概ね同様の傾向である。

(表 3、表 4、表 5はこのあたり)

⁸ 京都市細街路データでは、非道路に袋路が含まれる。

1.6 まとめ

本研究は、木密地域対策として細街路対策に力を入れている京都市に注目し、細街路が周辺の不動産価格・賃料に及ぼす影響を分析した。推定結果から、非道路は賃貸アパートに有意に負の影響を、二項道路は売買戸建に有意に負の影響を及ぼし、袋路は賃貸アパートに有意に負の影響を、売買戸建に有意の正の影響を及ぼすことが確認された。この結果から、賃貸アパートが多い地域における非道路対策、特に袋路対策は有効であることが考えられる。また、売買戸建が多い地域では二項道路対策が、賃貸戸建が多い地域では道路始端部の拡幅対策が有効であると考えられる。ただし、本研究では、建物のポリゴンデータと道路の中心線の距離で、接道状況の把握を試みているため、正確に接道状況を捉えられているとは限らない。また、今後の課題として、各対策のコストを調べ、費用対便益を計算し、効率的な対策の検討、評価を慎重に検討したい。

表 1 記述統計量

変数	単位	賃貸						売買			
		戸建て		マンション		アパート		戸建て		マンション	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
募集価格・募集賃料	円/㎡	1313.32	356.807	1934.466	449.2441	1775.087	410.0742	243735.4	101943.5	312546.3	151669.1
4m以上道路ダミー	-	0.7820037	0.4130765	0.8319073	0.3739688	0.7452557	0.4357875	0.8269896	0.3789124	0.8813559	0.3247482
非道路ダミー	-	0.1400742	0.3472251	0.0956352	0.2941063	0.1424895	0.3496078	0.1176471	0.3227486	0.1101695	0.3144361
二項道路ダミー	-	0.0779221	0.2681733	0.0724575	0.2592579	0.1122547	0.3157304	0.0553633	0.2290847	0.0084746	0.0920575
非道路ダミー ×2番目最寄り4m以上道路ダミー	-	0.0797774	0.271074	0.0749486	0.2633226	0.0900611	0.2863153	0.0761246	0.2656573	0.0932203	0.2919808
二項道路ダミー ×2番目最寄り4m以上道路ダミー	-	0.0491651	0.216313	0.0559948	0.2299241	0.0672242	0.2504501	0.0380623	0.1916786	0.0084746	0.0920575
CBDまでの道路距離	m	5633.697	2193.137	4051.399	2229.013	5400.45	1964.775	6124.935	2214.42	4558.291	2784.448
築日数	日	11197.31	5161.812	7403.778	3466.881	7712.392	4551.281	7791.972	5518.725	6513.483	4096.183
専有・建物面積	㎡	72.07038	31.04918	33.59479	21.66336	30.70444	13.10127	92.12339	45.58409	71.37017	28.85496
建物総階数	階	2.08256	0.4433059	4.624932	2.155666	1.993245	0.0819214	2.3391	0.4886495	7.059322	2.566358
商業集積密度	店舗/㎡	0.0015942	0.0030179	0.0018621	0.0056652	0.0016328	0.0045537	0.0021644	0.008451	0.001624	0.0011146
小・中学校卒業率	-	0.1072065	0.0505181	0.0836428	0.0482066	0.0942567	0.04986	0.1139838	0.0426417	0.0849175	0.0488386
大卒・大学院修了者比率	-	0.1847113	0.085088	0.2122297	0.0852503	0.20576	0.0824193	0.1631696	0.0775681	0.2259815	0.0978737
世界遺産までの直線距離	m	2394.938	1481.683	1959.825	1263.042	2268.671	1358.297	2744.408	1657.403	2118.594	1732.531
中高層建築物密度	棟/㎡	0.0000207	0.0000675	0.0001265	0.0002631	0.0000193	0.0000685	0.0000159	0.0000456	0.0001766	0.0002517
不燃領域率	-	0.3499351	0.1990164	0.4785693	0.2176698	0.3778643	0.1991981	0.3537716	0.2286174	0.5150847	0.2464959
密集市街地ダミー	-	0.025974	0.1591316	0.0369327	0.1886069	0.0228369	0.1494074	0.0138408	0.1170327	0.0762712	0.2665634
サンプル数		1,078		9,233		3,109		289		118	

表 2 記述統計量（京町家調査地域）

変数	単位	賃貸						売買			
		戸建て		マンション		アパート		戸建て		マンション	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
募集価格・募集賃料	円/㎡	1409.178	419.0949	2068.956	433.675	1882.235	445.2298	247236.7	109774.3	352341.4	165029.9
4m以上道路ダミー	-	0.602649	0.490162	0.7814098	0.4133358	0.5935412	0.4914458	0.6296296	0.4874383	0.8955224	0.3081877
非道路ダミー	-	0.2284768	0.4205482	0.1125195	0.3160396	0.2082405	0.406276	0.2407407	0.4315477	0.0895522	0.2876942
二項道路ダミー	-	0.1688742	0.3752626	0.1060707	0.3079623	0.1982183	0.3988796	0.1296296	0.3390495	0.0149254	0.1221694
非道路ダミー ×2番目最寄り4m以上道路ダミー	-	0.1225166	0.3284257	0.0902824	0.2866178	0.1447661	0.352061	0.1296296	0.3390495	0.0597015	0.2387212
二項道路ダミー ×2番目最寄り4m以上道路ダミー	-	0.1059603	0.3082976	0.0789415	0.2696774	0.1091314	0.3119778	0.0740741	0.2643505	0.0149254	0.1221694
CBDまでの道路距離	m	4372.348	2236.281	2916.018	2105.88	4193.952	2221.428	5208.467	2850.734	3811.741	3128.283
築日数	日	11606.56	5947.933	7068.37	3494.984	7733.47	4725.356	8082.241	6228.59	6288.507	4094.89
専有・建物面積	㎡	70.09013	33.96036	32.10262	24.8165	26.56396	11.03431	87.20833	52.22719	70.83463	19.95748
建物総階数	階	2.056291	0.4823911	5.060707	2.44542	1.985523	0.1195113	2.351852	0.4820322	7.38806	2.860151
商業集積密度	店舗/㎡	0.0014419	0.0012479	0.0018895	0.003201	0.0016958	0.0030495	0.0022226	0.0054556	0.0018054	0.0013121
小・中学校卒業者比率	-	0.1054774	0.0530591	0.0777244	0.0493656	0.0979183	0.0538658	0.1191989	0.0450007	0.075734	0.0437328
大卒・大学院修了者比率	-	0.1972558	0.0850999	0.2292462	0.0896022	0.2073849	0.0837259	0.1776101	0.0876423	0.248769	0.1063775
世界遺産までの直線距離	m	2597.222	1737.112	1936.494	1448.585	2597.182	1689.361	3291.169	2308.256	2272.858	2059.966
中高層建築物密度	棟/㎡	0.0000308	0.0000932	0.0002056	0.0003392	0.0000317	0.0001087	0.0000328	0.0000754	0.000247	0.000306
事業所系京町家密度	件	1.380795	2.720177	4.041139	6.385826	1.711581	3.332603	0.7592593	1.452846	4	5.864635
住宅系京町家密度	件	5.036424	5.872001	8.663331	7.189143	5.402004	5.800845	4.296296	5.652282	7.432836	6.464879
不燃領域率	-	0.3582781	0.1847464	0.4807449	0.2064988	0.3632071	0.1838883	0.3618519	0.1690492	0.5246269	0.2162373
密集市街地ダミー	-	0.0827815	0.276009	0.0702691	0.2556284	0.0690423	0.2536674	0.0740741	0.2643505	0.1044776	0.3081877
サンプル数		302		4,497		898		54		67	

表 3 推定結果（基本モデル）

	賃貸									売買					
	戸建て			マンション			アパート			戸建て			マンション		
	model 1	model 2	model 3	model 1	model 2	model 3	model 1	model 2	model 3	model 1	model 2	model 3	model 1	model 2	model 3
4m以上道路ダミー	base	base	base	base	base	base	base	base	base	base	base	base	base	base	base
非道路ダミー	-0.0212 (0.025)	-0.0154 (0.024)	0.0119 (0.047)	-0.0108 (0.017)	-0.0109 (0.017)	-0.00398 (0.020)	-0.0350* (0.018)	-0.0338* (0.018)	-0.0651* (0.030)	-0.0694 (0.067)	-0.0909 (0.055)	-0.129 (0.162)	-0.159 (0.197)	-0.133 (0.204)	-0.141 (0.318)
二項道路ダミー	0.0177 (0.041)	0.0196 (0.040)	0.0246 (0.074)	0.0230*** (0.006)	0.0243*** (0.006)	0.0304*** (0.006)	-0.00932 (0.015)	-0.00758 (0.016)	-0.0068 (0.022)	-0.217*** (0.051)	-0.172*** (0.034)	0.0656 (1.129)	-0.0978 (0.101)	-0.0847 (0.114)	0.0288 (0.280)
非道路ダミー ×2番目最寄り4m以上道路ダミー	-0.0131 (0.032)	-0.0186 (0.030)	0.0125 (0.040)	0.0131 (0.020)	0.0134 (0.020)	0.0057 (0.025)	0.00685 (0.016)	0.00649 (0.016)	0.0252 (0.027)	-0.0206 (0.093)	-0.0104 (0.076)	0.214 (0.325)	0.0934 (0.205)	0.0615 (0.211)	0.0477 (0.283)
二項道路ダミー ×2番目最寄り4m以上道路ダミー	-0.0604 (0.039)	-0.0568 (0.035)	-0.0559 (0.061)	-0.0114 (0.010)	-0.0122 (0.010)	-0.0158 (0.014)	0.0248 (0.018)	0.0243 (0.018)	0.0094 (0.025)	0.102 (0.067)	0.0603 (0.051)	-0.409 (1.194)	0 (.)	0 (.)	0 (.)
ln_CBDまでの道路距離	-0.127*** (0.022)	-0.126*** (0.021)	-0.157*** (0.046)	-0.0880*** (0.007)	-0.0877*** (0.007)	-0.0676*** (0.006)	-0.0798*** (0.015)	-0.0801*** (0.015)	-0.0582** (0.021)	-0.275*** (0.071)	-0.288*** (0.071)	-0.666 (0.502)	-0.247*** (0.074)	-0.239*** (0.073)	-0.208 (0.115)
ln_築日数	-0.119*** (0.019)	-0.119*** (0.019)	-0.107*** (0.018)	-0.116*** (0.005)	-0.116*** (0.005)	-0.111*** (0.005)	-0.105*** (0.008)	-0.105*** (0.008)	-0.110*** (0.013)	-0.0822*** (0.013)	-0.0820*** (0.013)	-0.119*** (0.019)	-0.159*** (0.044)	-0.167*** (0.046)	-0.181 (0.193)
ln_専有建物面積	-0.384*** (0.027)	-0.384*** (0.027)	-0.371*** (0.039)	-0.292*** (0.018)	-0.292*** (0.018)	-0.245*** (0.022)	-0.322*** (0.023)	-0.323*** (0.023)	-0.316*** (0.025)	0.0634 (0.037)	0.0713* (0.036)	-0.215 (0.342)	0.155* (0.073)	0.154* (0.078)	-0.069 (0.161)
商業集積密度	-0.247 (2.742)	-0.198 (2.760)	11.14** (4.419)	0.385 (0.467)	0.392 (0.463)	1.995*** (0.365)	1.423*** (0.286)	1.420*** (0.292)	0.674 (0.716)	1.32 (0.813)	1.524 (0.924)	19.57 (11.490)	-13.01 (22.150)	-9.095 (23.570)	35.65 (42.240)
小・中学校卒業率比率	-0.277 (0.173)	-0.173 (0.157)	-0.19 (0.420)	-0.161** (0.070)	-0.158** (0.065)	-0.231*** (0.062)	-0.214* (0.116)	-0.188 (0.121)	-0.271 (0.243)	-0.0276 (0.378)	0.175 (0.335)	4.326** (1.587)	0.34 (1.003)	0.486 (1.014)	1.771 (1.276)
大卒・大学院修了比率	0.638*** (0.107)	0.656*** (0.106)	0.202 (0.197)	0.347*** (0.069)	0.345*** (0.069)	0.235** (0.090)	0.280*** (0.061)	0.287*** (0.064)	0.203 (0.173)	2.032*** (0.484)	2.070*** (0.504)	4.763*** (0.796)	1.506*** (0.399)	1.466*** (0.407)	1.919*** (0.517)
ln_世界遺産までの距離	-0.0135 (0.012)	-0.0169 (0.012)	0.0237 (0.026)	-0.00677 (0.007)	-0.00705 (0.013)	-0.00533 (0.013)	-0.00163 (0.008)	-0.00244 (0.008)	-0.0199** (0.009)	-0.028 (0.053)	-0.0353 (0.049)	-0.113 (0.455)	0.113 (0.078)	0.112 (0.079)	0.107 (0.093)
中高層建築物密度	52.52 (71.160)	39.08 (70.140)	-9.261 (92.880)	-16.72* (7.686)	-16.59* (7.916)	-20.21*** (5.980)	-127.7*** (27.120)	-136.4*** (27.740)	-90.25** (32.270)	-811.9** (327.600)	-1033.2*** (220.300)	-1646.9 (2053.000)	33.72 (210.300)	7.772 (205.200)	356.6 (231.400)
ln_建物階数	0.000928 (0.028)	-0.00457 (0.030)	0.0635 (0.036)	0.0330** (0.013)	0.0335** (0.013)	0.0531*** (0.015)	0.049 (0.060)	0.0468 (0.061)	0.128* (0.063)	-0.533*** (0.100)	-0.548*** (0.099)	-0.148 (0.464)	0.18 (0.104)	0.17 (0.111)	0.193 (0.185)
不燃領域率		0.035 (0.029)	0.043 (0.091)		-0.006 (0.008)	-0.011 (0.015)		0.027 (0.018)	0.004 (0.040)		0.193** (0.076)	-0.075 (0.578)		0.056 (0.106)	0.219 (0.161)
密集市街地ダミー		-0.0756* (0.038)	-0.142*** (0.025)		-0.0179 (0.018)	-0.0276* (0.013)		0.00594 (0.018)	0.00033 (0.017)		0.339 (0.294)	-0.0967 (0.744)		-0.0756 (0.116)	0.224 (0.264)
事業系町家総数250m			-0.0236*** (0.002)			0.00119*** (0.000)			-0.00278 (0.003)			-0.14 (0.182)			-0.00972 (0.015)
住宅系町家総数250m			0.00848** (0.003)			-0.000199 (0.001)			0.00232** (0.001)			0.0455 (0.091)			0.00714 (0.009)
定数項	11.10*** (0.395)	11.14*** (0.385)	10.97*** (0.419)	10.13*** (0.097)	10.13*** (0.097)	9.908*** (0.199)	10.10*** (0.078)	10.11*** (0.080)	10.34*** (0.096)	15.35*** (0.653)	15.34*** (0.677)	19.36*** (3.174)	13.43*** (1.199)	13.43*** (1.225)	12.40*** (1.896)
N	1078	1078	302	9233	9233	4497	3109	3109	898	289	289	54	118	118	67
r2	0.524	0.526	0.582	0.641	0.641	0.56	0.537	0.538	0.547	0.575	0.586	0.84	0.88	0.881	0.953

表 4 推定結果（細街路属性を用いたモデル）

	賃貸									売買					
	戸建て			マンション			アパート			戸建て			マンション		
	model 1	model 2	model 3	model 1	model 2	model 3	model 1	model 2	model 3	model 1	model 2	model 3	model 1	model 2	model 3
袋路ダミー	0.0101 (0.014)	0.0103 (0.014)	0.00629 (0.027)	-0.00602 (0.006)	-0.00594 (0.006)	-0.00351 (0.008)	-0.0173** (0.006)	-0.0172** (0.006)	-0.0227 (0.015)	-0.00369 (0.061)	-0.011 (0.067)	0.150*** (0.016)	-0.0859 (0.051)	-0.111 (0.063)	-0.438* (0.191)
ln_平均幅員	0.0273** (0.011)	0.0260** (0.010)	0.0000169 (0.016)	-0.0113** (0.004)	-0.0113** (0.004)	-0.00966 (0.006)	0.00594 (0.005)	0.00605 (0.005)	0.00127 (0.011)	-0.0208 (0.101)	-0.0192 (0.117)	-1.261*** (0.046)	-0.103 (0.078)	-0.0779 (0.071)	-0.382* (0.176)
ln_CBDまでの道路距離	-0.140*** (0.026)	-0.139*** (0.026)	-0.137*** (0.030)	-0.0880*** (0.008)	-0.0876*** (0.008)	-0.0760*** (0.005)	-0.0630*** (0.013)	-0.0630*** (0.013)	-0.0401*** (0.011)	-0.0513 (0.049)	-0.0603 (0.055)	-0.773*** (0.034)	-0.221*** (0.055)	-0.171** (0.074)	0.241 (0.226)
ln_築日数	-0.116*** (0.015)	-0.116*** (0.014)	-0.0965*** (0.010)	-0.114*** (0.005)	-0.114*** (0.005)	-0.113*** (0.005)	-0.106*** (0.008)	-0.106*** (0.008)	-0.102*** (0.012)	-0.0850*** (0.014)	-0.0844*** (0.013)	-0.176*** (0.013)	-0.123* (0.062)	-0.117* (0.064)	-0.0985 (0.074)
ln_専有建物面積	-0.399*** (0.036)	-0.398*** (0.036)	-0.390*** (0.074)	-0.287*** (0.015)	-0.286*** (0.015)	-0.253*** (0.011)	-0.332*** (0.026)	-0.331*** (0.026)	-0.331*** (0.038)	0.0393 (0.077)	0.0431 (0.076)	1.192*** (0.034)	0.432*** (0.108)	0.437*** (0.131)	0.462*** (0.088)
商業集積密度	-1.518 (3.125)	-1.531 (3.066)	5.09 (4.221)	0.0121 (0.452)	0.00981 (0.440)	0.112 (0.427)	2.469*** (0.441)	2.467*** (0.442)	2.007 (1.455)	10.63*** (2.773)	10.43*** (2.898)	-12.50* (5.919)	55.10*** (16.260)	60.23*** (15.360)	74.64*** (18.630)
小・中学校卒業生比率	-0.0784 (0.220)	0.0515 (0.215)	-0.126 (0.189)	-0.278*** (0.061)	-0.269*** (0.050)	-0.349*** (0.055)	-0.103 (0.151)	-0.11 (0.155)	-0.114 (0.262)	-0.494 (1.315)	-0.492 (1.240)	12.91*** (0.696)	-1.7 (1.144)	-0.203 (1.062)	4.762** (1.538)
大卒・大学院修了比率	0.501** (0.170)	0.522** (0.175)	0.275 (0.197)	0.265*** (0.067)	0.263*** (0.068)	0.155** (0.057)	0.294** (0.105)	0.293** (0.108)	0.365** (0.161)	1.864*** (0.509)	1.897*** (0.506)	-3.779*** (1.038)	1.137** (0.444)	1.357** (0.484)	2.871** (1.043)
ln_世界遺産までの距離	-0.00751 (0.018)	-0.011 (0.018)	0.0363 (0.024)	-0.00544 (0.008)	-0.00597 (0.008)	-0.00775 (0.010)	-0.00974 (0.009)	-0.00933 (0.009)	-0.0224 (0.019)	-0.0372 (0.063)	-0.0409 (0.063)	-0.0464*** (0.007)	0.114 (0.113)	0.159 (0.105)	0.224 (0.165)
中高層建築物密度	84.3 (142.400)	76.18 (138.400)	174.7 (223.600)	-23.04*** (6.019)	-22.80*** (6.654)	-21.92*** (5.768)	-92.73*** (13.160)	-90.93*** (14.160)	-35.48 (20.880)	-513.6 (857.700)	-628.3 (974.200)	-801.0** (255.000)	-552.7** (190.800)	-405.3 (249.300)	-567.6* (245.500)
ln_建物階数	-0.029 (0.039)	-0.0367 (0.040)	-0.00112 (0.047)	0.0494*** (0.011)	0.0498*** (0.011)	0.0576*** (0.014)	0.0233 (0.036)	0.0239 (0.036)	0.105** (0.034)	-0.587** (0.181)	-0.589** (0.189)	-1.690*** (0.075)	0.244* (0.119)	0.253* (0.137)	0.229 (0.179)
不燃領域率		0.031 (0.030)	0.032 (0.098)	-0.002 (0.013)	0.003 (0.013)		-0.006 (0.025)	-0.046 (0.041)		0.072 (0.161)	-0.832*** (0.182)		0.323** (0.121)	1.362** (0.507)	
密集市街地ダミー		-0.0895* (0.049)	-0.102** (0.042)	-0.0148 (0.017)	-0.0149 (0.020)		0.00272 (0.019)	-0.0129 (0.015)		0.157 (0.301)	1.468*** (0.099)		-0.0393 (0.162)	-0.328* (0.156)	
事業系町家総数250m			-0.00771 (0.008)			0.00153*** (0.000)			0.000932 (0.002)			-0.174*** (0.019)			0.0491*** (0.014)
住宅系町家総数250m			0.00595* (0.003)			-0.000920** (0.000)			0.000353 (0.001)			0.140*** (0.004)			0.00332 (0.005)
定数項	11.37*** (0.354)	11.39*** (0.333)	10.69*** (0.288)	10.19*** (0.109)	10.20*** (0.110)	10.08*** (0.108)	9.881*** (0.129)	9.876*** (0.125)	10.04*** (0.111)	13.46*** (0.950)	13.47*** (0.882)	19.98*** (0.944)	12.03*** (1.870)	11.00*** (1.663)	7.700* (3.646)
N	789	789	304	6716	6716	3986	2425	2425	944	166	166	45	74	74	44
r2	0.544	0.547	0.598	0.602	0.602	0.535	0.523	0.523	0.522	0.65	0.652	0.999	0.945	0.948	0.999

注：***、**、*はそれぞれ推計された係数が1%、5%、10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は区を単位としたクラスター頑健な標準誤差。物件属性のうち、CBDまでの道路距離、築日数、専有面積、建物面積、建物階数、世界遺産までの距離の各変数は対数を取ったものを利用している。これに加え、推定に当たっては区ダミー、建物構造ダミー、用途地域ダミー、公開年ダミー、公開月ダミーをコントロールしている（結果は省略）。

表 5 推定結果 (売買)

	基本モデル			細街路属性を用いたモデル		
	model 1	model 2	model 3	model 1	model 2	model 3
4m以上道路ダミー	base	base	base			
非道路ダミー	-0.161 (0.109)	-0.176 (0.109)	-0.544 (0.296)			
非道路ダミー ×2番目最寄り4m以上道路ダミー	0.044 (0.106)	0.073 (0.122)	0.550 (0.312)			
二項道路ダミー	0.114 (0.138)	0.159 (0.150)	0.411 (0.364)			
二項道路ダミー ×2番目最寄り4m以上道路ダミー	0.064 (0.093)	0.041 (0.081)	(0.270) (0.253)			
4m以上道路ダミー×戸建て	-0.285* (0.143)	-0.284* (0.146)	0.316* (0.165)			
非道路ダミー×戸建て	-0.187 (0.172)	-0.192 (0.180)	0.693 (0.465)			
二項道路ダミー×戸建て	-0.566** (0.187)	-0.591** (0.199)	0.068 (0.324)			
非道路ダミー ×2番目最寄り4m以上道路ダミー ×戸建て	0.000 (.)	0.000 (.)	0.000 (.)			
二項道路ダミー ×2番目最寄り4m以上道路ダミー ×戸建て	-0.159 (0.146)	-0.164 (0.153)	-0.490 (0.358)			
袋路ダミー				-0.164* (0.075)	-0.177* (0.080)	-0.0691 (0.064)
袋路ダミー×戸建て				0.172* (0.082)	0.180* (0.081)	0.175 (0.161)
ln_平均幅員				-0.118 (0.108)	-0.118 (0.111)	-0.146 (0.127)
ln_平均幅員×戸建て				0.123 (0.070)	0.123 (0.074)	-0.0467 (0.232)
戸建てダミー	0.000 (.)	0.000 (.)	0.000 (.)	-0.575*** (0.145)	-0.576*** (0.153)	0.107 (0.479)
ln_CBDまでの道路距離	-0.245*** (0.076)	-0.250*** (0.078)	-0.272*** (0.057)	-0.00241 (0.053)	-0.00499 (0.054)	-0.1 (0.119)
ln_築日数	-0.0882*** (0.012)	-0.0873*** (0.013)	-0.114*** (0.019)	-0.0899*** (0.015)	-0.0890*** (0.015)	-0.152*** (0.030)
ln_専有建物面積	0.00338 (0.053)	0.00513 (0.053)	-0.199 (0.215)	0.00578 (0.068)	0.00838 (0.066)	-0.000573 (0.094)
商業集積密度	0.142 (1.110)	0.011 (1.107)	5.977 (7.257)	17.21*** (3.678)	16.62*** (3.412)	24.93*** (5.248)
小・中学校卒業率比率	0.171 (0.333)	0.122 (0.364)	0.896** (0.369)	-0.603 (0.827)	-0.571 (0.870)	-0.0298 (0.774)
大卒・大学院修了比率	1.882*** (0.449)	1.906*** (0.449)	2.570*** (0.617)	2.129*** (0.300)	2.120*** (0.307)	2.324** (0.977)
ln_世界遺産までの距離	0.0371 (0.030)	0.0386 (0.029)	0.0562 (0.050)	0.00204 (0.060)	-0.0019 (0.058)	0.0427 (0.113)
中高層建築物密度	75.48 (167.200)	134.8 (131.500)	155.1 (258.800)	-84.41 (325.400)	-62.42 (319.600)	-319.8 (348.300)
ln_建物階数	-0.115 (0.101)	-0.116 (0.103)	0.148 (0.142)	-0.0515 (0.112)	-0.0501 (0.117)	0.136 (0.187)
不燃領域率		-0.017 (0.046)	0.010 (0.077)		0.060 (0.069)	-0.183 (0.317)
密集市街地ダミー		0.158 (0.091)	0.235** (0.081)		0.0882 (0.107)	0.11 (0.104)
事業系町家総数250m			-0.0190* (0.009)			0.00533 (0.015)
住宅系町家総数250m			0.0149 (0.011)			0.00702 (0.006)
定数項	14.80*** (0.611)	14.73*** (0.596)	14.43*** (0.572)	12.90*** (1.159)	12.90*** (1.161)	13.66*** (2.662)
N	407	407	121	240	240	89
r2	0.604	0.606	0.813	0.624	0.626	0.838

注：***、**、*はそれぞれ推計された係数が1%、5%、10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は区を単位としたクラスター頑健な標準誤差。物件属性のうち、CBDまでの道路距離、築日数、専有面積、建物面積、建物階数、世界遺産までの距離の各変数は対数を取ったものを利用している。これに加え、推定に当たっては区ダミー、建物構造ダミー、用途地域ダミー、公開年ダミー、公開月ダミーをコントロールしている（結果は省略）

第2章 地価の空間パネルデータ分析¹

2.1 はじめに

2022年5月、東京都は、東日本大震災の経験を踏まえて策定した「首都直下地震等による東京の被害想定（2012年公表）」を、10年ぶりに見直し、新たな首都直下地震等による被害想定を公表した。これによると、建物被害は最大194,431棟、死者は最大6,148人、負傷者は最大93,435人と想定されており、都市における災害は甚大な被害をもたらすことが分かる。

一方で、東京都はこれまでに、防災都市づくり推進計画等において、延焼遮断帯となる都市計画道路等の整備や沿道建築物の不燃化、整備地域および重点整備地域におけるオープンスペースの確保、老朽建築物の除去などの取り組みを行ってきた。2012年には、「木密地域不燃化10年プロジェクト」を立ち上げ、不燃化特区制度の活用による地域の不燃化促進、防災上効果の高い都市計画道路を特定整備路線に指定し、燃え広がらない・燃えないまちの実現に取り組んできた。このように、この10年間で都市防災整備は着実に進んでおり、その結果、木造住宅密集地域の約50%削減、住宅の耐震化率92%、整備地域の不燃領域率²64%などを達成している。これらの整備による減災効果は、被害想定にも反映されており、2012年の想定よりも2022年の想定では、建物被害は約110,000棟、死者は約3,500人も減少した³。それでもなお、被害は大きく、さらに首都直下地震で想定されるM7.3の地震が起きる確率は、今後30年以内に70%とされていることを踏まえると、都市防災整備の推進は喫緊の課題だと言える。

本研究は、地震リスク指標の低下が住宅地の地価に正の直接効果および間接効果（スピルオーバー効果）をもたらすのかを検証したものであり、その貢献は3つあると考えられる。第1に、地震リスクを軽減する都市防災整備の便益を推定した点がある。これまでも、災害リスクと不動産市場に関する研究は様々な観点から分析されてきた。地震リスク情報の公表や変更が住宅価格や地価に与える影響（Brookshire et al., 1985; Singh,

¹ 本章は、Kawabata et al. (2022)と安田 他 (2022)を基に執筆した。Kawabata et al. (2022)は、公益財団法人日本住宅総合センターが実施した調査研究「都市防災に係る整備の効果に関する調査研究」を基に研究を進めたものである。また、科研費（基盤研究(C) JP20K01617）の助成を受けており、使用したデータの一部は、国土交通省からデータを提供して頂いた。

² 不燃領域率とは、その地域の燃えにくさを表す指標である。建築物の不燃化や、道路を含むオープンスペースの状況によって算出されるものであり、70%を超えるとその地域の焼失率はほぼ0になる。

³ ただし、平成24年度の被害想定と、令和4年度の被害想定では、想定する地震動が異なるため単純な比較は難しい。

2019)、特定の地震の前後で住宅や土地の価格を調査し、地震に対する主観的なリスク認知の変化を検証 (Beron et al., 1997; Naoi et al., 2009)、危険な地域と安全な地域の不動産価格の差の推定 (Hidano et al., 2015; Nakagawa et al., 2009) など、分析テーマは多岐にわたる。しかし、地震リスクを軽減する都市防災整備による便益の推定に焦点を当てた研究はほとんど見られない。

第 2 に、地価と地震リスク指標に関するパネルデータを用いた分析を行った点がある。既存研究の多くは、地震リスク指標のクロスセクションデータを用いており、地震リスクの時間的変化を考慮した研究は少ない。

第 3 に、空間固定効果モデルを採用し、直接効果とスピルオーバー効果の両方を検証している点がある。地震リスク軽減の影響は、当該地域のみならず、近隣地域にスピルオーバーする可能性がある。そこで、Kawabata et al. (2022)では、都市防災整備のスピルオーバー効果を検証し、スピルオーバー効果を考慮した限界効果の推定を試みた。

主な結果は次のとおりである。まず、地震リスクの軽減は地価を上昇させることが分かった。また、その影響は当該地域のみならず、周辺地域の地価も上昇させることが分かり、地震リスク軽減には正のスピルオーバー効果があることが確認された。

2.2 東京都の防災整備

東京都には、木造住宅密集地域と呼ばれる災害時に危険な地域が存在する。木造住宅密集地域は、戦後から高度経済成長期にかけて、十分な都市整備が行われないうまま、人口が集中し、高密度に住宅が建設された市街地である。このような背景から、この地域では、道路幅員が 4m 未満の細街路が多く、敷地が狭小、権利関係が複雑化しているなどから、住宅の建替えが進まず、老朽木造住宅が密集するという問題を抱えている。したがって、地震時に建物倒壊や延焼の危険性が非常に高い地域である。

東京都は、都市防災整備として特に木造住宅密集地域の解消に力を入れてきた。近年では、「防災都市づくり推進計画」(1997 年策定)において、災害時に被害が大きいと想定される地域を「整備地域」に指定することで、道路整備、建物の不燃化および耐震化を促進してきた。これにより一定の改善が見られたが、首都直下地震の発生確率が高いことや、東日本大震災の発生を機に、より重点的・集中的な政策を推し進める必要性が迫られ、2012 年から「木密地域不燃化 10 年プロジェクト」を実施した。本プロジェクトは、不燃化特区制度の創設、特定整備路線の指定により、市街地の不燃化および延焼遮断帯の形成のさらなる促進を図ったものである。この不燃化特区では、老朽建築物の

除去費や、建替えに伴う建築設計費等の助成、さらに老朽建築物を除去した更地、建替え後の住宅に係る固定資産税・都市計画税の減免措置等を受けられるなど、非常に手厚い支援が実施されてきた。当初は、12 地区が不燃化特区に指定されていたが、2021 年 4 月には 52 地区が不燃化特区に指定され、多くの地域で一定の成果を上げてきた。その他に、木造住宅密集地域整備事業、防災街区整備事業、都市防災不燃化促進事業などを実施している。その結果、東京都の木造住宅密集地域は 16,000ha（2012 年度末）から 8,600ha（2020 年度末）まで大幅に減少した。

このように、都市防災整備によって地震リスクは大幅に軽減されてきたが、これらの整備が効率的であったのかは、費用対便益の観点から検証する必要がある。そこで、ヘドニック分析を用いて、都市防災整備による便益の推定を試みた。

2.3 実証モデル

本研究では、地震リスクの軽減が地価に正の直接効果およびスピルオーバー効果をもたらすのか検証するため、空間固定効果モデルを採用した。比較のために、まず、式(1)の標準的な固定効果モデルを推定した。

$$Y_t = X_t\beta + \mu + \xi_t\iota_N + \varepsilon_t, \quad (t = 1, 2, \dots, T) \quad (1)$$

ここで、 t は時点（年）、 Y_t は i 単位の地価の対数の $N \times 1$ ベクトルである。地価の観測単位は標準地であり、住宅地のデータのみを使用する。 X_t は地震リスク指標を含む説明変数の $N \times K$ 行列、 β は $K \times 1$ 行列である。 μ は標準地の固定効果、 ξ_t は時間効果、 ι_N は $N \times 1$ の単位ベクトル、 ε_t は誤差項である。

次に、式(2)に示す空間固定効果モデルを推定した。

$$Y_t = \delta WY_t + \alpha\iota_N + X_t\beta + WX_t\theta + \mu + \xi_t\iota_N + \varepsilon_t, \quad (2)$$

W は $N \times N$ の空間重み行列である。したがって、 WY_t は被説明変数の空間ラグ、 WX_t は説明変数の空間ラグを示す。式(2)のモデルは、空間ダービンモデル (SDM: Spatial Durbin model) を採用している。なお、SDM を空間ラグモデル (SAR) に単純化できるという仮説 ($H_0: \theta = \mathbf{0}$)、および空間誤差モデル (SEM) に単純化できるという仮説 ($H_0: \theta + \delta\beta = \mathbf{0}$) について Wald 検定をしたところ、両者とも棄却されたため、SDM を採用している。ここで空間重み行列 W は、距離が閾値より大きい場合、 w_{ij} をゼロとする逆距離行列であり、各行の合計が 1 になるように行基準化したものである。ここでは閾値を 500

mと750mとした⁴。

なお、空間固定効果モデルにおける推定値は、当該地域から近隣地域に影響し、最終的に当該地域に戻ってくるフィードバック効果を含んでいるため、限界効果を表していない(Elhorst, 2014、LeSage and Pace, 2009)。そこで、空間固定効果モデルについては、平均的な限界効果をまとめ、総合効果、直接効果、スピルオーバー効果を報告する。総合効果は、直接効果とスピルオーバー効果の合計である。

2.4 データ

地震リスク指標として「地震に関する地域危険度」、「地震時等に著しく危険な密集市街地」の2つの指標を用いる。

「地震に関する地域危険度」は、東京都都市整備局が、東京都震災対策条例に基づき、1975年から約5年おきに調査・公表を行っているもので、これまでに第8回調査まで公表されてきた。調査対象区域は、区部及び多摩部の都市計画区域のうち市街化区域のみであり、調査単位は町丁である。この指標では、建物倒壊危険度、火災危険度、総合危険度の3つが測定されており、町丁ごとにランク1(危険性が最も低い)からランク5(危険性が最も高い)の5段階で相対評価されている⁵。建物倒壊危険度は、建物の数、建物の特性(構造、建築年など)、地盤の特性(沖積低地か台地かなど)から評価される。火災危険度は、出火の危険性と延焼の危険性から評価されており、総合危険度は建物倒壊危険度、火災危険度を合算して評価したものである。

分析には、第5回(2002年)、第6回(2008年)、第7回(2013年)、第8回(2018年)の4年分のデータを用いる。パネルデータ分析にあたって、2018年の町丁境界をもとに、町丁単位の地域危険度パネルデータを作成した。その際、欠損値がある町丁(地区)、境界が変更された地区を除外した。分割された場合、分割された地区が全て同ランクの場合は、その地区を保持した。その結果、パネルの各年度の町丁数は5,128となった。地域危険度は、各回において多くの地域でランクが変動している。例えば、2002年から2008年までは1,446地区(28%)、2008年から2013年までは934地区(18%)、2013年から2018年までは2,113地区(41%)において、総合危険度のランクが変化し

⁴ いくつかの閾値を検討してみたが、250mのような短距離にすると近接する観測数が大幅に減少する問題が生じた。一方、1000mや2000mのような長距離までスピルオーバー効果があるとは考えにくい。したがって、500mと750mを採用した。

⁵ 相対評価であるため、仮に安全性が向上したとしても、他の地域がより安全になっていれば、ランクが変化しないあるいは上昇してしまう可能性がある。

ている。

図 1 は、第 8 回（2018 年）の総合危険度の分布図である。ランク 4 や 5 といった危険な地域は、山手線外周部に広く分布しており、特に荒川区、墨田区、板橋区、品川区といった地域に危険な地域が集中していることが分かる。

（図 1 はこのあたり）

一方、「地震時等に著しく危険な密集市街地」（以下、密集市街地）は、国土交通省が 2012 年から公表しているもので、住宅の密集度が高い地域のうち、延焼危険性また避難困難性が高く、地震時等において最低限の安全性を確保することが困難な地域である。東京都が把握する木造住宅密集地域とは定義が異なるが、重なる地域は多く、その特徴も類似している。この密集市街地の解消は、都市の安全性を確保するための重要課題であり、国としてもこれまでに様々な施策を行ってきた。2011 年 3 月に閣議決定した住生活基本計画（全国計画）においては、密集市街地を 2020 年までにおおむね解消する目標を掲げて都市防災整備を進めた結果、全国の密集市街地は 5,745ha（2012 年）から 2,219ha（2022 年）まで解消された。

ここでは、国土交通省から 2012 年、2015 年、2016 年、2017 年の 4 年分のデータの提供を受け、町丁単位の密集市街地パネルデータを作成した。図 2 は、2012 年から 2017 年の密集市街地の分布図である。東京都の密集市街地は、面積については 1,683ha（2012 年）から 482ha（2017 年）、地区数については 113 地区から 30 地区まで減少した。その分布を見てみると、2012 年時点では広く分布していたが、2017 年になると荒川区、墨田区、品川区といった地域に集中して残っていることが分かる。

（図 2 はこのあたり）

地価データは、国土数値情報ダウンロードサービス（以下、国土数値情報）で公開されている標準地が住宅地の地価公示データを用いる。地価公示データには、不動産鑑定士によって評価された毎年 1 月 1 日時点の標準地の公示価格（円/m²）のほかに、土地属性が含まれる。また、同じ標準地の公示価格が長期にわたって得られるため、不動産価格データの中ではパネルデータ化しやすいデータといえる。この標準地とは、土地利用、環境、地籍、形状等が当該地域において通常であると認められる土地（地点）であり、特に、標準地の代表制、中庸性、安定性、確定性に留意して選定される。毎年 の点検において、適切でないとは判断された標準地については、選定替が行われている。ここでは、2019 年の地価公示データをベースとして、選定替のなかった標準地のパネルデータを作成した。離島を除く東京都の住宅地の標準地数は 2019 年時点で 1,693 箇所あり、そのうち 2002 年から同一な標準地は 986 箇所、2012 年から同一な標準地は 1,164

箇所であった。

地価は1月1日時点の評価であるが、地震リスク指標は1月以降に公表されている⁶。ここでは、地震リスク指標の発表による効果ではなく、都市防災整備による効果に焦点を当てているため、地震リスク指標の発表年と同じ年の地価を使用する。地震リスク指標は、評価時点におけるその地域の安全性を測ったものであるため、当該年の地震リスク指標がその年の1月1日時点の地価に与える影響は、その地域の安全性による影響だと解釈できる。一方、地震リスク指標が翌年の地価に与える影響は、安全性のほかに、更新された地震リスク指標の公開による影響も含まれると考えられる。これらの影響の違いを検証するために、翌年の地価を使用したモデルも推定し、結果を比較する。

時間可変のコントロール変数としては、最寄り駅からの距離と人口密度を用いる。最寄り駅からの距離は、国土数値情報で公開されている鉄道時系列データをもとに、標準地から最寄り駅までの直線距離を地理情報システム（GIS）によって計算したものを採用する。この計算にあたって、新駅の開業について調べたところ、地域危険度データ（2002～2018年）の期間には、2008年に開業した日暮里舎人ライナーの駅をはじめ、複数の新駅が開業している。一方で、密集市街地データ（2012～2017年）の期間に開業した駅は、リニューアルされた東急東横線の渋谷駅のみである。したがって、密集市街地データを用いたモデルでは、最寄り駅からの距離は省いている。

人口密度は、東京都の住民基本台帳をもとに、町丁単位で計算した1km²あたりの人口である⁷。ここで、人口密度は内生変数の可能性があるため、人口密度を含まないモデルも推定してみたが、符号条件や有意性に変化は見られなかった。

その結果、地域危険度の分析では3,796(n=949, T=4)、密集市街地の分析では4,604(n=1,151, T=4)のサンプルサイズを得られた。表6は、記述統計量である。

（表6はこのあたり）

⁶ 地域危険度は、第5回が2002年12月、第6回が2008年2月、第7回が2013年9月、第8回が2018年2月に公表された。一方、密集市街地については、2012年10月にはじめて地区数および面積が公表され、2016年および2017年のデータは、2018年6月に公表された。2015年のデータの公表月は非公表であった。

⁷ 町丁の境界は、2015年の国勢調査の境界をもとにしている。分析対象期間で、欠損値や境界の変更があった地区はサンプルから除外した。

2.5 推定結果

地域危険度

空間固定効果モデルにおける推定値⁸は、限界効果を表していないため、地域危険度が住宅地の地価に与える平均的な限界効果を表 7 にまとめた。上段は同年の地価を用いた結果、下段は翌年の地価を用いた結果を示している。

まず、同年の地価を用いた結果を見てみる。標準的な固定効果モデルでは、予想通り、建物倒壊危険度、火災危険度、総合危険度の限界効果はすべて負で有意となり、それぞれの危険度が 1 ランク下がると、それぞれ 1.6%、1.2%、1.8%地価を上昇させることを示している。次に、空間固定効果モデルでは、閾値 500m、750m とした場合の総合効果、直接効果、スピルオーバー効果をまとめている。ここで、どの標準地とも隣接しないデータは除外しているため、閾値が短いほどサンプルサイズは少なくなる。推定結果から、符号についてはすべての限界効果が負となり、有意性については火災危険度、総合危険度についてはすべて有意、建物倒壊危険度については、直接効果のみ有意という結果となった。これは、建物倒壊危険度の低下は、当該地域の地価を上昇させるが、隣接地域の地価には影響しないという結果であり、スピルオーバー効果がないことを示唆している。建物倒壊危険度は、その地域の建物が壊れたり傾いたりする危険性を反映したものであることから、当該地域に影響することはあっても、周辺地域に影響を与える可能性は低いことを考えると、妥当な結果だと考えられる。

一方、火災危険度については、直接効果、スピルオーバー効果ともに負で有意となり、火災危険度の低下は当該地域のみならず、近隣地域の地価を上昇させることが明らかとなった。つまり、スピルオーバー効果があることが示唆される結果となった。火災危険度は、出火の危険性のほかに、延焼の危険性を反映したものであり、当該地域を超えて燃え広がることを考えると、スピルオーバー効果があることは直感的にも正しい結果だと考えられる。

総合効果の結果から、火災危険度と総合危険度が 1 ランク下がると、閾値 500m でそれぞれ 3.6%、3.4%、閾値 750m でそれぞれ 2.6%、3.0%地価を上昇させることが明らかになった。この総合効果は、スピルオーバー効果を考慮しない標準的な固定効果モデルの限界効果と比較して、すべての危険度について大きくなっており、特に火災危険度については 2 倍以上大きくなることが示された。

⁸ 推定にあたっては、Lee and Yu (2010)および Elhorst (2014)で説明されているバイアス補正の手法を用いている。

次に、翌年の地価を用いた結果を見てみる。限界効果の符号については、同年の地価を用いた場合と同様に、限界効果の絶対値は大きくなり、有意性も上がる傾向が確認された。標準的な固定効果モデルの結果から、建物倒壊危険度、火災危険度、総合危険度が1ランク下がると、それぞれ1.8%、1.9%、2.4%地価が上昇することが分かった。さらに、空間固定効果モデルの結果から、建物倒壊危険度、火災危険度、総合危険度が1ランク下がると、閾値500mでそれぞれ2.8%、4.1%、4.3%、閾値750mでそれぞれ2.1%、3.7%、3.9%地価が上昇することが明らかになった。このように、翌年の地価を用いた場合に限界効果が大きくなるという結果は、翌年の地価には、都市防災整備の効果のほか、更新された地震リスク指標の公開の影響が反映されるためと解釈できる。

(表7はこのあたり)

密集市街地

表8は、密集市街地ダミーが住宅地の地価に与える平均的な限界効果をまとめたものである。まず、同年の地価を用いた結果を見ると、標準的な固定効果モデルでは、限界効果は負で有意となり、密集市街地を解消すると2.4%地価が上昇することが明らかになった。空間固定効果モデルでは、直接効果、スピルオーバー効果ともに負で有意となり、密集市街地の解消は当該地域のみならず、近隣地域の地価も上昇させることが明らかとなった。総合効果の結果から、閾値500mで7.3%、閾値750mで5.9%地価を上昇させることが示されており、標準的な固定効果モデルの限界効果と比較して2倍以上の影響があることが示された。密集市街地は、老朽木造住宅が密集している地域であり、延焼の危険性が高い地域であることを考えると、その解消には正のスピルオーバー効果があるという推定結果は妥当であると考えられる。

次に、翌年の地価を用いた結果を見ていく。地域危険度の結果と同様に、同年の地価を用いた場合に比べて翌年の地価を用いたモデルのほうが、限界効果が大きくなる傾向が明らかになった。標準的な固定効果モデルでは、密集市街地を解消することで、4.2%地価が上昇することが明らかとなり、これは同年の地価を用いた場合の約1.8倍である。また、空間固定効果モデルでは、総合効果の結果から密集市街地を解消することで、閾値500mで12.3%、閾値750mで11.6%地価を上昇させることが明らかとなり、これは同年の地価を用いた場合の約1.7~1.9倍である。さらに、総合効果の絶対値は、標準的な固定効果モデルの限界効果の約3倍となった。

(表8はこのあたり)

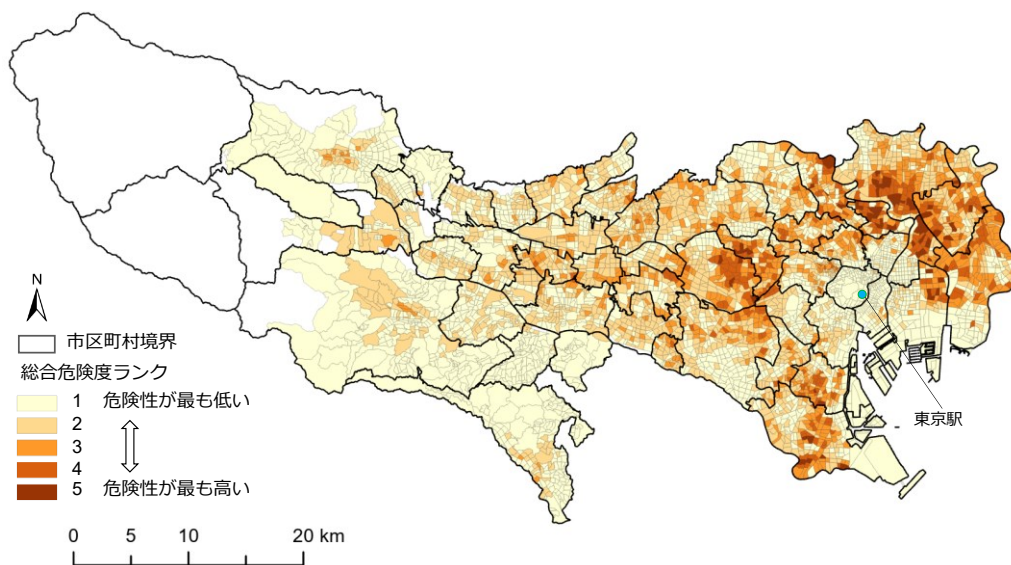
2.6 まとめ

本研究では、地震リスク指標の低下が住宅地の地価に与える影響を通して、都市防災整備による便益の推定を試みた。その際、空間固定効果モデルを用いて、直接効果のみならず、これまで考慮されてこなかったスピルオーバー効果も考慮して分析を行った。その結果、標準的な固定効果モデルの推定結果から、すべての地震リスク指標について、地震リスク指標の低下は地価を有意に上昇させることが明らかになった。また、空間固定効果モデルの推定結果から、火災危険度、総合危険度、密集市街地の解消は、当該地域のみならず、近隣地域の地価も上昇させることが分かり、特に延焼リスクの軽減には正のスピルオーバー効果があることが示された。また、空間固定効果モデルの総合効果は、標準的な固定効果モデルの限界効果よりも大きく、有意性も高い傾向がみられた。この結果から、スピルオーバー効果を考慮することの重要性が示された。

この推定結果を用いて、密集市街地解消による便益をシミュレーションする。東京都は、災害に強い首都を目指し、地震リスク軽減のため様々な都市防災整備を進めてきた。その結果、東京都の密集市街地面積は、2012年の1,683haから2017年には482haまで減少した。また、2012年時点における密集市街地の住宅地の平均地価は、1㎡あたり41万4,500円であった。これらの数値と表8に示した結果を用いて、密集市街地解消による便益を計算すると、スピルオーバー効果を考慮しない場合は約1,210億円となった。また、スピルオーバー効果を考慮した場合、閾値500mで約3,630億円、閾値750mで約2,940億円となった。

同年の地価を用いた場合よりも、翌年の地価を用いた場合の方が、地震リスク軽減による効果が大きく推定された。この結果は、翌年の地価には更新された地震リスク指標の公開による影響が反映されることを示唆するものであり、地震リスク情報の公開・変更がリスク認知や住宅価格を変化させるという既存研究（Brookshire et al., 1985; Singh, 2019）と整合性がある。さらに、地域危険度については、同年の地価を用いた場合と比較して、翌年の地価を用いると、限界効果は微増する傾向であったが、密集市街地については約2倍近く大きくなった。これは、密集市街地の解消には、大規模開発が伴う場合があるため、安全な地域になる影響のほかに、住環境改善による影響が含まれるためだと考えられる。したがって、安全性の向上とそれ以外の住環境の向上を識別する必要があるが、この点は今後の課題としたい。さらに、住宅地のみならず商業地への影響も今後検証したい。地価公示データを用いて、空間固定効果モデルを推定しているが、標準地は空間的に密とはいえ、近距離におけるスピルオーバー効果を十分に捉えているのか疑問が残る。今後、より空間的に密なデータを用いて、より正確なスピルオーバー効果を検証したい。

図 1 「総合危険度ランク図（第 8 回）」



出所) 著者作成

図 2 「地震時等に著しく危険な密集市街地」



出所) 著者作成

表 6 記述統計量

	平均	標準偏差	最小	最大
地域危険度				
地価 (円/㎡)	344,556	278,561	37,400	4,010,000
建物倒壊危険度	1.70	0.87	1	5
火災危険度	1.81	0.94	1	5
総合危険度	1.79	0.92	1	5
最寄り駅までの距離 (m)	839	665	42	4,751
人口密度 (人 / ㎢)	12,332	6,742	93	43,850
$N = 3,796$ ($n = 949$, $T = 4$)				
密集市街地				
地価 (円/㎡)	346,070	301,114	31,600	3,750,000
密集市街地ダミー	0.01	0.10	0	1
最寄り駅までの距離 (m)	826	654	42	4,751
人口密度 (人 / ㎢)	12,858	7,175	53	55,589
$N = 4,604$ ($n = 1,151$, $T = 4$)				

表 7 平均限界効果 (地域危険度)

	標準的 固定効果モデル	空間固定効果モデル					
		閾値 500m			閾値 750m		
		総効果	直接効果	間接効果	総効果	直接効果	間接効果
同年の地価							
建物倒壊危険度	-0.016 ** (0.008)	-0.024 (0.017)	-0.014 * (0.008)	-0.010 (0.010)	-0.019 (0.014)	-0.012 ** (0.005)	-0.006 (0.010)
火災危険度	-0.012 *** (0.004)	-0.036 *** (0.013)	-0.017 *** (0.006)	-0.020 *** (0.007)	-0.026 *** (0.010)	-0.009 ** (0.004)	-0.017 *** (0.006)
総合危険度	-0.018 *** (0.004)	-0.03396 *** (0.012)	-0.016 *** (0.006)	-0.018 ** (0.007)	-0.030 *** (0.009)	-0.014 *** (0.004)	-0.016 *** (0.006)
翌年の地価							
建物倒壊危険度	-0.018 ** (0.007)	-0.028 * (0.015)	-0.016 ** (0.007)	-0.012 (0.009)	-0.021 * (0.012)	-0.013 *** (0.005)	-0.008 (0.008)
火災危険度	-0.019 *** (0.004)	-0.041 *** (0.011)	-0.019 *** (0.006)	-0.022 *** (0.006)	-0.037 *** (0.008)	-0.013 *** (0.003)	-0.024 *** (0.005)
総合危険度	-0.024 *** (0.004)	-0.043 *** (0.011)	-0.021 *** (0.005)	-0.022 *** (0.006)	-0.039 *** (0.008)	-0.016 *** (0.003)	-0.023 *** (0.005)
N	3,796	1,176		2,748			

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は町丁を単位としたクラスターロバストな標準誤差。推定に当たっては、最寄り駅までの距離の対数、人口密度の対数をコントロールしている (結果は省略)。

表 8 平均限界効果（密集市街地）

	標準的 固定効果モデル	空間パネルデータモデル					
		閾値 500m			閾値 750m		
		総効果	直接効果	間接効果	総効果	直接効果	間接効果
同年の地価							
密集市街地ダミー	-0.024 *** (0.008)	-0.073 * (0.041)	-0.031 * (0.018)	-0.043 * (0.024)	-0.059 * (0.030)	-0.019 ** (0.010)	-0.039 * (0.022)
翌年の地価							
密集市街地ダミー	-0.042 *** (0.011)	-0.123 ** (0.049)	-0.050 ** (0.022)	-0.073 ** (0.029)	-0.116 *** (0.038)	-0.037 *** (0.012)	-0.079 *** (0.027)
<i>N</i>	4,604	1,628		3,552			

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は町丁を単位としたクラスターロバストな標準誤差。推定に当たっては、最寄り駅までの距離の対数をコントロールしている（結果は省略）。

第3章 東日本大震災前後における建物倒壊危険度が住宅市場に与えた影響の検証¹

3.1 はじめに

未曾有の被害をもたらした東日本大震災および原発事故は、直接的な被害を受けた地域に限らず、非被災地域においても人々のリスクに対する認識を大きく変化させたと考えられる。こうしたリスクに対する認識の変化は、居住行動の変化を通じて、不動産市場にも影響を与えた可能性がある。本研究では、震災の前後で地震リスクと不動産価格の関連に変化が生じたかを検討し、東日本大震災に伴う人々のリスクに対する認識の変化を定量的に把握することを目的としている。

具体的な災害の発生前後で、災害リスク情報と不動産価格との関係に変化が生じたかを検証する分析は、数は限られるものの一定の蓄積がある²。Beron et al. (1997) は、1989年のロマ・プリエタ地震がサンフランシスコ湾岸地域の住宅価格に与えた影響について検証し、地震の発生前の方がリスク指標が不動産価格に与える負の影響が大きかったことを示した。この結果は、地震の発生に伴って住民が地震リスクの評価を引き下げたことを示唆している。

一方で、顧ほか (2011a, 2014) および Gu et al. (2018) では、阪神・淡路大震災の発生が活断層リスク認知に与えた影響を検証している³。大阪府の東部に位置する上町断層帯周辺の地価形成に関する実証分析の結果、震災の発生後には、断層帯からの距離が近いほど地価が低下する傾向が観察されている。また、川脇 (2007) は、阪神・淡路大震災の被災地を対象に、地震リスクと不動産価格の関係の時系列的な変化を検討している。これによれば、災害危険地区の地価は、震災後の数年間にわたって相対的に減価するこ

¹ 本章は、安田・行武・直井 (2018) を基に執筆したものである。安田・行武・直井 (2018) は、公益財団法人 日本住宅総合センターで実施された平成 28 年度「東日本大震災が不動産市場に与えた影響に関する調査研究 (Ⅲ)」を基に研究を進めたものであり、日本住宅総合センターHP において PDF レポートとして公表されている『東日本大震災が不動産市場に与えた影響に関する調査研究』の分析を拡張したものである。

² ここでは、本研究でも扱う地震災害に絞って先行研究を整理しているが、洪水などの自然災害についても同様の分析の事例がある (Bin and Polasky, 2004; Bin and Landry, 2013)。また、災害リスクに対する認識の変化が、住民の立地選択を介して不動産価格に影響を及ぼすという分析仮説の検証 (ヘドニックアプローチ) のほか、より直接的に被災者のリスク認知を検証した研究 (Lo and Cheung, 2015) や、住民の防災行動や防災意識の変化に着目した研究なども存在する (Naoi et al., 2012; Jiang et al., 2013; Gallagher, 2014; Kousky, 2017)。

³ 他方で、阪神・淡路大震災の前後で東京都における地震リスクと地価の関係に変化が生じたかを分析した Nakagawa et al. (2009) によれば、地震リスクと地価の関係が、1995 年の阪神・淡路大震災によって変化したという根拠は得られていない。

とが示されている。Naoi et al. (2009) は、大規模な地震が発生した場合、こうした地震による直接の被害を受けていない近隣地域において、地震リスクによる住宅価格の低下がより顕著になることを示している。これらの結果は、いずれも実際の地震災害の発生によって、住民がリスク評価を引き上げた可能性を示唆している。

本研究が対象とする東日本大震災の発生に関しては、石塚・横井 (2017) が、地価を対象としたヘドニック分析を行うことで、震災前後で地震リスクと地価の関係に変化が生じたかを検討している。それによれば、小・中規模の土地の取引では、震災後に地震リスクと取引価格に関連がみられるようになったとされる。一方で、大規模な土地の取引に関しては、震災前から観察されていた地震リスクの影響が、震災後に一時的に弱まることも指摘されている。

また、東日本大震災に伴う福島原発事故の発生に関しても、近年いくつかの実証分析が行われている。これらの研究は、いずれも福島原発事故とは直接の関係がない地域において、原子力発電所の近くで取引される不動産価格に変化が生じたかを検証している (Boes et al., 2015; Fink and Stratmann, 2015; Zhu et al., 2016; Bauer et al., 2017; Kawaguchi and Yukutake, 2017; Tanaka and Zabel, 2018)⁴。これらの結果をまとめると、福島原発事故の発生後には、原子力発電所に近接する不動産の取引価格が低下する傾向がみられるものの、その影響の大きさや影響が及ぶ地理的範囲、統計的な有意性は、分析対象となる地域や取引される不動産種別（家賃、住宅価格、地価）などによって異なることがわかる。

大規模な地震災害のように、発生頻度が著しく低い一方で、発生すると大きな被害を生じさせるような事象は、その特性上、事前の予測が難しく、消費者のリスク認知は主観的な評価に大きく依存する。そのため、消費者のリスク認知には一定のバイアスが存在することが指摘されている (Lichtenstein et al., 1978; Kask and Maani, 1992; Rogers, 1997)。このような状況下では、実際の災害発生は、消費者が低頻度の災害リスクを評価するための追加的な情報としての役割を持つ可能性がある。不動産価格との関連を見た上記の研究は、いずれもこうしたメカニズムを背後に想定しているものと考えられる。しかしながら、これらの分析の結果を総合すると、自然災害の発生が消費者の災害リスク評価におよぼす影響は、想定される災害イベントの種類や対象地域、取引される不動産の種類などによって異なり、必ずしも一致した結論が得られているわけではない。

本研究では、東京都区部を対象に、東日本大震災前後での地震リスクと不動産価格との関係を検討する。具体的には、震災の前後を観測期間に含む大規模な不動産取引データを用いて、東京都が公表する建物倒壊危険度をリスク指標として用いたヘドニックモ

⁴ 福島原発事故の直接的な影響をヘドニックアプローチに基づいて分析した事例としては、例えば Yamane et al. (2013)、Tanaka and Managi (2016) および Kawaguchi and Yukutake (2017) などが存在する。

デルの推計を行う。既存の分析に対して、本研究の貢献は大きく分けて以下の3点にまとめられる。

第一に、対象となる不動産価格の種別（不動産価格、賃料、地価など）によって、分析結果が大きく異なることを踏まえ、売買物件（取引価格）と賃貸物件（成約賃料）の双方を含むデータベースを構築し、分析結果の比較を行っている。また、取引される物件の種類に関しても、集合住宅と戸建て住宅の双方を含むデータとなっているため、これらの間での影響の違いについても考察している。第二に、先行研究と比べて規模の大きいデータセットを用いているため、サブサンプルを用いて物件特性ごとに影響が異なるかを検証することが可能となっている。後述するように、こうしたサブサンプルによる分析は、震災による影響の背後に存在するメカニズムを解明するための一定の手がかりを与えるものとなっている。第三に、特に東日本大震災による影響を分析した研究との対比において、より長期にわたるデータを利用しているために、震災発生後の影響の推移を検証できている。こうした分析によって、災害の発生に伴う消費者のリスク認知の変化について、追加的な知見を提供することが可能となる。

分析の結果からは、以下の点が明らかとなった。第一に、売買の集合住宅や賃貸の戸建てでは、震災の発生後に、相対的に倒壊危険度の高い地域で価格水準が下落する傾向がみられた。こうした傾向は、震災によって人々の地震リスクに対する認識が変化した可能性を示唆する。第二に、危険度の高い地域での震災後の価格下落は、相対的に耐震性が低いと考えられる旧耐震基準の物件でより顕著に観察された。これは、震災前後での地震リスクに対する認識の変化が、主として地震災害に対する脆弱性という領域で生じた可能性を示唆する。第三に、危険度の高い地域での震災後の価格下落は、主にファミリー向けの比較的規模の大きい物件で観察されており、入居者のタイプによってリスクに対する認識の変化に違いがあることが示唆される。第四に、危険度の高い地域における不動産価格の相対的下落は、震災後の数年間のみ観察されることが明らかとなった。

3.2 震災による災害リスクに対する認識の変化

すでに述べた通り、本研究では地震リスクの指標として、東京都が公表している建物倒壊危険度の情報を用いて、不動産価格への影響が震災前後で変化したかを検証する。本節では、実際の災害（東日本大震災）の発生によって、非被災地域における災害リスク指標と不動産価格の関係に変化が生じるメカニズムについて、既存の知見を援用しながら議論していく。

上記の議論に移る前に、災害リスクの評価とその指標について、簡単にまとめておく。防災研究の分野において、災害リスクの同定とその評価は中心的な研究テーマとなって

いる。こうした研究は、いずれも潜在的に発生しうる災害の頻度や規模、想定される被害の大きさなどについての総合的な評価を目的としている。すなわち、一般に災害リスクの構成要素としては、災害の発生可能性 (hazard)、被災対象物の量 (exposure) とその脆弱性 (vulnerability) などが考慮されることになる (永松他, 2015; 佐藤他, 2016; Matsuura and Sato, 2018) ⁵。

ひるがえって、我が国で近年整備が進められている各種防災情報を見ると、その多くは厳密には上記の意味での災害リスクの指標であるとはいえない。例えば、社会的にも大きな注目を集める首都直下地震や南海トラフ巨大地震に関する被害想定などは、特定のシナリオの下での被害の大きさを評価したものであり、物的・人的な被災対象の量 (exposure) や脆弱性 (vulnerability) に関しては考慮されている一方、その起こりやすさ (hazard) については評価の対象とはなっていない。本研究で扱う東京都による地域危険度の指標も同様であり、建物倒壊危険度に関していえば、当該地域の地盤特性や建築物の耐震性などの情報は考慮されているものの、危険度評価の前提となる地震の発生頻度については考慮していない。

このような指標の特徴を踏まえて、東日本大震災のような実際の災害の発生が、非被災地域における災害リスクと不動産価格の関係に影響を与えるとすれば、どのような可能性が考えられるだろうか。

第一には、実際の災害の発生によって、被害を生じさせるような地震の起こりやすさ (hazard) に対する評価が変わる可能性がある。ただし、発生頻度が低い事象に対する人々のリスク認知バイアスに関する研究からは、その変化の方向性に関して、2つの異なる可能性が示唆される。例えば、Lichtenstein et al. (1978) や Viscusi (1985) などの研究は、人々は、客観的な発生頻度の低い事象に対して発生確率を過大に見積もる傾向があることを指摘している。一方で、Kask and Maani (1992) や Kunreuther and Pauly (2004) などの研究によれば、客観的な確率が一定の閾値を下回るような場合、人々はその発生確率をゼロであるかのように認識、行動する傾向を指摘している。いま、実際の災害発生に伴う情報が、人々のリスク認知バイアスを解消するような方向に働くのであれば、前者のケースではリスク評価を引き下げることが予測される一方で、後者では評価を引き上げることが予測される。そのため、消費者のリスク評価が不動産価格に帰着するという前提の下で、災害の発生もたらす影響の方向性は、少なくとも理論的には明らかではない。

第二には、報道などを通じて実際の被害状況を知ること、災害に対する脆弱性の評

⁵ こうした要素に加え、近年では災害からの復元力 (resilience) を含めた評価についても研究が進みつつある。

価が見直される可能性がある。これは、災害の発生確率に対する評価が変わらなかったとしても、ひとたび災害が発生した場合の被害の起きやすさやその規模に対する評価が変わることを意味する。

第三に、災害の発生によって、人々のリスクに対する態度が変化する可能性も考えられる。例えば、Cameron and Shah (2015) や Said et al. (2015) などの最近の研究からは、災害を経験した個人はより危険回避的になる可能性が示唆されている⁶。リスク回避的な個人は、危険な地域に居住することに対してより大きなプレミアムを要求することになるため、仮にリスク評価そのものには変化がなかったとしても、災害発生後のリスクと不動産価格の関係を変化させうる。

本研究が対象とする東京都において、人々に最も幅広く認知されている地震リスクは、首都直下地震にかかわるものであると思われる。いま、東日本大震災の発生を契機として、多くの人は当該地震リスクに対する認識を変化させた可能性がある。例えば、震災の発生後に相次いで公表された首都直下地震の発生確率に関する試算は、その発生頻度に対する人々の主観的な見積もりを大きく変化させた可能性がある⁷。ただし、これらの試算は原則として発生確率の空間的な分布をとらえたものとはなっておらず、本研究が対象とする建物倒壊危険度の影響との関連は必ずしも明らかではない。いま、上記の試算などを通じて、首都直下地震の発生確率に対する評価が変わったとしても、こうした評価の見直しが建物倒壊危険度の地理的分布と何らかの関連を持っていない限り、異なる倒壊危険度に直面する町丁目間での不動産価格の水準の相対的な変化に影響を及ぼすとは考えにくい。

一方で、やはり震災発生後に公表された首都直下地震に関する被害想定は、首都直下地震という特定の災害が発生した場合に生じる被害の大きさに対する認識を変化させた可能性がある⁸。こうした想定においては、通常地理的な被害の分布とその程度に関する情報が提供されるため、建物倒壊危険度から入手可能な地域別の相対的危険度に関する情報と相俟って、地震災害に対する地域の脆弱性に対する人々の認識を変化させた可能性がある。いま、脆弱性に対する主観的評価の見直しが、建物倒壊危険度の高い地域でより顕著であったとすれば、相対的に危険度が高い地域でより大きな不動産価格の低下が予想される。

まとめると、すでに述べた通り、東京都が公表する建物倒壊危険度は、基本的には災

⁶ 一方で、本研究の対象である東日本大震災については、震災によって大きな被害（震度）を経験した個人ほど、震災発生後に危険回避度が低下することを発見した Hanaoka et al. (2015) などの事例もある。

⁷ 「首都直下地震、4年内70%」（日本経済新聞夕刊、2012年1月23日）、「M7.5年内に30%弱」（日本経済新聞朝刊、2012年4月23日）など。

⁸ 「首都直下地震で新想定」（日本経済新聞朝刊、2012年4月19日）

害に対する地域の脆弱性を評価した指標であるため、以降の分析では、震災前後で脆弱性に対する人々の認識が変化したかを検証していくことになる。ただし、結果の解釈に当たっては、追加の分析などを通じ、第一もしくは第三の可能性についても、可能な限り検討を行うこととする。

3.3 データおよび実証分析モデル

3.3.1 建物倒壊危険度

本研究では、地震リスクの評価指標として、東京都が公表している地震に関する地域危険度の情報を用いる。なお、分析の対象地域は東京都 23 区とし、これら地域において、震災前後で地域危険度が不動産価格に及ぼす影響に違いがあるかどうかを確認する。

東京都では、東京都震災対策条例（当時は震災予防条例）に基づき、昭和 50 年 11 月から「地震に関する地域危険度測定調査」の結果を公表している。調査は、市街地の変化を表わす建物などの最新データや新たな知見を取り入れ、概ね 5 年ごとに実施されており、2018 年 2 月現在で、第 8 回目の調査結果が公表されている。本研究では、震災時点で入手可能であった第 6 回調査（2008 年 2 月公表）の結果を利用する⁹。

この調査では、地震に関する危険性を、建物倒壊の危険性、火災発生に伴う延焼の危険性、および両者を総合した危険性、という 3 つの観点から評価し¹⁰、町丁目ごとの危険性の度合いを 5 つのランクに分けた結果を公表している¹¹。危険性を測定するには、特定の地震を想定するのではなく、全ての地域において、地震の強さなどを同じ条件で設定している。したがって、前述の通り、この調査は原則として地域レベルでみた地震に対する脆弱性を計測することを目的としており、被害の前提となる地震の発生頻度に関する評価は含まれていない。また、危険度のランク分けは相対的なものであり、各ランクの比率を過去の危険度測定調査と同じ値に設定し、絶対的な危険度の測定結果が高い町丁目から順にランクを一定数割り当てている¹²。

以下の分析では、これらの危険度のうち地震の影響を最も直接的に表す建物倒壊危険度をリスク評価の指標として用いる。建物倒壊危険度は、地震の揺れによって建物が壊

⁹ 2013 年 9 月に第 7 回目調査が公表されている。

¹⁰ これら 3 つの危険度の指標に加え、第 7 回調査からは、「災害時活動困難度」（災害時の活動を支える道路等の基盤状況を評価する指標）を考慮した危険度の測定を始めている。

¹¹ 第 8 回調査では、都内の市街化区域にある 5099 町丁目が評価の対象となっている。

¹² このような評価指標の特徴を利用して、建物倒壊危険度が地価におよぼす影響を検証した研究として顧ほか（2011b）がある。

れたり傾いたりする危険性の度合いを測定したものであり、地域に存在する建物の耐震性や地域の地盤分類などに基づいて評価される。第7回の結果によれば、特に危険度の高い地域は、沖積低地や谷底低地に分類される地盤上にあり、古い木造や軽量鉄骨造の建物が密集している荒川・隅田川沿いのいわゆる下町地域一帯に分布している。

地域危険度測定調査からは、建物倒壊危険度に加え、火災危険度や総合危険度の指標も利用可能であるが、出火や延焼の可能性は建物密度と関連するため、これらの指標は災害の危険性だけでなく、経済活動の集積という要因も反映している。いま、これらの要因はそれぞれ不動産価格に異なる影響をもたらすことが予想されるため、単純に火災危険度（もしくはこれを評価に含む総合危険度）を用いた分析からは、災害リスクが不動産価格におよぼす影響を識別することが難しいと考えた（顧ほか、2011b）¹³。

3.3.2 不動産物件データ

建物倒壊危険度が不動産価格に与える影響を分析するため、本研究ではヘドニック分析を行う。住宅市場を対象とするヘドニック分析は、地価、住宅価格、家賃などを被説明変数とし、各物件の属性をコントロールしつつ、環境質などの非市場財を説明変数とした価格関数の推定を行うことで、そのパラメータから環境質の評価を行うものである。

物件データとしては、公益財団法人東日本不動産流通機構（東日本レイズ、以下レイズ）において登録されたデータを用いている。提供されたデータのサンプル期間は1995年から2017年までとなっており、対象となる物件数は東京都内で売買が434,332件、賃貸が1,424,965件となっている。時系列で物件数の変化を見てみると、全体的に増加傾向にあり、その傾向は賃貸物件において顕著である（図3参照）¹⁴。

（図3 このあたり）

以下の基本となる分析では、震災の前後2年間の取引に焦点を当てて、2009年3月11日から2013年3月10日の間に成約した物件データを使用する¹⁵。また、取引形態につ

¹³ なお、建物倒壊危険度と火災危険度は地理的な相関が非常に強く、両者を同時に分析に用いた場合には、影響を精度よく識別することが難しい。集積要因による問題を含め、火災危険度の影響の検証は今後の課題としたい。

¹⁴ 特に賃貸物件に関しては、最近になるほど登録される物件数が多くなっており、元になるデータのカバレッジが変化してきたことによるバイアスが懸念される。こうした点を考慮した分析は今後の課題となるが、後述する通り、以下の分析ではある程度物件数が増加した2009年3月11日以降のデータのみを利用するため、上記の問題はある程度軽減されているものと考えた。

¹⁵ このサンプル期間の限定には、2つの理由がある。第一には、前述の通りレイズの物件データのカバレッジが近年になるほど拡大しているため、これによる分析上のバイアスを避けるために2009年3月10

いては売買と賃貸の双方を、物件種別については集合住宅と戸建て住宅の双方を含むデータとなっているため、以下の分析ではこれらの組み合わせでサンプルを分割し、計4種類のサンプルを用いた分析を行う¹⁶。また、追加的な分析においては、新耐震基準(1981年6月)の前後や、物件の部屋数に応じたサンプルの分割を行い、影響に違いがあるかを検証する。さらに、震災発生後の長期的な影響を見るために、震災発生後の分析期間を直近まで延長したサンプルを用いた分析も行う。なお、データを確認したところ、成約価格、成約賃料、成約m²単価に異常値と思われる値が含まれていたため、表9に示したサンプルを除いて分析している。

(表9このあたり)

3.3.3 実証モデル

以下では、東日本大震災前後における地震リスクに対する認識の変化を、ヘドニック分析に基づいて検証する。本研究における基本的な推定モデルは以下の通りとなる。

$$\ln p_{ijt} = \alpha_k + \sum_{r \in \{M, H\}} \{\beta_r I[Z_j = r] + \delta_r D_t \cdot I[Z_j = r]\} + \gamma' X_{it} + u_{ijt} \quad (1)$$

ここで、 i は各取引、 j は取引物件が立地する町丁目、 k は区、 t は成約時点を表すインデックスである。また、 p_{ijt} は面積当たりでみた不動産の成約価格(売買物件)あるいは成約賃料(賃貸物件)、 D_t は東日本大震災後(2011年3月11日以降)に成約した物件を1とするダミー変数、 Z_j は町丁目 j の建物倒壊危険度を示すカテゴリ変数である。建物倒壊危険度に関しては、Nakagawa et al. (2009) に倣い、3段階に区分して分析に用いる。具体的には、ランク1を低危険度($r = L$)、ランク2を中危険度($r = M$)、ランク3~5を高危険度($r = H$)としている¹⁷。

ここで、 $I[\cdot]$ はカッコ内の条件が真であれば1、偽であれば0を取る指標関数である。

日以前のデータは用いないこととした。第二に、データの入手およびレイズデータとの接続の制約上、以降の分析では第6回調査の結果に基づく地域危険度の指標を用いている。そのため、第6回調査の公表前の期間である2008年以前のデータ、および第7回調査の公表後の期間である2013年(9月)以降のデータについては、原則として用いないこととした。ただし、後者の問題に関しては現在第5回および第7回調査の調査結果の入手およびデータ構築作業を行っており、今後対応することを想定している。

¹⁶ 賃貸物件については、集合住宅の種別としてマンション、アパート、タウンハウスなどが存在するが、売買物件と条件をそろえるために、分析対象はマンションに限定している。

¹⁷ 建物倒壊危険度を3区分として分析に用いたのは、危険度4および5の町丁目と比較的少数であることによる。中でも、危険度が最も高い町丁目(危険度5)に立地する物件は、全体の2.5%未満に過ぎず、全体のサンプルサイズが小さい戸建て物件を用いた分析などでは、精度の高い推計は難しい。ただし、こうしたケースであっても、分析結果の全体的な傾向は、以降で示すものとおおむね整合的であった。

したがって、 $I[Z_j = r]$ は建物倒壊危険度の分類が $r \in \{L, M, H\}$ であることを示すダミー変数となる。いま、 β_r は震災発生前における建物倒壊危険度と不動産価格との関係を表し、建物倒壊危険度と震災後ダミーの交差項の係数である δ_r は震災発生後に生じた追加的な変化を表す。前述の通り、本研究の焦点は震災発生後に生じたリスク評価の変化を検証することにあるため、以下では主として δ_k の推計結果に焦点を当てて議論を進める。なお、特に断りのない限り、以下では低危険度 ($r = L$) の地域をベースとした結果を示す。すなわち、 β_r および δ_r の推計結果 ($r = M, H$) は、建物倒壊危険度がランク 1 である町丁目に立地する取引物件と比較した場合に、それぞれランク 2 もしくは 3~5 の地域に立地することが、価格もしくは賃料におよぼす影響を表すことになる。例えば γ_M は、震災発生後の低危険度 ($r = L$) の町丁目における平均的な価格変化と比較して、中危険度 ($r = M$) の町丁目における価格変化がどれほどであったかを計測していることになる。いま、人々の主観的なリスク認識の変化が、相対的に危険度の高い地域で大きいのであれば、 γ_M および γ_H は負の値を取ることが予想される。

上記の各要因に加え、(1)式の推計に当たっては取引される物件の特性 X_{it} を考慮している。 X_{it} に含まれる特性としては、建築後経過日数、新耐震ダミー¹⁸、都心主要 4 駅までの距離、専有面積あるいは建物面積¹⁹、所在階²⁰、建物構造ダミー²¹をそれぞれ用いた。これに加え、分析に当たっては区レベルでの固定効果 (α_k) を考慮している。また、時系列的な住宅価格の変動に関しては、区固有の成約年および成約月の固定効果を考慮した分析を行っている²²。

(1)式による分析では、区よりも小さい地理的区分に固有の観察できない要因によるバイアスが懸念される。いま、図 2 に示す通り、建物倒壊危険度の高い地域は 23 区の北東部および南部に集中しており、その地理的な分布には偏りがみられる。そのため、(1)式の特特定化に代えて、町丁目単位での固定効果を考慮したモデルも検討した。

$$\ln p_{ijt} = \alpha_j + \sum_{r \in \{M, H\}} \delta_r D_t \cdot I[Z_j = r] + \gamma' X_{it} + u_{ijt} \quad (2)$$

このうち、 α_j は町丁目単位の地域の固定効果を表し、時間を通じて変化しない町丁目

¹⁸ 築年月が 1981 年 6 月以降である場合に 1 を取るダミー変数として定義される。

¹⁹ 提供されたデータからは、集合住宅に関しては専有面積が、戸建て住宅に関しては建物面積が利用可能となっている。

²⁰ 所在階は、集合住宅に関してのみ観察される変数であるため、戸建て住宅をサンプルとした推計では説明変数に含まれない。

²¹ 提供データでは、建物構造は木造・ブロック・鉄骨造・RC・SRC・PC・HPC・軽量鉄骨・その他の 9 分類からなっており、分析ではこれら各分類のダミー変数を作成して用いた。

²² 具体的には、成約年ダミーおよび成約月ダミーのそれぞれについて、区ダミーとの交差項を導入した推計を行っている。

レベルの地域固有の影響をコントロールしている。なお、建物倒壊危険度 Z_j は、町丁目単位で計測される変数であり、サンプル期間を通じて一定の値をとるため、(2)式の推計においては、 β_r の推計は行えない。一方で、 δ_r は町丁目固有の観察されない異質性をコントロールしたうえでの、震災前後における危険度に対する認識の変化を表すことになる。

3.3.4 記述統計量

表 10 は、建物倒壊危険度別にみた、1 m²あたり成約価格・賃料の震災前後の変化を示したものである。集計に当たっては、震災の前後 2 年間（2009 年 3 月 11 日から 2013 年 3 月 10 日）に成約した物件のデータを用いた。いま、売買物件、賃貸物件に共通した傾向として、全体として震災後に価格が下落していることがわかる。ただし、こうした全体の傾向は、震災による影響だけでなく、マクロ的な不動産価格の下落傾向も反映している。そこで、震災前後での価格・賃料の変化を、建物倒壊危険度別にみることにする。その結果、戸建て住宅については、売買、賃貸物件ともに、ランク 5 の町丁目における下落率が最も大きく、また、売買物件のランク 4 を除くと、全体的に危険度が高い地域ほど価格が下落している傾向が見て取れる。一方、集合住宅については、売買物件ではランク 5 の町丁目における下落率が最も大きいのが、全体としては危険度と価格の下落傾向に強い関連は見いだせない。対して、賃貸物件を見てみると、ランク 2 および 3 の町丁目下落率が大きいという結果になっており、震災後の価格水準の変化と地域危険度の水準の間には、必ずしも系統的な関連は見いだせない。

（表 10 このあたり）

危険度の高い町丁目震災後に価格が下落する傾向が、住民のリスク評価の変化によるものであるというためには、震災後に変化しうる不動産価格に影響を与える他の要因を適切に考慮する必要がある。このうち、最も懸念されるのは、市場に出回る物件の品質の変化である。いま、観察可能な物件特性や地域固有の時系列的トレンドなどに関しては回帰モデルによる分析で考慮することになるが、これら以外にも、観察できない要因が存在することは否定できない。例えば、震災後には、耐震性の低い物件の居住者が転出することで、こうした物件が市場に出回りやすくなるかもしれない。また逆に、震災後には、耐震性を高めた物件がより多く市場に出回る可能性もある。いずれのケースであっても、もしこうした傾向が地域危険度と系統的な関連を持っているのであれば、地域危険度別にみた震災前後の価格変化に影響を及ぼすことになる。

耐震性などの物件特性は、データの制約上完全には観察できない²³。そのため、こうした要因による影響を直接的に検討することは難しいが、以下では登録物件数の変化を見ることで、間接的な検討を行う。いま、もし震災前後での登録物件数の変化が、地域危険度の水準と強く相関しているのであれば、震災を機に、地域危険度と関連する形で、市場に出回る物件の構成が変化している可能性が疑われる。

表 11 は、建物倒壊危険度別の登録物件数の震災前後の変化を示したものである。売買物件、賃貸物件に共通した全体的な傾向として、震災後に登録物件数が増加している。これは、図 3 でみた通り、分析期間中に全体として登録物件数が増加しているという傾向に起因する²⁴。そのうえで、建物倒壊危険度別にみた登録物件数の変化を見ると、例えば、売買・賃貸ともに戸建て住宅の登録物件数がランク 3 の町丁目で増加していたり、賃貸の集合住宅の登録物件数がランク 5 の町丁目で大幅に増加しているなど、一部で特徴的な動きがみられるものの、全体としては地域危険度と登録件数の間に一貫した傾向は見いだせず、表 10 で観察された価格・賃料水準の変化は、登録件数の変化のみでは説明できないことがわかる。

(表 11 このあたり)

表 12 に以降の分析で用いる変数の定義を示す。なお、建物倒壊危険度に関しては、前述の通りランク 3 以上を 1 つのカテゴリにまとめたダミー変数を定義して分析に用いている。表 13 および表 14 は、それぞれ売買物件、賃貸物件の記述統計量である。震災前後での物件特性の変化を見ると、時間の経過とともに築日数が全体に大きくなることを除けば、少なくとも平均的には震災前後で大きな物件特性の変化は見られない。なお、以降の回帰分析では、築日数、所在階、CBD からの距離、専有面積・建物面積の各変数については対数を取ったものを説明変数として用いているが、ここではこれら変数の水準についての記述統計を示した。

(表 12、表 13、表 14 このあたり)

すべての変数に欠損が生じていない標本数は、売買の集合住宅が 42,817 件、戸建てが 7,638 件、賃貸の集合住宅が 226,176 件、戸建てが 6,894 件となった。

²³ 免震・制震構造などの一部情報については、提供データの備考欄に記載がある物件も見られたが、備考欄への情報の記載は、必ずしも網羅的に行われているわけではないため、以下の分析ではこうした情報は用いていない。

²⁴ こうした傾向自体も、分析結果にバイアスをもたらす可能性があるが、より詳細な検討については今後の課題としたい。

3.4 推定結果と考察

3.4.1 ベンチマークの推定結果

表 15 に、(1)式および(2)式に基づく回帰モデルの推定結果を示す。ここで、[1]～[4]は売買物件のデータを用いた結果であり、[5]～[8]は賃貸物件のデータを用いた結果となっている。また、売買・賃貸ともに、物件種別に応じて集合住宅と戸建て住宅を個別に分析にしている。なお、集合住宅に関してはマンションのみを分析対象とし、アパートやタウンハウスなどの物件は分析から除外している。各分析データについて、1列目の推計結果は区レベルでの固定効果を考慮した結果、2列目の推計結果は町丁目レベルでの固定効果を考慮した結果となっている。前述の通り、建物倒壊危険度は、町丁目単位で計測され、サンプル期間を通じて一定の値をとるため、町丁目レベルでの固定効果を考慮した場合には β_k の推計は行えない。また、建物倒壊危険度に関連する変数については、いずれもランク 1 の町丁目を基準として推計を行っている。そのため、これらの係数はランク 1 の町丁目取引された物件との相対的な価格・賃料水準の格差をとらえることになる。なお、以下のすべての結果について、カッコ内には町丁目を単位としたクラスターロバスト標準誤差を報告している。

(表 15 このあたり)

まず、物件特性に関する分析結果を見ると、築日数、新耐震ダミー、所在階、CBD までの距離などの係数は、通常想定される影響と整合的な符号を示した。専有面積／建築面積については、集合住宅と戸建てで異なる符号を示しているが、これは戸建て住宅は相対的に土地部分の評価が大きいことや、面積を計測するための変数の定義が異なることに起因するものと考えられる。また、区レベルと町丁目レベルの固定効果をコントロールした結果の比較からは、係数の大きさは若干違いがあるものの、その符号および統計的有意性は大きく変化しない。

分析の焦点となる建物倒壊危険度に関する結果からは、以下の点が明らかとなった。まず、震災前の建物倒壊危険度と不動産価格との関連 (β_r) については、賃貸物件では危険度が高いほど価格が下落する傾向がみられる一方、売買物件ではこうした傾向が明確には観察されない。賃貸物件と比べて、売買物件では地震の発生によって保有する住宅資産が毀損するリスクも生じるため、地震リスクに対してより強く反応することが予想される。その意味で、ここでの分析結果は事前の予想とは異なるものとなった。

特に集合住宅では、倒壊危険度と集合住宅の成約価格の間には統計的に有意な関係は観察されなかった。こうした結果は、危険度の高い地域における集合住宅には、耐震性

能の高さなどの（観察できない）品質面での差異があるために、危険度の高さに伴う価格の下落傾向が一部相殺されている可能性を示唆する。一方で、物件間での建物の耐震性能の格差が相対的に小さいと考えられる戸建て物件については、ランク 3～5 の係数は統計的に有意に負の値で、かつその絶対値も賃貸物件と同等かそれ以上となっており、震災前の段階から地震リスクを一定程度考慮した価格付けがなされていたことを示唆する結果となった。

震災発生後に生じた建物倒壊危険度の影響の変化をみるために、震災後ダミーとの交差項の係数 (δ_r) に着目すると、以下の結果がみられた。第一に、震災前の段階では危険度と価格との間に有意な関係がみられなかった売買の集合住宅についても、震災後には危険度が高い町丁目ほど価格が下落する傾向がみられた。この結果についても、震災後には、危険度の耐震性の高い物件が供給されるなどの理由で、結果にバイアスが生じている可能性は否定できないが、震災直後の短期間で物件の耐震性を高めるような施工が難しいと考えられる中古物件に限定しても、ほぼ同様の結果が得られている。また、新築物件に関しても、震災発生後の 2 年間に成約した物件にデータを限定しているため、地域の建物倒壊危険度に応じて、供給される物件の耐震性が大幅に変化したという可能性は考えにくい。

第二に、売買物件であっても、戸建て住宅では震災後に倒壊危険度が価格に追加的な影響をあたえる傾向は見られなかった。戸建て住宅については、震災前の段階から危険度が高い地域（ランク 3～5）でリスクを反映した価格付けがなされていたために、リスク認知に追加的な変化が生じなかった可能性もある。ただし、集合住宅と比べて戸建て住宅はサンプルサイズが小さく、また、推計された係数は（統計的に有意ではないものの）予想される負の影響を示しているため、この結果だけから戸建て住宅には影響がなかったと結論付けるのは難しい。

第三に、賃貸では集合住宅と戸建て住宅で対照的な結果が観察されることが明らかになった。結果として、集合住宅の賃料に対しては震災後の追加的な反応がみられない一方、戸建て住宅の賃料に対しては、震災後に危険度の高い地域でより一層賃料が低下する傾向が観察された。ただし、後ほど議論する追加的な推計の結果からは、こうした結果の違いは、集合住宅と戸建て住宅の市場参加者の本質的なリスク認知の差異を表しているというよりも、それぞれの住宅を選択する入居者のタイプの違いに起因するところが大きいように思われる。

3.4.2 新旧耐震基準別の分析

前節でみた通り、特に売買の集合住宅に関しては、個別物件の耐震性能などの要因が、

建物倒壊危険度の影響の識別を難しくしている可能性がある。そこで、本節では物件の耐震性能の中でも、実際に観察可能な建築基準法で規定される耐震基準に焦点を当てて、新旧耐震基準別に震災後の建物倒壊危険度の影響が異なるかを検証する。

売買物件を対象とした推計結果を表 16 に示す。分析に用いたサンプルは表 15 と同様であるが、ここでは建物倒壊危険度に関連する各変数について、適用される耐震基準を示す変数（新旧耐震ダミー）との交差項を導入することで、耐震基準別にみた影響の違いを考察する²⁵。なお、新旧耐震基準のいずれについても、ランク 1 の町丁目をベースとした結果を提示している。

（表 16 このあたり）

[1]および[3]列の結果からは、旧耐震基準の物件のほうが、より明確に震災前の建物倒壊危険度と不動産価格の負の関係が観察されることがわかる。いま、建物倒壊危険度は地域単位でみた災害に対する脆弱性の指標であるため、耐震性が相対的に劣ると考えられる旧耐震基準のもとで建てられた住宅ほど、地域危険度の影響をより強く受けるのは妥当な結果だといえる。ただし、集合住宅に関しては、旧耐震基準の物件で地域危険度の係数は負となっているものの、依然として統計的に有意な結果とはなっておらず、建築基準法上の耐震基準のみでは、物件の潜在的な耐震性能を完全にはコントロールできていないことが示唆される。

震災発生後の建物倒壊危険度の影響の変化を見ると、やはり旧耐震基準の物件で、危険度が高い地域での価格の下落傾向がより強く観察される。こうした傾向は、町丁目レベルでの固定効果を考慮したケースでより顕著であり、[2]および[4]列の結果からは、旧耐震基準の物件の場合、ランク 3～5 の町丁目では集合住宅で 8.7%、戸建て住宅では 12.2%ほど、追加的に単位面積当たりの価格が（ランク 1 の町丁目と比較して）下落することがわかる。また、新耐震ダミーと震災後ダミーの交差項に関する推計結果からは、新耐震基準の物件は、震災後に追加的に価格が上昇する傾向があることがわかる。こうした傾向は、賃貸物件を対象に耐震基準と家賃の水準の関連をみた Nakagawa et al. (2007) と整合的な結果となっている。

賃貸物件を対象とした推計結果を表 17 に示す。これによれば、売買物件とは異なり、賃貸物件では旧耐震基準の物件で建物倒壊危険度がより明確に価格（賃料）に影響を与

²⁵ すなわち、震災前の建物倒壊危険度の影響については、（新旧）耐震基準ダミー×建物倒壊危険度ダミーの交差項によって、震災後の追加的な変化については（新旧）耐震基準ダミー×震災後ダミー×建物倒壊危険度ダミーという 3 重の交差項によって影響を捕捉している。なお、耐震基準別にサンプルを分割して個別に分析を行うことも試みたが、基本的な結果は変わらなかった。また、新耐震ダミーと震災後ダミーの交差項も追加的に説明変数に含めているため、新耐震基準の物件に対する震災後の追加的な評価の違いは、この交差項によってとらえることになる。

えるという傾向は見出されなかった。震災前の影響に関していえば、新耐震基準で建てられた集合住宅で倒壊危険度と賃料の負の相関がみられる一方、他のケースでは有意な関係は観察されない（[1]および[3]列）。また、町丁目単位での固定効果を考慮した場合、震災後に倒壊危険度が賃料に対して追加的に負の影響をもたらすのは、集合住宅、戸建て住宅ともに新耐震基準の物件が中心であった（[2]および[4]列）。逆に、旧耐震基準の集合住宅に関しては、危険度の高い町丁目において、震災後に賃料が上昇する傾向がみられる。これらの結果をすべて整合的に説明することは難しいが、新耐震基準の物件と旧耐震基準の物件を選択する個人間での選好の違いが影響を与えている可能性がある。

（表 17 このあたり）

3.4.3 間取り部屋数別の分析

震災の発生は個人のリスクに対する態度を変化させた可能性がある。不動産取引データを用いている本研究では、居住者の属性を観察することはできず、こうした仮説を直接的に検証することは難しい。本節では、代替的な方法として、物件の規模に着目した分析を行う。

具体的には、物件の居室からリビングやダイニングなどを除いた部屋数を間取り部屋数とし、間取り部屋数別の分析を行った。いま、物件の間取り部屋数は、潜在的な入居者の世帯人員数と関連するため、配偶関係や子供の有無などの世帯類型と関連する可能性が高い。ここで、世帯類型によって震災後の災害リスクに対する態度やリスク認知の変化が異なれば、物件の間取り部屋数によって建物倒壊危険度の影響に違いが生じるかもしれない。すでに見た通り、いくつかの先行研究では災害経験が個人の危険回避度を高める可能性が示唆されている（Cameron and Shah, 2015; Said et al., 2015）。筆者らの知る限り、こうした傾向が世帯類型ごとに異なるという知見は存在しないが、例えば子どもを持つ世帯などは、災害危険度に対して敏感に反応するかもしれない。こうした場合、部屋数の多い物件では、建物倒壊危険度の影響が大きくなる可能性がある²⁶。

売買物件を対象とした推計結果は、表 18 に示される。分析に当たっては、間取り部屋数が3室以上である場合に1を取るダミー変数を定義し、これによって建物倒壊危険度の影響が異なることを許容するモデルを推計した。集合住宅についての結果を見ると、区レベルと町丁目レベルの固定効果を考慮したいずれのケースにおいても、震災後の建物倒壊危険度に対する反応は、間取り部屋数の数によらず大きな違いがないか、場合に

²⁶ ただし、間取り部屋数別にみた影響の相違は、入居者のタイプやリスクに対する態度のみに起因するわけではない。例えば、ファミリー向けの物件では、期待される居住期間が長くなる傾向があり、こうした傾向が建物倒壊危険度の影響の大きさと関連するかもしれない。

よっては小規模物件でやや大きくなる傾向がみられた。こうした傾向は、前述の個人属性による説明とは、相容れないものとなっている。ただし、売買物件に関していえば、都心部におけるワンルーム物件などは投資用であることも多く、この場合には購入者と居住者は一致しない。したがって、この分析結果が居住者のタイプや選好を反映しているとはいづらい側面がある。

(表 18 このあたり)

賃貸物件を対象にした結果については、表 19 に示される。これによれば、集合住宅・戸建て住宅ともに、特に町丁目レベルの固定効果を考慮した場合、間取り部屋数の多い物件ほど、震災後に建物倒壊危険度が追加的に賃料を引き下げる傾向があり、居住者のタイプによる反応の違いを示唆する結果となっている。

なお、ベンチマークとなる表 15 の結果において、賃貸物件に関しては戸建て住宅でのみ震災後の影響がみられたのも、こうした結果によって説明可能であるかもしれない。よく知られるように、我が国ではファミリー向けの賃貸住宅が不足しており、こうした傾向は特に集合住宅で顕著である。実際、表 14 の記述統計を見ると、戸建て住宅では全体の約 2/3 で間取り部屋数が 3 部屋以上となっている一方、集合住宅で間取り部屋数が 3 部屋以上となる物件の割合は 6%に過ぎない。結果として、賃貸物件では戸建て住宅の居住者はファミリー層が中心になる一方、集合住宅ではこれ以外のグループが中心となる可能性が高い。いま、居住者のタイプによって震災に対する反応が異なり、かつタイプによって選択する物件種別（集合住宅／戸建て）が異なるのであれば、物件種別ごとにみた震災に対する反応の違いは、物件属性の違いのみならず、潜在的な居住者タイプの違いにも起因することになる。賃貸の戸建て住宅では震災後の影響がみられる一方、集合住宅では影響がみられなかったのは、前者はファミリー層が中心の入居者であるためと考えられる。

(表 19 このあたり)

3.4.3 長期的な影響の推移

最後に、本節では震災後の建物倒壊危険度の影響について、より長期的な推移をみることにする。具体的には、震災後のサンプル期間を直近の 2017 年 9 月まで延長し、震災後の各年度ダミーと建物倒壊危険度ダミーとの交差項を導入した分析を行うことで、

影響の推移についての検討を行う^{27,28}。推計された各年の係数の推移を図5にまとめた。なお、詳細な推計結果については付表1を参照されたい。

(図5このあたり)

分析結果を見ると、ランク1の町丁目との比較で、ランク2およびランク3～5の町丁目で有意に不動産価格が減少する傾向は、売買の集合住宅でのみ観察される。さらに、こうした減価は震災発生後3～4年間のみ観察され、その後はランク1の町丁目との間に有意な差は観察されない。したがって、一定期間が経過したのちには、震災前と同様の建物倒壊危険度と不動産価格との関係に戻ることになる。こうした結果は、阪神・淡路大震災の被災地域を対象に、震災後の主観的なリスク認識の変化を検証した川脇(2007)でも報告されている。一方で、売買の集合住宅以外のサンプルを用いた結果からは、震災発生後に倒壊危険度が不動産価格に対して追加的に負の影響を及ぼす傾向は見られなかった。

3.5 結論と今後の課題

本研究では、東日本大震災の前後をカバーする不動産物件データを用い、ヘドニック分析に基づいて建物倒壊危険度が各種不動産価格におよぼす影響を検討した。

本研究の主要な結論をまとめると、以下のようなになる。第一に、震災後に建物倒壊危険度が価格におよぼす影響に変化がみられたという事実は、震災を機に人々が持つ主観的な災害リスクに変化が生じた可能性を示唆している。さらに、本研究で扱う建物倒壊危険度は、主として地震に対する地域的な脆弱性を計測した指標であることを考え合わせると、こうした主観的リスクの変化は、災害の発生頻度に対する認識の変化というよりも、脆弱性に対する認識の変化によるものだと考えられる。こうした解釈は、旧耐震基準の物件で、より顕著に震災後の危険度に応じた不動産価格の減価が生じていたという事実からも裏付けられる。

第二に、震災後の主観的なリスクの変化は、居住者のタイプによって異なる可能性が明らかになった。間取り部屋数別の分析結果からは、ファミリー向けの比較的規模の大きい物件でより大きな危険度に応じた価格の下落傾向が観察されており、このことは、

²⁷ 震災後の各年度ダミーについては、震災の発生時点である3月11日を基準として、各年3月11日から翌年3月10日までを区切りとして定義している。すなわち、ここでいう2011年ダミーは2011年3月11日から2012年3月10日の間に成約した物件について1を取るダミー変数であり、これ以降の各年について、同様の区切りで変数を定義した。

²⁸ 脚注8で述べた通り、2013年9月には地域危険度調査の第7回調査の結果が公表されている。本来であれば、2013年9月以降については、第7回調査の建物倒壊危険度の指標に基づく分析を行うのが望ましいが、ここでは便宜上第6回調査の結果に基づいて分析を行っている。

こうした物件の潜在的な居住者が、より大きく主観的リスクの認識を変えたことを示唆する。

第三に、震災後に危険度の高い地域で相対的に価格が下落する傾向は、発生後の3～4年間に限って観察され、その後は震災前のベースラインとなる関係に回帰することが分かった。同様の傾向は、いくつかの先行研究でも指摘されており、実際の災害発生に伴う主観的なリスク認識の変化は、一時的なものであることが確認された。

本研究に残された今後の課題としては、以下の点が挙げられる。

第一に、本研究では震災の前後を比較することで、人々の主観的な災害リスクに対する認識の変化を検証しているが、こうした変化を引き起こした具体的な要因については議論の余地が残る。いくつかの先行研究では、実際の被災や被害に対する報道などの災害経験そのものが、人々の災害リスクに対する認識を変化させる可能性が指摘されている。実際、長期間にわたる震災被害に関する報道や直接的な震災被害などの要因が、災害リスクに対する認識を変化させた可能性はある。一方で、震災後に公表された被害想定や首都直下地震の発生確率に関する想定などの各種災害情報が、追加的なリスク情報として人々の認識に影響を与えた可能性も残る。これらの可能性を精査し、どのような要因が人々の災害リスクに対する認識に影響を与えるかを理解することは、防災政策上も重要な論点であるように思われる。

第二に、本研究で扱った建物倒壊危険度以外の災害リスク指標についても、分析の対象に含める必要がある。例えば、東京都が公表する地域危険度測定調査には、建物倒壊危険度の他にも火災危険度や災害時活動困難度、総合危険度などの指標も存在する。また、地域的な地震リスクの評価に限定しても、発生確率に関する情報²⁹や液状化リスクの情報³⁰など、様々な指標が利用可能である。これらの異なるリスク指標と不動産価格との関連を詳細に検討することで、人々がどのようなリスク要因を重視しているかについて、より具体的な理解が可能となる。

第三に、震災発生後の長期的な影響の推移について、より踏み込んだ分析を行うことで、リスク認識の更新メカニズムに対する本質的な理解が進む可能性がある。例えば、洪水発生後の保険加入率の長期的な推移を分析した Gallagher (2014) では、発生後に加入率が一時的に上昇し、その後発生前の水準に戻ることが示されており、いくつかの補足的な分析の結果、こうした長期的なパターンは過去の情報を割り引くような不完全なベイイズ学習と整合的であることが示されている。こうした議論が成り立つのであれば、

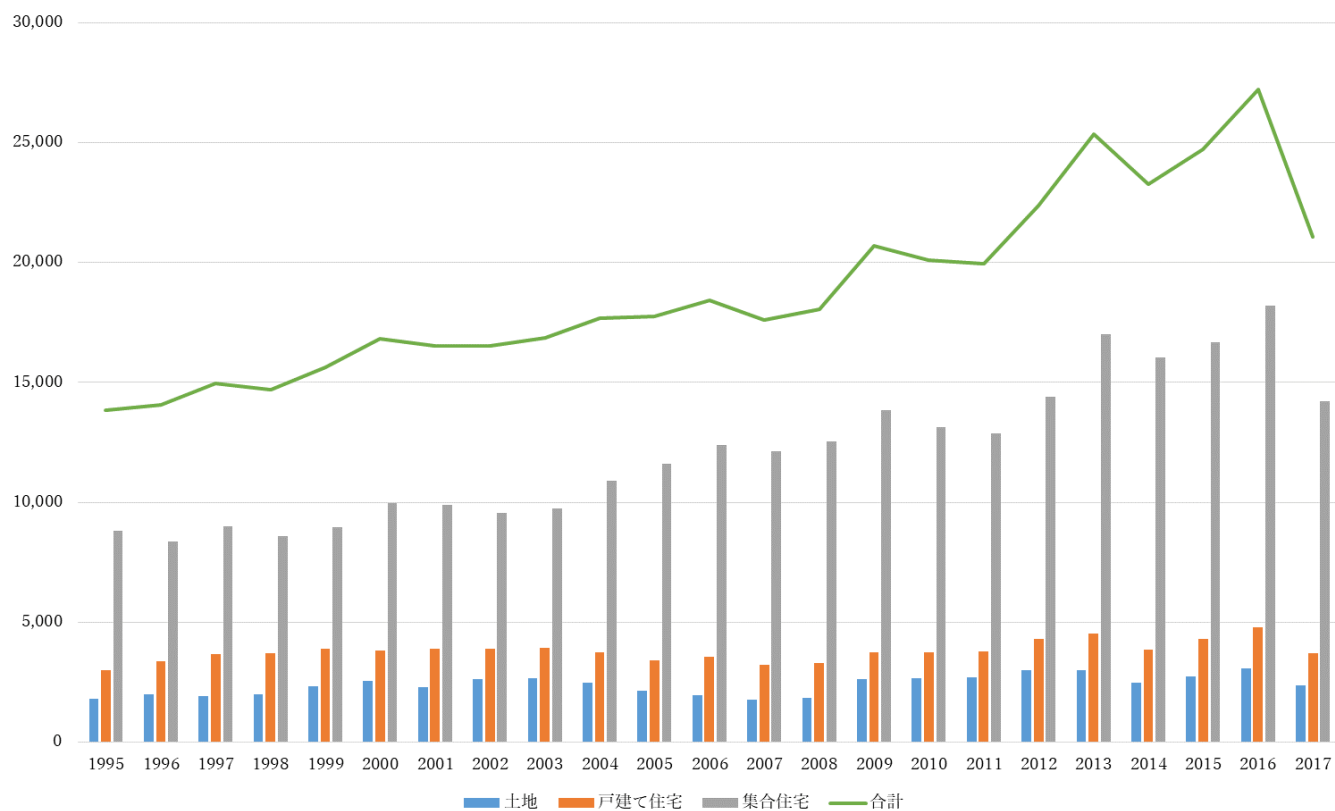
²⁹ 地震調査研究推進本部による確率論的地震動予測地図 (<http://www.j-shis.bosai.go.jp>) など。

³⁰ 東京都の液状化予測図 (<http://doboku.metro.tokyo.jp/start/03-jyouchou/ekijyouka/>) など。

本研究で得られた震災後の主観的な災害リスク認識の変化は、基本的には過小に評価されていた主観的リスク評価が、真のリスクに近づくような調整のプロセスであったといえる。他方で、利用可能性ヒューリスティックなどの認知バイアスに関する議論からは、震災後のリスク認識の変化は、真のリスクを過大に評価している可能性も示唆される。これらの解釈の妥当性については、追加的な分析などを通じて引き続き検討する必要がある。

図3：登録物件数の推移

(a) 売買物件



(b) 賃貸物件

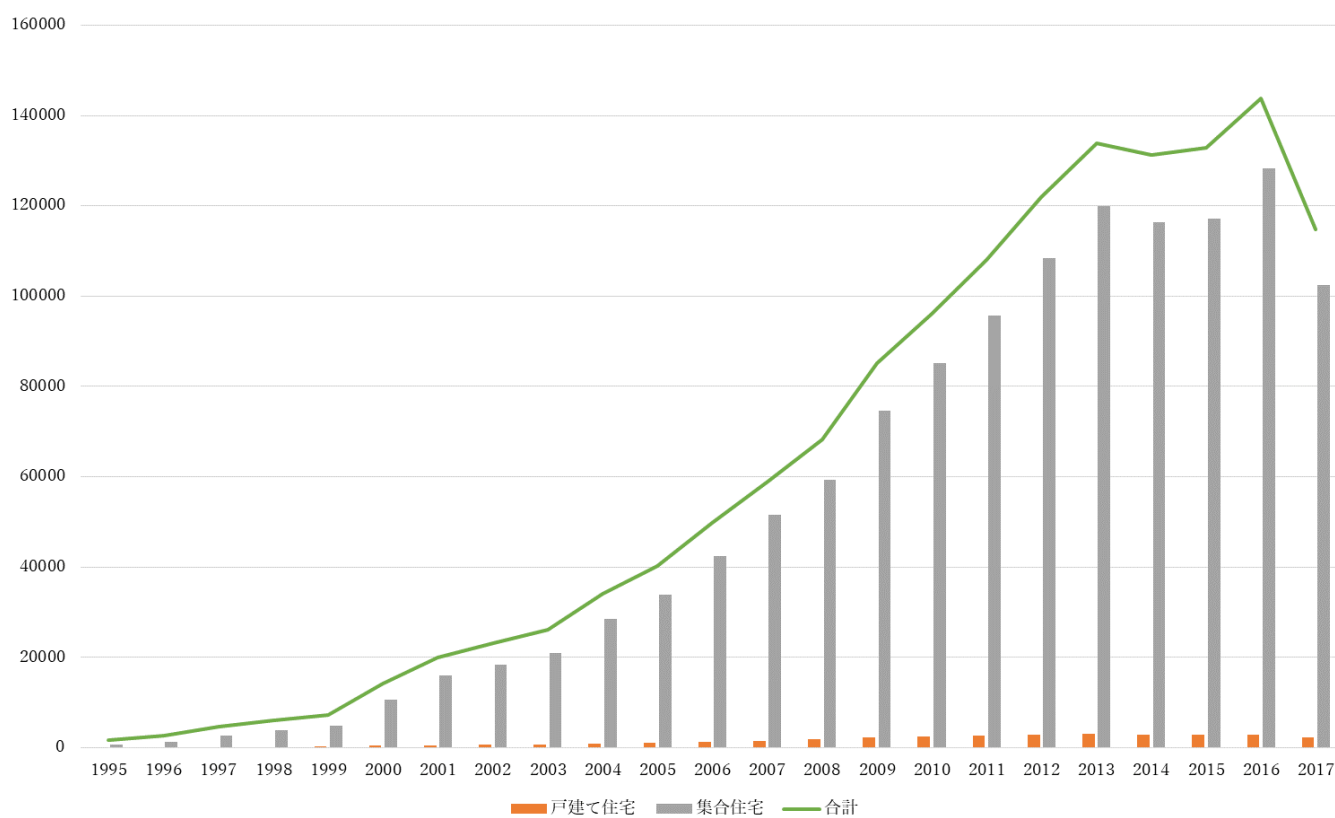


図4：建物倒壊危険度の地理的分布

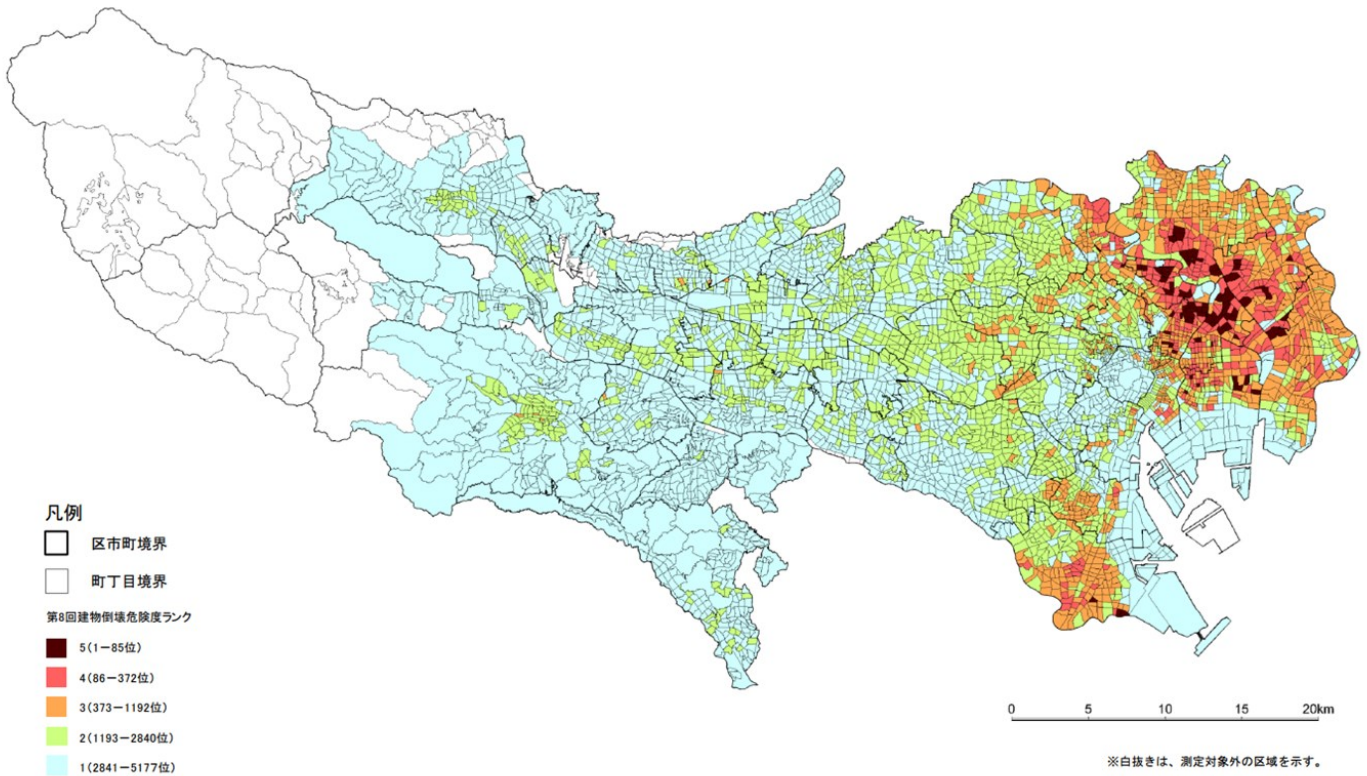
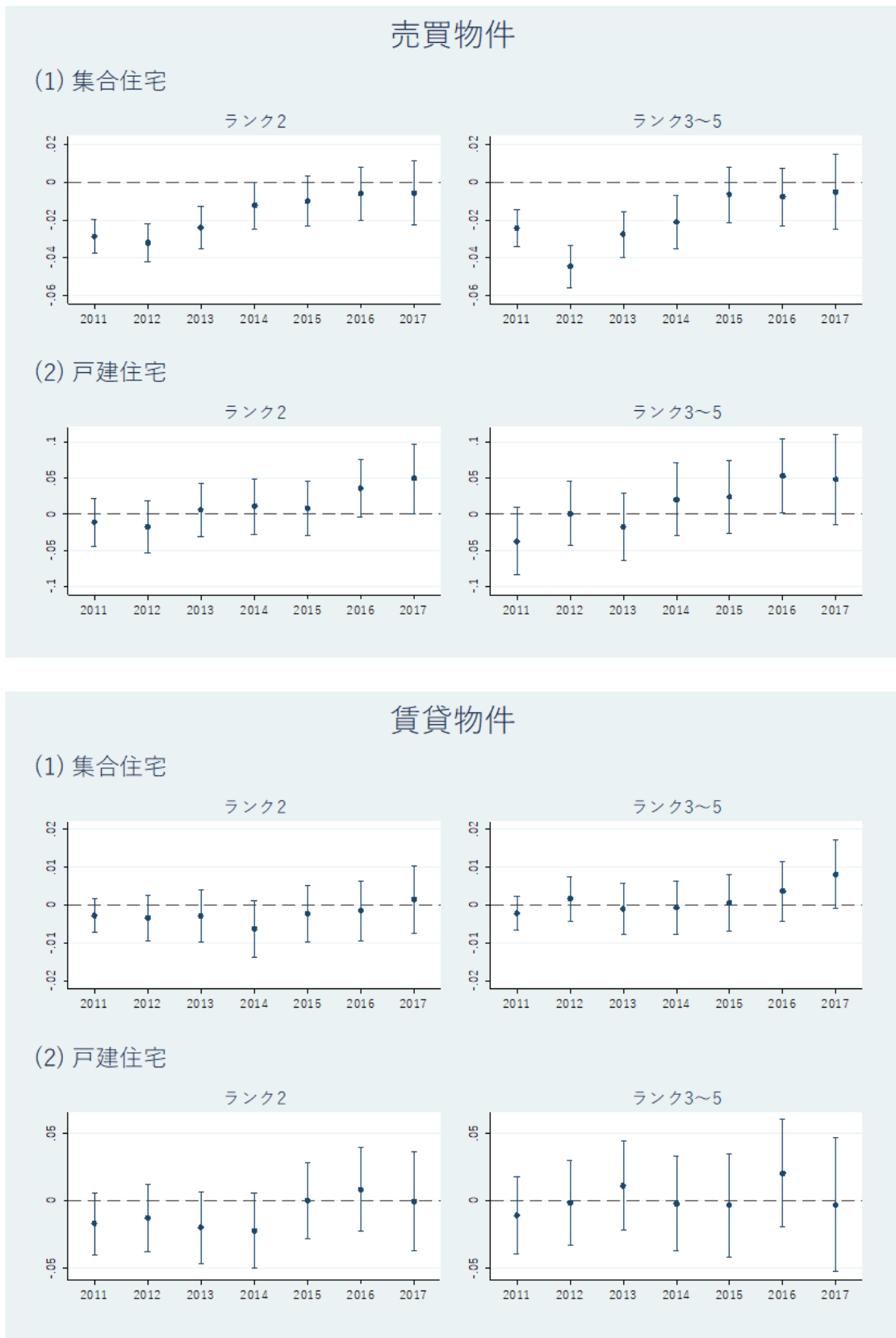


図 2.3.1-2 第 8 回建物倒壊危険度ランクマップ

出典：「地震に関する地域危険度測定調査」(第 8 回)

図 5：震災発生後の影響の推移



注：建物倒壊危険度別のダミー変数と震災発生後の各年のダミー変数との交差項の推計値をプロットしたもの。町丁目単位での固定効果を考慮した推計結果に基づく。上下の実線の範囲は95%信頼区間を示す。推計結果の詳細については付表1を参照のこと。

表9：サンプルの削除

分析から除くサンプル		
売買物件	成約価格	10億円以上 100万円以下
	成約㎡単価	1000万円以上 1万円以下
賃貸物件	成約賃料	1000万円以上 1万円以下
	成約㎡単価	100万円以上 1000円以下

表10：震災前後での成約価格・賃料の変化

(a) 売買物件 (万円/㎡)

危険度	集合住宅			戸建て住宅		
	震災前	震災後	変化率	震災前	震災後	変化率
全体	54.74	53.04	-3.1%	45.74	43.54	-4.8%
ランク1	61.28	59.08	-3.6%	50.22	49.65	-1.1%
ランク2	55.32	53.46	-3.4%	49.34	47.56	-3.6%
ランク3	49.41	48.13	-2.6%	40.44	36.83	-8.9%
ランク4	45.62	44.82	-1.8%	34.87	33.40	-4.2%
ランク5	43.79	41.78	-4.6%	33.79	30.54	-9.6%

(b) 賃貸物件 (千円/㎡)

危険度	集合住宅			戸建て住宅		
	震災前	震災後	変化率	震災前	震災後	変化率
全体	3.75	3.63	-3.0%	2.24	2.16	-3.5%
ランク1	3.88	3.78	-2.5%	2.38	2.34	-1.6%
ランク2	3.80	3.68	-3.2%	2.32	2.23	-3.8%
ランク3	3.64	3.53	-3.1%	2.02	1.95	-3.2%
ランク4	3.56	3.55	-0.2%	1.95	1.89	-3.3%
ランク5	3.42	3.37	-1.7%	1.93	1.82	-5.6%

注：売買物件については面積当たりでみた成約価格 (万円/㎡) を、賃貸物件に関しては成約賃料 (千円/㎡) を用いている。

表 11：震災前後での登録件数の変化

(a) 売買物件

危険度	集合住宅			戸建て住宅		
	震災前	震災後	変化率	震災前	震災後	変化率
全体	21,184	21,633	2.1%	3,659	3,979	8.7%
ランク1	5,764	5,977	3.7%	587	638	8.7%
ランク2	8,852	9,009	1.8%	1,798	1,874	4.2%
ランク3	4,674	4,744	1.5%	866	1,070	23.6%
ランク4	1,576	1,574	-0.1%	323	316	-2.2%
ランク5	318	329	3.5%	85	81	-4.7%

(b) 賃貸物件

危険度	集合住宅			戸建て住宅		
	震災前	震災後	変化率	震災前	震災後	変化率
全体	99,795	126,381	26.6%	3,123	3,771	20.7%
ランク1	16,219	18,310	12.9%	571	646	13.1%
ランク2	48,695	59,920	23.1%	1,654	1,999	20.9%
ランク3	24,525	33,778	37.7%	591	778	31.6%
ランク4	8,415	11,415	35.7%	228	264	15.8%
ランク5	1,941	2,958	52.4%	79	84	6.3%

表 12：変数の定義

変数	定義
被説明変数	
成約 m^2 単価	成約価格（売買物件, 円/ m^2) 成約賃料（賃貸物件, 円/ m^2)
説明変数	
建物倒壊危険度	
ランク1	建物倒壊危険度がランク1の場合1を取るダミー変数
ランク2	建物倒壊危険度がランク2の場合1を取るダミー変数
ランク3~5	建物倒壊危険度がランク3~5の場合1を取るダミー変数
築日数	建築年月日から成約年月日までの経過日数
新耐震ダミー	建築年月が1981年6月以降である場合1を取るダミー変数
所在階	物件の所在している建物階数（集合住宅のみ）
CBDまでの距離	新宿・渋谷・池袋・東京駅のうち、最も近いものまでの直線距離（m）
専有面積	集合住宅における専有部分の面積（ m^2 ）
建物面積	戸建て住宅における各階の床面積の合計（ m^2 ）
間取り部屋数	居室からリビング・ダイニングなどを除いた部屋数
3部屋以上ダミー	間取り部屋数が3部屋以上の場合1を取るダミー変数

表 13：記述統計－売買物件

(a) 集合住宅

変数	単位	全サンプル		震災前		震災後	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
被説明変数							
成約㎡単価	万円/㎡	53.9	(20.9)	54.7	(21.3)	53.0	(20.4)
説明変数							
建物倒壊危険度							
ランク1	—	0.274	(0.446)	0.272	(0.445)	0.276	(0.447)
ランク2	—	0.417	(0.493)	0.418	(0.493)	0.416	(0.493)
ランク3～5	—	0.309	(0.462)	0.310	(0.463)	0.307	(0.461)
築日数	日	6206.3	(4183.4)	5941.0	(4081.8)	6466.1	(4264.7)
所在階	階	6.28	(6.01)	6.20	(5.92)	6.37	(6.10)
CBDまでの距離	m	5109.4	(3041.9)	5160.7	(3066.7)	5059.3	(3016.7)
専有面積	㎡	59.74	(22.97)	59.97	(22.91)	59.51	(23.03)
間取り部屋数	室	2.13	(0.87)	2.14	(0.88)	2.12	(0.87)
3部屋以上ダミー	—	0.38	(0.49)	0.39	(0.49)	0.38	(0.48)
N		42,817		21,184		21,633	

(b) 戸建て住宅

変数	単位	全サンプル		震災前		震災後	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
被説明変数							
成約㎡単価	万円/㎡	44.6	(17.4)	45.7	(17.7)	43.5	(17.0)
説明変数							
建物倒壊危険度							
ランク1	—	0.160	(0.367)	0.160	(0.367)	0.160	(0.367)
ランク2	—	0.481	(0.500)	0.491	(0.500)	0.471	(0.499)
ランク3～5	—	0.359	(0.480)	0.348	(0.476)	0.369	(0.483)
築日数	日	5894.7	(4761.6)	5800.6	(4564.1)	5981.2	(4935.3)
CBDまでの距離	m	7137.4	(3282.0)	7026.3	(3271.2)	7239.6	(3289.1)
建物面積	㎡	104.01	(46.67)	104.00	(45.52)	104.02	(47.70)
間取り部屋数	室	3.58	(1.11)	3.60	(1.11)	3.56	(1.11)
3部屋以上ダミー	—	0.87	(0.33)	0.88	(0.33)	0.87	(0.34)
N		7,638		3,659		3,979	

表 14：記述統計－賃貸物件

(a) 集合住宅

変数	単位	全サンプル		震災前		震災後	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
被説明変数							
成約㎡単価	千円/㎡	3.68	(4.18)	3.75	(3.75)	3.63	(4.50)
説明変数							
建物倒壊危険度							
ランク1	—	0.153	(0.360)	0.163	(0.369)	0.145	(0.352)
ランク2	—	0.480	(0.500)	0.488	(0.500)	0.474	(0.499)
ランク3～5	—	0.367	(0.482)	0.350	(0.477)	0.381	(0.486)
築日数	日	6008.0	(4080.2)	5679.1	(3962.1)	6267.7	(4152.7)
所在階	階	3.90	(3.38)	4.01	(3.58)	3.82	(3.22)
CBDまでの距離	m	4884.4	(3096.3)	4725.2	(3045.8)	5010.1	(3129.9)
専有面積	㎡	34.13	(18.90)	34.84	(19.70)	33.56	(18.23)
間取り部屋数	室	1.35	(0.61)	1.36	(0.62)	1.34	(0.61)
3部屋以上ダメー	—	0.06	(0.25)	0.07	(0.25)	0.06	(0.24)
N		226,176		99,795		126,381	

(b) 戸建て住宅

変数	単位	全サンプル		震災前		震災後	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
被説明変数							
成約㎡単価	千円/㎡	2.19	(0.61)	2.24	(0.61)	2.16	(0.60)
説明変数							
建物倒壊危険度							
ランク1	—	0.177	(0.381)	0.183	(0.387)	0.171	(0.377)
ランク2	—	0.530	(0.499)	0.530	(0.499)	0.530	(0.499)
ランク3～5	—	0.294	(0.455)	0.288	(0.453)	0.299	(0.458)
築日数	日	8211.7	(5104.9)	7658.6	(4977.9)	8669.8	(5163.7)
CBDまでの距離	m	6250.2	(3055.1)	6218.7	(3058.6)	6276.2	(3052.3)
建物面積	㎡	82.58	(40.99)	83.64	(40.80)	81.71	(41.12)
間取り部屋数	室	2.99	(1.06)	3.02	(1.07)	2.97	(1.05)
3部屋以上ダメー	—	0.67	(0.47)	0.68	(0.47)	0.66	(0.47)
N		6,894		3,123		3,771	

表 15：建物倒壊危険度と成約価格および賃料（ベンチマーク）

被説明変数： log(成約㎡価格／賃料)	売買物件				賃貸物件			
	集合住宅		一戸建て		集合住宅		一戸建て	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
建物倒壊危険度（基準：ランク1）								
ランク2	0.0108 (0.0100)		-0.0075 (0.0171)		-0.0178 *** (0.0055)		-0.0339 ** (0.0151)	
ランク3～5	0.0083 (0.0113)		-0.0676 *** (0.0208)		-0.0241 *** (0.0058)		-0.0560 *** (0.0190)	
建物倒壊危険度×震災後ダミー（基準：ランク1）								
ランク2	-0.0232 *** (0.0054)	-0.0192 *** (0.0044)	-0.0122 (0.0168)	-0.0039 (0.0171)	0.0021 (0.0028)	-0.0005 (0.0023)	-0.0235 ** (0.0117)	-0.0301 ** (0.0122)
ランク3～5	-0.0296 *** (0.0064)	-0.0224 *** (0.0052)	-0.0052 (0.0219)	-0.0144 (0.0236)	0.0038 (0.0028)	0.0030 (0.0023)	-0.0246 (0.0162)	-0.0357 ** (0.0156)
物件属性								
専有面積／建物面積	0.1313 *** (0.0050)	0.1187 *** (0.0036)	-0.0402 *** (0.0149)	-0.0771 *** (0.0159)	-0.2229 *** (0.0040)	-0.2278 *** (0.0033)	-0.1636 *** (0.0130)	-0.2021 *** (0.0130)
築日数	-0.2165 *** (0.0046)	-0.2178 *** (0.0038)	-0.0753 *** (0.0027)	-0.0791 *** (0.0029)	-0.0344 *** (0.0008)	-0.0335 *** (0.0007)	-0.0452 *** (0.0027)	-0.0454 *** (0.0032)
新耐震ダミー	0.1870 *** (0.0077)	0.1975 *** (0.0062)	0.2009 *** (0.0163)	0.1814 *** (0.0175)	0.0806 *** (0.0029)	0.0900 *** (0.0025)	0.0853 *** (0.0071)	0.0897 *** (0.0081)
所在階	0.0516 *** (0.0043)	0.0555 *** (0.0017)			0.0434 *** (0.0015)	0.0405 *** (0.0012)		
CBDからの距離	-0.1253 *** (0.0101)		-0.0893 *** (0.0144)		-0.0756 *** (0.0047)		-0.1256 *** (0.0100)	
固定効果	区	町丁目	区	町丁目	区	町丁目	区	町丁目
決定係数	0.7635	0.8487	0.5110	0.6164	0.5369	0.6043	0.5436	0.6626
サンプルサイズ	42,817	42,817	7,638	7,638	226,176	226,176	6,894	6,894

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は町丁目を単位としたクラスタ頑健な標準誤差。物件属性のうち、専有面積／建物面積、築日数、所在階、CBDまでの距離の各変数は対数を取ったものを利用している。面積に関しては、マンションは専有面積を、一戸建ては建物面積を用いた。これに加え、推計に当たっては建物構造ダミー（木造・ブロック・鉄骨造・RC・SRC・PC・HPC・軽量鉄骨・その他）、区×成約年ダミー、区×成約月ダミーをコントロールしている（結果は省略）。

表 16：耐震基準別の推計結果（売買物件）

被説明変数： log(成約㎡価格)	集合住宅				一戸建て			
	[1]		[2]		[3]		[4]	
	旧耐震	新耐震	旧耐震	新耐震	旧耐震	新耐震	旧耐震	新耐震
建物倒壊危険度（基準：ランク1）								
ランク2	-0.0105 (0.0150)	0.0195 * (0.0115)			-0.0784 * (0.0452)	0.0179 (0.0181)		
ランク3~5	-0.0035 (0.0176)	0.0161 (0.0123)			-0.2162 *** (0.0485)	-0.0260 (0.0218)		
建物倒壊危険度×震災後ダミー（基準：ランク1）								
ランク2	-0.0760 *** (0.0110)	-0.0148 ** (0.0068)	-0.0754 *** (0.0092)	-0.0110 ** (0.0056)	-0.0438 (0.0448)	-0.0342 * (0.0198)	-0.0317 (0.0417)	-0.0072 (0.0203)
ランク3~5	-0.1057 *** (0.0150)	-0.0220 *** (0.0077)	-0.0866 *** (0.0124)	-0.0180 *** (0.0062)	-0.0301 (0.0492)	-0.0290 (0.0254)	-0.1216 *** (0.0433)	0.0033 (0.0272)
物件属性								
専有面積／建物面積	0.1323 *** (0.0050)		0.1190 *** (0.0036)		-0.0412 *** (0.0149)		-0.0793 *** (0.0159)	
築年数	-0.2175 *** (0.0046)		-0.2186 *** (0.0038)		-0.0740 *** (0.0027)		-0.0784 *** (0.0029)	
新耐震ダミー	0.1352 *** (0.0154)		0.1634 *** (0.0064)		0.0518 (0.0375)		0.1442 *** (0.0216)	
新耐震ダミー ×震災後ダミー	0.0144 * (0.0075)		0.0175 *** (0.0064)		0.0575 ** (0.0260)		0.0148 (0.0282)	
所在階	0.0521 *** (0.0042)		0.0552 *** (0.0017)					
CBDからの距離	-0.1237 *** (0.0100)				-0.0877 *** (0.0144)			
固定効果	区		町丁目		区		町丁目	
決定係数	0.7653		0.8500		0.5149		0.6181	
サンプルサイズ	42,817		42,817		7,638		7,638	

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は町丁目を単位としたクラスタ頑健な標準誤差。物件属性のうち、専有面積／建物面積、築日数、所在階、CBDまでの距離の各変数は対数を取ったものを利用している。面積に関しては、マンションは専有面積を、一戸建ては建物面積を用いた。これに加え、推計に当たっては建物構造ダミー（木造・ブロック・鉄骨造・RC・SRC・PC・HPC・軽量鉄骨・その他）、区×成約年ダミー、区×成約月ダミーをコントロールしている（結果は省略）。

表 17：耐震基準別の推計結果（賃貸物件）

被説明変数： log(成約㎡賃料)	集合住宅				一戸建て			
	[1]		[2]		[3]		[4]	
	旧耐震	新耐震	旧耐震	新耐震	旧耐震	新耐震	旧耐震	新耐震
建物倒壊危険度（基準：ランク1）								
ランク2	-0.0095 (0.0084)	-0.0195 *** (0.0066)			0.0266 (0.0208)	-0.0487 (0.0165)		
ランク3～5	0.0071 (0.0094)	-0.0288 *** (0.0069)			0.0033 (0.0219)	-0.0723 (0.0211)		
建物倒壊危険度×震災後ダミー（基準：ランク1）								
ランク2	0.0062 (0.0047)	0.0011 (0.0051)	0.0088 * (0.0049)	-0.0074 ** (0.0036)	-0.0439 ** (0.0185)	-0.0210 (0.0168)	-0.0305 * (0.0172)	-0.0407 ** (0.0178)
ランク3～5	-0.0090 * (0.0053)	0.0050 (0.0051)	0.0139 *** (0.0049)	-0.0045 (0.0037)	-0.0124 (0.0191)	-0.0413 * (0.0230)	-0.0059 (0.0188)	-0.0666 *** (0.0222)
物件属性								
専有面積／建物面積	-0.2230 *** (0.0040)		-0.2278 *** (0.0033)		-0.1629 *** (0.0129)		-0.2021 *** (0.0130)	
築年数	-0.0344 *** (0.0008)		-0.0335 *** (0.0007)		-0.0453 *** (0.0027)		-0.0453 *** (0.0032)	
新耐震ダミー	0.0954 *** (0.0088)		0.0923 *** (0.0030)		0.1427 *** (0.0205)		0.0870 *** (0.0106)	
新耐震ダミー ×震災後ダミー	0.0007 (0.0050)		0.0101 *** (0.0038)		0.0090 (0.0199)		0.0274 (0.0203)	
所在階	0.0433 *** (0.0015)		0.0405 *** (0.0012)					
CBDからの距離	-0.0760 *** (0.0047)				-0.1261 *** (0.0100)			
固定効果	区		町丁目		区		町丁目	
決定係数	0.5371		0.6043		0.5462		0.6633	
サンプルサイズ	226,176		226,176		6,894		6,894	

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は町丁目を単位としたクラスタ頑健な標準誤差。物件属性のうち、専有面積／建物面積、築日数、所在階、CBDまでの距離の各変数は対数を取ったものを利用している。面積に関しては、マンションは専有面積を、一戸建ては建物面積を用いた。これに加え、推計に当たっては建物構造ダミー（木造・ブロック・鉄骨造・RC・SRC・PC・HPC・軽量鉄骨・その他）、区×成約年ダミー、区×成約月ダミーをコントロールしている（結果は省略）。

表 18：間取り部屋数別の推計結果（売買物件）

被説明変数： log(成約㎡価格)	集合住宅				一戸建て			
	[1]		[2]		[3]		[4]	
	1・2室	3室以上	1・2室	3室以上	1・2室	3室以上	1・2室	3室以上
建物倒壊危険度（基準：ランク1）								
ランク2	0.0149 (0.0107)	0.0040 (0.0120)			0.0053 (0.0371)	-0.0070 (0.0187)		
ランク3～5	0.0166 (0.0117)	-0.0047 (0.0138)			-0.0055 (0.0433)	-0.0736 *** (0.0226)		
建物倒壊危険度×震災後ダミー（基準：ランク1）								
ランク2	-0.0282 *** (0.0064)	-0.0140 * (0.0078)	-0.0251 *** (0.0052)	-0.0089 (0.0059)	0.0148 (0.0334)	-0.0208 (0.0217)	-0.0154 (0.0301)	0.0050 (0.0214)
ランク3～5	-0.0307 *** (0.0075)	-0.0274 *** (0.0089)	-0.0232 *** (0.0060)	-0.0211 *** (0.0064)	0.0043 (0.0433)	-0.0127 (0.0276)	0.0270 (0.0376)	-0.0125 (0.0281)
物件属性								
3室以上ダミー	-0.0095 (0.0092)		0.0033 (0.0029)		0.0428 (0.0320)		0.0360 ** (0.0175)	
3室以上ダミー ×震災後ダミー	0.0055 (0.0070)		0.0041 (0.0049)		0.0118 (0.0265)		-0.0146 (0.0254)	
専有面積／建物面積	0.1389 *** (0.0056)		0.1134 *** (0.0040)		-0.0423 *** (0.0154)		-0.0845 *** (0.0162)	
築年数	-0.2158 *** (0.0046)		-0.2184 *** (0.0038)		-0.0756 *** (0.0027)		-0.0795 *** (0.0029)	
新耐震ダミー	0.1876 *** (0.0077)		0.1971 *** (0.0062)		0.2009 *** (0.0163)		0.1826 *** (0.0175)	
所在階	0.0513 *** (0.0043)		0.0557 *** (0.0018)					
CBDからの距離	-0.1247 *** (0.0101)				-0.0903 *** (0.0144)			
固定効果		区	町丁目		区		町丁目	
決定係数		0.7638	0.8488		0.5112		0.6168	
サンプルサイズ		42,817	42,817		7,638		7,638	

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は町丁目を単位としたクラスタ頑健な標準誤差。間取り部屋数は、居室数からリビング、ダイニング、キッチンなどの部屋数を除いたものを示す。物件属性のうち、専有面積／建物面積、築日数、所在階、CBDまでの距離の各変数は対数を取ったものを利用している。面積に関しては、マンションは専有面積を、一戸建ては建物面積を用いた。これに加え、推計に当たっては建物構造ダミー（木造・ブロック・鉄骨造・RC・SRC・PC・HPC・軽量鉄骨・その他）、区×成約年ダミー、区×成約月ダミーをコントロールしている（結果は省略）。

表 19：間取り部屋数別の推計結果（賃貸物件）

被説明変数： log(成約㎡賃料)	集合住宅				一戸建て			
	[1]		[2]		[3]		[4]	
	1・2室	3室以上	1・2室	3室以上	1・2室	3室以上	1・2室	3室以上
建物倒壊危険度（基準：ランク1）								
ランク2	-0.0116 ** (0.0052)	-0.0716 *** (0.0167)			-0.0129 (0.0156)	-0.0403 ** (0.0179)		
ランク3～5	-0.0172 *** (0.0056)	-0.0948 *** (0.0162)			0.0018 (0.0197)	-0.0796 *** (0.0211)		
建物倒壊危険度×震災後ダミー（基準：ランク1）								
ランク2	0.0011 (0.0027)	0.0160 (0.0147)	0.0012 (0.0024)	-0.0315 *** (0.0119)	-0.0161 (0.0150)	-0.0278 (0.0180)	-0.0254 (0.0160)	-0.0324 * (0.0182)
ランク3～5	0.0034 (0.0027)	0.0100 (0.0145)	0.0056 ** (0.0023)	-0.0533 *** (0.0119)	-0.0051 (0.0193)	-0.0352 (0.0230)	0.0172 (0.0192)	-0.0623 *** (0.0222)
物件属性								
3室以上ダミー	0.0594 *** (0.0129)		0.0257 *** (0.0038)		0.0394 ** (0.0164)		0.0287 *** (0.0089)	
3室以上ダミー ×震災後ダミー	-0.0145 (0.0128)		0.0268 *** (0.0101)		0.0017 (0.0188)		-0.0004 (0.0194)	
専有面積/建物面積	-0.2248 *** (0.0040)		-0.2334 *** (0.0034)		-0.1624 *** (0.0152)		-0.2142 *** (0.0148)	
築年数	-0.0344 *** (0.0008)		-0.0338 *** (0.0007)		-0.0447 *** (0.0027)		-0.0461 *** (0.0032)	
新耐震ダミー	0.0806 *** (0.0029)		0.0895 *** (0.0025)		0.0852 *** (0.0071)		0.0916 *** (0.0081)	
所在階	0.0434 *** (0.0015)		0.0405 *** (0.0012)					
CBDからの距離	-0.0763 *** (0.0047)				-0.1258 *** (0.0099)			
固定効果		区	町丁目		区		町丁目	
決定係数		0.5378	0.6049		0.5473		0.6646	
サンプルサイズ		226,176	226,176		6,894		6,894	

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は町丁目を単位としたクラスター健な標準誤差。間取り部屋数は、居住室数からリビング、ダイニング、キッチンなどの部屋数を除いたものを示す。物件属性のうち、専有面積/建物面積、築日数、所在階、CBDまでの距離の各変数は対数を取ったものを利用している。面積に関しては、マンションは専有面積を、一戸建ては建物面積を用いた。これに加え、推計に当たっては建物構造ダミー（木造・ブロック・鉄骨造・RC・SRC・PC・HPC・軽量鉄骨・その他）、区×成約年ダミー、区×成約月ダミーをコントロールしている（結果は省略）。

付表 1：震災発生後の影響の推移

被説明変数： log(成約㎡価格/賃料)	売買物件				賃貸物件			
	集合住宅		一戸建て		集合住宅		一戸建て	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
建物倒壊危険度（基準：ランク1）								
ランク2	0.0093 (0.0102)		-0.0066 (0.0170)		-0.0173 *** (0.0056)		-0.0367 ** (0.0152)	
ランク3～5	0.0064 (0.0113)		-0.0700 *** (0.0207)		-0.0234 *** (0.0060)		-0.0615 *** (0.0190)	
建物倒壊危険度×年ダミー（震災後）（基準：ランク1）								
ランク2								
2011年	-0.0351 *** (0.0057)	-0.0287 *** (0.0046)	-0.0271 (0.0167)	-0.0112 (0.0166)	-0.0008 (0.0026)	-0.0027 (0.0023)	-0.0065 (0.0123)	-0.0167 (0.0117)
2012年	-0.0323 *** (0.0062)	-0.0321 *** (0.0051)	-0.0327 * (0.0192)	-0.0169 (0.0183)	-0.0022 (0.0038)	-0.0033 (0.0030)	-0.0042 (0.0127)	-0.0126 (0.0128)
2013年	-0.0288 *** (0.0071)	-0.0241 *** (0.0057)	0.0017 (0.0199)	0.0063 (0.0188)	-0.0010 (0.0044)	-0.0028 (0.0035)	-0.0036 (0.0142)	-0.0195 (0.0136)
2014年	-0.0167 ** (0.0077)	-0.0123 ** (0.0062)	-0.0034 (0.0207)	0.0109 (0.0197)	-0.0039 (0.0048)	-0.0061 (0.0038)	-0.0060 (0.0148)	-0.0218 (0.0143)
2015年	-0.0155 * (0.0086)	-0.0099 (0.0067)	-0.0022 (0.0201)	0.0081 (0.0192)	0.0027 (0.0048)	-0.0022 (0.0037)	0.0234 (0.0149)	0.0003 (0.0145)
2016年	-0.0065 (0.0096)	-0.0062 (0.0070)	0.0124 (0.0207)	0.0359 * (0.0203)	0.0051 (0.0052)	-0.0014 (0.0040)	0.0366 ** (0.0163)	0.0087 (0.0157)
2017年	-0.0080 (0.0121)	-0.0057 (0.0086)	0.0260 (0.0262)	0.0492 ** (0.0246)	0.0076 (0.0058)	0.0015 (0.0045)	0.0254 (0.0196)	-0.0002 (0.0187)
ランク3～5								
2011年	-0.0300 *** (0.0063)	-0.0243 *** (0.0052)	-0.0273 (0.0231)	-0.0372 (0.0235)	-0.0015 (0.0027)	-0.0021 (0.0023)	-0.0134 (0.0161)	-0.0106 (0.0145)
2012年	-0.0518 *** (0.0072)	-0.0447 *** (0.0056)	-0.0026 (0.0234)	0.0011 (0.0227)	0.0019 (0.0038)	0.0017 (0.0030)	0.0125 (0.0172)	-0.0011 (0.0159)
2013年	-0.0374 *** (0.0078)	-0.0276 *** (0.0062)	-0.0294 (0.0245)	-0.0171 (0.0239)	-0.0007 (0.0046)	-0.0010 (0.0034)	0.0218 (0.0176)	0.0115 (0.0167)
2014年	-0.0315 *** (0.0092)	-0.0212 *** (0.0071)	-0.0078 (0.0264)	0.0206 (0.0258)	0.0006 (0.0049)	-0.0007 (0.0035)	0.0151 (0.0187)	-0.0018 (0.0177)
2015年	-0.0179 * (0.0100)	-0.0067 (0.0074)	0.0089 (0.0262)	0.0240 (0.0261)	0.0036 (0.0052)	0.0007 (0.0037)	0.0209 (0.0198)	-0.0032 (0.0194)
2016年	-0.0137 (0.0112)	-0.0078 (0.0077)	0.0258 (0.0266)	0.0532 ** (0.0260)	0.0067 (0.0057)	0.0037 (0.0040)	0.0501 ** (0.0210)	0.0208 (0.0200)
2017年	-0.0048 (0.0147)	-0.0051 (0.0100)	0.0232 (0.0318)	0.0475 (0.0316)	0.0103 (0.0065)	0.0082 * (0.0046)	0.0192 (0.0258)	-0.0029 (0.0252)
固定効果	区	町丁目	区	町丁目	区	町丁目	区	町丁目
決定係数	0.7800	0.8592	0.5317	0.6166	0.5475	0.6114	0.5388	0.6533
サンプルサイズ	106,029	106,029	17,192	17,192	554,649	554,649	15,486	15,486

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は町丁目を単位としたクラスタ頑健な標準誤差。推計に当たっては、専有面積/建物面積、築日数、所在階、CBDまでの距離、建物構造ダミー（木造・ブロック・鉄骨造・RC・SRC・PC・HPC・軽量鉄骨・その他）、区×成約年ダミー、区×成約月ダミーをコントロールしている（結果は省略）。

第4章 賃貸住宅市場における水害リスク認知と浸水被害の影響¹

4.1 はじめに

近年、豪雨や大型台風が多く発生しており、今後もこれらの発生頻度は増加すると予測されている。文部科学省及び気象庁（2020）によると、日降水量 200mm 以上の大雨の日数、1 時間降水量 50mm 以上及び 80mm 以上の短時間強雨の年間発生回数、いずれもが増加している（図 6 および図 7 参照）。

（図 6、図 7 このあたり）

この状況に対し、政府は 1949 年に水防法を制定し、2001 年に洪水予報河川を対象として浸水想定区域を創設、2015 年時点では、約 2,000 の河川において浸水想定区域を指定するなど、水害リスク情報の周知を行ってきた。しかし、浸水想定区域を作成する義務は、大規模河川にしか適用されておらず、中小河川においては、必ずしも浸水想定区域が作成されているわけではない。一方で、近年では、中小河川における洪水被害も多く発生しており、中小河川周辺の住民は水害リスクを十分に認知できていない可能性がある。そこで、国土交通省は 2021 年度に中小河川にも浸水想定区域の公表を義務付け²、中小河川における水害リスクの周知を進めている。また、2020 年 8 月には、宅地建物取引業法施行規則の一部を改正し、重要事項説明の対象項目として水害リスクを追加するなど、水害リスク情報の重要性は年々増加している。

このような災害リスク情報の提供は、最適な居住地選択、および事前の十分な防災対策を促すことが目的の一つである。しかし、リスク認知にはバイアスが存在することが確認されており（Kask and Maani, 1992; Rogers, 1997）、正確な情報を提供したとしても正しくリスクを認知しない可能性がある。そこで、本研究では、水害ハザードマップのほか、実際の浸水被害という新たな水害リスク情報が、不動産賃料に与える影響を分析することで、災害の前後において水害リスク認知が変化するかを検証する。水害リスク情報の提供は、居住地選択の変化を通して不動産市場に影響を与えられられる。もし、水害リスクが正確に計測されており、その情報が十分に住民に伝わっているとす

¹ 本研究は、東大 CSIS 共同研究 No.1109 の成果の一部であり、公益財団法人 日本住宅総合センターで実施された令和 3 年度「水害リスク情報の公開が居住地選択に与える影響に関する調査」を基に研究を進めたものである。

² 国土交通省（2021）によると、2025 年度までにハザードマップの作成義務のある河川は約 2000 河川から 17000 河川に増える見通しである。

れば、浸水被害の前後において、住民の水害リスク認知は変化せず、不動産市場にも影響しないはずである。

居住地と自然災害リスクは密接に関係していることから、様々な災害リスクと不動産市場についての研究が行われている³。水害リスクと不動産価格についても、数多くの既存研究がある。(Skantz and Strickland, 1987; Kousky, 2010; Yi and Choi, 2020; Hennighausen and Suter, 2020; Bin and Landry 2013; Bin and Polasky 2004; Cohen et al. 2021; Hino and Marshall, 2021)。

特に、実際の浸水被害を自然実験とみなし、被害の前後で水害リスク認知の変化が生じるのかを検証した論文として、Yi and Choi (2020)や Hennighausen and Suter (2020)などがある。Yi and Choi (2020)は、2008年のミシシッピ川の洪水被害の前後で、洪水リスクが住宅価格に与える影響が変化したかどうかを分析している。彼らは、分析対象地域を、浸水想定区域内で浸水しなかった地域、浸水想定区域内で浸水した地域、浸水想定区域外で浸水した地域、浸水想定区域外で浸水しなかった地域の4地域に分け、実際の洪水被害がリスク認知の変化を通して住宅価格に与える影響を分析した。その結果、浸水想定区域内で浸水した地域では、災害後に価格の変動は観察されなかったが、浸水想定区域内で浸水しなかった地域では、災害後に有意に価格が上昇したことが分かった。Hennighausen and Suter (2020)は、コロラド州ボルダー郡の洪水について Yi and Choi (2020)と同様の分析を行っており、浸水想定区域内で浸水しなかった地域では、災害後に住宅価格は有意に変化しないが、浸水想定区域内で浸水被害を受けた地域では、住宅価格が有意に下落することが観察された。また、どちらの論文においても、災害前から浸水想定区域内では、浸水想定区域外と比べて平均的に住宅価格が安いという点は一致している。これらの結果から、災害前から危険な地域では、水害リスクが認知されているが、正確なリスクを計測できていなかった、または十分に住民がリスクを認知していなかったことから、災害後には、事前のリスクの過大評価および過小評価(リスク認知バイアス)が住宅価格の変動に反映されていると考えられる。

日本においても、公示地価を用いて水害リスク認知の変化を分析した既存研究がいくつかある(Zhai, Fukuzono and Ikeda, 2003; 白川, 2021; 染岡・有村, 2021)。しかし、公示地価は、データ取得の容易さや、パネルデータ化が容易などの点から優れた指標である一方、地域によっては十分なサンプル数が確保できないことや、1年ごとの価格の変動しか観察できないという問題がある。

³ 多くの国を網羅した上で自然災害と住宅市場の関係を分析した研究(Apergis, 2020)のほか、地震リスクと不動産価格については、福島第一原発の事故に関する実証分析(Kawaguchi and Yukutake, 2017)、地震被害前後における地震リスク情報と不動産価格の関係に関する実証分析(Beron et al., 1997; Naoi et al., 2009; Gu et al., 2018, 川脇, 2007, 石塚・横井, 2017)などがある。

そこで、本研究では、アットホーム株式会社の賃貸マンションデータ（Joras 提供）を用いて、2015 年 9 月 10 日に発生した関東・東北豪雨の浸水被害を自然実験とみなし、水害リスク認知の変化を分析する。具体的には、災害前後において、浸水想定区域外、浸水想定区域内で浸水しなかった地域、実際に浸水した地域の 3 地域間で、水害リスク情報が賃料に与える影響の違いを分析することで、水害リスク認知が更新されたかどうかを検証する。また、本研究では、アットホーム株式会社の賃貸マンションデータを用いることで、浸水被害前後の価格の変動を詳細に観察することができ、立地のほかに建物構造によるリスク認知の変化の違いも考慮することができる。

4.2 データ

本研究では、2015 年 9 月関東・東北豪雨による浸水被害を分析対象とし、特に被害が深刻であった茨城県常総市を分析対象とする。内閣府（2021）によると、この豪雨によって、全壊 81 棟、半壊 7,045 棟、床上浸水 2,495 棟、床下浸水 13,153 棟、被害総額約 401 億円という甚大な被害が発生した。茨城県常総市においては、鬼怒川の堤防が 200 m にわたって決壊し、市域の約 3 分の 1 に当たる約 40 km²が浸水、5,000 棟以上が全半壊という被害をもたらした。

浸水被害のデータとして、国土地理院が公表する「平成 27 年 9 月関東・東北豪雨に係る茨城県常総地区推定浸水範囲」の空間データ⁴を用いた。このデータは、国土地理院撮影の画像、関東地方整備局防災ヘリ撮影画像、報道情報をもとに国土地理院が作成したものであり、浸水範囲の境界線、越水箇所、決壊箇所などが含まれるラインデータである。さらに、浸水想定区域のデータとして、国土数値情報の「浸水想定区域 第 1.1 版」を用いた。このデータは、計画降雨をもとに当該河川が氾濫した場合に浸水が想定される区域のポリゴンデータである。

また、物件データとして、アットホーム株式会社 不動産データライブラリーの賃貸マンションデータ（Joras 提供）を用いた。このデータには、2013 年 1 月 1 日から 2017 年 12 月 31 日の期間にアットホームに登録された賃貸マンションの賃料および物件属性が含まれており、号レベルの座標が付与されている⁵。分析に当たっては、浸水地域の境界線から 5km 以内の物件データを用いた。重複している物件を処理した結果⁶、サン

⁴ KML ファイルで提供されている。

⁵ 戸建て住宅については号レベルの座標が付与されておらず、また売買マンションについては浸水地域に物件がなかったため使用しなかった。

⁶ 緯度、経度、築年、賃料、所在階、公開年月が同一の物件については、その中から 1 物件だけ残した。

プルサイズは 5,586 件となった。

次に分析対象地域を浸水想定区域の内外と浸水被害の有無によって次の 3 地域に分割をした（表 20 参照）。①浸水想定区域内かつ浸水被害を受けた地域（524 件）、②浸水想定区域内かつ浸水被害を受けなかった地域（688 件）、③浸水想定区域外で浸水被害を受けなかった地域（4,374 件）である。ここで、本研究の分析対象地域（浸水地域の境界線から 5km 以内）においては、坂東市の一部で浸水想定区域が作成されておらず、浸水被害にあった地域が確認されたが、その地域には登録物件データが 1 件も存在しないため、浸水想定区域外で浸水被害を受けた地域については考えていない。

表 21 は、各地域の浸水被害前後における物件数および賃料/m²の変化を示している。浸水想定区域外で浸水被害なしの地域、浸水想定区域内で浸水被害ありの地域では、浸水被害後に登録物件数が増加しており、それに伴い賃料/m²も下落している。一方、浸水想定区域内で浸水被害なしの地域では、登録物件数が減少し、賃料/m²が上昇している。

（表 20、表 21 このあたり）

4.3 実証モデル

本研究では、ヘドニック・アプローチおよび Difference in Differences design (DID)を用いて、浸水被害という新たな水害リスク情報が、賃貸住宅市場に与えた影響を分析する。具体的には、関東・東北豪雨による浸水被害前後で、処置群と対照群の賃料の変動を比較する。ここで、浸水地域内の物件、浸水被害のない浸水想定区域内の物件を処置群、浸水想定区域外の物件を対照群とする。

本研究におけるベースラインモデルは下記の通りである。

$$\begin{aligned} \ln p_{ijt} = & \alpha_j + \beta[FD_i] + \gamma[D_{it} \cdot FD_i] + \delta[INU_i] + \rho[D_{it} \cdot INU_i] \\ & + \sum_a \phi_a X_{ait} + \sum_b \xi_b y_{bit} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad \dots (1)$$

ここで、 i は各物件、 j は地域、 t は取引時点を表す。また、 p は 1 m²当たりの賃料、 FD は浸水地域の物件であれば 1 の値をとるダミー変数、 INU は浸水被害のない浸水想定区域内の物件であれば 1 の値をとるダミー変数、 D は浸水被害後（2015 年 9 月 10 日以降）に公開された物件であれば 1 の値をとるダミー変数である。 X_{ait} は駅までの時間、総階数、築年数、住宅設備等を含むコントロール変数である。ここで、 α_j は地域の固定効果を表し、時間を通じて変化しない地域固有の影響についてコントロールしている。 y_{bit} は 2013 年 1 月 1 日から 2013 年 9 月 9 日に掲載された物件をベースとし、その

後1年ごと（9月10日から翌年の9月9日）の公開年ダミー変数である⁷。

また、川脇（2007）によれば、震災の被災地域において、被災直後は地震リスクの高い地域で地価が有意に低下するが、数年後には元の価格に戻るといった傾向が観察されている。そこで、本研究においても、浸水被害後の水害リスク情報が賃貸住宅市場に与える影響について、長期的な推移を確認し、被災してから数年後には元の水準に戻るといったリバウンド効果を検証する。

長期的な影響を検証するモデルは下記の通りである。

$$\ln p_{ijt} = \alpha_j + \beta[FD_i] + \sum_b \gamma_b [y_{bit} \cdot FD_i] + \delta[INU_i] + \sum_b \rho_b [y_{bit} \cdot INU_i] + \sum_a \phi_a X_{ait} + \sum_b \xi_b y_{bit} + \varepsilon_{it} \quad \dots (2)$$

各公開年ダミーと浸水地域ダミー、および浸水被害のない浸水想定区域内ダミーとの交差項を導入したモデルを採用することで、各水害リスク情報の影響の推移についての検討を行う。

それ以外の変数については、表22の通りである。また、表23は主要な変数の記述統計量である。すべての変数に欠損が生じていないサンプルサイズは5,004件となり、そのうち約10%が浸水地域内、約8%が浸水被害のなかった浸水想定区域内の物件となっている。

（表22、表23 このあたり）

4.4 分析結果

4.4.1 ベースラインモデルの推定結果

表24に、(1)式に基づく回帰モデルの推定結果を示す。[1]列は、市レベルの固定効果を考慮した推定結果であり、[2]列は町丁目レベルの固定効果を考慮した推定結果である。ここで、町丁目レベルの固定効果を考慮すると、 β と δ の推定が行えない。これは、浸水地域および浸水想定区域は、町丁目単位で指定しているわけではないが、本研究で使用するデータについては、同一町丁目内で浸水地域内外に分布する物件データ、浸水想定区域内外に分布する物件データが存在せず、町丁目の固定効果を考慮するとこれらの水害リスク変数も落ちてしまうためである。また、水害リスクに関連する変数につい

⁷ 例えば、2015年ダミーは、公開年が2014年9月10日から2015年9月9日までの物件であれば1の値をとるダミー変数となる。したがって、2016年ダミー、2017年ダミー、2018年ダミーは災害後の経過年ダミーとして解釈できる。ただし、2018年ダミーは、公開年が2017年9月10日から2017年12月31日までの物件であれば1の値をとるダミー変数である。

ては、いずれも浸水想定区域外の物件を基準として推定を行っている。なお、以下のすべての結果について、カッコ内には市単位のクラスターロバスト標準誤差を報告している。

(表 24 このあたり)

まず、[1]列の推定結果をみると、 β と δ について有意に推定されなかったが、災害後は、浸水想定区域外と比べて、浸水地域内では平均的に賃料/m²が約 6.4%下落し、浸水被害のない浸水想定区域内では平均的に賃料/m²が約 5.8%上昇するという結果となった。次に、[2]列をみると、災害後は、浸水想定区域外と比べて、浸水地域内では平均的に賃料/m²が 4%下落することが明らかになった。一方、浸水被害のない浸水想定区域内では有意な賃料の変化は見られなかった。

これらの結果は、既存研究の結果と傾向が異なる。既存研究では、被害の有無にかかわらず、災害前において浸水想定区域内の住宅価格は、浸水想定区域外と比べて有意に下落していた (Yi, D. and Choi, H., 2020; Hennighausen and Suter, 2020)。つまり、リスク認知にバイアスはあるものの、災害前から水害リスクが十分に認知されていたと考えられる。一方、日本においては、事前の水害リスク情報が十分に認知されておらず、災害が初めて水害リスクが認知されることを示唆する結果となった。

4.4.2 頑健性のチェック (ベースラインモデル)

次に、頑健性のチェックとして、分析対象のサンプルを、浸水地域からの様々な距離を用いて絞り込み、同様のモデルを推定した。まず、浸水地域の境界線から 3km、4km、5km、6km、7km 以内のサンプルを用いた推定結果を表 25 と表 26 に示す。ここで、表 25 は市の固定効果を考慮したモデル、表 26 は町丁目の固定効果を考慮したモデルである。3km 以上を用いると浸水地域内のすべての物件が含まれるため、距離を延ばすことで、浸水地域外のサンプルが増加していくことになる。まず、表 25 を見てみると、浸水地域ダミーと災害後ダミーの交差項については、概ね有意な結果が得られており、係数の大きさも安定的である。一方、浸水被害のない浸水想定区域内ダミーと災害後ダミーの交差項は、5km 以上においてのみ有意な結果となっており、7km では係数の大きさが大幅に上昇している。次に、表 26 をみてみると、こちらも浸水地域ダミーと災害後ダミーの交差項については、概ね有意な結果が得られており、係数の大きさも安定的であった。

(表 25、表 26 このあたり)

さらに、浸水地域から隣接する非浸水地域へのスピルオーバー効果を考慮するため、浸水地域の境界線から非浸水地域に向かって様々な距離のバッファを作り、近接している非浸水地域の物件を取り除いて分析を行った。具体的には、浸水地域内の全

物件と、浸水地域の境界線から 500m 以上 5km 以内、750m 以上 5km 以内、1km 以上 5km 以内、1.25m 以上 5km 以内、1.5km 以上 5km 以内、2km 以上 5km 以内の物件を用いて同様のモデルを推定した⁸。したがって、浸水地域内のサンプル数は一定で、距離が遠くなるほど浸水地域外のサンプル数が減少していく。表 27 に推定結果を示す。推定結果から、スピルオーバー効果を考慮した場合においても、浸水地域ダミーと災害後ダミーの交差項については、すべて有意となり、影響の大きさも変わらないという結果となった。

(表 27 このあたり)

4.4.3 長期的な影響の推定結果

水害リスク情報の長期的な影響についても検証する。表 28 に、(2) 式に基づく推定結果を示す。また、図 8 は、災害後の各年のダミー変数と浸水地域ダミーおよび浸水被害のない浸水想定区域ダミーとの交差項の推定値をプロットしたものであり、上下の実線の範囲は 95%信頼区間を示す。この結果から、浸水地域においては、浸水被害後、3 年間は常に賃料/m²が下落していることが分かった。一方、浸水被害のない浸水想定区域内においては、浸水被害から約 2 年後のみ賃料/m²が有意に上昇していることが明らかになった。

(表 28、図 8 このあたり)

4.4.4 頑健性のチェック (長期的影響モデル)

ベースモデル同様、分析対象のサンプルを、浸水地域からの様々な距離を用いて絞り込み、長期的影響モデルを推定した。表 29 に推定結果を示す。4km、5km、6km では、水害リスク変数の係数について概ね同様の結果が得られた。また、表 30 にスピルオーバー効果を考慮した推定結果を示す。こちらについても、浸水被害のない浸水想定区域ダミーと 2016 年ダミーの交差項以外、概ねベースモデルの結果と同様の結果が得られた。

(表 29、表 30 このあたり)

⁸ Cohen et al. (2021) は、浸水被害のスピルオーバー効果を考慮するために、浸水地域から非浸水地域に向かって 0.03 マイル以上 1 マイル以内の戸建て住宅を分析対象としている。また、Yi, D. and Choi, H. (2020) は、浸水地域及び浸水想定区域の境界付近の観察されない要因を境界近接ダミー変数を採用することで考慮しているが、その際、境界線から両端 200m バッファーによって各境界近接ダミーを作成している。本研究では、500m を用いた場合においても 7 サンプルしか落ちなかったため、既存研究に比べて長距離を用いてスピルオーバー効果を考慮している。

4.5 結論と今後の課題

本研究では、2015年9月関東・東北豪雨による浸水被害が賃貸住宅市場に与えた影響について、ヘドニックアプローチを用いて分析した。分析結果から、災害前は、浸水想定区域外の物件に比べて、浸水被害のない浸水想定区域内の物件、浸水地域内の物件の間に有意な価格差は見られなかった。一方、災害後は、浸水地域内では平均的に賃料/m²が約4% - 6.4%下落し、浸水被害のない浸水想定区域内では平均的に賃料/m²が約5.8%上昇することが確認された。また、浸水被害の長期的影響を検証したところ、浸水地域においては、浸水被害から3年間は常に賃料/m²が下落していることが分かった。これらの結果は、災害前には水害リスクが十分に認識されていなかったが、災害発生によって水害リスク認知が進んだことを示している。特に、被害前において浸水地域では水害リスクを過小評価し、浸水被害のなかった浸水想定区域では水害リスクを過大評価していたことを示唆するものとなった。

最後に、今後の課題として以下の点が挙げられる。

本研究では、十分なサンプル数を確保するために、浸水地域の境界線から5km以内のサンプルを用いて分析を行っている。しかし、地域要因を十分にコントロールしきれず、対照群に不適切なサンプルが存在する可能性がある。例えば、対照群につくば市の物件が多く含まれており、つくばエクスプレス沿線の正の影響をコントロールしきれていない。そこで、戸建て物件や売買物件をサンプルに含める、または路線価のデータを使うなどして、十分なサンプル数を確保した上で、Regression Discontinuity Design (RDD) による推定などを考えている。

また、災害後の浸水地域内における再開発等の正の影響を十分にコントロールできていない。例えば、2017年2月に常総市に首都圏中央連絡自動車道(圏央道)のインターチェンジが開通し、地域の利便性が向上しており、このような正の影響と浸水リスクという負の影響を識別できていない。そこで、常総インターチェンジまでの道路距離や、大規模小売店舗までの道路距離等をコントロールし、浸水リスクの影響のみを識別することを考えている。

図 6 日降水量 200mm 以上の大雨の年間日数の推移

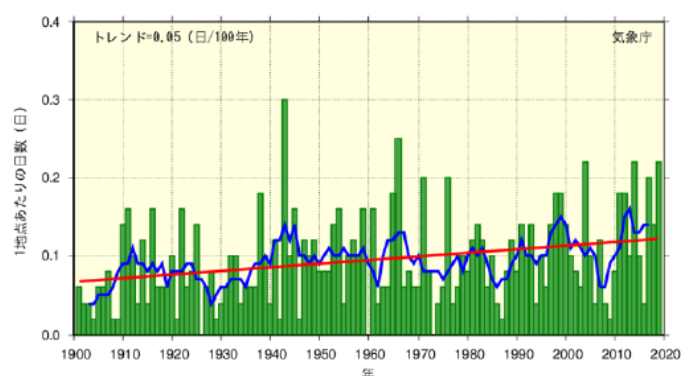
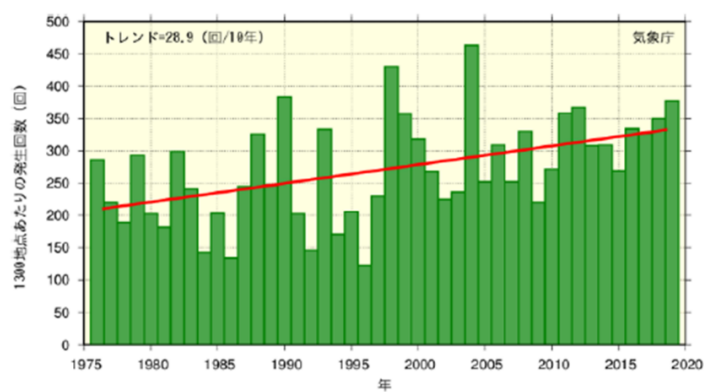
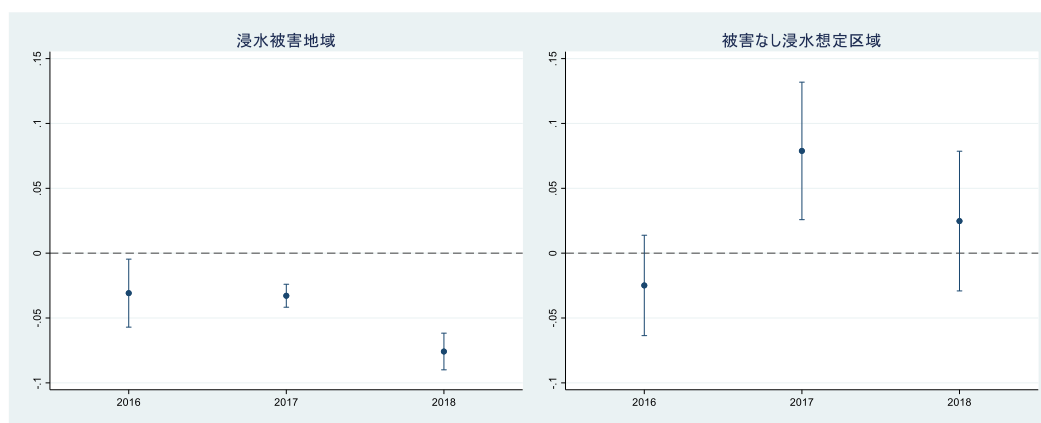


図 7 1時間降水量 50mm 以上の短時間強雨の年間発生回数の推移



出所) 文部科学省及び気象庁 (2020)

図 8 水害リスクの影響の推移



注：災害後の各年のダミー変数と浸水地域ダミーおよび浸水被害のない浸水想定区域ダミーとの交差項の推定値をプロットしたもの。上下の実線の範囲は 95%信頼区間を示す。

表 20 水害リスクによる地域区分

		浸水想定区域		合計
		区域外	区域内	
浸水被害	なし	4,374	688	5,062
	あり	0	524	524
合計		4,374	1,212	5,586

表 21 地域区分別 物件数と賃料/m²の変化

地域区分		物件数			賃料/m ²		
浸水想定区域	浸水被害	浸水被害前	浸水被害後	伸び率	浸水被害前	浸水被害後	伸び率
区域外	なし	2,063	2,311	12.02%	1633.96	1561.37	-4.44%
区域内	なし	427	261	-38.88%	1107.55	1176.82	6.25%
区域内	あり	248	276	11.29%	1067.12	1002.69	-6.04%

表 22 変数一覧

変数	単位	定義	出所
被説明変数			
賃料㎡単価	円/㎡	募集時の賃料/総面積	アットホーム株式会社「不動産データライブラリー」(Joras提供)より作成
説明変数			
水害リスク変数			
浸水地域ダミー	-	平成27年9月関東・東北豪雨で浸水した地域であれば1の値をとるダミー変数	国土地理院「平成27年9月関東・東北豪雨の推定浸水範囲データ」より作成
浸水想定区域ダミー	-	浸水被害のない浸水想定区域内の物件であれば1の値をとるダミー変数	国土数値情報「洪水浸水想定区域 第1.1版」及び国土地理院「平成27年9月関東・東北豪雨の推定浸水範囲データ」より
浸水被害後ダミー	-	2015年9月10日以降に公開された物件であれば1の値をとるダミー変数	アットホーム株式会社「不動産データライブラリー」(Joras提供)より作成
主要な物件・地域属性			
駅時間	分	徒歩のみであれば徒歩分、バス利用の場合は乗車分+バス停までの徒歩分	
総階数	階	最上階の階数 ※地下がある場合は、地上階+地下階	
所在階比率	-	所在階/総階数	
総面積	㎡	専有面積+バルコニー面積	アットホーム株式会社「不動産データライブラリー」(Joras提供)より作成
築年数	年	公開年-建築年	
間取りダミー	-	各間取りそれぞれのダミー変数	
建物構造ダミー	-	各建物構造それぞれのダミー変数	
設備に関する変数			
都市ガスダミー	-	都市ガスが通っていれば1の値をとるダミー変数	
風呂トイレ別ダミー	-	浴槽とトイレが別であれば1の値をとるダミー変数	
エアコンダミー	-	エアコンがあれば1の値をとるダミー変数	
モニター付きインターフォンダミー	-	モニター付きインターフォンがあれば1の値をとるダミー変数	
宅配ボックスダミー	-	宅配ボックスがあれば1の値をとるダミー変数	
駐輪場ダミー	-	駐輪場があれば1の値をとるダミー変数	
クローゼットダミー	-	クローゼットがあれば1の値をとるダミー変数	
防犯カメラダミー	-	防犯カメラがあれば1の値をとるダミー変数	
家具付きダミー	-	家具付きの物件であれば1の値をとるダミー変数	
独立洗面台ダミー	-	独立洗面台があれば1の値をとるダミー変数	
オートロックダミー	-	オートロックであれば1の値をとるダミー変数	アットホーム株式会社「不動産データライブラリー」(Joras提供)より作成
ロフトダミー	-	ロフト付きの物件であれば1の値をとるダミー変数	
床下収納ダミー	-	床下収納があれば1の値をとるダミー変数	
防犯ガラスダミー	-	防犯ガラスの物件であれば1の値をとるダミー変数	
シャッター窓ダミー	-	シャッター窓付きの物件であれば1の値をとるダミー変数	
3口以上コンロダミー	-	3口以上コンロがあれば1の値をとるダミー変数	
フィットネスダミー	-	フィットネス付きの物件であれば1の値をとるダミー変数	
ソーラーパネルダミー	-	ソーラーパネル付きの物件であれば1の値をとるダミー変数	
ネット使用料無料ダミー	-	ネット使用料無料であれば1の値をとるダミー変数	
駐車場ダミー	-	駐車場があれば1の値をとるダミー変数	

表 23 記述統計量

変数	5km範囲 (N=5,004)			
	平均	標準誤差	最小値	最大値
被説明変数				
賃料 (円/㎡)	1501.613	403.5726	593.2203	3796.376
説明変数				
浸水被害ダミー	0.1047	0.3062	0	1
× 災害後ダミー	0.0552	0.2283	0	1
× 2015年ダミー	0.0198	0.1393	0	1
× 2016年ダミー	0.0258	0.1585	0	1
× 2017年ダミー	0.0096	0.0975	0	1
浸水被害なし浸水想定区域ダミー	0.0815	0.2737	0	1
× 災害後ダミー	0.0276	0.1638	0	1
× 2015年ダミー	0.0152	0.1223	0	1
× 2016年ダミー	0.0094	0.0965	0	1
× 2017年ダミー	0.0030	0.0547	0	1
駅までの時間 (分)	7.6465	8.2973	1	66
総階数 (階)	6.4303	5.4825	2	31
所在階比率 (所在階/総階数)	0.6262	0.2824	0.0333	1
総面積 (㎡)	49.8753	20.6492	11.59	153.25
築年数 (年)	11.4373	8.7744	1	38

表 24 推定結果

被説明変数： log(賃料/㎡)	[1]	[2]
	5km	5km
浸水地域ダミー	0.016 (0.053)	
被害なし浸水想定区域ダミー	-0.023 (0.040)	
浸水地域ダミー × 災害後ダミー	-0.064 *** (0.015)	-0.040 *** (0.005)
被害なし浸水想定区域ダミー × 災害後ダミー	0.058 ** (0.019)	0.015 (0.011)
ln駅時間	-0.012 (0.019)	0.003 (0.008)
ln総階数	0.106 *** (0.023)	0.124 ** (0.040)
所在階比率	0.054 * (0.022)	0.042 * (0.020)
ln総面積	-0.486 *** (0.042)	-0.519 *** (0.063)
ln築年数	-0.082 *** (0.009)	-0.062 * (0.029)
固定効果	市	町丁目
自由度調整済み決定係数	0.881	0.928
N (浸水被害地域 外)	4480	4480
N (浸水被害地域 内)	524	524
N (総数)	5004	5004

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は市を単位としたクラスターロバストな標準誤差。推定に当たっては公開年ダミー、建物構造ダミー、間取りダミー、各種設備ダミー（都市ガス、防犯カメラ、オートロック、駐車場の有無など）をコントロールしている（結果は省略）。

表 25 距離別ベースモデルの推定結果（市 固定効果）

被説明変数： log(賃料/㎡)	[1]	[2]	Base	[3]	[4]
	3km	4km	5km	6km	7km
浸水地域ダミー	0.092 (0.051)	0.094 (0.074)	0.016 (0.053)	-0.002 (0.042)	-0.106 (0.060)
被害なし浸水想定区域ダミー	0.009 (0.043)	0.020 (0.049)	-0.023 (0.040)	-0.052 (0.033)	-0.152 * (0.063)
浸水地域ダミー ×災害後ダミー	-0.025 (0.018)	-0.076 ** (0.020)	-0.064 *** (0.015)	-0.068 ** (0.018)	-0.078 *** (0.019)
被害なし浸水想定区域ダミー ×災害後ダミー	0.037 (0.036)	0.023 (0.027)	0.058 ** (0.019)	0.059 ** (0.018)	0.084 ** (0.026)
ln駅時間	0.031 (0.015)	-0.004 (0.019)	-0.012 (0.019)	-0.012 (0.014)	-0.030 * (0.012)
ln総階数	0.061 (0.038)	0.053 ** (0.016)	0.106 *** (0.023)	0.114 *** (0.020)	0.131 *** (0.010)
所在階比率	0.012 ** (0.004)	0.037 (0.019)	0.054 * (0.022)	0.059 ** (0.021)	0.066 ** (0.022)
ln総面積	-0.486 *** (0.061)	-0.476 *** (0.053)	-0.486 *** (0.042)	-0.466 *** (0.039)	-0.352 ** (0.104)
ln築年数	-0.018 (0.037)	-0.106 ** (0.038)	-0.082 *** (0.009)	-0.084 *** (0.011)	-0.098 *** (0.008)
固定効果	市	市	市	市	市
自由度調整済み決定係数	0.931	0.895	0.881	0.872	0.819
N（浸水被害地域 外）	1166	2548	4480	5043	6623
N（浸水被害地域 内）	524	524	524	524	524
N（総数）	1690	3072	5004	5567	7147

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は市を単位としたクラスターロバストな標準誤差。推定に当たっては公開年ダミー、建物構造ダミー、間取りダミー、各種設備ダミー（都市ガス、防犯カメラ、オートロック、駐車場の有無など）をコントロールしている（結果は省略）。

表 26 距離別 ベースモデルの推定結果（町丁目 固定効果）

被説明変数：	[1]	[2]	Base	[3]	[4]
log(賃料/㎡)	3km	4km	5km	6km	7km
浸水地域ダミー					
被害なし浸水想定区域ダミー					
浸水地域ダミー	-0.012	-0.045 **	-0.040 ***	-0.041 ***	-0.023 *
×災害後ダミー	(0.007)	(0.013)	(0.005)	(0.005)	(0.010)
被害なし浸水想定区域ダミー	0.033	0.007	0.015	0.012	0.026
×災害後ダミー	(0.030)	(0.027)	(0.011)	(0.009)	(0.014)
ln駅時間	-0.004	-0.015 **	0.003	0.006	-0.007
	(0.004)	(0.005)	(0.008)	(0.005)	(0.004)
ln総階数	0.036	0.036	0.124 **	0.129 **	0.116 **
	(0.026)	(0.018)	(0.040)	(0.040)	(0.030)
所在階比率	0.012 **	0.034 *	0.042 *	0.044 *	0.052 **
	(0.004)	(0.016)	(0.020)	(0.020)	(0.017)
ln総面積	-0.523 ***	-0.486 ***	-0.519 ***	-0.520 ***	-0.422 ***
	(0.093)	(0.094)	(0.063)	(0.051)	(0.077)
ln築年数	-0.072	-0.086 *	-0.062 *	-0.063 *	-0.051 *
	(0.039)	(0.040)	(0.029)	(0.029)	(0.022)
固定効果	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目
自由度調整済み決定係数	0.958	0.936	0.928	0.926	0.906
N（浸水被害地域 外）	1166	2548	4480	5043	6623
N（浸水被害地域 内）	524	524	524	524	524
N（総数）	1690	3072	5004	5567	7147

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は市を単位としたクラスターロバストな標準誤差。推定に当たっては公開年ダミー、建物構造ダミー、間取りダミー、各種設備ダミー（都市ガス、防犯カメラ、オートロック、駐車場の有無など）をコントロールしている（結果は省略）

表 27 近接物件除去 ベースモデルの推定結果 (町丁目 固定効果)

被説明変数：	Base	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
log(賃料/㎡)	5km以内	500m-5km	750m-5km	1km-5km	1.25km-5km	1.5km-5km	2km-5km
浸水地域ダミー							
被害なし浸水想定区域ダミー							
浸水地域ダミー	-0.040 ***	-0.040 ***	-0.036 ***	-0.040 ***	-0.040 ***	-0.040 ***	-0.040 ***
×災害後ダミー	(0.005)	(0.005)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.007)
被害なし浸水想定区域ダミー	0.015	0.015	0.010	0.002	0.002	0.002	0.002
×災害後ダミー	(0.011)	(0.011)	(0.008)	(0.011)	(0.011)	(0.011)	(0.011)
ln駅時間	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	(0.008)	(0.008)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.007)
ln総階数	0.124 **	0.123 **	0.128 **	0.131 **	0.131 **	0.131 **	0.131 **
	(0.040)	(0.040)	(0.038)	(0.038)	(0.038)	(0.038)	(0.038)
所在階比率	0.042 *	0.042 *	0.045 *	0.048 *	0.048 *	0.048 *	0.048 *
	(0.020)	(0.020)	(0.021)	(0.022)	(0.022)	(0.022)	(0.022)
ln総面積	-0.519 ***	-0.518 ***	-0.504 ***	-0.501 ***	-0.501 ***	-0.501 ***	-0.501 ***
	(0.063)	(0.063)	(0.062)	(0.066)	(0.066)	(0.066)	(0.066)
ln築年数	-0.062 *	-0.062 *	-0.053	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047
	(0.029)	(0.028)	(0.027)	(0.029)	(0.029)	(0.029)	(0.029)
固定効果	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目
自由度調整済み決定係数	0.928	0.928	0.933	0.927	0.927	0.927	0.925
N (浸水被害地域 外)	4480	4473	4359	4103	4097	4089	4062
N (浸水被害地域 内)	524	524	524	524	524	524	524
N (総数)	5004	4997	4883	4627	4621	4613	4586

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は市を単位としたクラスターロバストな標準誤差。推定に当たっては公開年ダミー、建物構造ダミー、間取りダミー、各種設備ダミー（都市ガス、防犯カメラ、オートロック、駐車場の有無など）をコントロールしている（結果は省略）。

表 28 長期的な影響の推定結果

被説明変数：	[1]
log(賃料/m ²)	5km
浸水地域ダミー	
被害なし浸水想定区域ダミー	
浸水地域ダミー	-0.031 **
×2016年ダミー	(0.010)
浸水地域ダミー	-0.033 ***
×2017年ダミー	(0.003)
浸水地域ダミー	-0.076 ***
×2018年ダミー	(0.005)
被害なし浸水想定区域ダミー	-0.025
×2016年ダミー	(0.015)
被害なし浸水想定区域ダミー	0.079 **
×2017年ダミー	(0.021)
被害なし浸水想定区域ダミー	0.025
×2018年ダミー	(0.021)
ln駅時間	0.003
	(0.008)
ln総階数	0.124 **
	(0.040)
所在階比率	0.042 *
	(0.020)
ln総面積	-0.526 ***
	(0.056)
ln築年数	-0.063 *
	(0.028)
固定効果	町丁目
自由度調整済み決定係数	0.929
N (浸水被害地域 外)	4480
N (浸水被害地域 内)	524
N (総数)	5004

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は市を単位としたクラスターロバストな標準誤差。推定に当たっては公開年ダミー、建物構造ダミー、間取りダミー、各種設備ダミー（都市ガス、防犯カメラ、オートロック、駐車場の有無など）をコントロールしている（結果は省略）。

表 29 距離別 長期的影響モデルの推定結果 (町丁目 固定効果)

被説明変数：	[1]	[2]	Base	[3]	[4]
log(賃料/m ²)	3km	4km	5km	6km	7km
浸水地域ダミー					
被害なし浸水想定区域ダミー					
浸水地域ダミー	-0.006	-0.038 *	-0.031 **	-0.035 ***	-0.017
×2016年ダミー	(0.007)	(0.016)	(0.010)	(0.008)	(0.009)
浸水地域ダミー	-0.008	-0.042 **	-0.033 ***	-0.033 ***	-0.015
×2017年ダミー	(0.010)	(0.011)	(0.003)	(0.002)	(0.009)
浸水地域ダミー	-0.021 **	-0.065 ***	-0.076 ***	-0.072 ***	-0.054 **
×2018年ダミー	(0.007)	(0.013)	(0.005)	(0.010)	(0.014)
被害なし浸水想定区域ダミー	-0.001	-0.027	-0.025	-0.030 *	-0.018
×2016年ダミー	(0.025)	(0.024)	(0.015)	(0.012)	(0.015)
被害なし浸水想定区域ダミー	0.079 **	0.059 **	0.079 **	0.077 **	0.092 ***
×2017年ダミー	(0.027)	(0.022)	(0.021)	(0.024)	(0.020)
被害なし浸水想定区域ダミー	0.080 **	0.032	0.025	0.030	0.048 *
×2018年ダミー	(0.025)	(0.035)	(0.021)	(0.020)	(0.022)
ln駅時間	-0.003	-0.015 **	0.003	0.006	-0.007
	(0.004)	(0.005)	(0.008)	(0.005)	(0.004)
ln総階数	0.034	0.036	0.124 **	0.129 **	0.117 **
	(0.024)	(0.019)	(0.040)	(0.040)	(0.030)
所在階比率	0.014 **	0.034 *	0.042 *	0.044 *	0.052 **
	(0.005)	(0.016)	(0.020)	(0.020)	(0.017)
ln総面積	-0.540 ***	-0.494 ***	-0.526 ***	-0.526 ***	-0.426 ***
	(0.091)	(0.091)	(0.056)	(0.045)	(0.076)
ln築年数	-0.069	-0.086 *	-0.063 *	-0.063 *	-0.051 *
	(0.039)	(0.040)	(0.028)	(0.029)	(0.023)
固定効果	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目
自由度調整済み決定係数	0.959	0.937	0.929	0.926	0.907
N (浸水被害地域 外)	1166	2548	4480	5043	6623
N (浸水被害地域 内)	524	524	524	524	524
N (総数)	1690	3072	5004	5567	7147

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は市を単位としたクラスターロバストな標準誤差。推定に当たっては公開年ダミー、建物構造ダミー、間取りダミー、各種設備ダミー（都市ガス、防犯カメラ、オートロック、駐車場の有無など）をコントロールしている（結果は省略）。

表 30 近接物件除去 長期的影響モデルの推定結果（町丁目 固定効果）

被説明変数：	Base	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
log(賃料/㎡)	5km以内	500m-5km	750m-5km	1km-5km	1.25km-5km	1.5km-5km	2km-5km
浸水地域ダミー							
被害なし浸水想定区域ダミー							
浸水地域ダミー	-0.031 **	-0.031 **	-0.027 **	-0.029 **	-0.029 **	-0.029 **	-0.029 *
×2016年ダミー	(0.010)	(0.010)	(0.009)	(0.011)	(0.011)	(0.011)	(0.012)
浸水地域ダミー	-0.033 ***	-0.033 ***	-0.029 **	-0.032 ***	-0.032 ***	-0.032 ***	-0.032 ***
×2017年ダミー	(0.003)	(0.003)	(0.007)	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.005)
浸水地域ダミー	-0.076 ***	-0.076 ***	-0.072 ***	-0.082 ***	-0.082 ***	-0.082 ***	-0.083 ***
×2018年ダミー	(0.005)	(0.005)	(0.007)	(0.009)	(0.009)	(0.009)	(0.011)
被害なし浸水想定区域ダミー	-0.025	-0.025	-0.028 *	-0.034 **	-0.034 **	-0.034 **	-0.034 **
×2016年ダミー	(0.015)	(0.015)	(0.012)	(0.009)	(0.009)	(0.009)	(0.009)
被害なし浸水想定区域ダミー	0.079 **	0.079 **	0.075 **	0.104 ***	0.104 ***	0.104 ***	0.103 ***
×2017年ダミー	(0.021)	(0.021)	(0.025)	(0.022)	(0.022)	(0.022)	(0.022)
被害なし浸水想定区域ダミー	0.025	0.025	0.012	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
×2018年ダミー	(0.021)	(0.021)	(0.019)	(0.015)	(0.015)	(0.015)	(0.015)
ln駅時間	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	(0.008)	(0.008)	(0.005)	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.006)
ln総階数	0.124 **	0.124 **	0.128 **	0.132 **	0.132 **	0.132 **	0.132 **
	(0.040)	(0.040)	(0.038)	(0.038)	(0.038)	(0.038)	(0.038)
所在階比率	0.042 *	0.043 *	0.046 *	0.047 *	0.047 *	0.048 *	0.048 *
	(0.020)	(0.020)	(0.021)	(0.023)	(0.023)	(0.023)	(0.023)
ln総面積	-0.526 ***	-0.526 ***	-0.511 ***	-0.513 ***	-0.513 ***	-0.513 ***	-0.513 ***
	(0.056)	(0.056)	(0.055)	(0.058)	(0.058)	(0.058)	(0.058)
ln築年数	-0.063 *	-0.062 *	-0.054	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
	(0.028)	(0.028)	(0.027)	(0.029)	(0.029)	(0.029)	(0.029)
固定効果	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目	町丁目
自由度調整済み決定係数	0.929	0.929	0.934	0.928	0.928	0.928	0.926
N（浸水被害地域 外）	4480	4473	4359	4103	4097	4089	4062
N（浸水被害地域 内）	524	524	524	524	524	524	524
N（総数）	5004	4997	4883	4627	4621	4613	4586

注：***, **, * はそれぞれ推計された係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は市を単位としたクラスターロバストな標準誤差。推定に当たっては公開年ダミー、建物構造ダミー、間取りダミー、各種設備ダミー（都市ガス、防犯カメラ、オートロック、駐車場の有無など）をコントロールしている（結果は省略）。

第5章 災害リスクに対する主観的認知の更新メカニズムと 防災行動に関する分析¹

5.1 はじめに

我が国における防災政策は、長らく防災施設の整備や行政による災害支援・復旧活動体制の強化といった「公助」の役割を重視してきた。しかしながら、東日本大震災の経験は、既存の防災施設などのハード面での対策や公的な被災者支援・復旧活動のみで、大規模広域災害による被害を食い止めるのは困難であることを改めて浮き彫りにした。このような「公助の限界」に関する認識は、住民の「自助」や「共助」を主体とした防災対策への転換を迫っている（内閣府, 2014）。

自然災害に対する「自助」や「共助」が適切に機能するためには、地域の災害リスクを住民が正しく認識し、それが自主的な防災対策につながっている必要がある。しかしながら、自然災害に対する主観的リスク認知が、実際の防災行動に結びついているのかについては、いくつかの既存研究があるものの、一貫した結論を得るには至っていない。例えば、ハリケーンによる被害に対する主観的リスク認知と保険加入行動を分析した Petrolia et al. (2013)によれば、住民のリスク認知の高まりは保険加入を促すことが示されている。一方で、主観的リスク認知と防災行動に関する研究サーベイである Wachinger et al. (2013)では、災害リスク認知の高さは、必ずしも防災行動につながらなると結論付けている。

一方、住民の災害リスク認知に関しては、客観的なリスク情報の重要性が認識され、近年その整備が急速に進みつつある²。自治体によるハザードマップや被害想定公表は、住民のリスク認知を促す取り組みの一環であるといえる。リスク情報の提供と主観的リスク認知の関係については、いくつかの既存研究があるものの、本研究が対象とする自然災害リスクに関しては、必ずしも十分な実証的知見が得られているわけではない（Smith et al., 1990; Viscusi and Magat, 1992; Viscusi and Zeckhauser, 2015; Rheinberger and Hammitt, 2018）。

¹ 本研究は、公益財団法人 日本住宅総合センターで実施された平成 29 年度「被災地域と非被災地域の災害リスクに対する反応に関する研究」、平成 30 年度「主観的リスクの更新メカニズムと防災対策に関する調査研究」を基に研究を進めたものである。

² 防災白書によれば、津波ハザードマップを公表済みの市町村は、2014 年には 71%であったものが、2019 年には 92%まで上昇している（内閣府, 2014, 2019）。こうした傾向は、比較可能な他の災害種別についても同様である。

本研究では、こうした一連の問題意識を踏まえて、以下の2種類の分析を行う。第一の分析では、主観的な地震リスクの認知が防災対策を促しているかを検証する。災害リスクと防災行動を扱った既存研究の多くは、地域別の平均リスクを用いた分析を行っているものがほとんどであり、本研究で扱うような個人レベルで計測された主観的リスク認知の影響をみたものは少ない。本研究は、独自のアンケート調査を実施することで各個人の主観的リスク認知を直接計測している点に特色がある。また、公表されている客観的指標（今後30年間の震度6弱以上の地震発生確率）と比較可能な計測を行うことで、災害リスク認知におけるバイアス（主観的リスクと客観的リスクの乖離）についても検討している。

第二の分析では、客観的な災害リスク情報の提供が、主観的リスク認知の更新におよぼす影響を検討する。前述の通り、災害リスク情報の提供が、住民による地域災害リスク認知を促すかは、「自助」や「共助」のための重要な前提条件であるといえる。本研究で利用するアンケート調査では、異なるリスク情報をランダムに対象者に提示することで、災害リスク情報へのアクセスの内生性を考慮した分析を行っている。

分析の結果は、以下のようにまとめられる。まず、第一の分析からは、地震発生に関する主観確率は、個人の防災行動の重要な規定要因になっていることが明らかになった。また、調査結果に基づく主観確率を比較可能な客観的確率と比較した結果からは、平均的にみて地震発生確率の過小評価が生じていることも示される。これらの結果は、災害発生リスクの過小評価が防災行動の阻害要因として働いていることを意味しており、客観的リスク情報の提供とそれに応じた個人の災害リスク認知の更新が、防災行動の促進につながる可能性を示唆する。この結果を受けて、第二の分析では、追加的なリスク情報の提供が、対象者の主観的リスク認知におよぼす影響を検証した。ベイズ更新モデルに基づく分析の結果、主観的リスク認知は提示された追加情報に近づく形で更新されることがわかった。ただし、リスク認知の更新プロセスにおける追加情報に対する重みづけは必ずしも大きくなく、追加情報への主観的リスクの誘導は部分的にしか生じないことも示される。これらの結果は、ハザードマップや被害想定公表などの実際の施策の有効性を一定程度支持するものであるといえる。

5.2 データ

本研究では、リスク認知の更新メカニズムと防災行動を分析するため、楽天インサイト株式会社の協力のもと、WEB アンケート調査を実施した。回答対象者は、一都三県（東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県）に住む15歳以上の持家世帯の世帯主とした。集計期間は2019年9月17日から9月27日の10日間で行った。抽出方法は平成27年

国勢調査をもとに性・年齢別に割付数を設定し回収した。表 31 は性・年齢別にみたアンケートの回収数および構成比である。男性については平成 27 年国勢調査の割合とおおむね一致しているが、女性については 70 歳以上の回収が難しかったため、40 歳～59 歳で十分なサンプル数を補完した。その結果、総サンプル数は 10,101 サンプルになった。アンケート項目は、回答者属性（年齢、性別、職業、居住地、学歴、被災・避難経験）、世帯属性（世帯構成、世帯人数、世帯年収、資産保有額）、住宅属性（所有関係、面積、築年数、建物構造）、防災行動（地震保険加入の有無、地震保険への最大支払意思額、防災行動実施の有無）、時間割引率、危険回避度などを聞いている。各変数の詳細については、付表 1 にまとめている。

（表 31 このあたり）

時間割引率および危険回避度については、以下の仮想的質問によって計測を行った。時間割引率は、「今日 100 万円もらうか、7 日後にいくらもらうかのどちらかを選べるとします。今日 100 万円もらうことと、7 日後に下記の表のそれぞれの行に指定した金額をもらうことを比較して、あなたが好む方を各行それぞれについて選んでください」（図 9 参照）という質問項目において、最初に 7 日後にもらうことを選択した選択肢の番号（1～10）を指標とした。

危険回避度については、利得が発生する状況と、損失が発生する状況のそれぞれで、以下の項目を設定した。利得が発生する状況については、「2 枚に 1 枚の割合で（50%の確率で）100 万円が当たる「スピードくじ」があります。あなたは、「スピードくじ」がいくらなら買いますか。各行それぞれについて選んでください」（図 10 参照）という質問項目において回答された最低金額を危険回避度の指標とした³。一方、損失が発生する状況については、「1 日以内に、50%の確率で 100 万円の損失が発生するリスクがあるとします。あなたは、保険料がいくらなら保険に入りますか。各行それぞれについて選んでください。」（図 11 参照）という質問項目の回答から、同様の方法で指標化を行った。以下では、前者の指標を「危険回避度（利得）」、後者の指標を「危険回避度（損失）」としている⁴。

（図 9、図 10 および図 11 このあたり）

本研究では、地震に関する情報を提供した後に、人々の地震に関するリスク認知がど

³ したがって、この指標は値が小さいほど危険回避的であることを示す。

⁴ 時間割引率、危険回避度ともに選択肢が 10 あるが、合理的な人であれば一度でも「7 日後にもらう」または「入らない」を選択するとその後は同じ回答をするはずである。しかし、回収サンプルには二回以上回答をスイッチする人がいたため、そのようなサンプルは欠損値とし、分析から除いている。これにより、サンプルサイズが 9050 に減少している。

のように変化するのか、防災対策行動がどのように変化するのかに関心がある。そこで、アンケートでは、上述したアンケート項目をたずねた後に、事前情報として地震確率・地震保険についての動画⁵を見せ、「日本に住んでいる人が、今後 30 年以内に震度 6 弱以上の地震にあう確率は、全国平均で約 15%という試算があります。」という情報を与え、「あなたが住んでいる地域で今後 30 年以内に震度 6 弱以上の地震にあう確率は何パーセントだと思いますか？」という質問をしている。本研究では、この質問に対する回答を主観確率と定義する。このように、事前情報を与えることで、地震などの頻度の低いイベントについての確率的評価をしやすくし、回答のばらつきが大きくなり過ぎる問題を考慮した⁶。

その後、5つのグループにランダムに振り分け、「ある公的機関から、あなたの住む都道府県において今後 30 年以内に震度 6 弱以上の地震が発生する確率は〇〇%と発表があった、とします。」という追加情報を与えた。ここで、〇〇%は、5つのグループで異なる値を与えており、それぞれの値は、都道府県別の平均地震確率の実際の値、実際の値×0.5、実際の値×0.75、実際の値×1.25、実際の値×1.5 である（表 32 参照）。その後、事前情報を与えた後と全く同じ質問を繰り返し、追加情報による影響を分析した⁷。なお、事前情報および追加情報として提示した平均地震確率については、「確率論的地震動予測地図」（防災科学技術研究所）の地震確率のメッシュデータを用いて、今後 30 年以内に震度 6 弱以上の地震が発生する確率の全国平均、都道府県平均を計算している。確率論的地震動予測地図とは、日本およびその周辺で起こりうるすべての地震に対して、確率論的手法を用いて発生場所や規模、地震動の強さを評価し、一定の期間内に、ある地点が、ある大きさ以上の揺れに見舞われる確率を計算したものである。本研究では、基準年を 2018 年、地震種別をすべての地震、確率ケースを平均ケースとした場合の地震確率を用いている。

（表 32 このあたり）

表 33 は、割当群ごとの記述統計である。A から E の順に、追加情報として都道府県平均地震確率×0.5、都道府県平均地震確率×0.75、都道府県平均地震確率、都道府県平均地震確率×1.25、都道府県平均地震確率×1.5 を与えられたサンプルごとの各変数の平均値と標準偏差を記述している。まず、主観確率に注目すると、事前情報を提供した後の

⁵ 一般社団法人 日本損害保険協会「身近に迫る地震」
<https://www.youtube.com/watch?v=u5PcF6LPhYo&feature=youtu.be>

⁶ Rheinberger and Hammitt (2018) においても、実験前に全国平均の確率を対象者に与えている。また、全員に同じ情報を与えているため、事前情報による主観確率のアップデートがあったとしても、個人間の大小関係は変わっていないと考えられる。

⁷ アンケートでは前の回答に戻れないように設計している。

事前主観確率の平均値は、グループ間でそれほど変化はないが、追加情報提供後の事後主観確率の平均値は、追加情報の確率が高い程、高い値をとっている。また、その他の変数を見てみると、グループ間で大きな差はなく、ランダムにグループ分けが出来ていると考えられる⁸。

(表 33 このあたり)

5.3 実証分析モデル

前節で紹介したアンケート調査の結果を用いて、本研究では、大きく分けて以下の2種類の分析を行う。第一の分析では、主観的なリスク認知が各種防災対策におよぼす影響を検討する。第二の分析では、客観的なリスク情報の提供が対象者の主観的なリスク認知の更新におよぼす影響を検討するため、追加情報を提示した前後での主観的な発生確率の変化を分析する。以下では、これら2種類の分析について、それぞれ基本的な実証モデルを提示したうえで、推定上の課題について議論する。

第一の分析においては、対象者の主観的な災害リスク認知の計測が問題となる。すでに述べた通り、本研究の一環として実施されたアンケート調査では、今後30年以内に震度6弱以上の地震が発生する確率を各対象者に直接尋ねている。ここでは、主観的な地震発生確率を各対象者による災害リスク認知の指標として用い、防災対策の実施との関連を検討した。なお、アンケート調査では、追加的な情報として対象者の居住都県における発生確率の平均値を提示したうえで、再度発生確率を尋ねているが、第一の分析では、一貫して追加情報の提示前に回答した主観確率のデータを利用している。

いま、対象者の主観的な地震発生確率を p^s で表すことにすると、分析に用いた基本的な推定式は以下のとおりである。

$$y_i = \beta p_i^s + x_i' \gamma + \delta_g + \varepsilon_i \quad (1)$$

ここで、添え字の i は個人を、 g は居住地域を表すインデックスである。分析の被説明変数となる防災行動の指標としては、地震保険への加入（加入 = 1）、地震保険に対する支払意思額（保険金1000万円あたりの年額）、耐震改修の実施や防災用品の備蓄状況などを利用した。コントロール変数 (x) には、世帯主の個人属性（性・年齢・最終学歴・就業形態）、世帯属性（世帯構成・世帯年収・資産保有額・住宅ローンの有無）、住宅属性（住宅種別・構造・築年数・耐震性）の各変数が含まれる（付表1参照）。

⁸ 割当群間の平均値の差の検定を実施したところ、事後確率と土地・住宅資産保有額で有意差が認められた。ただし、後者については都道府県ごとにサンプルを分割すると、有意差は認められない。

(1)式に基づく分析には、いくつかの注意点がある。第一は、主観的な地震発生確率 p^s の内生性に関わるものである。いま、個人の主観的なリスク認知プロセスと防災行動の双方に影響を与える要因のうち、(1)式で考慮されていない要因（省略変数）があれば、誤差項と主観的な地震発生確率の相関を生じさせるため、 β の推定値はバイアスをもつ。例えば、危険回避的な個人は、防災対策に積極的であると同時に、高い発生確率を予想するかもしれない。この場合、主観確率が異なる個人間の比較は、異なる選好を持つ個人の比較になっている可能性があり、個人間の選好の異質性を考慮しなければ、(1)式に基づく β の推定はバイアスを持つ。このような問題に対処するため、(1)式の推定に当たっては、上に挙げた個人・世帯属性に加え、対象者の選好と関連する変数として、過去の地震による被災経験の有無、仮想質問に基づく危険回避度および時間割引率を用いた。

分析上の第二の注意点は、推定された β の解釈に関わるものである。いま、(1)式の推定に当たっては、観察できない地域固有の要因を考慮するために、対象者の居住地と対応する固定効果 (δ_g) をコントロールしている。具体的には、居住地域の単位として1都3県（埼玉・東京・千葉・神奈川）、市区町村あるいは7桁の郵便番号地域を想定し、各レベルでの固定効果を考慮した。このとき、各居住地域 g における平均的な地震発生確率を \bar{p}_g^o で表すことにすると、(1)式は

$$y_i = \beta(p_i^s - \bar{p}_g^o) + x_i'\gamma + \delta_g' + \varepsilon_i \quad (2)$$

と書き換えることが可能である⁹。ここで、(2)式の右辺第一項 ($p_i^s - \bar{p}_g^o$) は、同一地域 g に居住する個人は、共通の客観的発生確率 \bar{p}_g^o に直面するという想定の下で、個人 i のリスク認知のゆがみ（リスク認知バイアス）を表すものと解釈できる。ゆえに、(2)式（したがって(1)式）における β の推定値は、地域単位 g の平均地震確率を所与として、対象者のリスク認知バイアスが防災行動におよぼす影響として解釈できる。いま、先行研究によれば、多くの国・地域で災害保険への加入が進まない背景として、災害リスクの過小評価が存在することが示唆されている（Camerer and Kunreuther, 1989; Kunreuther, 1996; Chivers and Flores, 2002）。この場合、災害リスクの過小評価は $p^s - \bar{p}^o$ が小さい（実際の地震発生確率に比べて、主観的な確率を小さく見積もる）ことと対応し、こうしたことが防災対策を阻害しているのであれば、 $\beta < 0$ が予想される。

第一の分析を踏まえ、第二の分析では、地震発生確率に関する追加的な情報提供が、各対象者の主観確率に与える影響を検討する。ここでは、関連する先行研究に倣い、ベイズ更新の枠組みに基づく分析を行う（Viscusi and O'Connor, 1984; Viscusi, 1989; Botzen and van den Bergh, 2012; Rheinberger and Hammitt, 2018）。いま、追加情報の提示前の主観

⁹ 実際、 $\delta_g = \delta_g' - \beta\bar{p}_g^o$ とすれば、(1)式は(2)式と同値である。

確率（事前確率）を p_i^s 、提示後の主観確率（事後確率）を p_i^{s*} 、ランダムに提示された（居住都県の）地震発生確率を p_i^e で表すことにすると、主観確率のベイズ更新モデルは以下のようなになる。

$$p_i^{s*} = \frac{\theta p_i^s + \xi p_i^e}{\theta + \xi} \quad (3)$$

ベイズ更新モデルは、事後の主観確率 p_i^{s*} が、事前の主観確率 p_i^s と追加で提示された発生確率 p_i^e の加重平均であらわされることを仮定しており、 θ および ξ は、それぞれ事前確率と追加情報に対する精度 (precision) を表すパラメタになっており、 $\theta, \xi \geq 0$ である。

実際の推定式としては、(3)式に基づいて、以下の定式化を採用した。

$$p_i^{s*} = \theta^* p_i^s + \xi^* p_i^e + x_i' \gamma + \eta_g + v_i \quad (4)$$

ここで、 $\theta^* = \theta / (\theta + \xi)$ および $\xi^* = \xi / (\theta + \xi)$ は、それぞれ事前確率と追加情報に付される重み (precision weights) となっている。いま、外部情報を考慮に入れた災害リスク認知の更新が行われるのであれば、 $\xi^* > 0$ が予想される。また、実際のリスク認知の更新メカニズムがベイズ更新と整合的であれば、 $\theta^* + \xi^* = 1$ が予想される。

実際の分析では、コントロール変数 (x) として、(1)式と同様の変数を採用した。ただし、結果の頑健性を確認する目的で、これらを含まないモデルも推定している。また、居住地域 g の単位として都県、市区町村および7桁の郵便番号地域を採用したケースをそれぞれ検討し、結果を比較した。後ほど示す基本的な推定結果は、利用可能な全サンプルを用いて (4)式を推定したものであるが、更新プロセスの個人間での異質性を検討するため、個人属性によってサンプルを分割し、それぞれについて(4)式を推定した結果も示している。

5.3 分析結果

5.3.1 主観的リスク認知と防災行動

第一の分析課題である主観的リスク認知と防災行動の関連についての結果を紹介する。以下では、まず記述統計に基づく基本的な事実の確認を行ったうえで、(1)式に基づく推定結果を示す。

表 34 は、主観的リスク認知と防災行動の関係をみるために、主観確率の中央値でサンプルを分割し、それぞれについて防災対策の実施状況を示したものである。なお、地

域による地震発生確率の水準の違いを考慮し、都県ごとにサンプルを分割したうえで、それぞれに居住するサンプル内での主観確率の中央値を計算し、サンプルの分割に用いている。各都県に居住するサンプルの主観確率の中央値は、表の下部に示した。

(表 34 このあたり)

これによれば、地震発生の主観確率が中央値をより高いグループでは、いずれの都県においても地震保険への加入率が 60%を上回っているのに対し、中央値より低いグループでは 60%を下回っていることがわかる。また、地震保険への支払意思額（保険金額 1000 万円に対する年額）をみると、やはり主観確率が中央値より高いグループで、支払意思額が高くなる傾向が観察される。なお、実際の保険料率（2019 年 1 月改訂）をみると、千葉・東京・神奈川の 3 都県では、I 構造（コンクリート・鉄骨造）が 25000 円、ロ構造（木造）が 38900 円となっており、ほとんどのケースで表 34 に示した支払意思額の平均値は実際の保険料率を下回る結果となっている。埼玉県については、I 構造が 17800 円、ロ構造が 32000 円となっており、支払意思額の平均値はロ構造の保険料率よりは低くなっている。

耐震改修・診断、防災用品の準備などの具体的な防災対策の実施状況についてみると、地震保険のケースほど明確ではないものの、多くの場合、主観確率が高いグループで防災対策の実施割合も高くなる。こうした傾向は、防災用品の準備、食料などの備蓄、家具・家電などの固定、ハザードマップの確認などで顕著であり、これらの比較的手軽にできる対策に関しては、いずれの都県でも主観確率が高いグループで実施割合が高くなっている。一方で、郵便番号単位での地域固定効果を考慮すると、耐震改修や引っ越しなどの、実施コストが高い防災対策には顕著な影響は見られなかった。

次に、対象者の災害リスク認知のゆがみ（バイアス）をみるために、主観確率の水準を、実際に入手可能な市区町村別確率と比較したものを図 12 に示した。ここで、グラフの横軸は、確率論的地震動予測地図から得られる 250m メッシュごとの地震発生確率（今後 30 年間、震度 6 弱以上）を市区町村別に平均した値であり、各対象者の居住地における客観的な地震発生確率の指標と考えられる¹⁰。

(図 12 このあたり)

図 12 に示した緑色の実線は、市区町村別確率の水準によってサンプルを分割（5%刻み）し、それぞれのサンプルの主観確率の平均値をプロットしたものである。これによれば、市区町村別確率が高くなるにつれて、主観確率の平均値は若干高くなる傾向がみ

¹⁰ 東京都の特別区および政令指定都市の区については、それぞれ独立した行政区として集計を行っている。付図 1 に、本研究で対象とする 1 都 3 県の市区町村別地震発生確率を示した。

られるものの、その変化は非常に小さく、主観確率の平均値は実際の地震発生確率のごく一部しか反映していないことがわかる。結果として、市区町村別確率がおおよそ 30% となる点を境に、それより右側の領域では主観確率が市区町村別確率を下回り、左側の領域では主観確率が市区町村別確率を上回ることが示されている。確率的なリスク認知に関する既存研究では、発生確率の低い事象のリスクを過大に評価し、発生確率が高い事象のリスクを過小に評価する傾向が示されているが、ここでの結果はそれと整合的であるといえる (Lichtenstein et al., 1978; Viscusi et al., 1997; Armantier, 2006)。なお、図 12 には局所線形回帰による平滑化を行った結果も示しているが、全体的な傾向は上述の単純な集計結果とほぼ同一である。

図 13 は、主観確率と市区町村別確率の差について、サンプル全体でみた分布を示したものである。これによれば、分布は全体にゼロよりも左側に位置しており、平均的にみると市区町村別確率を過小に見積もっていることがわかる。この結果は、先行研究でも指摘されている災害リスクの過小評価が、大規模な地震災害に関しても成り立っていることを示している。

(図 13 このあたり)

上記の集計結果を踏まえ、(1)式の推定を行った結果をみていく。表 35 は、地震保険への加入と支払意思額を被説明変数とした推定結果である。居住地域の固定効果として、県、市区町村、7 桁の郵便番号地域を想定した結果をそれぞれ示している。また、世帯主の就業・雇用状態と最終学歴、世帯構成、住宅種別 (一戸建て・共同住宅)、現住居の耐震性 (十分・不十分・わからない)、構造種別 (木造・鉄骨造)、居住地域の固定効果に関しては、分析に含めているが結果からは省略している。なお、表 35 を含めたこれ以降の結果では、いずれも都県内での誤差項の相関に対して頑健な標準誤差を報告している。

(表 35 このあたり)

表 35 によれば、震度 6 弱以上の地震発生に対する主観確率は、居住地域の固定効果に関する特定化の方法によらず、地震保険加入に対して正の影響を持つことがわかる。推定結果は、主観確率が 10%ポイント上昇することで、地震保険への加入確率がおおよそ 1.2~1.3%ポイント高くなることを示している¹¹。

個人の主観的リスク認知が、地震保険への加入行動を説明するという結果は、支払意思額を被説明変数とした分析結果からも裏付けられる。表 35 からは、高い主観確率を

¹¹ 線形確率モデルを仮定しているため、推定された係数は限界効果として解釈可能である。なお、同様の説明変数を用いてプロビットモデルによる推定を行ったとしても、得られる結果は同様であった。

もつ個人ほど、地震保険への支払意思額が高くなることわかる。推定結果によれば、主観確率が10%ポイント上昇することで、地震保険への支払意思額は520～630円高くなる。

主観確率以外の個人・世帯属性について、主要な結果をまとめると以下ようになる。世帯主の年齢および性別に関しては、高齢者や女性で、保険加入確率と支払意思額が高くなることが示されている。既存研究によれば、高齢者や女性はより危険回避的な傾向が認められており、ここでの結果と整合的であるといえる (Dohmen et al., 2011)。世帯年収に関しては、全体としては保険加入や支払意思額に正の影響があるものの、その影響は必ずしも大きくはない。資産保有額の影響に関しては、住宅・金融資産ともに明確な傾向は見いだせない。一方で、住宅ローンの保有は、保険加入確率と支払意思額の双方に対して有意に正の影響を示しており、かつその影響は比較的大きいことが確認できる。こうした傾向は、洪水保険への加入行動を検討した Petrolia et al. (2013) と同様である。過去の被災経験（自身あるいは家族が地震による被害を経験）は、地震保険への加入と支払意思額の双方に正の影響を及ぼしており、かつその影響は他の要因と比較して相対的に大きいものとなっている。危険回避度に関しては、前述の通り、2通りの指標を用いているが、損失が生じる状況での保険に対する支払意思額を利用した指標（「損失」）のみが実際の保険加入および支払意思額に対して有意な影響を持つことが示されている (Petrolia et al., 2013)。

表36には、各種防災対策の実施状況を被説明変数とした場合の、主観確率の係数の推定値をまとめた。推定に用いたモデルはいずれも(1)式に基づく（他の説明変数に関する結果は省略）。これによれば、地震発生に対する主観確率の高さは、防災用品の準備、食料の備蓄、ハザードマップの確認および安否確認方法を決めておくことなど、比較的容易に実施可能な防災対策を促す傾向があることが示される。一方で、耐震改修や耐震診断、安全な地域への引っ越しなどの、コストがかかる防災対策に対しては、有意な影響を持たない。また、耐震性を高めるための建て替えの実施を促す傾向がみられたが、その影響の大きさは限定的であった。

(表36 このあたり)

以上の結果をまとめると、地震発生に対する主観確率の水準は、詳細な個人・世帯属性を考慮したうえで、保険加入や各種防災対策の実施を促す傾向がみられた。これらの結果は、個人の災害リスク認知が、防災行動の重要な決定要因となっていることを示している。次節では、この結果を踏まえて、外的なリスク情報の提供が、個人の災害リスク認知の更新を促すのかを検討する。

5.3.2 災害リスク情報の提供と主観的リスク認知の更新

ここでは、ベイズ更新モデルに基づいて、対象者の居住地における地震発生確率の提示が、主観確率の更新におよぼす影響を確認する。データから観察される事前確率と事後確率の関係を図示したものを図 14 に示した。5 つのグラフは、それぞれ追加情報の提示の際に用いたランダム割当群に対応している。例えば、A のグラフは居住県における実際の地震発生確率 $\times 0.5$ が提示されたグループの結果である。いずれのグラフも、横軸は事前の主観確率を、縦軸は事後の主観確率を示す。青の実線は局所線形回帰（次数 1）の推定結果であり、95%信頼区間をあわせて表示している。また、点線は提示された都道府県別の地震発生確率（1 都 3 県の平均値）である¹²。

（図 14 このあたり）

図 14 からは、各対象者の事後確率は、提示された都道府県別の発生確率に近づく形で更新されていることがわかる。いずれの割当グループについても、提示された発生確率が事前確率よりも低いケース（青い点線より右側の領域）では、事後確率は事前確率よりも低くなる。一方、提示された発生確率が事前確率よりも高いケース（青い点線より左側の領域）では、事後確率は事前確率よりも高くなる。ただし、こうした主観的確率の変化はそれほど顕著ではなく、追加情報の影響は限定的であることもわかる。

事前確率と事後確率の関係を表すグラフの形状は、いずれのグループでも緩やかな逆 S 字型になっており、事前確率が極端に高いグループと低いグループの双方で、主観確率の変化が小さくなっていることがわかる¹³。(3)式のベイズ更新モデルからは、事後確率と事前確率の間に線形の関係が予想されるため、この結果は、単純なベイズ更新モデルではとらえきれていない要因があることを示唆している。一つの可能性は、主観確率の更新プロセスに個人間の異質性が存在しているというものである (Smith and Johnson, 1988; Rheinberger and Hammit, 2018)。そのため、以下の分析では、メインとなる推定結果に加え、観察可能な対象者の属性によって、主観確率の更新プロセスに違いがあるかも検証する。

全サンプルを用いた(4)式の推定結果を表 37 に示す。すでに述べた通り、推定に当たっては、居住地域の単位として 1 都 3 県、市区町村あるいは 7 桁の郵便番号地域を想定

¹² 実際の調査では、居住地域（1 都 3 県）ごとに異なる地震発生確率を提示しているために、サンプルを居住県で分割した分析も行ったが、得られる結果は変わらない。

¹³ こうした傾向は、コントロール変数 (x) による事後確率への影響を調整しても、引き続き確認される。具体的には、各都県に居住するサンプルごとに Robinson (1988) によるセミパラメトリック回帰を行い、コントロール変数の影響を調整した場合の事前確率と事後確率の関係を検討した。結果として、コントロール変数の影響を考慮したとしても、推定される関係は図 14 に示したものとほとんど変わらなかった。

し、各レベルでの固定効果を考慮したモデルをそれぞれ推定している。また、結果の頑健性を確認するために、コントロール変数 (x) を考慮したモデルと考慮しないモデルのそれぞれを検討した。

(表 37 このあたり)

表 37 によれば、ベイズ更新モデルのパラメタである θ^* および ξ^* の推定値は、モデルの特定化に対して頑健であり、固定効果の地域区分やコントロール変数の有無は、推定されるパラメタの大きさにほとんど影響しない。推定された係数の大きさは、それぞれ約 0.7 および 0.3 となった。すなわち、他の条件を一定として、提示される都道府県の発生確率が 10%上昇することで、事後的な主観確率は 3%程度上昇することになる。なお、対象となるリスクや追加情報の内容が異なるため、直接的な比較は困難であるが、食中毒リスクに関する主観確率の更新を扱った Rheinberger and Hammitt (2018) では θ^* の推定値として 0.55 が、屋内ラドンによる健康被害リスクを扱った Smith and Johnson (1988) では 0.74 が報告されている。

次に、主観確率の更新プロセスに関する個人間の異質性を検討するために、観察可能な個人属性でサンプルを分割し、それぞれについて(4)式の推定を行った¹⁴。推定結果を表 38 に示す。ここからは、以下の点が明らかになった。まず、対象者の年齢・性別・最終学歴に関しては、対象者が高齢(60歳以上)、女性あるいは短大卒以上のケースで、相対的に追加情報により強く反応する(ξ_i^* が大きい)結果となった。このうち、性別および学歴に関しては、既存研究でも類似した結果が報告されている(Rheinberger and Hammitt, 2018)。世帯の年収および資産保有状況に関しては、世帯年収および住宅資産額が高いほど、追加情報に強く反応する¹⁵。また、住宅ローンを保有する世帯は、そうでない世帯に比べて追加情報への反応が大きい。これらの結果は、地震発生時の損失の大きさに起因しているかもしれない。

(表 38 このあたり)

より興味深い結果は、対象者の被災経験やリスクに対する態度との関連である。対象者が過去に地震による被災を経験していると、そうでない場合に比べて追加情報により大きく反応する¹⁶。既存研究によれば、ハリケーンや地震などの被災経験は、これらの

¹⁴ 表 38 に示した推定結果は、いずれもコントロール変数と市区町村単位の地域固定効果を考慮したものである。なお、世帯年収や資産保有額などの連続変数については、回答された値がサンプルの中央値を上回るか否かで分割した。

¹⁵ ここでは省略しているが、金融資産保有額に着目した分析も行っており、住宅資産と同様の結果を得ている。

¹⁶ ここでの被災の定義は、過去に地震によって家族の死亡・けが、地震のけが、家屋の被害などのいずれ

自然災害に対するリスク認知を高めることが知られており、ここでの結果はこれらに沿ったものであるといえる (Trumbo et al., 2011; Kung and Chen, 2012)。一方、危険回避的な個人は、追加情報に対してより強く反応する。なお、ここでは結果を示していないが、このような傾向は追加で提示された発生確率が事前の主観確率を上回るケースでのみ確認されている。

本研究で利用したアンケート調査では、対象者に地震発生確率の水準だけでなく、その範囲についても尋ねている¹⁷。ここで、ベイズ更新のモデルが正しいのであれば、事前の主観確率に対する確信が高い（事前分布の分散が小さい）ほど、事前確率に対する重み θ^* は大きく、追加情報に対する重み ξ^* は小さくなることが予想される。事前確率の範囲の大きさ（中央値 20%）でサンプルを分割した結果からは、この結果が裏付けられる。最後に、追加で提示された都道府県別確率が事前の主観確率よりも高かったグループ ($p^s < p^e$) と低かったグループ ($p^s \geq p^e$) では、前者で追加情報に対する重み ξ^* が顕著に大きくなる。この結果は、リスクの大きい追加情報に対してより敏感に反応するという先行研究における指摘と整合的である (Viscusi, 1992)。

最後に、リスク認知に関するベイズ更新モデルの妥当性について、補足的な検討を行う。いま、(3)式に示したベイズ更新のモデルからは $\theta^* + \xi^* = 1$ が予想される。この仮説に対する検定を行った結果は表 37 および表 38 の下部に示されている。これらの結果をみると、ほとんどすべての帰無仮説は棄却されておらず、本研究が対象とする自然災害に対する主観的リスク認知は、ベイズ更新の枠組みと矛盾しないことが示唆される。こうした結果は、いくつかの先行研究でも確認されている (Cameron, 2005)。

本節の結果は、次のようにまとめられる。第一に、災害発生リスクに関する追加的な情報（都道府県別の発生確率）の提示は、各対象者の主観的リスク認知を、提示された情報に近づく形で更新させることがわかった。この結果は、現実に行われているハザードマップや被害想定公表などの施策の有効性を一定程度支持するものであるといえる。一方で、ベイズ更新のモデルに基づく分析結果からは、リスク認知の更新プロセスにおける追加情報に対する重みづけ (ξ^*) は必ずしも大きくなく、追加情報への主観的リスクの誘導は部分的にしか生じないことも分かった。第二に、主観的リスク認知の更新プロセスに関する異質性を検討した結果からは、観察可能な個人属性によって、追加情報への反応が大きく異なることが分かった。

かを経験したというものである。

¹⁷ 実際の調査項目では、主観的発生確率の水準として「あなたが想定するもっともありそうな値」を尋ねたのち、その上限（下限）として「それ以上高い（低い）可能性はほとんどない（可能性は5%以下）と考える値」を尋ねている。ここでは、対象者の回答した発生確率の上限と下限の差を、予想の範囲として利用した。

5.4 まとめと今後の課題

本研究では、アンケートデータを用いて、第一の分析として主観的な地震リスクの認知が防災対策実施におよぼす影響を、第二の分析として客観的な災害リスク情報の提供が主観的リスク認知の更新におよぼす影響を分析した。第一の分析からは、震度6弱以上の地震発生に対する主観確率は地震保険加入に正の影響を持ち、主観確率が10%ポイント上昇すると、地震保険への加入確率がおおよそ1.2~1.3%ポイント上昇することが明らかになった。また、地震保険への支払意思額に対しても正の影響を持ち、主観確率が10%ポイント上昇すると、地震保険への支払意思額がおおよそ520~630円高くなることが明らかになった。

第二の分析からは、都道府県別の地震発生確率の提示は、提示された情報に近づく形で各対象者の主観的リスク認知を更新させることが分かった。分析結果によれば、他の条件を一定として、提示される都道府県の発生確率が10%上昇すると、事後的な主観確率は3%程度上昇することが明らかになった。

本研究における分析結果は、いくつかの政策的示唆を与える。第一に、上記の分析結果は、客観的なリスク情報の提供は主観的リスク認知に影響を与え、かつ主観的リスク認知は防災行動につながっていることを示しており、ハザードマップや被害想定公表などの現状の施策の有効性を一定程度支持するものであるといえる。ただし、防災行動への影響は、地震保険加入といくつかの比較的手軽に実行可能な対策に限って観察されており、耐震改修や引っ越しなど、実施コストの高い対策には影響がみられなかった。こうした対策を促すには、住民の災害リスク認知の改善だけでなく、金銭的補助や税制上の優遇など、補完的な政策手段による対応が必要であるかもしれない。第二に、主観的リスク認知の更新に関する分析結果からは、客観的リスク情報に対する反応には、個人間の異質性が存在することが示されている(表38)。例えば、事前確率の範囲が大きい個人ほど、追加情報により反応して、主観確率を更新する傾向がある。これは、事前の災害リスク情報が不十分な(=主観確率の範囲が広い)グループへの積極的な情報提供が重要であることを示唆する。また、事前確率を下回るような情報による主観確率の引き下げよりも、事前確率を上回るような情報による主観確率の引き上げのほうが大きい傾向があることも明らかになっている。いま、平均的にみると地震発生リスクが過小に評価されているような状況下(図13)では、こうした影響の非対称性は、「最悪のケース」を想定した情報の提供に一定の合理性があることを示唆する。

最後に、本研究の残された課題と今後の方向性について述べる。第一に、本研究で利用したアンケート調査では、追加情報を提示したのちに、地震保険への加入と防災行動の実施意向を改めて尋ねており、これらの情報を利用することで、主観的リスク認知の

更新と防災行動の関係をより直接的に検証することができるデザインになっている。こうした分析については、今後追加的な検討を行う。第二に、本研究で扱った主観的な災害リスク認知と追加的なリスク情報は、災害（地震）の発生確率のみに焦点を当てたものになっているが、被害想定などの情報は、発生確率よりもむしろ被害の大きさに焦点を当てた情報提供であるといえる。こうした情報が、被害の大きさに対する主観的認知にどのような影響を与え、結果として防災対策につながるのかを検証することは、政策的な観点からも重要な課題であると考えられる。

表 31：性・年齢別アンケート回収数および構成比

年齢階級	男性			女性		
	回収数	構成比 (%)		回収数	構成比 (%)	
		本調査	H27国調		本調査	H27国調
25歳未満	13	0.16	0.18	16	0.82	0.44
25～29歳	70	0.86	0.82	29	1.48	0.74
30～34歳	256	3.14	3.11	53	2.71	1.21
35～39歳	545	6.69	6.66	117	5.99	2.66
40～44歳	776	9.52	9.48	215	11.00	5.53
45～49歳	818	10.04	9.93	263	13.46	6.61
50～54歳	787	9.66	9.57	295	15.10	7.33
55～59歳	789	9.68	9.64	303	15.51	8.17
60～64歳	1,040	12.77	12.60	246	12.59	10.97
65～69歳	1,034	12.69	12.51	214	10.95	12.48
70～74歳	894	10.97	10.87	145	7.42	13.14
75歳以上	1,125	13.81	14.64	58	2.97	30.73
総数	8,147	100.00	100.00	1,954	100.00	100.00

注：「H27 国調」の構成比は、平成 27 年国勢調査による 1 都 3 県に居住する世帯主の性・年齢別構成比に基づく値。

表 32：割当群ごとの地震発生確率

都県	提示した地震発生確率 (%)				
	A. 県平均×0.5	B. 県平均×0.75	C. 県平均確率	D. 県平均×1.25	E. 県平均×1.5
埼玉	15.4	23.1	30.8	38.5	46.2
千葉	26.1	39.1	52.1	65.2	78.2
東京	15.5	23.2	30.9	38.6	46.4
神奈川	19.9	29.9	39.9	49.8	59.8

注：「C. 県平均確率」の数値は、「確率論的地震動予測地図」に基づく今後 30 年以内の震度 6 弱の地震発生確率の各都県平均値（250m メッシュごとの値の単純平均）。

表 33：割当群ごとの記述統計

	無作為割当群									
	A. 県平均×0.5		B. 県平均×0.75		C. 県平均確率		D. 県平均×1.25		E. 県平均×1.5	
	Mean	(SD)	Mean	(SD)	Mean	(SD)	Mean	(SD)	Mean	(SD)
地震保険										
加入 = 1	0.60	(0.49)	0.60	(0.49)	0.60	(0.49)	0.57	(0.50)	0.61	(0.49)
支払意思額 (千円/年)	26.53	(25.84)	27.24	(26.22)	26.55	(26.71)	26.64	(26.19)	27.71	(26.10)
主観確率 (%)										
事前確率	35.89	(25.98)	35.72	(25.67)	35.05	(25.44)	34.59	(25.36)	34.24	(24.49)
事後確率	31.13	(24.26)	35.20	(23.53)	36.50	(23.36)	38.96	(23.23)	41.96	(23.60)
年齢	56.67	(13.58)	57.55	(13.20)	57.20	(13.37)	57.37	(13.22)	57.27	(13.45)
性別 (女性 = 1)	0.19	(0.39)	0.19	(0.40)	0.19	(0.39)	0.20	(0.40)	0.19	(0.40)
学歴 (ref: 高卒以下)										
短大・高専	0.14	(0.35)	0.12	(0.33)	0.13	(0.33)	0.12	(0.33)	0.13	(0.34)
大学	0.57	(0.50)	0.56	(0.50)	0.58	(0.49)	0.58	(0.49)	0.59	(0.49)
大学院	0.08	(0.27)	0.09	(0.28)	0.08	(0.27)	0.07	(0.26)	0.07	(0.26)
世帯年収 (百万円)	6.83	(5.46)	7.01	(6.37)	7.02	(5.08)	6.81	(5.48)	7.09	(5.24)
資産保有額 (千万円)										
土地・住宅	2.88	(3.44)	3.10	(3.99)	3.13	(3.77)	2.87	(3.39)	3.08	(3.58)
金融資産	1.71	(2.80)	1.85	(3.03)	1.74	(2.71)	1.77	(2.84)	1.78	(2.83)
住宅ローンあり = 1	0.33	(0.47)	0.31	(0.46)	0.33	(0.47)	0.32	(0.47)	0.33	(0.47)
現住居の築年数 (年)	20.74	(12.71)	21.29	(12.69)	21.26	(12.97)	21.23	(12.96)	20.86	(12.79)
住宅の構造種別 (ref: イ構造 (鉄骨造))										
ロ構造 (木造)	0.48	(0.50)	0.49	(0.50)	0.48	(0.50)	0.50	(0.50)	0.49	(0.50)
被災経験 (地震) あり = 1	0.16	(0.37)	0.16	(0.37)	0.16	(0.37)	0.16	(0.36)	0.14	(0.35)
危険回避度 (利得)	18.71	(22.94)	18.67	(23.15)	19.18	(24.04)	18.31	(23.47)	19.72	(24.22)
危険回避度 (損失)	25.91	(25.98)	25.83	(25.92)	25.35	(25.77)	25.94	(26.29)	25.87	(26.15)
時間割引率	4.81	(2.44)	4.82	(2.39)	4.83	(2.43)	4.84	(2.48)	4.74	(2.39)
都道府県 (ref: 埼玉)										
千葉	0.16	(0.37)	0.17	(0.38)	0.17	(0.37)	0.18	(0.38)	0.16	(0.37)
東京	0.38	(0.49)	0.38	(0.49)	0.39	(0.49)	0.38	(0.49)	0.41	(0.49)
神奈川	0.27	(0.44)	0.27	(0.44)	0.26	(0.44)	0.27	(0.44)	0.27	(0.44)
N	2,020		2,018		2,019		2,022		2,022	

注：就業・雇用状態、世帯構成、住宅種別、耐震性に関する集計結果は省略。

表 34：地震発生に関する主観確率と防災行動

	埼玉		千葉		東京		神奈川	
	中央値未満	中央値以上	中央値未満	中央値以上	中央値未満	中央値以上	中央値未満	中央値以上
地震保険								
加入 = 1	0.527	0.619	0.565	0.618	0.555	0.632	0.583	0.623
支払意思額 (千円/年)	22.375	24.686	27.419	29.547	25.963	29.241	24.881	28.284
防災対策 (実施 = 1)								
耐震改修	0.094	0.089	0.085	0.089	0.103	0.110	0.092	0.105
耐震診断	0.108	0.099	0.113	0.103	0.125	0.124	0.114	0.129
建替え	0.048	0.066	0.053	0.056	0.069	0.068	0.054	0.070
引っ越し	0.064	0.061	0.058	0.062	0.061	0.076	0.042	0.067
防災用品の準備	0.472	0.501	0.499	0.524	0.533	0.565	0.538	0.589
食料などの備蓄	0.622	0.649	0.650	0.706	0.673	0.699	0.669	0.716
家具・家電などの固定	0.528	0.539	0.555	0.598	0.561	0.579	0.576	0.604
避難場所を決める	0.592	0.549	0.585	0.615	0.582	0.579	0.605	0.609
避難経路の確認	0.468	0.452	0.474	0.514	0.483	0.480	0.516	0.504
ハザードマップなどの確認	0.430	0.444	0.485	0.540	0.471	0.517	0.494	0.523
防災訓練への参加	0.294	0.271	0.323	0.307	0.243	0.255	0.316	0.312
安否確認方法などを決める	0.414	0.420	0.431	0.457	0.416	0.445	0.463	0.457
懐中電灯などの準備	0.693	0.660	0.729	0.709	0.671	0.665	0.721	0.727
主観確率の中央値 (%)	21.0		30.0		30.0		30.0	
N	897	898	742	945	1,715	2,218	1,120	1,566

表 35：主観確率と地震保険への加入および支払意思額

	地震保険への加入（加入 = 1）			支払意思額（千円/年）		
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
主観確率	0.0013 *** (0.0001)	0.0013 *** (0.0001)	0.0012 *** (0.0001)	0.0630 *** (0.0088)	0.0627 *** (0.0089)	0.0520 ** (0.0158)
年齢	0.0016 * (0.0007)	0.0017 * (0.0007)	0.0016 ** (0.0004)	0.0765 *** (0.0109)	0.0751 ** (0.0131)	0.0997 *** (0.0088)
性別（女性 = 1）	0.0175 * (0.0055)	0.0135 (0.0069)	0.0104 (0.0134)	1.4176 ** (0.4247)	1.3253 ** (0.2990)	1.2847 * (0.5339)
最終学歴（基準：中卒・高卒）						
短大・高専	0.0055 (0.0177)	0.0030 (0.0204)	0.0022 (0.0395)	0.3510 (1.2576)	0.4430 (1.4218)	0.6122 (2.3095)
大学	0.0025 (0.0117)	0.0012 (0.0130)	-0.0113 (0.0343)	1.5474 *** (0.1809)	1.5429 *** (0.2426)	1.0793 ** (0.2015)
大学院	0.0168 (0.0196)	0.0124 (0.0190)	0.0116 (0.0390)	1.4814 (1.5065)	1.5117 (1.4305)	1.1692 (1.0154)
世帯年収（百万円）	0.0044 *** (0.0004)	0.0044 *** (0.0005)	0.0051 ** (0.0012)	0.1072 (0.1014)	0.1073 (0.1035)	0.1601 (0.0942)
資産保有額（千万円）						
住宅資産	0.0002 (0.0022)	-0.0001 (0.0023)	-0.0052 ** (0.0015)	0.1144 * (0.0399)	0.0901 (0.0551)	-0.0575 (0.0426)
金融資産	-0.0040 (0.0021)	-0.0042 (0.0024)	-0.0011 (0.0008)	0.0239 (0.1006)	0.0100 (0.1166)	0.0975 (0.1582)
住宅ローン（あり = 1）	0.0759 ** (0.0236)	0.0735 * (0.0264)	0.0851 ** (0.0235)	3.3174 *** (0.5191)	3.3441 ** (0.6273)	4.3808 ** (0.7769)
築年数（年）	-0.0039 *** (0.0003)	-0.0038 *** (0.0003)	-0.0042 *** (0.0005)	-0.1170 ** (0.0360)	-0.1182 ** (0.0357)	-0.1247 *** (0.0211)
被災経験（あり = 1）	0.0597 ** (0.0182)	0.0586 * (0.0194)	0.0444 (0.0267)	3.0439 * (1.0510)	3.4181 ** (0.9827)	2.9775 * (1.1795)
危険回避度（利得）	-0.0002 (0.0002)	-0.0002 (0.0002)	-0.0002 (0.0003)	0.0208 (0.0194)	0.0203 (0.0190)	0.0347 (0.0157)
危険回避度（損失）	0.0011 ** (0.0003)	0.0011 ** (0.0002)	0.0009 ** (0.0002)	0.1345 *** (0.0134)	0.1359 *** (0.0116)	0.1322 ** (0.0229)
時間割引率	0.0020 (0.0024)	0.0022 (0.0027)	0.0024 (0.0053)	-0.1514 (0.0731)	-0.1395 (0.0756)	-0.1403 (0.1257)
定数項	0.4266 *** (0.0251)	0.4219 *** (0.0253)	0.4579 *** (0.0459)	12.3162 *** (1.5436)	12.6670 *** (1.7200)	11.8936 *** (0.7742)
固定効果	県	市区町村	郵便番号	県	市区町村	郵便番号
決定係数	0.0399	0.0401	0.0513	0.0722	0.0731	0.0990
N	9,050	9,050	9,050	9,050	9,050	9,050

注：***, **, *はそれぞれ推定された係数が1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内の数値は都道府県内での誤差項の相関に対して頑健な標準誤差。就業・雇用状態、最終学歴、世帯構成、住宅種別、耐震性、構造種別および居住地域の固定効果に関する推定結果は省略。

表 36：主観確率と防災対策の実施

被説明変数	[1]	[2]	[3]
耐震改修	0.0002 * (0.0001)	0.0002 * (0.0001)	0.0001 (0.0002)
耐震診断	0.0002 (0.0001)	0.0002 (0.0001)	0.0001 (0.0002)
建て替え	0.0003 ** (0.0001)	0.0003 ** (0.0001)	0.0003 * (0.0001)
引っ越し	0.0002 (0.0001)	0.0002 (0.0001)	0.0002 (0.0001)
防災用品の準備	0.0011 ** (0.0002)	0.0011 ** (0.0002)	0.0008 ** (0.0002)
食料などの備蓄	0.0009 *** (0.0001)	0.0009 *** (0.0001)	0.0006 * (0.0002)
家具の固定	0.0007 *** (0.0000)	0.0007 *** (0.0001)	0.0001 (0.0002)
避難場所の決定	0.0003 * (0.0001)	0.0003 * (0.0001)	0.0001 (0.0002)
避難経路の確認	0.0006 *** (0.0001)	0.0006 *** (0.0001)	0.0002 (0.0001)
ハザードマップ	0.0012 *** (0.0002)	0.0012 ** (0.0002)	0.0012 ** (0.0003)
防災訓練	0.0003 ** (0.0001)	0.0003 * (0.0001)	0.0001 (0.0003)
安否確認方法	0.0006 *** (0.0001)	0.0006 *** (0.0001)	0.0006 * (0.0002)
懐中電灯など	0.0004 (0.0002)	0.0004 * (0.0001)	0.0003 (0.0002)
固定効果	県	市区町村	郵便番号

注：表側の防災対策の指標を被説明変数として用いた場合の、主観確率の係数の推定をまとめている。カッコ内の数値は都道府県内での誤差項の相関に対して頑健な標準誤差。***, **, *はそれぞれ推定された係数が1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。コントロール変数 (x) に関する推定結果は省略。

表 37：主観確率の更新

被説明変数：	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
主観確率（事後）						
主観確率（事前, θ^* ）	0.7179 *** (0.0067)	0.7201 *** (0.0095)	0.7166 *** (0.0075)	0.7202 *** (0.0101)	0.7106 *** (0.0142)	0.7155 *** (0.0162)
追加情報 (ξ^*)	0.3093 *** (0.0222)	0.3109 *** (0.0264)	0.3091 *** (0.0236)	0.3104 *** (0.0282)	0.3220 *** (0.0292)	0.3215 *** (0.0339)
$\theta^* + \xi^* = 1$						
F値	1.712	1.642	1.398	1.479	3.764	3.160
(p値)	(0.282)	(0.290)	(0.322)	(0.311)	(0.148)	(0.174)
固定効果	県	県	市区町村	市区町村	郵便番号	郵便番号
コントロール	No	Yes	No	Yes	No	Yes
決定係数	0.6257	0.6367	0.6252	0.6368	0.6292	0.6390
N	10,101	9,050	10,101	9,050	10,101	9,050

注：***, **, *はそれぞれ推定された係数が 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内の数値は都道府県内での誤差項の相関に対して頑健な標準誤差。モデル[1], [3], [5] はコントロール変数 (x) を含まないモデル、[2], [4], [6] はこれらを含むモデルの推定結果である。

表 38：主観確率の更新プロセスの異質性

被説明変数：	年齢		性別		最終学歴		世帯年収		住宅資産	
	60歳未満	60歳以上	男性	女性	高卒以下	短大卒以上	中央値未満	中央値以上	中央値未満	中央値以上
主観確率（事後）	0.7245 ***	0.7133 ***	0.7320 ***	0.6669 ***	0.7508 ***	0.7108 ***	0.7182 ***	0.7182 ***	0.7250 ***	0.7153 ***
	(0.0107)	(0.0080)	(0.0123)	(0.0153)	(0.0207)	(0.0096)	(0.0110)	(0.0124)	(0.0139)	(0.0139)
追加情報 (ξ^*)	0.3057 ***	0.3204 ***	0.3061 ***	0.3418 ***	0.2427 ***	0.3304 ***	0.2895 ***	0.3285 ***	0.2759 ***	0.3328 ***
	(0.0375)	(0.0209)	(0.0265)	(0.0499)	(0.0297)	(0.0255)	(0.0273)	(0.0281)	(0.0236)	(0.0334)
$\theta^* + \xi^* = 1$										
F値	0.731	2.896	2.531	0.042	0.139	3.099	0.107	3.191	0.002	1.821
(p値)	(0.4555)	(0.1873)	(0.2099)	(0.8509)	(0.7343)	(0.1766)	(0.7654)	(0.1720)	(0.9695)	(0.2700)
決定係数	0.6345	0.6308	0.6446	0.6018	0.6600	0.6330	0.6194	0.6488	0.6269	0.6450
N	4,887	4,163	7,303	1,747	1,888	7,162	3,770	5,280	4,053	4,997

被説明変数：	住宅ローン		被災経験		危険回避度（損失）		事前確率の予想範囲		追加情報	
	なし	あり	なし	あり	中央値未満	中央値以上	中央値未満	中央値以上	$p^s < p^e$	$p^s \geq p^e$
主観確率（事後）	0.7197 ***	0.7157 ***	0.7214 ***	0.7175 ***	0.7464 ***	0.6969 ***	0.8004 ***	0.6737 ***	0.7431 ***	0.8105 ***
	(0.0150)	(0.0160)	(0.0093)	(0.0303)	(0.0098)	(0.0195)	(0.0237)	(0.0056)	(0.0210)	(0.0081)
追加情報 (ξ^*)	0.2920 ***	0.3591 ***	0.3050 ***	0.3477 ***	0.2475 ***	0.3585 ***	0.2860 ***	0.3323 ***	0.2956 ***	0.1981 ***
	(0.0288)	(0.0383)	(0.0297)	(0.0385)	(0.0246)	(0.0325)	(0.0239)	(0.0364)	(0.0239)	(0.0329)
$\theta^* + \xi^* = 1$										
F値	0.315	2.612	0.968	1.636	0.036	4.041	9.523	0.030	1.051	0.070
(p値)	(0.6138)	(0.2045)	(0.3977)	(0.2909)	(0.8612)	(0.1379)	(0.0539)	(0.8729)	(0.3806)	(0.8086)
決定係数	0.6340	0.6440	0.6325	0.6423	0.6644	0.6180	0.6810	0.5477	0.4538	0.6256
N	6,030	3,020	7,641	1,409	3,809	5,241	3,534	5,516	5,172	3,878

注：表頭に示した個人・世帯属性でサンプルを分割して、それぞれ(4)式に基づく推定を行った結果を示している。***, **, *はそれぞれ推定された係数が1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内の数値は都道府県内での誤差項の相関に対して頑健な標準誤差。いずれの推定でも市区町村単位での居住地固定効果を考慮している。コントロール変数(x)についての推計結果は省略。サンプルの分割に利用した各変数の中央値は以下の通り。世帯年収：600万円、住宅資産：2250万円、危険回避度（100万円の損失を補償する保険への最大支払意思額）：20万円、事前確率の予想範囲：20%。

図9：時間割引率に関する調査項目

Q16

今日100万円もらうか、7日後にいくらもらうかのどちらかを選べるとします。
 今日100万円もらうことと、7日後に下記の表のそれぞれの行に指定した金額をもらうことを比較して、
 あなたが好む方を各行それぞれについて選んでください。

※この設問は、それぞれ横方向（→）にお答えください。

選択肢A (万円) (今日もらう)	選択肢B (万円) (7日後にもらう)	金利 (年表示)	回答欄	
			今日もらう	7日後にもらう
100	99.80	-10% →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
100	100.00	0% →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
100	100.19	10% →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
100	100.76	40% →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
100	100.91	100% →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
100	103.83	200% →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
100	105.75	300% →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
100	119.17	1000% →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
100	195.89	5000% →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

図 10：危険回避度（利得）に関する調査項目

Q18

2枚に1枚の割合で（50%の確率で）100万円が当たる「スピードくじ」があります。あなたは、「スピードくじ」がいくらなら買いますか。各行それぞれについて選んでください。

※当たれば、賞金は今日すぐ支払われます。外れた場合、賞金はゼロです。

※この設問は、それぞれ横方向（→）にお答えください。

	買う	買わない
10万円 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20万円 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30万円 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
40万円 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
50万円 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
60万円 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
70万円 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
80万円 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
90万円 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
100万円 →	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

図 11：危険回避度（損失）に関する調査項目

Q19

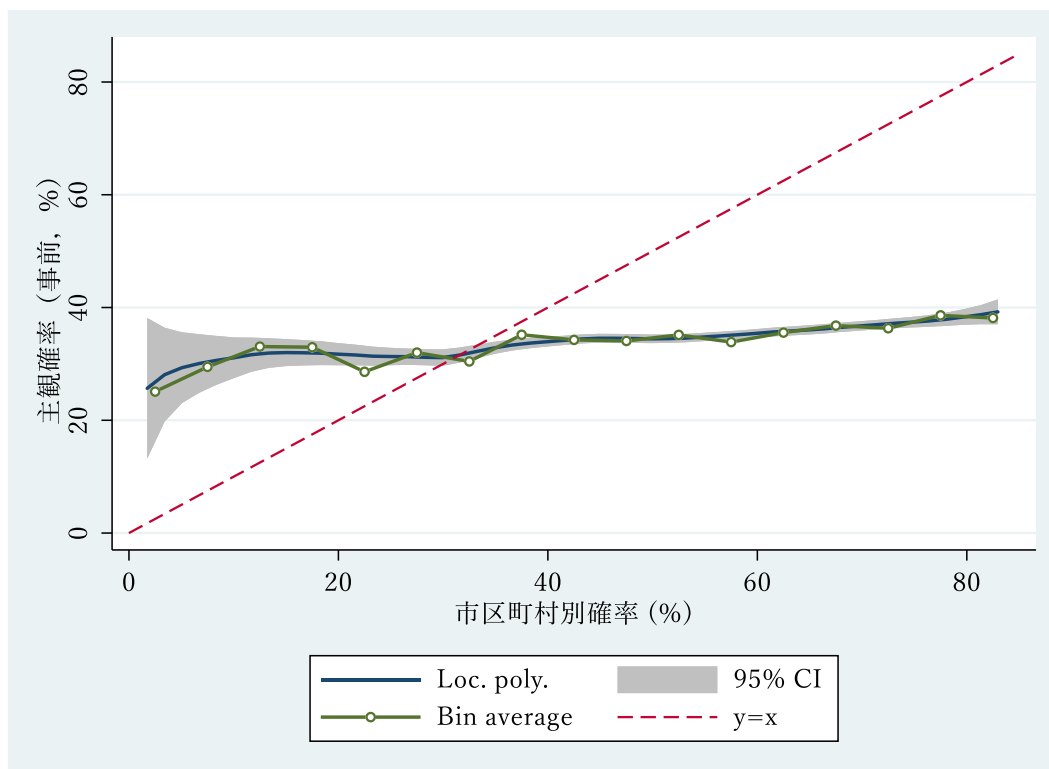
1日以内に、50%の確率で100万円の損失が発生するリスクがあるとします。
あなたは、保険料がいくらなら保険に入りますか。各行それぞれについて選んでください。

※保険料を支払っておけば、損失が発生した場合もその損失額を保険金で回収することができます。しかし、保険料を支払っていないければ、もちろん保険金は支払われません。

※この設問は、それぞれ横方向（→）にお答えください。

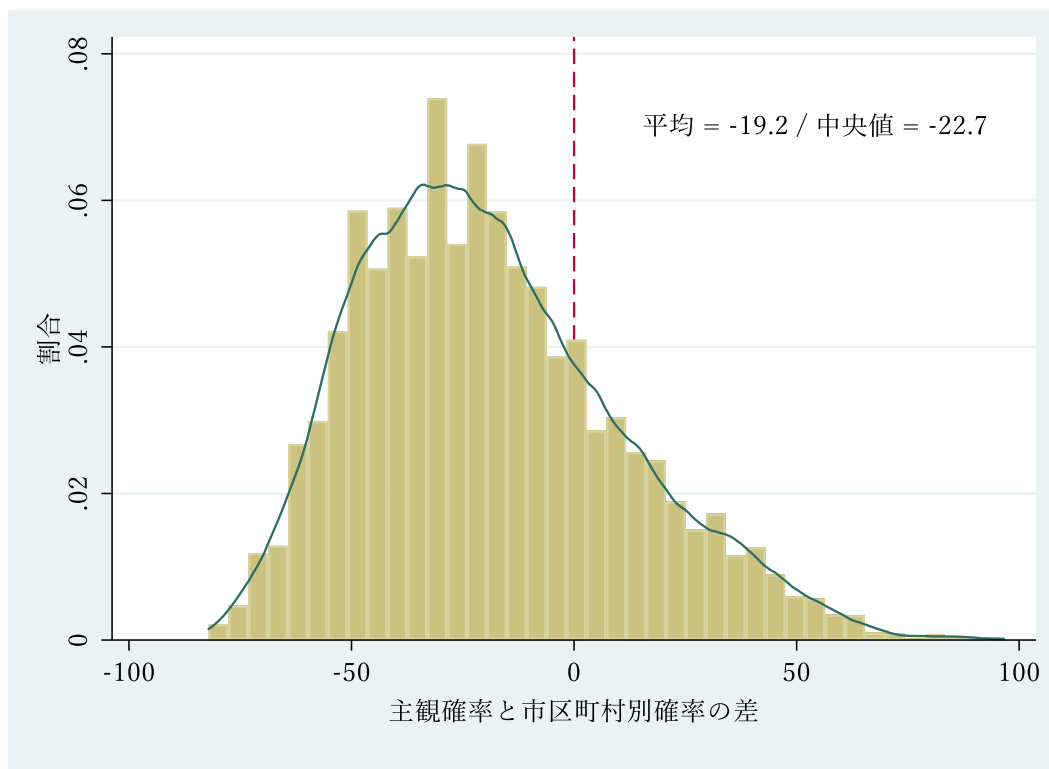
		入る	入らない
10万円	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20万円	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30万円	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
40万円	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
50万円	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
60万円	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
70万円	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
80万円	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
90万円	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
100万円	→	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

図 12：市区町村別にみた地震発生確率と主観確率の関係



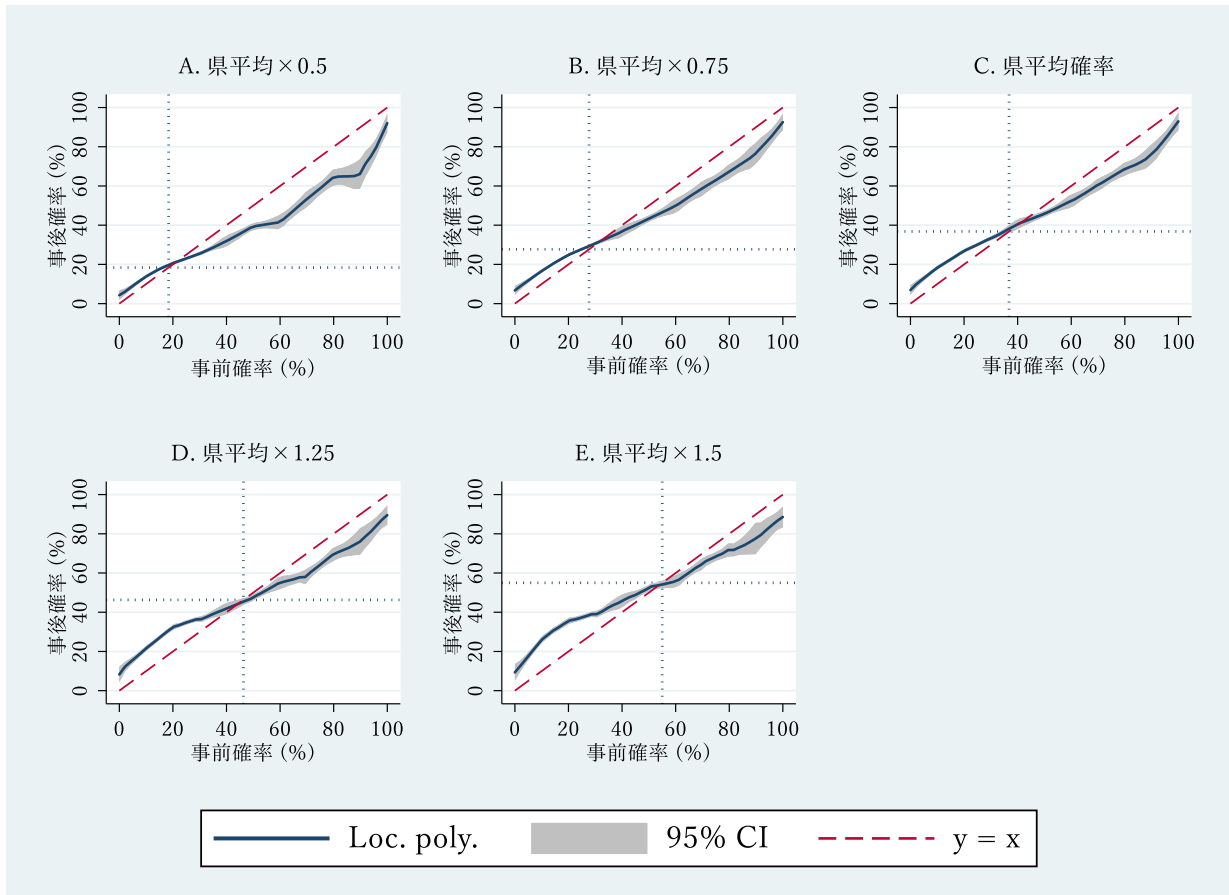
注：グラフの横軸は「確率論的地震動予測地図」に基づく今後 30 年以内の震度 6 弱の地震発生確率の市区町村別平均値、縦軸は同様の事象に対する主観確率を示している。緑色の実線は市区町村別確率の水準によってサンプルを分割 (5%刻み) し、それぞれのサンプルの主観確率の平均値をプロットしたもの。青の実線は、局所多項式回帰 (次数 1) の結果であり、灰色の網掛部分は 95%信頼区間を示す。また、赤の破線は主観確率 = 市区町村別確率となる 45 度線。

図 13：主観確率と市区町村別確率の差



注：図の横軸は、各対象者の回答した主観確率と、「確率論的地震動予測地図」に基づく確率の市区町村別平均値との差を表している。緑色の実線は、カーネル密度関数の推定結果。

図 14：事前の主観確率と事後の主観確率の関係



注：A～E は、追加情報の提示の際のランダム割当グループ。青の実線は、局所多項式回帰（次数 1）の結果であり、灰色の網掛部分は 95%信頼区間を示す。赤の破線は事後確率＝事前確率となる 45 度線。点線は、調査対象者に提示された都道府県別の地震発生確率（1 都 3 県の平均値）。

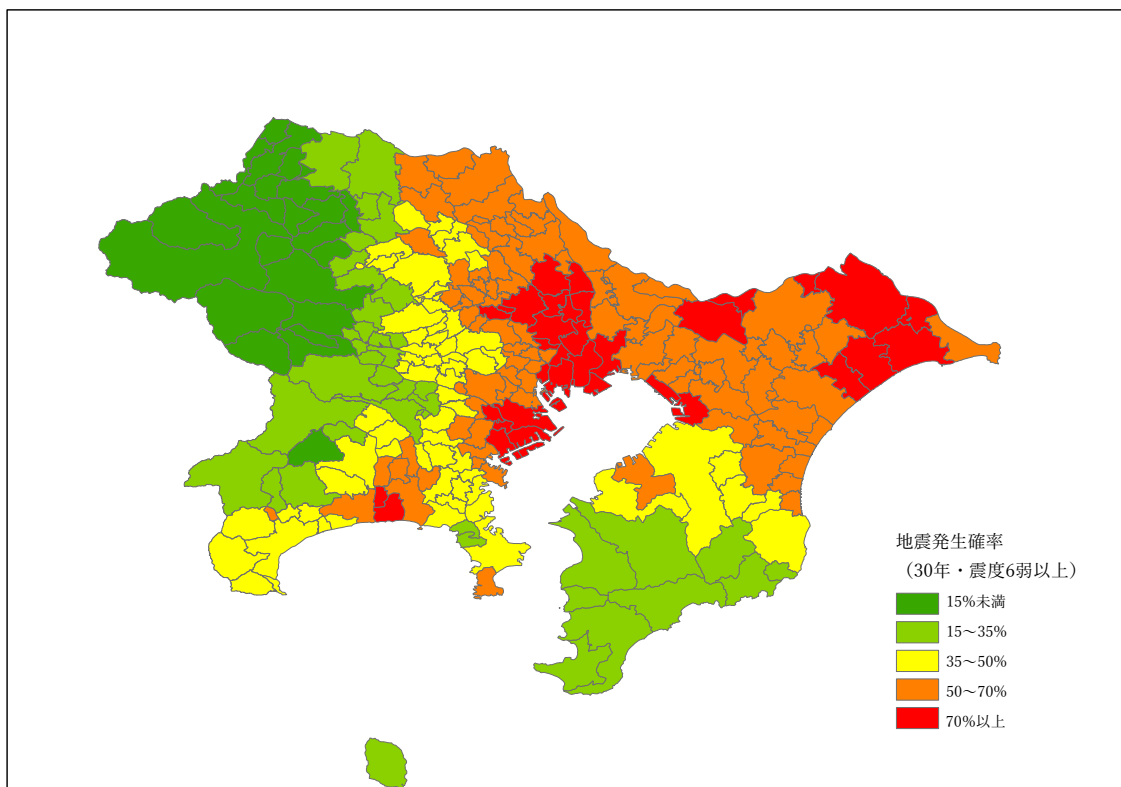
付表1：変数の定義

変数	内容	回答
地震保険への加入	地震保険への加入についてお尋ねします。ご自宅の建物を対象とした地震保険に加入されていますか。	「加入している」か「加入していない」のいずれかを選択
支払意思額	(ア) 建物部分の毎年の保険料がどのくらいまで上がっても、地震保険に加入しようと思いませんか。負担できる最大の金額をお答えください。(加入意向あり) (イ) 保険料がどのくらいまで下がれば、地震保険に加入しようと思いませんか。(加入意向なし)	「毎年の保険料が____円までならば加入する」 「毎年の保険料が____円まで下がれば加入する」
防災対策	地震に対する備えについてお伺いします。あなたはこれまでに、下記の行動をしたことがありますか。	「耐震改修」、「耐震診断」、「建替え」、「引っ越し」、「防災用品の準備」、「食料などの備蓄」、「家具・家電などの固定」、「避難場所を決める」、「避難経路の確認」、「ハザードマップなどの確認」、「防災訓練への参加」、「安否確認方法などを決める」、「懐中電灯などの準備」のそれぞれについて、「はい」か「いいえ」のいずれかを選択。
主観確率	あなたが住んでいる地域で今後30年以内に震度6弱以上の地震にあう確率は何パーセントだと思いますか？	「____%」(0~100)
年齢	回答されるあなたの年齢をお答えください。	「25歳未満」、「25~29歳」…「70~74歳」、「75歳以上」から一つを選択。
性別	回答されるあなたの性別をお答えください。	「男」、「女」のいずれかを選択。
就業	あなたの職業について、最も当てはまるものをお答えください。	「正規の職員・従業員」、「派遣・契約社員、嘱託」、「パート・アルバイト」、「自営業」、「自営業の手伝い」、「主に家事に従事」、「学生」、「無職」、「その他」から一つを選択。
学歴	あなたの最終学歴をお答えください。	「小学校・中学校」、「高校・旧制中学校」、「短大・高専」、「大学」、「大学院」から一つを選択。
世帯構成	あなたの世帯構成をお答えください。	「単身世帯」、「あなたと配偶者のみ」、「あなたと配偶者と子どものみ」、「あなたと子どものみ」、「あなたとあなたの(両)親」、「その他」から一つを選択。
世帯年収	あなたの世帯全体の年収について、おおよその金額をお答えください。	「100万円未満」、「100~200万円未満」…「1,500~2,000万円未満」、「2,000万円以上(おおよその金額：____万円)」から一つを選択。
土地・住宅保有額	あなたの世帯全体が所有している住宅・土地などの資産は、現在の評価額でどれくらいになりますか。	「所有していない」、「500万円未満」、「500~1,000万円未満」…「3,000~5,000万円未満」、「5,000万円以上(おおよその金額：____万円)」から一つを選択。
金融資産保有額	あなたの世帯全体の金融資産残高(預貯金・株・保険等)はどれくらいになりますか。	「所有していない」、「250万円未満」、「250~500万円未満」…「1,500~2,000万円未満」、「2,000万円以上(おおよその金額：____万円)」から一つを選択。

付表 1：変数の定義（続き）

変数	内容	回答
住宅ローン	該当するものを選択してください。	「住宅ローンが残っている」か「住宅ローンは残っていない、または借りていない」のいずれかを選択。
住宅種別	あなたがお住まいの住宅の所有関係は次のどれになりますか。	「持家戸建て」、「持家長屋建て（テラスハウス、タウンハウス）」、「持家共同住宅（マンション）」、「借家戸建て」、「借家長屋建て（テラスハウス、タウンハウス）」、「借家共同住宅（マンション、アパート）」から一つを選択（※「借家」の場合は調査対象外）
現住居の築年数	住宅の建築年数をお答えください。	「築____年」
現住居の耐震性	現在お住まいの住居の建物の老朽度、構造、地盤・基礎などを総合的に判断して、耐震性能は十分だと思われませんか。	「十分である」、「十分でない」、「わからない」から一つを選択。
住宅の構造種別	お住まいの住宅は、下記のいずれの構造に該当しますか。	「イ構造（主として鉄骨・コンクリート造の建物）」、「ロ構造（主として木造の建物）」のいずれかを選択。
被災経験（地震）	あなたが経験した災害・被害は、以下のどれに該当しますか。該当する箇所をすべて選んでください。	「被害を受けたことはない」、「家族の死亡、自身や家族がけがなどを経験した」、「家屋の倒壊・浸水・破損などを経験した」、「その他の被害を受けた」から当てはまるものをすべて選択。
危険回避度（利得）	2枚に1枚の割合で（50%の確率で）100万円があたる「スピードくじ」があります。あなたは、「スピードくじ」がいくらなら買いますか。	「10万円」、「20万円」…「100万円」のそれぞれについて、「買う」、「買わない」のいずれかを選択（図1参照）。
危険回避度（損失）	1日以内に、50%の確率で100万円の損失が発生するリスクがあるとします。あなたは、保険料がいくらなら保険に入りますか。保険料を払っておけば、損失が発生した場合もその損失額を保険金で回収することができます。しかし、保険料を払っていなければ、もちろん保険金は支払われません。	「10万円」、「20万円」…「100万円」のそれぞれについて、「入る」、「入らない」のいずれかを選択（図2参照）。
時間割引率	今日100万円もらうか、7日後にいくらもらうかのどちらかを選べるとします。今日100万円もらうことと、7日後に下記の表のそれぞれの行に指定した金額をもらうことを比較して、あなたが好む方を各行それぞれについて選んでください。	7日後にもらう金額が「99.80万円」、「100.00万円」…「195.89万円」であるケースのそれぞれについて、「今日もらう」、「7日後にもらう」のいずれかを選択（図3参照）。

付図 1：市区町村別の地震発生確率の空間的分布



注：市区町村別確率は、「確率論的地震動予測地図」に基づく今後30年以内の震度6弱の地震発生確率の市区町村別平均値である。

終章

本論文の構成は大きく分けて2つのパートに分類できる。まずは、実際の防災対策が不動産価格を通して十分に正当化されるのか評価した第1章と第2章からなるパートである。これらの章では、都市の密集市街地を主に取り上げ、密集市街地解消のための政策である細街路対策による便益、スピルオーバー効果を考慮した密集市街地解消による便益の推定を試みた。密集市街地の解消は、多くの自治体の長年の課題であり、様々な政策を行ってきた。幅員の広い道路を通し、沿道に耐火性の高い建物を建て、延焼遮断帯を形成したり、老朽木造住宅の除去・建替えを促進するためにコミュニティ住宅を建築したり、遊休地を公園・広場に整備したりと幅広い政策を展開してきた。特に、都市における密集市街地の解消は、当該地域の安全性の向上が周辺地域までスピルオーバーする可能性があり、大きな便益を発生させる可能性がある。第1章では、詳細な空間データとGIS、ヘッドニックアプローチを駆使して、実際の政策で行われている細街路対策を評価し、概ね現在の政策を支持する結果を得ることができた。これまで、密集市街地すべてを解消することによる効果を分析した既存研究はあったが、その個別の解消政策を評価する論文はなく、政策立案の現場において有益な知見を与えるものとなったと考えている。第2章では、空間計量経済学のモデルを用いて、地震リスクの低下が地価公示価格に与える影響を分析し、スピルオーバー効果があるのかについて検証した。分析結果から、スピルオーバー効果の存在が明らかとなり、都市防災整備の評価においてはスピルオーバー効果を考慮しなければ過小評価になってしまうことが明らかとなった。

もう一つのパートは、災害リスク認知に関して分析をした第3章、第4章、第5章からなるパートである。地震、水害は身近な災害となっており、居住地域の災害リスクを事前に十分認知し、そのリスクに見合った事前の防災対策（例えば、建物の建替えや耐震改修、保険加入、避難場所の確認など）が非常に大切である。近年では、災害リスク情報の公開が進み、各地のハザードマップをまとめたポータルサイトが立ち上がるなど、災害リスク情報へのアクセスは容易となっているが、いまだにハザードマップの認知率は低いといった問題がある。さらに、認知率が上がったとしても、その情報を人々は正しく認識するとは限らない。不確実性を伴う情報の認知にはバイアスが存在すると言われており、災害リスク情報の周知を進めると同時に、どのような情報を与えるべきなのかを模索する必要がある。第3章では、不動産価格を通して、東日本大震災前後の地震リスク認知の変化を分析した。東日本大震災は、被災地域のみならず非被災地域にも大きなインパクトを与え、地震リスクを見つめなおすきっかけになった可能性がある。分析結果から、被災後に地震リスク指標が不動産価格に与える影響が大きくなっており、

実際の震災の情報が地震リスク認知を変化させたと考えられる。第4章では、賃貸住宅市場を通して、豪雨被害前後の水害リスク認知の変化について分析した。分析結果から、浸水被害地域は被害後に賃料が有意に低下し、一方、浸水被害のなかった浸水想定区域では賃料が有意に上昇した。さらに、浸水被害地域の賃料の低下は、その後最低でも3年間は続くことが明らかとなった。これは、被害前において浸水被害地域では水害リスクを過小評価し、浸水被害のなかった浸水想定区域では水害リスクを過大評価していたことを示唆する結果となった。第5章では、アンケートデータを用いて地震リスク認知のメカニズム、および地震リスク認知と防災行動について分析した。第3章、第4章では不動産市場を通して、災害リスク認知の変化を捉えていたが、災害リスク認知は個人属性に大きく依存しているため、どのような人がどのような情報によって、どのような影響を受けるのかといった分析は難しい。そこで、アンケート調査を行い、回答者を複数のグループに振り分け、各グループに異なる災害リスク情報を提示するといった実験を行った。その結果、震度6弱以上の地震発生に対する主観確率は地震保険加入に正の影響を持つこと、回答者は提示された情報に近づく形で主観的リスク認知を更新させることが分かった。これらの結果から、災害リスク情報を正しく提示していくことで、将来的に人々の最適な防災行動を促すことができると考えられる。

もちろん、本論文に残された課題は多く、今後さらに分析を緻密化していく必要がある。ここでは地震、水害を取り上げているが、近年の自然災害の多発に伴い、これまでに以上に予期せぬ災害が発生する可能性がある。不確実性の高い災害に対して、どのように最適な行動を促せるのか、被害を最小限にするために効率的な政策は何かといった問いには、複数の答えがあり、それは災害の種類や地域の違い、住民の属性などによって大きく異なる。したがって、常に臨機応変な政策が求められる。その際、本論文の分析結果、分析手法が最適な政策を選択する際の手掛かりとなれば幸いである。さらに、本論文では、経済学の観点から防災に関する政策を評価しているが、実際の政策立案の現場では、都市計画の観点や、法律の観点など様々な観点から政策を評価・立案する必要がある。ゆえに、他分野との相互作用がうまく働くように、学問としての経済学の立ち位置を再確認し、他分野の理解を深めていく必要がある。

参考文献

- 東京都（2012）「木密地域不燃化 10 年プロジェクト実施方針」
- 東京都（2022）「首都直下地震等による東京の被害想定報告書」
- 常総市水害対策検証委員会（2016）「平成 27 年常総市鬼怒川水害対応に関する検証報告書—わがこととして災害に備えるために—」
- 京都市（2012a）「歴史都市京都における密集市街地対策等の取組方針」
- 京都市（2012b）「京都市細街路対策指針」
- 国土交通省（2012）「地震時等に著しく危険な密集市街地について」（2019/07/24 取得）
http://www.mlit.go.jp/report/press/house06_hh_000102.html
- 国土交通省（2018）「密集市街地の改善整備について」
- 国土交通省（2021）「水防法等の一部改正について」
- 国土交通省(2022)「令和 4 年版国土交通白書 2022～気候変動とわたしたちの暮らし～」
- 内閣府（2010）『平成 22 年度版 防災白書』，東京：大蔵省印刷局。
- 内閣府（2014）『平成 26 年度版 防災白書』，東京：大蔵省印刷局。
- 内閣府（2019）『令和元年度版 防災白書』，東京：大蔵省印刷局。
- 内閣府（2021）「復旧・復興ハンドブック」
- 文部科学省及び気象庁（2020）「日本の気候変動 2020 — 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 —」
- 石塚治久・横井渉央（2017）「東日本大震災前後の東京都における自然災害リスク情報が土地取引価格に与える影響」，応用地域学研究, No.21 ,1-16.
- 川脇康生（2007）「地震リスク認識のバイアスと地価：阪神・淡路大震災被災地域での実証」，不動産学会』，第 21 巻第 1 号, 104-115.
- 顧濤・中川雅之・齊藤誠・山鹿久木（2011a）「活断層リスクの社会的認知と活断層帯周辺の地価形成の関係について：上町断層帯のケース」，『応用地域学研究』，第 16 号, 27-41.

- 顧濤・中川雅之・齊藤誠・山鹿久木 (2011b)「東京都における地域危険度ランキングの変化が地価の相対水準に及ぼす非対称的な影響について：市場データによるプロスペクト理論の検証」,『行動経済学』, 第4巻, 1-19.
- 顧濤・中川雅之・齊藤誠・山鹿久木 (2014)「活断層リスクの社会的認知の変化と周辺地価形成の関係の検証」,住宅土地経済, No.92, 29-35.
- 佐藤慶一・松浦広明・田中陽三・永松伸吾・大井昌弘・大原美保・廣井悠 (2016)「災害リスク情報と不動産市場のヘドニック分析」, ESRI Discussion Paper, No.327.
- 白川慧一 (2021)「浸水想定と実際の浸水が地価に与える影響の検証—名古屋を事例として—」, 日本不動産学会学術講演会論文集, 37号.
- 染岡夏樹・有村俊秀 (2021)「豪雨・土砂災害が住民の災害リスク認識に与える影響—広島市周辺の地価に着目して—」, 環境科学会誌, 34 (4) , 196-207.
- 宅間文夫 (2007)「密集市街地の外部不経済に関する定量化の基礎研究」, 住宅土地経済, No.64, 30-37.
- 永松伸吾・佐藤慶一・田中陽三・山本圭一 (2015)「災害に強い国土利用への中長期誘導方策の研究」, New ESRI Working Paper, No.34.
- 安田昌平・河端瑞貴・直井道生 (2022)「都市防災整備の便益評価 —地価の空間パネルデータ分析—」, 住宅土地経済, No.126, pp.20-27.
- 安田昌平・宅間文夫 (2017)「京町家を考慮した木造住宅密集地域の外部費用の推定」, 住宅土地経済, No.103, 26-35.
- 安田昌平・宅間文夫 (2020)「京都市の細街路が住宅価格・賃料に及ぼす影響に関する研究」, 日本不動産学会誌, 132号, pp.49-57.
- 安田昌平・行武憲史・直井道生 (2018)「東日本大震災前後における建物倒壊危険度が住宅市場に与えた影響の検証」, KEIO-IES Discussion Paper Series.
- Apergis, N. (2020). “Natural disasters and housing prices: fresh evidence from a global country sample.” *International Real Estate Review*, 23(2), 815-836.
- Armantier, O. (2006). “Estimates of own lethal risks and anchoring effects.” *Journal of Risk and Uncertainty*, 32(1), 37-56.
- Atreya, A., S. Ferreira, and W. Kriesel (2013). “Forgetting the flood? An analysis of the flood risk discount over time.” *Land Economics*, 89 (4), 577-596.
- Bauer, T. K., S. T. Braun, and M. Kvasnicka (2017). “Nuclear power plant closures and local housing values: Evidence from Fukushima and the German housing market.” *Journal of Urban Economics*, 99, 94-106.

- Beron, K. J., J. C. Murdoch, M. A. Thayer, and W. P. M. Vijverberg (1997). "An analysis of the housing market before and after the 1989 Loma Prieta Earthquake." *Land Economics*, 73, 101-113.
- Bin, O., and C. E. Landry (2013). "Changes in implicit flood risk premiums: Empirical evidence from the housing market." *Journal of Environmental Economics and Management*, 65 (3), 361-376.
- Bin, O. and S. Polasky (2004). "Influence of flood hazards on property values: Evidence before and after Hurricane Floyd." *Land Economics*, 80 (4), 490-500.
- Boes, S., S. Nüesch, and K. Wüthrich (2015). "Hedonic valuation of the perceived risks of nuclear power plants." *Economics Letters*, 133, 109-111.
- Botzen, W. W., and van den Bergh, J. C. (2012). "Risk attitudes to low-probability climate change risks: WTP for flood insurance." *Journal of Economic Behavior and Organization*, 82(1), 151-166.
- Brookshire DS, Thayer MA, Tschirhart J, Schulze WD (1985). "A test of the expected utility model: evidence from earthquake risks." *Journal of Political Economy* 93(2): 369–389.
- Camerer, C. F., and Kunreuther, H. (1989). "Decision processes for low probability events: Policy implications." *Journal of Policy Analysis and Management*, 8(4), 565-592.
- Cameron, L., and M. Shah (2015). "Risk-taking behavior in the wake of natural disasters." *Journal of Human Resources*, 50 (2), 484-515.
- Cameron, T. A.. (2005). "Updating subjective risk in the presence of conflicting information: An application to climate change." *Journal of Risk and Uncertainty*, 30(1), 63-97.
- Chivers, J., and Flores, N. E. (2002). "Market failure in information: The national flood insurance program." *Land Economics*, 78(4), 515-521.
- Cohen, J. P., B. Jason, and K. Kim (2021), "Storm surges, informational shocks, and the price of urban real estate: An application to the case of Hurricane Sandy", *Regional Science and Urban Economics*, 90, 103694.
- Dohmen, T., Falk, A., Huffman, D., Sunde, U., Schupp, J., and Wagner, G. G. (2011). "Individual risk attitudes: Measurement, determinants, and behavioral consequences." *Journal of the European Economic Association*, 9(3), 522-550.
- Elhorst JP (2014). "Spatial Econometrics: From Cross-Sectional Data to Spatial Panels." Springer, Heidelberg.
- Fink, A., and T. Stratmann (2015). "US housing prices and the Fukushima nuclear accident." *Journal of Economic Behavior and Organization*, 117, 309-326.
- Fire and Disaster Management Agency (2017). "2017 White Paper on Fire Service." Ministry of Finance Printing Works.
- Gallagher, J. (2014). "Learning about an infrequent event: evidence from flood insurance take-up in the United States." *American Economic Journal: Applied Economics*, 6 (3), 206-233.
- Gu, T., M. Nakagawa, M. Saito, and H. Yamaga (2018). "Public perceptions of earthquake risk and the impact on land pricing: The case of the Uemachi Fault line in Japan." *Japanese Economic Review*, 69 (4), 374-393.

- Hanaoka, C., H. Shigeoka, and Y. Watanabe (2018). "Do risk preferences change? Evidence from the Great East Japan Earthquake." *American Economic Journal: Applied Economics*, 10 (2), 298-330.
- Hennighausen, H. and J. F. Suter (2020). "Flood Risk Perception in the Housing Market and the Impact of a Major Flood Event." *Land Economics*, 96, 366-383.
- Hidano N, Hoshino T, Sugiura A (2015). "The effect of seismic hazard risk information on property prices: evidence from a spatial regression discontinuity design." *Regional Science and Urban Economics*, 53, 113–122.
- Hino, M. and B. Marshall (2021). "The effect of information about climate risk on property values." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(17).
- Jiang, Y. Y., Y. Asai, and S. Moridaira (2013). "On household insurance demand and loss control: Evidence from the Great East Japan Earthquake." *International Journal of Business*, 18 (4), 332-350.
- Kask, S. B., and S. A. Maani (1992). "Uncertainty, information, and hedonic pricing." *Land Economics*, 68 (2), 170-184.
- Kawabata, M., M. Naoi, and S. Yasuda (2022). "Earthquake risk reduction and residential land prices in Tokyo." *Journal of Spatial Econometrics*, 3(1), pp.1-22.
- Kawaguchi, D. and N. Yukutake (2017). "Estimating the residential land damage of the Fukushima nuclear accident." *Journal of Urban Economics*, 99, 148-160.
- Kousky, C. (2010). "Learning from extreme events: Risk perceptions after the flood." *Land Economics*, 86 (3), 395-422.
- Kousky, C. (2017). "Disasters as learning experiences or disasters as policy opportunities? Examining flood insurance purchases after hurricanes." *Risk Analysis*, 37 (3), 517-530.
- Kunreuther, H. (1996). "Mitigating disaster losses through insurance." *Journal of Risk and Uncertainty*, 12(2-3), 171-187.
- Kunreuther, H., and M. Pauly (2004). "Neglecting disaster: Why don't people insure against large losses?." *Journal of Risk and Uncertainty*, 28 (1), 5-21.
- Kung, Y. W., and Chen, S. H. (2012). "Perception of earthquake risk in Taiwan: Effects of gender and past earthquake experience." *Risk Analysis*, 32(9), 1535-1546.
- LeSage J, Pace R K (2009). "Introduction to Spatial Econometrics." CRC Press, Boca Raton
- Lee L-F, Yu J (2010). "Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects." *Journal of Econometrics*, 154: 165–185.
- Lichtenstein, S., P. Slovic, B. Fischhoff, M. Layman, and B. Combs (1978). "Judged frequency of lethal events." *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4 (6), 551-578.
- Lo, A. Y., and L. T. O. Cheung (2015). "Seismic risk perception in the aftermath of Wenchuan earthquakes in southwestern China." *Natural Hazards*, 78, 1979-1996.
- Matsuura, H. and K. Sato (2018). "Economic evaluation of multi-hazard risk information in Japan: Implication for earthquake risk communication." in Fletcher, C. V. and J. Lovejoy

(eds.), *Natural Disasters and Risk Communication: Implications of the Cascadia Subduction Zone Megaquake*, Lexington Press.

- Nakagawa, M., M. Saito, and H. Yamaga (2007). "Earthquake risk and housing rents: Evidence from the Tokyo Metropolitan Area." *Regional Science and Urban Economics*, 37 (1), 87-99.
- Nakagawa, M., M. Saito, and H. Yamaga (2009). "Earthquake risks and land prices: Evidence from the Tokyo Metropolitan Area." *Japanese Economic Review*, 60, 208-222.
- Naoi M, Seko M, Sumita K (2009). "Earthquake risk and housing price in Japan: Evidence before and after massive earthquakes." *Regional Science and Urban Economics*, 39(6): 658–669.
- Naoi, M., M. Seko, and T. Ishino (2012). "Earthquake risk in Japan: Consumers' risk mitigation responses after the Great East Japan earthquake." *Journal of Economic Issues*, 46 (2), 519-530.
- Petrolia, D. R., Landry, C. E., and Coble, K. H. (2013). "Risk preferences, risk perceptions, and flood insurance." *Land Economics*, 89(2), 227-245.
- Pope, C. J. (2008). "Buyer information and the hedonic: The impact of a seller disclosure on the implicit price for airport noise." *Journal of Urban Economics*. 63(2), 498-516.
- Rheinberger, C. M., and Hammitt, J. K. (2018). "Dinner with Bayes: On the revision of risk beliefs." *Journal of Risk and Uncertainty*, 57(3), 253-280.
- Robinson, P. M. (1988). "Root-N-consistent semiparametric regression." *Econometrica*, 56(4), 931-954.
- Rogers, G. O. (1997). "The dynamics of risk perception: How does perceived risk respond to risk events?," *Risk Analysis*, 17 (6), 745-757.
- Said, F., U. Afzal, and G. Turner (2015). "Risk taking and risk learning after a rare event: evidence from a field experiment in Pakistan." *Journal of Economic Behavior and Organization*, 118, 167-183.
- Singh R (2019). "Seismic risk and house prices: Evidence from earthquake fault zoning." *Regional Science and Urban Economics* 75, 187–209.
- Skantz, T., and Strickland, T. (1987). "House prices and a flood event: an empirical investigation of market efficiency." *Journal of Real Estate Research*, 2 (2), 75-83.
- Smith, V. K., and Johnson, F. R. (1988). "How do risk perceptions respond to information? The case of radon." *Review of Economics and Statistics*, 70(1), 1-8.
- Smith, V. K., Desvousges, W. H., Johnson, F. R., and Fisher, A. (1990). "Can public information programs affect risk perceptions?." *Journal of Policy Analysis and Management*, 9(1), 41-59.
- Tanaka, S., and J. Zabel (2018). "Valuing nuclear energy risk: Evidence from the impact of the Fukushima crisis on US house prices." *Journal of Environmental Economics and Management*, 88, 411-426.
- Trumbo, C., Lueck, M, Marlatt, H., and Peek, L. (2011). "The effect of proximity to Hurricanes Katrina and Rita on subsequent hurricane outlook and optimistic bias." *Risk Analysis*, 31(12), 1907-1918.

- Tversky, A., and D. Kahneman (1974). "Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases." *Science*, 185 (4157), 1124-1131.
- Viscusi, W. K. (1985). "A Bayesian perspective on biases in risk perception." *Economics Letters*, 17 (1-2), 59-62.
- Viscusi, W. K. (1989). "Prospective reference theory: Toward an explanation of the paradoxes." *Journal of Risk and Uncertainty*, 2(3), 235-263.
- Viscusi, W. K. (1997). "Alarmist decisions with divergent risk information." *Economic Journal*, 107(445), 1657-1670.
- Viscusi, W. K., Hakes, J., and Carlin, A. (1997). "Measures of mortality risks." *Journal of Risk and Uncertainty*, 14(3), 213-233.
- Viscusi, W. K., and Magat, W. A. (1992). "Bayesian decisions with ambiguous belief aversion." *Journal of Risk and Uncertainty*, 5(4), 371-387.
- Viscusi, W. K., and O'Connor, C. J. (1984). "Adaptive responses to chemical labeling: Are workers Bayesian decision makers?." *American Economic Review*, 74(5), 942-956.
- Viscusi, W. K., and Zeckhauser, R. J. (2015). "The relative weights of direct and indirect experiences in the formation of environmental risk beliefs." *Risk Analysis*, 35(2), 318-331.
- Wachinger, G., Renn, O., Begg, C., and Kuhlicke, C. (2013). "The risk perception paradox: Implications for governance and communication of natural hazards." *Risk Analysis*, 33(6), 1049-1065.
- Yi, D., Choi, H. (2020). "Housing market response to new flood risk information and the impact on poor tenant." *Journal of Real Estate Finance and Economics*. 61. 55-79.
- Zhai, G., Fukuzono, T., & Ikeda, S. (2003), "Effect of flooding on megalopolitan land prices: a case study of the 2000 Tokai flood in Japan." *Journal of natural disaster science*, 25(1), 23-36.
- Zhu, H., Y. Deng, R. Zhu, and X. He (2016), "Fear of nuclear power? Evidence from Fukushima nuclear accident and land markets in China." *Regional Science and Urban Economics*, 60, 139-154.