

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

石塚治久¹・横井渉央²

¹ 正会員 修士（情報科学） 一般財団法人 日本不動産研究所（〒105-8485 東京都港区虎ノ門1-3-2）

² 正会員 博士（情報科学） 尚絅学院大学 総合人間科学部（〒981-1295 宮城県名取市ゆりが丘4-10-1）

不動産取引において地歴・地盤情報・災害情報への関心が強くなったと言われるが、土地取引においてハザード情報は実際にどのように評価されていたのか。本研究では、東日本大震災前後となる2010年～2013年において東京都内で実際に取引された土地の価格等の情報について、サンプルサイズ約5,000件により実証研究を行った。価格の相互依存関係を考慮した空間ヘドニックモデルの推定結果からいくつか重要な知見が得られた。1) 火災リスクに比べて建物倒壊リスクは地価に大きな負の影響を与える。2) 取引される土地面積が大きいほど、土地単価へのリスク情報の影響は大きい。3) 面積が大きい土地の取引価格への自然災害リスクの影響は、震災直後は一端弱くなったが、その後震災前の水準に戻った。被害状況の把握がリスクの再評価につながったと推測される。

Key Words: *disaster and real estate, real estate appraisal, land price, spatial autocorrelation*

1. はじめに

現代においても自然災害は社会にとって大きな脅威である。例えば、2011年3月11日に発生した東日本大震災は東北及び北関東の太平洋沿岸部だけでなく、首都圏にも大きな被害を与えた。首都圏では、津波被害は起きなかったが、断層の歪みや液状化によって地盤沈下が起き、千葉県浦安地区や内陸部（埼玉県久喜市等）でも電柱や戸建住宅が傾いた¹⁾。そのような背景の下、不動産取引において地歴・地盤情報・災害情報への関心が強くなったと言われるが、土地取引においてハザード情報は実際にどのように評価されていたのか。本研究では、災害リスクの情報が不動産市場にいかなる影響を与えるかを検証する。

災害と不動産の価値の研究は1980年代以降行われている。Brookshire et al. (1985)²⁾ は、ア

メリカ合衆国の2都市で1978年に販売された住宅の不動産情報から地震災害情報が住宅の価値に影響を与えていることを示した。

Naoui et al. (2007, 2009, 2010)^{3) 4) 5)} は、慶応義塾大学の家計パネル調査と地震のJ-SHISデータを利用し、家計の家賃モデルと賃金モデルから日本の2,136都市の生活の質（Quality of Life Index）を推計した。生活の質への地震リスクが与える重要なインパクト・地震リスクの社会的コストの大きな地域間差異を示した。

小野ら (2003)⁶⁾ や清水・唐渡 (2007)⁷⁾ では、ヘドニック法を長期にわたり価格指数に当てはめる場合には、「個々の性質に対する価格」が時間経過とともに変化する可能性、財や不動産の価格を説明する「性質の集まり」が変化する可能性を指摘し定量化を図った。ここで、構造制約型モデルにおける被説明変数は中古マンション価格、説明変数は専有面積、最寄り駅までの距離、都心ま

での接近性、築後年数、バルコニー面積、総戸数、その他建物属性、沿線ダミー、行政市区ダミー、時間ダミーを採用し、構造非制約型モデルでは、時間ダミーを取り除いて各期のデータを用いて期別に推定を行っている。

唐渡 (2007)⁸⁾ は、GSSLS (generalized spatial two stage least squares; Kelejian and Prucha (1998)⁹⁾) の推定により、地価データ自体に弱い空間的自己相関があることを示した。また、内生変数の空間ラグを考慮しないモデルは、空間限界効果が過大評価されることを示した。被説明変数は2002年から2006年の地価公示を用い、説明変数には地積、前面道路幅員、最寄り駅までの距離、容積率、JR東京駅までの直線距離、土地形状ダミー、区ダミー、用途ダミーを採用して年毎に推定を行っている。

Donovan et al. (2007)¹⁰⁾ は、コロラドの森林火災をケーススタディとして、森林火災情報の消防署のホームページへの掲載が住宅価格にどのような影響を与えるかを調査した。推定結果は、森林火災情報が掲載される以前、住宅価格と火災リスクは正の相関を示していたが、情報掲載後、相関は見られなくなった。これは、森林火災へのリスクについて人々への認知度が広がったことを意味する。また、時間が経過するとこの効果が薄まることを確認した。被説明変数は、コロラドスプリングスの住宅価格で、説明変数は、建物形式、タイプ、品質、築年、部屋数、敷地面積あたりの天然木の数、面積あたりの駐車場の広さ、学校ダミー、交通量ダミー、販売年ダミー、火災リスクダミー、危険エリアまでの距離ダミー、屋根素材ダミー、サイディング素材ダミー、住宅密度ダミー、住宅の平均斜度を採用している。

瀬谷ら (2013)¹¹⁾ は、説明変数の内生性を考慮した空間計量経済モデルである空間ラグモデル (SLM) を用いて、東京23区に分譲マンションを対象とした水害リスクのヘドニック推定を行った。推定結果は、OLS推定では1%水準で統計的に有意に負の影響を持つ一方、SLM推定では水害リスク変数を外生・内生のいずれの変数として扱っても10%水準でさえ有意とならないことを示し、ヘドニック分析において除外変数を考慮す

ることの重要性とそのための空間計量経済モデルの可能性を示唆した。

Yamane et al. (2011)¹²⁾ は、「原発施設は地域的に望まれない土地利用とみなされるが、一方でインフラ整備や雇用創出に貢献している」との仮説を立て、効果を検証した。むつ小川原エリアで原発施設周辺の地価変動を時系列で分析し、施設計画の発表や建設工事の着工等の公表によって六ヶ所村の原子力発電所周辺で地価が下落するという結果を得た。被説明変数は地価公示、説明変数は原子力発電所からの距離、公共施設までの道路距離あるいは時間距離、地積、前面道路幅員、用途規制ダミー、防火地域ダミー、都市計画規制ダミー、人口密度、1人当たりの地方税、過去5年の1平方キロ当たりの一般会計支出を採用している。

松田ら (2005)¹³⁾ は、地震保険購入意識調査から、リスク回避策に対する家計の(仮想市場による)支払意思額分布から特定災害リスクに対する家計のプレミアムを計測している。情報提示(ハザードマップ)が、家計のリスク認知と回避選択行動に及ぼす影響に着目した。結論として、情報提供が必ずしも回避選択行動に帰結しないことを指摘した。

川脇 (2009)¹⁴⁾ は、地震保険に関するCVMアンケート調査(回答者の住所や建物情報に対応した客観的な被害発生確率などを示した)を用いて、情報量と災害リスク回避選好の関係を確認した。期待効用関数のパラメータにリスク回避度や主観的被害発生確率を含めた地震保険購入・非購入の離散選択モデルを推定した。また、松田ら (2005)¹³⁾ の離散選択モデルを用い、災害リスク回避の支払い意思額とリスクプレミアムを計算した。

井上ら (2009)¹⁵⁾ は、東京23区・1975～2004年の住居系・商業系・工業系公示地価データに対して、時間・空間の双方に関して系列相関を持つ地価について時空間共分散構造をモデル化する時空間クリギングを通して、高精度の地価内挿が可能であるかを確認した。

堤・瀬谷 (2010)¹⁶⁾ は、空間ヘドニック・アプローチの社会資本整備や環境質の便益計測への適

用について、2005年に開通したつくばエクスプレスが通る11市区町村とその市区町村に隣接する26市区町村に設置されている地価公示のうち住宅市場を対象とするデータを用いて理論的課題を整理している。結果は、便益計測に用いるモデルや設定する空間の大きさ（面積）の影響は小さい一方で、空間ヘドニック・アプローチを用いることと異方性を考慮することによって、便益の評価額が無視できない程度に異なることを示した。

市川（2010）¹⁷は、東京都に所在するJ-REIT（日本版不動産投資信託）保有の住宅物件及びオフィス物件について、地震リスク・浸水リスクの取得価格への影響をヘドニック・アプローチにより分析した。地震リスクには東京都が公表している地域危険度測定調査のデータと地震調査研究推進本部作成の「全国を概観した地震動予測地図」を利用して、大河川（荒川等）の氾濫による浸水危険性の影響は取得価格を大きく引き下げるが、中小河川の氾濫可能性は取得価格を下げる要因とは言えないことを指摘している。倒壊リスク変数の影響は、住宅及びオフィスいずれのアセットにおいても有意となった。

岡川ら（2012）¹⁸は、洪水被害のハザードマップを利用し、浸水リスクによる地価低下をヘドニック・アプローチによって推計し、浸水リスクによる約17%の地価低下を確認した。

大郷（2014）¹⁹は、東京都でハザードマップの公開後及び東日本大震災後に液状化リスクの高い地域で地価が低下する傾向にあることを示した。また、震災後に液状化リスクの影響により地価が割り引かれている一方で、負の影響が小さくなることは社会の液状化リスクに対する認識が変化したことを示すと予測している。被説明変数である地価データは、2010年及び2011年の都道府県地価調査を用い、説明変数は東京駅距離、最寄り駅距離、容積率、地積、震災後ダミー、液状化リスクダミー、市・区ダミーを採用している。

以上、不動産価格と自然災害リスクの関係についての研究をまとめると、Brookshire et al. (1985)²、Naoui et al. (2007, 2009, 2010)^{3) 4) 5)}、小野ら（2003）⁶、松田ら（2005）¹³、川脇（2009）¹⁴、市川（2010）¹⁷、岡川ら（2012）¹⁸、

大郷（2014）¹⁹は、期待効用モデルや操作変数法等を利用し、清水・唐渡（2007）⁷、唐渡（2007）⁸、Donovan et al. (2007)¹⁰、瀬谷ら（2013）¹¹、Yamane et al. (2011)¹²は空間自己相関を考慮して、自然災害リスクやハザード情報が不動産価格に与える影響を分析し、その関係を確認している。逆に、松田ら（2005）¹³はリスクを認知しても回避行動が取られるとは限らないことを示し、Donovan et al. (2007)¹⁰は、リスク情報が住宅価格に影響を与えない場合があることを示し、瀬谷ら（2013）¹¹は、マンション物件そのものの水害リスクと周辺物件の水害リスクから不動産価格への影響を比較し、後者の方が大きいことを確認した。

今回の我々の研究においては、地震に関する地域危険度測定調査（平成25年9月公表）²⁰を利用して、災害リスク情報が不動産市場にいかなる影響を与えるか検証する。先行研究の多くは、ハザード情報が不動産に影響を与えているとしている。今回の震災の前後という時期と空間自己相関を考慮したモデルにおいても同じ結論が得られるだろうか。

以降の本論文の構成は以下の通りである。2節ではモデルを説明する。実証分析は3節で示し、4節で結論と課題をまとめる。

2. モデル

東京都内で売買取引された土地*i*の面積あたりの単価を対数変換した値を y_i 、属性（高度、接道状況、建物倒壊危険度等）を x_{ik} とする。総取引件数を*I*、各画地の属性数は*K*とする。各土地*i*の価格を説明するヘドニックモデルは次式の通りで、 ε_i は攪乱項である。

$$y_i = \sum_{k=1}^K \gamma_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

取引価格は、物件そのものの観測できる特性だけで必ずしも決定されない。他の物件の価格との相互依存や（被説明変数における空間自己相関）、観測できない説明変数が地理的に近い物件で似通っている（空間自己相関のある除外変数）可能

性がある。それらに対処可能な空間自己相関を考慮した回帰モデルをも検討する。つまり、被説明変数と攪乱項における空間自己相関を考えた次のような拡張モデルも検討する¹⁾。

$$y_i = \rho \sum_{j=1}^I \omega_{ij} y_j + \sum_{k=1}^K \gamma_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2)$$

$$\begin{cases} y_i = \sum_{k=1}^K \gamma_k x_{ik} + \varepsilon_i \\ \varepsilon_i = \lambda \sum_{j=1}^I \omega_{ij} \varepsilon_j + \mu_i \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} y_i = \rho \sum_{j=1}^I \omega_{ij} y_j + \sum_{k=1}^K \gamma_k x_{ik} + \varphi_i \\ \varphi_i = \lambda \sum_{j=1}^I \omega_{ij} \varphi_j + \varepsilon_i \end{cases} \quad (4)$$

$$\bar{\omega}_{im} = \frac{1}{d_{im}^\alpha}, \quad \bar{\omega}_{mm} = 0 \quad (5)$$

$$\omega_{im} = \frac{\bar{\omega}_{im}}{\sum_{h=1}^I \bar{\omega}_{ih}}, \quad i \neq m \quad (6)$$

式 (2) の ρ は被説明変数の空間自己相関の係数であり、式 (2) は空間ラグモデルという。式 (3) の λ は除外変数の空間自己相関の係数であり、空間エラーモデルと言う。式 (4) は被説明変数と誤差項のいずれも空間自己相関を考慮する空間ラグ&エラーモデルである。

本研究では、まず、式 (1) の非空間モデル (OLS) と式 (2) ~ (4) の空間モデルをそれぞれ推定し、それらの中で情報量基準 (AIC) が最も良いモデルを選択する。

¹⁾ 一方、除外変数バイアスを回避する方法としては、空間計量経済モデルや空間統計モデル以外にもいくつかの対応の方法がある。例えば、パネルデータの場合には、Difference in Difference 推定が適用できる。今回は、実際の取引のデータのため、ある地点について多時点のデータは存在しないことと東日本大震災のインパクトを確認するのが目的の一つだったことから、期間を分割してクロスセクション分析を行った。

ある災害リスク変数 x_{ik} に対応する係数 γ_k に関する仮説検定により、当該リスクが土地取引価格に与える影響を検討できる。なお、空間計量経済学については、文献^{7), 21), 22), 23), 24)} を参照のこと。

空間重み付け行列については地点 i と地点 m の距離で重み付けする。具体的には式 (5) 及び式 (6) で計算する。 α は一般的な $\alpha=2$ を採用した。サンプル間距離 d_{im} は、地球が球体であることを考慮した Mathematica 8.0.4 の関数 GeoDistance [] により、2 点の座標から計算した。

3. 実証分析

(1) データと推定方法

今回の我々の研究においては、地震に関する地域危険度測定調査 (平成 25 年 9 月公表)²⁰⁾ を利用する。この調査は、東京都震災対策条例に基づき、概ね 5 年毎に行われており、今回で 7 回目を数え、1995 年の阪神淡路大震災以前から測定されている。都内の市街化区域の 5,133 町丁目について、各地域における地震に関する危険性を建物の倒壊及び火災について計測したデータである。倒壊危険度は、現存している建物種別 (構造、建築年代、階数など) と地盤特性 (増幅率・液状化) から測定している。土地取引においては、後者が重要となる。火災危険度は、出火・延焼 (建物密度・建物構造・広幅員道路、公園)・地盤 (増幅率) から測定している。土地取引には、延焼の危険性と地盤特性が関連すると思われる。町丁目毎の危険性の程度を計測し、その順序から地域危険度を 5 つのランクに分けている。ここで、ランクが大きいほど危険性が高い。

住宅用地の購入予定者は、仲介業者を通じて情報を入手するが、宅地建物取引業法の重要事項説明書では地震に関する地域危険度測定調査等の情報提供を行う義務は無い。しかし、仲介業者は公的な土地情報を積極的に収集し、不動産購入希望者に提供する努力をしている。これは、一般に知り得る情報は開示する努力義務を怠らないという宅地建物取引業協会の指導によるものである。また、需要者も地震の多い日本で不動産を購入す

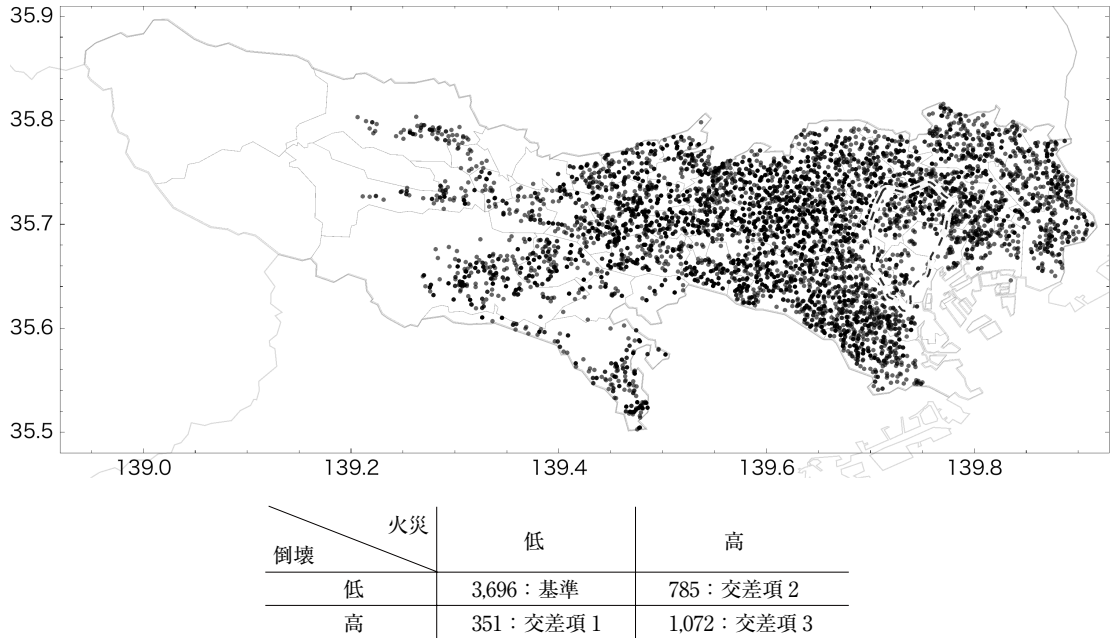


図1 サンプルの空間的分布（点線は山手線）

る場合に起こり得るリスクについて自ら役所や図書館等で地歴情報を調べる傾向にある。したがって、東京都において30年以上前から継続的に公表されている地震に関する地域危険度測定調査は重要なハザード情報の変数として用いて良いと思われる。

各サンプルは、土地の取引価額の他、最寄り駅距離や土地面積、道路状況、都市計画法上の情報等を持っている。高度、山手線内外の位置等の欠落している情報については、都市計画図等で補完し、データ内の重複サンプルは除去し、情報が揃ったサンプルサイズは約5,000でヘドニックモデルの回帰分析を行う。

実際に売買された土地のデータとして東京都内で2010年3月から2013年3月までの取引物件から約5,000件収集した。具体的には公益社団法人東日本不動産流通機構保有の不動産取引情報から東日本大震災前後における東京都内の土地取引データ（離島を除く。実際の全土地取引に対するカバー率は約1.8%である）²⁵⁾から土地の位置が判別できるものを抽出した（図1）。凡例は、サンプルサイズ約5,000について倒壊・火災リスク変数の個数を集計した小計を示し、交差項の設

定をまとめた。倒壊・火災リスクの空間的分布については前述のウェブサイト²⁰⁾を参照していただきたい。期間の設定は、震災の土地取引への影響を確認するため、震災前の1年間と震災後の2年間とした²⁾。

今回は、個人が住宅建築を目的に土地を取得する場合の行動の検証を目的とする。大きな土地の取引については特殊な事情がありうるので、面積が25㎡から200㎡に限定して標本を選択した。

土地単価は成約価格である。このデータには最寄り駅までの時間距離、土地面積、法定建ぺい率のような土地の属性がある。価格、最寄り駅までの時間距離、東京駅までの直線距離、土地面積は、対数変換を行う。

私道が含まれているサンプルには私道負担ダミー、道路として拋出しなければならない土地を含むサンプルにはセットバックダミー、道路に接する土地の接面が1面か角地のように2面以上あ

²⁾ なお、本件では採用しないが、売り希望価格をデータとして利用する場合には、需要者の行動が考慮されていないことや不動産の取引市場とは直接関係ない供給者側のローン返済残高、家族構成の変更等様々な個別事情が希望価格に反映されていることを考慮しなければならない。

るかの接道状況ダミー、売り主が建築することを条件に土地を売却する建築条件付ダミー、山手線内外ダミーを説明変数として用いた³。

住所から座標に変換し、緯度、経度、高度を求めた⁴。それらから建物倒壊危険度ランク及び火災危険度ランクを求めた。緯度については実数値を採用した。東京には「海拔ゼロメートル地帯」が存在しており、今回のサンプルにも高度として負の値も存在しているため、5mを足した後に対数変換を行う。建物倒壊危険度ランク及び火災危険度ランクはダミー変数とした。二つのダミー変数は相関が強く、そのまま両方を説明変数としてモデルに含めると共線性の問題が発生する。今回は交差項として表現した。すなわち、「火災・建物倒壊交差項1」：火災危険度が低く（危険度1-2）・倒壊危険度が高い（危険度3-5）、「火災・建物倒壊交差項2」：火災危険度が高く（危険度3-5）・倒壊危険度が低い（危険度1-2）、「火災・建物倒壊交差項3」：火災危険度も倒壊危険度も高い、という3ダミー変数である。リファレンスは、両者の危険度が低い状況である。今回用いた危険度の評価指標は絶対的な尺度ではなく、東京都内の地域間での相対的な危険度の大きさを順序づけたものであり、どこで分割したとしても相対的な危険度の高低の関係は保たれる。

なお、説明変数の選択の段階で多重共線性の診断結果（Variance inflation factor/VIF）を確認し、指定建ぺい率、指定容積率、経度の説明変数をモデルから排除した。空間モデルについてのVIFの議論は存在しないようなので、OLSについてのVIFを用い、高い順に説明変数を取り除いた。また、モデルに残っている説明変数のVIFは記述統計と共に記載した。

これら以外にも自然災害リスクは存在する。例

えば、先行研究で注目されている浸水リスクである。仮に、それらが地価に影響を与えるとすると、除外変数の問題となる。それらの変数には多くの場合、空間自己相関があると予測される。本研究では、空間計量経済モデルにおいて空間自己相関がある攪乱項を考慮しており、他の自然災害リスク等の除外変数の問題は大きく緩和されている。

サンプルのうち再建築不可のものは、隣接地の取引や修繕により利用が継続可能な古家が付着し、建物の価値が無いものとして土地のみの価値で取引を行う等、特有の事情による取引が多い。そのため、再建築不可サンプルは推定から除外した。

これらのサンプルを 1) 2010年3月1日から2011年3月11日まで、2) 2011年3月12日から2011年9月11日まで、3) 2011年9月12日から2012年3月31日まで、4) 2012年4月1日から2013年3月31日までの4期に分割した。今回の分析では、土地取引情報を期間と土地面積区分で分割して分析するが、サンプルの構造変化という観点から、付録で、我々が導いた知見が果たして妥当であったかを統計的に確認する。具体的には、Greene (2011, p.171)²⁶⁾で紹介されている構造変化についてのWald検定を行う。

震災の前1年と震災後2年を分け、土地取引の時系的な反応を見るために震災後の2年を3つに分類した。直感的には震災のインパクトは地震発生から時間が経つにつれ弱くなると予測した。震災後の期間が半年間・半年間・1年間なのは、震災直後は短い期間に大きな変化が起こったと推測したためである⁵。さらに、4期間毎に土地の規模別に3分割し、12個のサブサンプルを作成する。土地面積で、A) 小規模宅地（25㎡以上80㎡未満）、B) 普通宅地（80㎡以上120㎡未満）、C) やや所得の高い層が取引する宅地（120㎡以上200㎡未満）に3分割した（表1）。これらの分割の是非については、推定結果を用いて付録で

³ 東京都内の不動産評価において、物件所在がJR東日本の山手線の内側か外側かで大きな違いがあるとされる。山手線路線ラインデータ（座標）はOpenStreetMap (<http://download.geofabrik.de/asia/japan.html>) から2016年1月8日に得た。内回り・外回りの2本の路線の両方について内側の場合に山手線内部の土地と定義した。

⁴ R言語のスクリプトによりGoogle Geocoding API, Elevation APIを利用して変換を行った。

⁵ 期間を1年単位に変更しても結果は大きく変化しなかった。今回は、震災直後のみ影響確認のため半年間を期間とし、それ以外はサンプル数を確保するために、1年間を期間とした。なお、サンプルの期間が長くなると、空間的な相互作用の意味を取りづらくなる。空間的なモデル化をする場合、期間方向の分割は必然とも思われる。

表1 サブサンプルの分割と最適なモデル

期間 面積	1: 2010.3.1 ~ 2011.3.31	2: 2011.3.12 ~ 2011.9.11	3: 2011.9.12 ~ 2012.3.31	4: 2012.4.1 ~ 2013.3.31
A 25㎡ ~ 80㎡	ラグ・ エラー	ラグ・ エラー	ラグ	エラー
B 80㎡ ~ 120㎡	ラグ・ エラー	ラグ	ラグ・ エラー	ラグ・ エラー
C 120㎡ ~ 200㎡	ラグ	ラグ	ラグ・ エラー	ラグ・ エラー

議論する。なお、本論文のこれ以降において、面積について「A～B」とある場合、A以上B未満を意味する。

サブサンプルそれぞれについて、a) 空間ラグモデル+空間エラーモデル (ラグ・エラー)・b) 空間ラグモデル (ラグ)・c) 空間エラーモデル (エラー)・d) 非空間モデル (OLS) の4モデルを推定し、情報量基準 (AIC) が最も良いモデルを最適空間モデルとして採用する。

番地情報がない標本については町丁目の代表点を座標としたため、サブサンプル内の座標を同一とする標本が発生したが、それらは一律で取り除いた。空間自己相関モデルの代表的な推定法の一つである最尤法を用いる。攪乱項の分布は独立同分布の正規分布を仮定する。推定結果の残差については標準正規分布にしたがっているかの検定^{27), 28)}を行う。

12個のサブサンプルの記述統計量は、表3に示されている。前述の通り、表の横の4つのブロックは、震災前と震災後3期に分割し、縦の3ブロックは、規模別に分割している。表3からいくつかのことが読み取れる。まず、面積が小さい土地の取引ほど、火災・建物倒壊リスクが高い地区の土地である割合が高い (火災・倒壊共にランク3以上かに注目すると、一番小さい土地では3割なのに対し、一番大きい土地カテゴリでは1割弱である)⁶。土地の面積が小さいカテゴリほど、山手線

⁶ 東京都都市整備局は、建物倒壊リスク4と5を用いて、ハザードマップとして作成している。我々もランク4・5のみをリスクとすることも試したが、その場合、高リスクとなるサンプルが少ないため、推定ができない場合が多かった。そのため、本論文では、リスク3以上を高リスクとした。

の内側が多い。関連して、土地の面積が大きいカテゴリほど、高度平均は大きく、大きな面積の宅地が取引される傾向にある。

図2は、土地規模毎の四半期毎のサンプルとなる取引件数を図示している。土地面積の割合に大きな変化はない。図3は、四半期ごとのサンプル内の倒壊危険度の割合を図示している。2011Q1は高リスクの土地の取引がやや多いようにも見えるが、大きな変化は見られない。

(2) 推定結果

12個のサブサンプルの推定結果は、表4に示されている。表4に示すAICによるモデル選択の結果、それぞれの最適空間モデルは、A-4のみ空間エラーモデル、A-1・A-2・B-1・B-3・B-4・C-3・C-4が空間エラーモデル+空間ラグモデル、A-3・B-2・C-1・C-2で空間ラグモデルが採用され、非空間モデル (OLS) はいずれも採用されなかった。つまり、すべてのサブサンプルについて被説明変数と除外変数の両方もしくは片

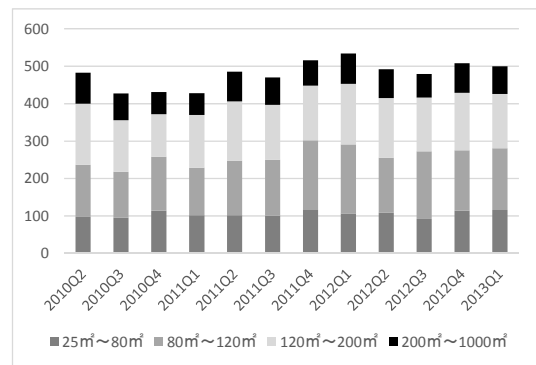


図2 土地規模 (件数)・取引時期

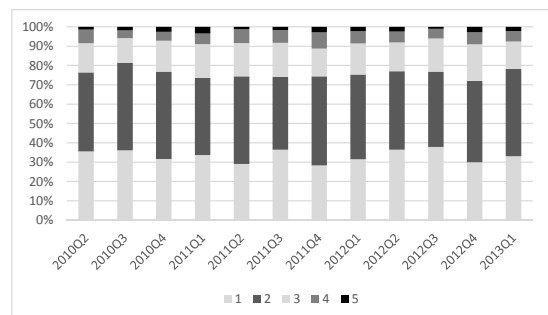


図3 四半期ごとの倒壊リスクの割合

方に空間自己相関が存在する。以降では被説明変数に空間自己相関がある場合には、空間乗数効果を考慮した上で、説明変数の影響を検討し、比較するために非空間モデル (OLS) を併記する。

いくつかの推定結果では、負の空間自己相関が観測された。この負の空間自己相関は、観測された場合の解釈の問題や data generating process (DGP) におけるそれが実際に推定結果で観測されるかどうかについて議論が続いている問題であり、解釈には注意が必要である。詳しくは、Anselin, Bera (1998)²⁹⁾・Griffith (2006)³⁰⁾・Yokoi (2015)³¹⁾を参照していただきたい。

空間乗数効果を考慮しない場合には、被説明変数が対数変換されているので、回帰係数が 0.12 とすると、対数変換されている説明変数の 1% の変化は被説明変数に 0.12% の変化、ダミー変数の変化はおおよそ 12% の変化を被説明変数にもたらす。説明変数の変化が被説明変数に及ぼす影響を測る場合、被説明変数の間で相互依存関係 (空間自己相関) が存在する空間ラグモデルでは空間乗数効果を考える必要がある (LeSage and Pace, 2009, pp.16-20)³²⁾。空間重み付け行列 W を考えて、 $S \equiv (I - \rho W)^{-1}$ とおく。 x_k は説明変数の行列 X の第 k 列である。 y_i は被説明変数のベクトル y の第 i 要素、 x_{ik} は説明変数の行列 X の第 i 行第 k 列、 s_{ik} は行列 S の第 i 行第 k 列である。空間ラグモデル $y = \rho Wy + X\beta + e$ を変形して、 $y = S(X\beta + e)$ を得る。 $\frac{\partial y}{\partial x_k} = \frac{\partial SX\beta}{\partial x_k}$ より、説明変数の変化の被説明変数への影響は $\frac{\partial y}{\partial x_k} = s_{ii}\beta_k$ となる。 $\rho = 0$ の場合、 $s_{ii} = 1$ となり OLS での回帰係数の解釈と同じになる。 $\rho \neq 0$ の場合、一般に $s_{ii} \neq 1$ となり、 β_k の推定値に加えて行列 S を計算することで、説明変数の変化が被説明変数に及ぼす影響を推計できる。ここで s_{ii} の値は標本によって異なることに留意していただきたい。これがいわゆる直接効果 (direct effect) である。

一方、 $i \neq j$ について s_{ij} を考慮するのが、間接効果 (indirect effect) である。今回は通常のヘドニックモデル的にある物件の特性の変化がその物件の価格に及ぼす影響を見るために文中では

表 2 空間効果を考慮した係数の推定値の分析

説明変数	直接効果	間接効果
高度 (m+5m) (対数)	0.07 ~ 0.18	-0.03 ~ 0.15
最寄駅時間 (分) (対数)	-0.19 ~ -0.07	-0.27 ~ 0.03
東京駅距離 (km) (対数)	-0.98 ~ -0.30	-1.22 ~ 0.18
土地面積 (㎡) (対数)	-0.42 ~ 0.26	-0.82 ~ 0.27
私道負担ダミー	-0.16 ~ -0.06	-0.20 ~ 0.02
セットバックダミー	-0.18 ~ -0.05	-0.21 ~ 0.02
接道状況ダミー	0.09 ~ 0.13	-0.02 ~ 0.27
建築条件付ダミー	0.13 ~ 0.21	-0.03 ~ 0.28
緯度 (度)	-3.06 ~ -0.60	-2.70 ~ 0.57
山手線内外ダミー	0.11 ~ 0.14	0.00 ~ 0.15
火災・建物倒壊交差項 1	-0.23 ~ -0.12	-0.46 ~ 0.04
火災・建物倒壊交差項 2	- ~ -	- ~ -
火災・建物倒壊交差項 3	-0.22 ~ -0.09	-0.47 ~ 0.03

有意水準 10% で有意となった係数の推定値について空間効果を乗じ、その最小値と最大値をまとめた

直接効果を主に検討するが、間接効果を含め表 2 にまとめた。

また、唐渡 (2007)⁸⁾ 等で議論された通り土地情報のような立地データは互いに影響を及ぼしあっている可能性が高く、本件のようなサンプルで OLS 推定を行えば正しく推定されない恐れがあるため、空間的自己相関を考慮した空間モデルで分析する意義がある。

OLS では有意となったが、最適空間モデルでは非有意となった係数が多かった。つまり、空間自己相関を考慮しないと誤認してしまう見せかけの関係を確認できた (A-1: 接道状況、火災・建物倒壊交差項 1 および 3、A-4: 3 つの火災・建物倒壊交差項、B-1: 土地面積、火災・建物倒壊交差項 1 および 3、B-3: 高度、建築条件ダミー、B-4・C-1: 山手線内外ダミー、C-2: 火災・建物倒壊交差項 1、C-4: 建築条件ダミー、山手線内外ダミー)。特に、B-4・C-1・C-4 では、山手線の内側の地価が低いという OLS での不自然な結果が空間自己相関の考慮により修正された。逆に、OLS では非有意となったが、最適空間モデルでは有意となった係数もいくつかあった。この場合は、空間自己相関を考慮しないモデルで見いだせない関係を確認できたことになる (A-1・B-3: 私道負担ダミー、A-2: 私道負担ダミー、山手線内外ダミー、B-1・B-4・C-3・C-4:

セットバックダミー、C-2：建築条件ダミー)。

回帰変数の解釈は以下の通りである。高度は、土地の取引単価に対して正の効果が見られる。大郷(2012)¹⁹⁾で確かめられている傾向と同じであるが、岡川ら(2012)¹⁸⁾とは逆の結果が得られた。高台への選好は震災以前からあり、比較的規模の大きいサブサンプルCでは、震災直後に正の効果が強まり、その後回復した。しかし、小規模区画Aでは震災直後に正の効果が震災前より弱まり、その後、早期に回復した。一方、普通宅地BはAに比べて回復が遅かった。これは、Cの分布がA・Bに比べると高台に多かったことから津波被害への感応度が一時的に強くなったと推測される。一方、A・Bでは、低地でも実際の被害を受けなかったことが重視され、正の効果が一時的に弱まったと推測される。ただ、いずれのサブサンプルも時間の経過とともに回復している。

最寄り駅までの時間距離が1%長くなると取引価格は0.07%~0.19%程度安くなる。東京駅からの距離が1%遠くなると取引価格は0.30%~0.98%程度安くなる⁷⁾。

土地面積が1%広がると、小規模宅地を除き単価は0.16%~0.42%安くなる。そもそも土地の取引は高額商品取引であり、総額が高むと単価ベースでは逡減していくことが一般的にも知られている。一方、小規模宅地は値嵩感が弱いので土地の取引単価は高くなる。80㎡未満の小規模宅地の取引では、0.19%~0.26%の単価上昇が認められる。また、Cは震災後、負の効果が強まり、その後、回復していく傾向が見られた。

土地の取引には私道が付着している場合があり、細長い土地の上に建物は建たない。サンプル

では道路部分も含めた価格であり、私道部分の価値は建物が建つ有効宅地部分よりも通常劣るとされ、単価も低くなる。推定結果からは、私道を含む土地の取引価格は6%~16%低いことが分かる。同様にセットバック部分を含む土地取引も単価は低くなる。これは、狭隘道路に接面する土地に建物を建てる場合、土地の一部を道路として提供するためである。推定結果では、5%~18%低くなる。また、A~Cいずれのサブサンプルでも震災後に負の効果が強まり、その後、回復の傾向が見られた。

土地が面する道路が2本の場合の土地を角地や二方路地と言い、3本では三方路地と言い、接道の状況を示す。通常、土地の利用の主な目的は建物を建てて使用することであり、接道が多いと駐車スペース等設計にバリエーションが出てくるため、土地の単価は高くなると言われている。推定結果では、接面道路が2本以上あると9%~13%高い。B及びCのサブサンプルで震災後正の効果が弱まり、その後、回復する傾向が見られた。

緯度について東京都では、南方ほど単価が高くなる傾向が見られる。これは、山側より海側が選好されることを意味し、高度の説明とは逆に思えるが、海側の高台が選好される。いずれのサブサンプルでも震災直後に南方の海側の選好が弱まるが、その後回復する傾向が見られた。山手線内外ダミーの係数はA-2・A-4以外では有意ではなかった。

火災危険度及び建物倒壊危険度を表す火災・建物倒壊交差項は、火災危険度が低く建物倒壊危険度も低い場合を基準とし、3つの交差項の地価への影響を観測するためのものである。推定結果では、火災危険度が高いが建物倒壊危険度は低い地区では、リスクが地価に影響するとは言えない。つまり、倒壊危険度と比較して火災危険度は土地取得においてそれほど考慮されていない。

一方、火災危険度が低く建物倒壊危険度が高い地区は、B-2・B-3・B-4・C-1・C-3・C-4のケースの土地取引単価に対して負の効果があることがわかった。Bの普通宅地及び首都圏では比較的大きな規模のCでは、震災後に落ち着いてから土地取引当事者が、建物倒壊リスクに反応するよう

7 査読者から、実際の不動産市場を鑑みると、この変数の影響は過小ではないかとの指摘があった。駅前では時間距離が効くが、駅からある程度離れると影響が皆無になるとすると、今回は駅から遠い土地の取引も含まれ、見かけ上、時間距離の効果が薄く見える可能性がある。そこで時間距離5分を閾値として当該変数を二分し、二つの変数としたモデルも推定した。これらの推定結果では、より直感に沿う結果が得られるサブサンプルとそうでないサブサンプルに分かれ、曖昧な結果であった。ヘドニックモデルとしては重要な変数であるが、本論文のテーマからはやや外れるため、今後の検討課題としたい。

表3 記述統計量（表1のA-1～C-4と同じ）

期間 A 25㎡～80㎡	1：2010.3.1 ～2011.3.11			2：2011.3.12 ～2011.9.11			3：2011.9.12 ～2012.3.31			4：2012.4.1 ～2013.3.31		
	平均	標準偏差	VIF	平均	標準偏差	VIF	平均	標準偏差	VIF	平均	標準偏差	VIF
地価単価（円／㎡）（対数）	12.93	0.51		12.94	0.51		12.90	0.50		12.89	0.54	
高度（m+5m）（対数）	3.18	0.86	2.26	3.19	0.88	2.16	3.13	0.89	1.97	3.15	0.86	2.20
最寄駅時間（分）（対数）	1.96	0.66	1.27	1.93	0.60	1.22	2.00	0.61	1.13	1.99	0.62	1.28
東京駅距離（km）（対数）	2.29	0.61	2.29	2.28	0.67	2.48	2.30	0.59	2.16	2.27	0.66	2.38
土地面積（㎡）（対数）	4.06	0.26	1.12	4.06	0.25	1.18	4.10	0.23	1.08	4.07	0.24	1.10
私道負担ダミー	0.22	0.41	1.07	0.25	0.43	1.08	0.31	0.47	1.12	0.28	0.45	1.09
セットバックダミー	0.17	0.38	1.09	0.20	0.40	1.08	0.19	0.39	1.12	0.18	0.38	1.07
接道状況ダミー	0.17	0.38	1.04	0.22	0.42	1.04	0.19	0.39	1.05	0.24	0.43	1.03
建築条件付ダミー	0.07	0.26	1.04	0.05	0.23	1.06	0.07	0.25	1.09	0.03	0.18	1.04
緯度（度）	35.70	0.05	1.07	35.70	0.06	1.11	35.70	0.05	1.14	35.70	0.06	1.04
山手線内外ダミー	0.07	0.26	1.41	0.10	0.31	1.42	0.06	0.24	1.34	0.09	0.29	1.29
火災・建物倒壊交差項1	0.10	0.30	1.68	0.09	0.29	1.33	0.08	0.27	1.60	0.13	0.34	1.80
火災・建物倒壊交差項2	0.14	0.35	1.19	0.14	0.35	1.25	0.15	0.35	1.29	0.16	0.36	1.28
火災・建物倒壊交差項3	0.32	0.47	2.11	0.33	0.47	1.70	0.38	0.49	2.06	0.34	0.47	2.06

期間 B 80㎡～120㎡	1：2010.3.1 ～2011.3.11			2：2011.3.12 ～2011.9.11			3：2011.9.12 ～2012.3.31			4：2012.4.1 ～2013.3.31		
	平均	標準偏差	VIF	平均	標準偏差	VIF	平均	標準偏差	VIF	平均	標準偏差	VIF
地価単価（円／㎡）（対数）	12.80	0.48		12.77	0.44		12.78	0.45		12.75	0.47	
高度（m+5m）（対数）	3.64	0.83	2.79	3.54	0.87	3.25	3.58	0.84	3.34	3.65	0.82	2.90
最寄駅時間（分）（対数）	2.17	0.59	1.19	2.17	0.57	1.19	2.17	0.60	1.23	2.20	0.55	1.28
東京駅距離（km）（対数）	2.65	0.60	2.92	2.65	0.52	2.71	2.65	0.57	2.94	2.68	0.57	2.91
土地面積（㎡）（対数）	4.60	0.11	1.07	4.61	0.11	1.08	4.60	0.12	1.08	4.60	0.11	1.05
私道負担ダミー	0.15	0.36	1.02	0.18	0.38	1.14	0.21	0.41	1.08	0.23	0.42	1.05
セットバックダミー	0.13	0.34	1.07	0.15	0.35	1.07	0.16	0.36	1.17	0.14	0.35	1.10
接道状況ダミー	0.19	0.39	1.04	0.17	0.37	1.05	0.21	0.41	1.03	0.24	0.43	1.03
建築条件付ダミー	0.05	0.22	1.04	0.05	0.21	1.03	0.05	0.21	1.05	0.03	0.18	1.02
緯度（度）	35.70	0.05	1.09	35.70	0.05	1.11	35.70	0.06	1.04	35.70	0.06	1.04
山手線内外ダミー	0.05	0.22	1.38	0.03	0.16	1.21	0.03	0.18	1.23	0.04	0.18	1.29
火災・建物倒壊交差項1	0.05	0.22	1.38	0.06	0.23	1.46	0.06	0.24	1.46	0.06	0.23	1.48
火災・建物倒壊交差項2	0.14	0.34	1.13	0.12	0.33	1.18	0.17	0.37	1.16	0.15	0.35	1.12
火災・建物倒壊交差項3	0.16	0.37	1.87	0.24	0.43	2.47	0.20	0.40	2.32	0.16	0.36	1.86

期間 C 120㎡～200㎡	1：2010.3.1 ～2011.3.11			2：2011.3.12 ～2011.9.11			3：2011.9.12 ～2012.3.31			4：2012.4.1 ～2013.3.31		
	平均	標準偏差	VIF	平均	標準偏差	VIF	平均	標準偏差	VIF	平均	標準偏差	VIF
地価単価（円／㎡）（対数）	12.61	0.52		12.59	0.51		12.59	0.53		12.57	0.51	
高度（m+5m）（対数）	3.86	0.83	3.43	3.86	0.87	4.04	3.82	0.83	4.88	3.88	0.78	3.60
最寄駅時間（分）（対数）	2.18	0.59	1.21	2.27	0.56	1.12	2.20	0.60	1.10	2.20	0.59	1.10
東京駅距離（km）（対数）	2.86	0.59	3.67	2.87	0.59	3.76	2.83	0.60	3.54	2.85	0.58	3.47
土地面積（㎡）（対数）	5.01	0.15	1.04	5.02	0.15	1.08	5.01	0.14	1.06	5.01	0.14	1.05
私道負担ダミー	0.12	0.33	1.03	0.12	0.33	1.06	0.20	0.40	1.08	0.20	0.40	1.04
セットバックダミー	0.15	0.36	1.10	0.12	0.33	1.17	0.16	0.36	1.14	0.15	0.36	1.08
接道状況ダミー	0.22	0.41	1.02	0.19	0.39	1.08	0.23	0.42	1.08	0.22	0.42	1.02
建築条件付ダミー	0.06	0.23	1.07	0.06	0.23	1.14	0.02	0.15	1.06	0.04	0.19	1.04
緯度（度）	35.69	0.06	1.04	35.70	0.06	1.12	35.70	0.06	1.07	35.69	0.06	1.08
山手線内外ダミー	0.03	0.17	1.26	0.04	0.19	1.44	0.03	0.18	1.30	0.04	0.20	1.36
火災・建物倒壊交差項1	0.04	0.18	1.29	0.05	0.22	1.61	0.03	0.17	1.49	0.04	0.20	1.40
火災・建物倒壊交差項2	0.12	0.33	1.18	0.13	0.34	1.14	0.16	0.37	1.18	0.13	0.34	1.19
火災・建物倒壊交差項3	0.11	0.31	1.61	0.11	0.31	1.85	0.13	0.33	2.49	0.10	0.30	1.61

表4 推定結果 (A及び1～4の区分は表1と同じ)

A 25㎡～80㎡ 説明変数	1: 2010.3.1～2011.3.11		2: 2011.3.12～2011.9.11		3: 2011.9.12～2012.3.31		4: 2012.4.1～2013.3.31	
	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル
定数項	115.50 *** (10.58)	124.89 *** (5.17)	113.52 *** (8.10)	58.18 *** (4.47)	133.11 *** (11.56)	98.05 *** (6.22)	131.38 *** (13.38)	120.78 *** (7.51)
高度 (m+5m) (対数)	0.10 *** (3.79)	0.11 *** (2.66)	0.13 *** (3.63)	0.06 ** (2.38)	0.16 *** (6.07)	0.12 *** (4.47)	0.17 *** (6.28)	0.18 *** (5.03)
最寄駅時間 (分) (対数)	-0.08 *** (-2.85)	-0.07 *** (-2.97)	-0.09 ** (-2.37)	-0.10 *** (-3.06)	-0.09 *** (-3.12)	-0.10 *** (-3.46)	-0.13 *** (-4.72)	-0.15 *** (-5.54)
東京駅距離 (km) (対数)	-0.60 *** (-15.25)	-0.75 *** (-9.86)	-0.55 *** (-11.19)	-0.28 *** (-4.98)	-0.63 *** (-15.28)	-0.50 *** (-8.85)	-0.59 *** (-16.49)	-0.60 *** (-11.65)
土地面積 (㎡) (対数)	0.21 *** (3.30)	0.24 *** (4.49)	0.20 ** (2.15)	0.19 ** (2.26)	0.26 *** (3.41)	0.26 *** (3.49)	0.21 *** (3.11)	0.19 *** (3.02)
私道負担ダミー	-0.06 (-1.59)	-0.08 ** (-2.43)	-0.07 (-1.32)	-0.08 * (-1.80)	-0.11 *** (-2.89)	-0.12 *** (-3.18)	-0.01 (-0.17)	-0.01 (-0.28)
セットバックダミー	-0.11 *** (-2.61)	-0.13 *** (-3.49)	-0.14 *** (-2.66)	-0.14 *** (-2.91)	-0.18 *** (-3.91)	-0.18 *** (-4.08)	-0.10 ** (-2.30)	-0.10 *** (-2.60)
接道状況ダミー	0.09 ** (1.99)	0.06 (1.60)	0.03 (0.54)	0.02 (0.37)	0.04 (0.88)	0.04 (1.00)	0.13 *** (3.65)	0.12 *** (3.64)
建築条件付ダミー	0.23 *** (3.60)	0.17 *** (3.18)	0.23 ** (2.43)	0.19 ** (2.26)	0.08 (1.14)	0.10 (1.43)	0.12 (1.37)	0.10 (1.24)
緯度 (度)	-2.86 *** (-9.37)	-3.04 *** (-4.63)	-2.81 *** (-7.18)	-1.49 *** (-4.38)	-3.36 *** (-10.42)	-2.49 *** (-5.94)	-3.31 *** (-12.02)	-3.01 *** (-6.69)
山手線内外ダミー	0.10 (1.37)	0.04 (0.42)	0.11 (1.35)	0.10 * (1.67)	-0.01 (-0.10)	0.02 (0.29)	0.17 *** (2.87)	0.14 * (1.75)
火災・建物倒壊交差項1	-0.14 ** (-2.10)	-0.04 (-0.61)	-0.04 (-0.44)	-0.00 (-0.03)	-0.09 (-1.19)	-0.06 (-0.73)	-0.20 *** (-3.34)	-0.08 (-1.39)
火災・建物倒壊交差項2	0.05 (0.97)	-0.03 (-0.72)	0.09 (1.41)	0.08 (1.49)	0.01 (0.26)	0.01 (0.23)	0.11 ** (2.31)	0.03 (0.63)
火災・建物倒壊交差項3	-0.10 ** (-2.11)	-0.06 (-1.15)	-0.13 ** (-2.29)	-0.08 * (-1.68)	-0.12 ** (-2.48)	-0.10 ** (-2.10)	-0.09 * (-1.93)	-0.05 (-1.06)
ρ		-0.22 * (-1.75)		0.61 *** (6.47)		0.28 *** (3.09)		
λ		0.77 *** (11.56)		-0.51 *** (-3.53)				0.57 *** (9.13)
σ^2	0.10 *** (14.27)	0.08 *** (13.06)	0.09 *** (10.07)	0.07 *** (9.02)	0.07 *** (11.14)	0.06 *** (11.09)	0.10 *** (14.68)	0.08 *** (14.38)
空間効果	直接効果	1.01		1.09		1.01		1.00
	間接効果	-0.19		1.46		0.37		0.00
標本数	407		203		248		431	
4モデル対数尤度	66.06/57.59/64.98/30.17		36.84/32.99/30.57/29.00		72.68/72.66/72.05/67.96		58.53/56.71/58.29/35.29	
JB/BS 検定 P 値	0.00		0.28		0.00		0.00	

***、**、*はそれぞれ両側検定 (1%、5%、10%有意水準) で有意な係数。括弧内は漸近 t 値

4モデル対数尤度は、空間ラグモデル+空間エラーモデル/空間ラグモデル/空間エラーモデル/非空間モデル (OLS)

AIC = $-2 \times$ 対数尤度 + $2 \times$ パラメータ数、最適空間モデルは AIC が一番小さいモデル

JB/BS 検定 P 値は、残差が標準正規分布にしているかの検定^{24), 25)} 結果を示す

になったと推測する。一方、Aの小規模宅地では建物倒壊リスクは土地取引においてそれほど考慮されていない。

次に火災危険度及び建物倒壊危険度がともに高い地区は、A-2・A-3・B-2・B-3・B-4及びCのサブサンプル全てのケースで価格に対し負の効果が認められる。Aの小規模宅地で9%～10%、

Bの普通宅地で13%～20%、Cのやや所得の高い層が取引する宅地で16%～22%それぞれ土地単価は低く取引される。

これらから、取引される土地の面積が大きいほど倒壊危険度及び火災危険度のプレミアムが大きいと言える。Aの小規模宅地では、震災後しばらくして負の効果が有意に現れたが、その他の

表 4 推定結果 (B 及び 1 ~ 4 の区分は表 1 と同じ)

B 80㎡~120㎡ 説明変数	1: 2010.3.1 ~ 2011.3.11		2: 2011.3.12 ~ 2011.9.11		3: 2011.9.12 ~ 2012.3.31		4: 2012.4.1 ~ 2013.3.31	
	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル
定数項	100.11 *** (11.72)	100.98 *** (5.35)	101.62 *** (9.70)	45.09 *** (4.13)	104.04 *** (12.10)	95.85 *** (4.20)	96.34 *** (12.75)	110.99 *** (6.78)
高度 (m+5m) (対数)	0.12 *** (4.93)	0.12 *** (3.26)	0.12 *** (4.04)	0.06 ** (2.25)	0.12 *** (4.14)	0.07 (1.54)	0.13 *** (5.27)	0.15 *** (4.25)
最寄駅時間 (分) (対数)	-0.07 *** (-3.35)	-0.13 *** (-6.91)	-0.10 ** (-3.64)	-0.11 *** (-4.32)	-0.13 *** (-5.14)	-0.14 *** (-6.35)	-0.14 *** (-6.07)	-0.17 *** (-7.31)
東京駅距離 (km) (対数)	-0.69 *** (-20.49)	-0.77 *** (-10.61)	-0.74 *** (-15.98)	-0.43 *** (-7.78)	-0.69 *** (-16.63)	-0.94 *** (-12.22)	-0.87 *** (-19.88)	-0.76 *** (-10.59)
土地面積 (㎡) (対数)	-0.19 * (-1.72)	-0.10 (-1.23)	-0.44 *** (-3.10)	-0.40 *** (-3.13)	-0.05 (-0.41)	-0.03 (-0.27)	0.00 (0.04)	-0.02 (-0.22)
私道負担ダミー	-0.11 *** (-3.37)	-0.09 *** (-3.69)	-0.06 (-1.54)	-0.05 (-1.30)	-0.05 (-1.46)	-0.06 ** (-2.02)	-0.08 *** (-2.91)	-0.09 *** (-3.85)
セットバックダミー	-0.00 (-0.01)	-0.05 * (-1.88)	-0.12 *** (-2.80)	-0.12 *** (-2.96)	-0.11 *** (-2.80)	-0.09 *** (-2.75)	-0.05 (-1.53)	-0.06 * (-1.90)
接道状況ダミー	0.06 ** (2.08)	-0.09 *** (3.94)	0.03 (0.89)	0.03 (0.74)	0.11 *** (3.33)	0.09 *** (3.40)	0.11 (4.08)	0.12 *** (5.05)
建築条件付ダミー	0.07 (1.20)	0.04 (0.98)	0.00 (0.03)	0.03 (0.52)	0.12 * (1.85)	0.09 (1.56)	0.02 (0.34)	0.03 (0.61)
緯度 (度)	-2.38 *** (-9.93)	-2.30 *** (-4.43)	-2.38 *** (-8.08)	-1.03 *** (-3.49)	-2.50 *** (-10.38)	-2.08 *** (-3.28)	-2.29 *** (-10.66)	-2.63 *** (-5.95)
山手線内外ダミー	-0.08 (-1.25)	0.06 (0.71)	-0.04 (-0.39)	0.07 (0.81)	-0.08 (-0.93)	-0.11 (-1.10)	-0.12 * (-1.66)	-0.00 (-0.05)
火災・建物倒壊交差項 1	-0.28 *** (-4.41)	-0.08 (-1.46)	-0.20 *** (-2.63)	-0.12 * (-1.72)	-0.27 *** (-3.90)	-0.11 * (-1.80)	-0.34 *** (-5.72)	-0.22 *** (-3.75)
火災・建物倒壊交差項 2	0.03 (0.81)	0.01 (0.23)	-0.02 (-0.31)	-0.03 (-0.60)	0.01 (0.34)	0.00 (0.11)	0.01 (0.28)	-0.03 (-0.79)
火災・建物倒壊交差項 3	-0.16 *** (-3.61)	-0.04 (-1.02)	-0.29 *** (-5.27)	-0.19 *** (-3.96)	-0.22 *** (-4.12)	-0.13 ** (-2.47)	-0.29 *** (-6.81)	-0.20 *** (-4.43)
ρ		-0.28 *** (-3.15)		0.58 *** (9.25)		-0.49 *** (-5.15)		-0.19 * (-1.81)
λ		0.89 *** (29.04)				0.89 *** (27.34)		0.70 *** (10.85)
σ^2	0.08 *** (16.84)	0.05 *** (15.66)	0.06 *** (12.14)	0.05 *** (12.00)	0.07 *** (14.14)	0.05 *** (13.09)	0.09 *** (18.08)	0.07 *** (16.48)
空間効果	直接効果	1.01		1.06		1.04		1.01
	間接効果	-0.23		1.30		-0.36		-0.16
標本数	567		295		400		854	
4 モデル対数尤度	207.28/186.34/203.01/107.83		113.93/113.40/110.33/87.44		118.85/107.29/113.59/89.59		146.07/133.46/144.86/103.67	
JB/BS 検定 P 値	0.00		0.00		0.00		0.00	

***、**、*はそれぞれ両側検定 (1%、5%、10%有意水準) で有意な係数。括弧内は漸近 t 値

4 モデル対数尤度は、空間ラグモデル+空間エラーモデル/空間ラグモデル/空間エラーモデル/非空間モデル (OLS)

AIC = $-2 \times$ 対数尤度 + $2 \times$ パラメータ数、最適空間モデルは AIC が一番小さいモデル

JB/BS 検定 P 値は、残差が標準正規分布にしたがっているかの検定^{24), 25)} 結果を示す

期間では価格に影響が見られなかった。これは、相対的に所得がそれほど高くない層は、倒壊危険度及び火災危険度への感応度が低いと推測される。B の普通宅地では、震災前は価格への反応が見られなかったが、震災後有意に働いていることから、東日本大震災を経験したことにより倒壊危険度及び火災危険度に対して敏感に反応したと推

測される。C のやや所得が相対的に高いと考えられる層では、震災前後に関わらず倒壊危険度及び火災危険度を評価して土地取引を行うと推測される。

なお、震災直後、倒壊危険度及び火災危険度の土地単価に対する負の効果が震災前より弱まったが、その後時間の経過とともにリスクへの感応度

表4 推定結果 (C及び1～4の区分は表1と同じ)

C 120㎡～200㎡ 説明変数	1: 2010.3.1～2011.3.11		2: 2011.3.12～2011.9.11		3: 2011.9.12～2012.3.31		4: 2012.4.1～2013.3.31	
	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル	非空間モデル (OLS)	最適空間 モデル
定数項	72.86 *** (8.94)	35.07 *** (4.88)	60.76 *** (5.54)	27.25 *** (2.76)	83.19 *** (7.56)	28.66 *** (3.43)	54.94 *** (6.97)	39.31 *** (3.30)
高度 (m+5m) (対数)	0.10 *** (3.40)	0.06 ** (2.5)	0.17 *** (4.38)	0.11 *** (3.27)	0.10 ** (2.18)	0.06 * (1.76)	0.09 *** (2.84)	0.08 ** (2.36)
最寄駅時間 (分) (対数)	-0.13 *** (-5.27)	-0.13 *** (-6.36)	-0.17 ** (-5.44)	-0.18 *** (-6.43)	-0.11 *** (-3.50)	-0.10 *** (-4.20)	-0.17 *** (-7.56)	-0.19 *** (-9.48)
東京駅距離 (km) (対数)	-0.83 *** (-20.05)	-0.35 *** (-7.98)	-0.84 *** (-15.36)	-0.44 *** (-7.37)	-0.80 *** (-14.62)	-0.34 *** (-6.20)	-0.79 *** (-20.09)	-0.48 *** (-5.03)
土地面積 (㎡) (対数)	-0.22 ** (-2.48)	-0.20 *** (-2.74)	-0.22 * (-1.95)	-0.21 ** (-2.19)	-0.40 *** (-3.18)	-0.33 *** (-3.19)	-0.20 ** (-2.29)	-0.16 ** (-2.08)
私道負担ダミー	-0.10 ** (-2.51)	-0.09 *** (-2.76)	-0.13 ** (-2.57)	-0.14 *** (-3.22)	-0.02 (-0.49)	-0.05 (-1.43)	-0.08 *** (-2.60)	-0.08 *** (-3.07)
セットバックダミー	-0.10 ** (-2.56)	-0.08 ** (-2.48)	-0.04 (-0.66)	-0.05 (-1.04)	-0.04 (-0.75)	-0.08 * (-1.91)	-0.04 (-1.19)	-0.07 ** (-2.20)
接道状況ダミー	0.07 ** (2.38)	0.09 *** (3.39)	0.12 *** (2.74)	0.12 *** (3.05)	0.12 *** (2.81)	0.11 *** (3.07)	0.13 *** (4.51)	0.12 *** (4.84)
建築条件付ダミー	0.05 (0.80)	0.06 (1.31)	0.06 (0.80)	0.12 * (1.82)	-0.03 (-0.22)	-0.01 (-0.08)	-0.11 * (-1.65)	-0.04 (-0.74)
緯度 (度)	-1.59 *** (-7.00)	-0.82 *** (-4.18)	-1.26 *** (-4.11)	-0.56 *** (-2.06)	-1.86 *** (-6.02)	-0.63 *** (-2.83)	-1.09 *** (-4.99)	-0.84 *** (-2.76)
山手線内外ダミー	-0.26 *** (-2.97)	-0.02 (-0.32)	-0.07 (-0.64)	0.08 (0.81)	-0.15 (-1.34)	0.00 (0.01)	-0.22 *** (-3.04)	-0.11 (-1.37)
火災・建物倒壊交差項1	-0.33 *** (-4.14)	-0.13 * (-1.93)	-0.30 *** (-3.03)	-0.13 (-1.53)	-0.32 ** (-2.53)	-0.19 * (-1.87)	-0.34 *** (-4.72)	-0.14 ** (-2.07)
火災・建物倒壊交差項2	0.01 (0.27)	-0.01 (-0.29)	-0.01 (-0.15)	-0.01 (-0.12)	0.01 (0.23)	-0.00 (-0.09)	-0.01 (-0.22)	-0.02 (-0.60)
火災・建物倒壊交差項3	-0.33 *** (-6.33)	-0.18 *** (-4.15)	-0.33 *** (-4.45)	-0.15 ** (-2.39)	-0.38 *** (-4.59)	-0.19 *** (-3.03)	-0.38 *** (-7.26)	-0.20 *** (-4.04)
ρ		0.89 *** (16.80)		0.60 *** (10.33)		0.72 *** (12.38)		0.45 *** (3.28)
λ						-0.42 *** (-3.48)		0.41 *** (2.69)
σ^2	0.09 *** (16.84)	0.06 *** (16.49)	0.09 *** (12.41)	0.06 *** (12.20)	0.10 *** (12.94)	0.07*** (11.83)	0.09 *** (17.33)	0.06 *** (17.14)
空間効果	直接効果	1.10		1.08		1.13		1.03
	間接効果	2.11		1.40		2.47		0.77
標本数	567		308		335		601	
4モデル対数尤度	207.34/186.39/203.09/107.72		114.23/113.82/110.42/87.37		118.41/107.25/113.28/89.39		146.07/133.43/144.85/103.32	
JB/BS 検定 P 値	0.00		0.00		0.00		0.00	

***、**、*はそれぞれ両側検定 (1%、5%、10%有意水準) で有意な係数。括弧内は漸近 t 値

4モデル対数尤度は、空間ラグモデル+空間エラーモデル/空間ラグモデル/空間エラーモデル/非空間モデル (OLS)

AIC = $-2 \times$ 対数尤度 + $2 \times$ パラメータ数、最適空間モデルは AIC が一番小さいモデル

JB/BS 検定 P 値は、残差が標準正規分布に仕上がっているかの検定^{24), 25)} 結果を示す

はやや強まっている。震災直後はデマや未確認情報が錯綜したなかでの取引となる。ハザードマップ等の情報を全く信用しないわけではないが、実際に被害が発生しなかった現状と比較して取引が行われたため、火災・建物倒壊危険度の土地単価に及ぼす負の効果が弱まった。その後、徐々に実際の被害とその原因が分析され、今後の対策が随

時追加された。そして、時間の経過に伴って、土地取引当事者がリスクを再評価し、土地取引市場の需給量も回復して新たな土地取引がなされていった。その結果、火災・建物倒壊危険度の高い場所では震災前のリスク評価の妥当性を認識し、負の効果が戻ったと推測する。

瀬谷ら (2013)¹¹⁾ でも、二つのリスク変数を説

明変数としているが、空間ラグモデルの推定結果（瀬谷ら（2013）^{11）}の表4）では、倒壊危険度は影響がないのに火災危険度は影響があるという、我々の結果と異なる結果であった。その理由は、瀬谷ら（2013）^{11）}でリスクの5ランクをそのまま連続の説明変数として用いている点とデータが分譲マンションであることの2点によると思われる。説明変数としての扱いを同様にした上で、どのようなメカニズムで自然災害リスクへのこのような差異が生ずるかを検討することは今後の課題である。なお、Donovan et al. (2007)^{10）}のような時間の経過とともにリスクの価格に対する反応が鈍くなる結果は今回では得られなかった。

4. 結 論

東日本大震災後、ハザードマップや古地図に関心が強まっている。今回の研究では、火災及び建物倒壊危険度の情報が不動産市場に与える影響に関し東京都内の土地価格の分析を行った。貢献としては次の数点があげられる。まず、実際に取引された物件の価格や属性のデータによる検証を行ったこと。次に、自然災害リスクを対象とした非空間モデルと空間自己相関を考慮した空間モデルを比較したこと。これにより、より頑健な仮説検定が可能となった。主な知見としては、次の数点があげられる。まず、火災危険度はリスクプレミアムが全体的傾向として認められないのに、倒壊危険度のプレミアムは明らかに存在する。次に、取引される土地の面積が大きいほど倒壊危険度のプレミアムが大きい。さらに、東京都内の土地取引においては東日本大震災の影響は、規模によって異なる。小規模宅地及び普通宅地では、リスクプレミアムの明確な変化を確認することはできなかった。しかし、東京都内の比較的大きな宅地のサブサンプルでは、震災直後で自然災害リスクの土地価格への影響は弱まるが、現実の被害状況が人々に伝播され新たなリスク評価を各自行うことで土地価格への影響は戻る。また、取引価格と除外変数のいずれかもしくは両方に空間自己相関があることが判明した。

多くの先行研究では、ハザード情報が不動産価

格に影響を与えることを実証しており、本研究でも追認できた。今後は2014年以降のサンプルを収集し、震災の影響が持続しているかを確認することも検討したい。震災被害が大きかった仙台市や岩手県沿岸部のサンプルを多数収集し、東京都内との比較分析を行うことも、今後の課題としたい。

謝辞：公益社団法人東日本不動産流通機構様からサンプルを提供していただき、現実の取引実態についての分析が可能となりました。匿名の査読者からの詳細かつ建設的なコメントによって論文を大きく改善できました。日本不動産学会2014年度秋季全国大会での討論者の藤澤美恵子先生からも重要なコメントをいただきました。また、佐々木公明先生からも有意義な指摘をいただきました。これらのご協力に記して感謝します。本研究は文部科学省より科学研究費補助金（基盤研究（C）JP26380285）を得ております。

付録 構造変化の検定

サンプルの構造変化という観点から、我々が導いた知見が果たして妥当であったかを統計的に確認する。具体的には、Greene (2011, p.171)^{25）}で紹介されている構造変化についてのWald検定を行う。連続する2期間もしくは2面積区分で構造変化が本当にあったかについて、それぞれ2個の推定結果を利用する。対象とする2モデルの構造が異なる場合にはこの検定を利用できないので、同一のモデル同士で検定を行う。帰無仮説は「構造変化がない」である。付表は、期間についての構造変化の検定と面積区分についての構造変化の検定を各モデルについて行った結果である。Wald検定の χ^2 乗統計量とp値を示す。

まず、期間方向（「1期-2期」等）は、空間ラグモデル・空間エラーモデル・非空間モデルについては、小規模土地の3期と4期の間のみ構造変化なしの帰無仮説が棄却されるが、それ以外は期間的な構造変化は認められなかった。面積方向（「A-B」等）は多くの場合に構造変化が確認され

付表 各モデル構造変化の検定

モデル：空間ラグ+空間エラー				自由度 = 17
	1期-2期	2期-3期	3期-4期	
A	81.7 (0.00) ***	9.9 (0.91)	30.9 (0.02) **	
B	45.2 (0.00) ***	56.9 (0.00) ***	25.0 (0.10) *	
C	14.2 (0.65)	19.8 (0.29)	39.7 (0.00) ***	
	1期	2期	3期	4期
A-B	48.5(0.00) ***	56.6 (0.00) ***	70.1(0.00) ***	29.7(0.03) **
B-C	107.2(0.00) ***	23.5 (0.13)	198.8(0.00) ***	36.0(0.00) ***
モデル：空間ラグ				自由度 = 16
	1期-2期	2期-3期	3期-4期	
A	10.2 (0.85)	9.2 (0.91)	31.5 (0.01) **	
B	22.0 (0.14)	22.0 (0.14)	9.7 (0.88)	
C	14.4 (0.57)	13.8 (0.62)	11.8 (0.76)	
	1期	2期	3期	4期
A-B	42.8 (0.00) ***	49.2 (0.00) ***	22.6 (0.13)	26.0(0.05) *
B-C	14.8 (0.54)	24.8 (0.07) *	13.7 (0.62)	31.8(0.01) **
モデル：空間エラー				自由度 = 16
	1期-2期	2期-3期	3期-4期	
A	19.7(0.230)	12.0 (0.74)	29.2 (0.02) **	
B	13.2 (0.66)	15.9 (0.46)	9.4 (0.90)	
C	12.7 (0.69)	16.1 (0.45)	16.4 (0.42)	
	1期	2期	3期	4期
A-B	47.5 (0.00) ***	54.5 (0.00) ***	31.8 (0.01) **	24.7(0.08) *
B-C	14.7 (0.54)	16.9 (0.39)	14.8 (0.54)	23.6(0.10) *
モデル：非空間				自由度 = 15
	1期-2期	2期-3期	3期-4期	
A	6.4 (0.97) ***	11.1 (0.75)	34.6 (0.00) ***	
B	21.1 (0.13) ***	17.4 (0.29)	9.9 (0.82)	
C	14.0 (0.53)	16.5 (0.35)	12.1 (0.67)	
	1期	2期	3期	4期
A-B	35.6 (0.00) ***	42.3 (0.00) ***	27.8 (0.02) **	43.3(0.00) ***
B-C	39.9 (0.00) ***	26.7 (0.03) **	27.9 (0.02) **	58.1(0.00) ***

参考文献

- 浦安市ホームページ <http://www.city.urayasu.chiba.jp/dd.aspx?menuid=11324> (アクセス日 2013.7.3).
久喜市ホームページ http://www.city.kukilg.jp/kurashi/bosai/bosai/mk/mk_higai.html (アクセス日 2013.7.3).
- David S. Brookshire, Mark A. Thayer, John Tschirhart and William D. Schulze: A Test of the Expected Utility Model: Evidence from Earthquake Risks, *Journal of Political Economy*, Vol.93, No.2, pp.369-389, 1985.
- Michio Naoi, Kazuto Sumita, Miki Seko: Earthquakes and the Quality of Life in Japan, *Journal of Property Research*, Vol.24, No.4, 313-334, 2007.
- Michio Naoi, Miki Seko, and Kazuto Sumita: Earthquake risk and housing prices in Japan: Evidence before and after massive earthquakes, *Regional Science and Urban Economics*, Vol.39, pp.658-669, 2009.
- Michio Naoi, Kazuto Sumita, Miki Seko: Estimating Consumer Valuation of Earthquake Risk: Evidence from Japanese Housing Markets, *International Real Estate Review*, Vol.13, No.2, pp.117-133, 2010.
- 小野宏哉・高辻秀興・清水千弘：構造変化を考慮したヘドニック型住宅価格指数の推定, 季刊 住宅土地経済, Vol.49, pp.14-23, 2003.
- 清水千弘・唐渡広志：不動産市場の計量経済分析, 朝倉書店, 2007.
- 唐渡広志：地価関数の推定と空間的自己相関の検出, 土地総合研究, Vol.15, No.4, pp.3-13, 2007.
- Kelejian, H. H. and I. R. Prucha: A Generalized Spatial Two Stage Least Squares Procedure for Estimating a Spatial Autoregressive Model with Autoregressive Disturbances, *Journal of real estate Finance and Economics*, 17, pp.99-121, 1998.
- Donovan, Champ, Butry: Wildfire Risk and Housing Prices: A Case Study from Colorado Springs, *Land Economics*, Vol.83, No.2, pp.217-233, 2007.
- 瀬谷創・山形与志樹・村上大輔・堤盛人：水害リスクがマンション価格に与える影響に関するヘドニック分析：内生変数を考慮した空間計量経済モデルの適用, *ジャレフ・ジャーナル*, Vol.6, pp.17-36, 2013.
- Fumihiko Yamane, Hideaki Ohgaki, and Kota Asano: Nuclear Power-Related Facilities and Neighboring Land Price: A Case Study on the Mutsu-Ogawara Region, Japan, *Risk Analysis*, Vol.31, No.12, pp.1969-1994, 2011.
- 松田曜子・多々納裕一・岡田憲夫：CVMを用いた自然災害リスクに対する家計のリスクプレミアムの計量化, *土木計画学研究・論文集*, No.22, pp.324-334, 2005.
- 川脇康生：災害リスク回避選好の計量分析 — リスク情報の開示は住民 自らの防災投資を誘導するか —, *応用地域学研究*, No.14, pp.49-62, 2009.
- 井上亮・志水英範・吉田雄太郎・李勇鶴：時空クリングによる東京23区・全用途地域を対象とした公示地価の分布と変遷の視覚化, *GIS-理論と応用*, Vol.17, No.1, pp.13-24, 2009.
- 堤盛人・瀬谷創：便益計測への空間ヘドニック・アプローチの適用, *土木学会論文集 D*, Vol.66, No.2, pp.178-196, 2010.
- 市川智秀：災害リスクがJREITの取得価格に与える影響, *住宅土地経済*, No.76, 2010.
- 岡川梓・日引聡・小嶋秀人：ヘドニック・アプローチによる東京都区部の洪水被害額の計測 — 浸水リスク変化の内生性を考慮した分析 —, *環境経済・政策研究*, Vol.5, No.2, pp.58-71, 2012.
- 大郷歩：液状化リスク認識の変化が地価に及ぼす影響, *日本不動産学会誌*, Vol.28, No.1, pp.80-88,

- 2014.
- 20) 東京都都市整備局ホームページ http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/home.htm (アクセス日 2014.6.26).
- 21) Anselin, Luc: *Spatial Econometrics: Methods and Models*: Kluwer Academic, 1988.
- 22) 地理情報システム学会：地理情報科学事典，朝倉書店，pp.214-221，2004.
- 23) Anselin, Luc: *Spatial Econometrics*: in Mills, T. and K. Patterson eds. *Econometric Theory*: Palgrave Macmillan, Ch. No.26, pp.901-969, 2006.
- 24) LeSage, J. P., and R. K. Pace: *Introduction to Spatial Econometrics*, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, 2009.
- 25) 国土交通省ホームページ <http://tochi.mlit.go.jp/torihiki/torihiki-kensu> (アクセス日 2014.6.26).
- 26) Greene, William H.: *Econometric Analysis* 7th edition, Prentice Hall, 2011.
- 27) Jarque, C. M. and Anil K. Bera: Test for Normality of Observations and Regression Residuals, *International Statistical Review*, Vol. 55, pp.163-172, 1987.
- 28) Bowman, K. O. and L. R. Shenton: Omnibus Test Contours for Departures from Normality Based On $\sqrt{B_1}$ and B_2 , *Biometrika*, Vol. 62, pp.243-250, 1975.
- 29) Anselin, Luc and Anil K. Bera (1998) "Spatial Dependence in Linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics," in Ullah, Aman and David E. A. Giles eds. *Handbook of Applied Economic Statistics*: CRC, pp.237-289.
- 30) Griffith, Daniel A. (2006) "Hidden Negative Spatial Autocorrelation," *Journal of Geographical Systems*, Vol. 8, No. 4, pp.335-355.
- 31) Yokoi, Takahisa (2015) "Spatial lag dependence in the presence of missing observations," *Annals of Regional Science*, published online, DOI:10.1007/s00168-015-0737-2.
- 32) LeSage, James P. and R. Kelley Pace : *Introduction to Spatial Econometrics*, Chapman & Hall/CRC, 2009. (2014.12.28 受付)
(2017.05.01 受理)

Natural disaster risks and land prices in Tokyo before and
after the Great East Japan Earthquake

Haruhisa Ishizuka (Japan Real Estate Institute)
and Takahisa Yokoi (Shokei Gakuin University)

After the Great East Japan Earthquake, information on tracts of land, such as ground information, land histories, and earthquake information, became a stronger concern for people engaged in real estate transactions. How is such hazard information evaluated in actual land transactions? For this paper, we performed an empirical study based on a sample of about 5,000 land transactions concluded in Tokyo between 2010 and 2013, including transactions from both before and after the Great East Japan Earthquake. We obtained several important findings from the estimated results of the spatial hedonic model. 1) Building collapse risk compared to the fire risk is a significant impact on land prices. 2) In trades of larger land area, the influence of risk information to the price was great. 3) Just after the earthquake disaster, the natural disaster risk weakens the influence on transaction price of the larger land. The influence on land value was restored as the real damage information was transmitted, and a new risk evaluation was performed within the market.