



RIETI Discussion Paper Series 20-J-028

土地利用や近接性の変化が東京都内の不動産価格に与える影響の分析

沓澤 隆司
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

土地利用や近接性の変化が東京都内の不動産価格に与える影響の分析¹

沓澤 隆司（経済産業研究所）

要 旨

本論文では、東京都内のマンションの取引価格を元に、リピートセールス法による不動産価格の推計を通じて、商業用地や地震に関する建物倒壊危険度などの土地利用の状況や就業機会の存在する場所への近接性が不動産価格に与える影響を分析するものである。

こうした土地利用や近接性の不動産価格への影響の評価はクロスセクションデータに基づくヘドニック法によるものが多く、時系列的な変化による分析は十分に行われていない。しかし、こうした分析では過少な変数によるバイアスが生ずるおそれがあることが批判されている。これに対して複数回取引された不動産を対象にその価格の変化を分析するリピートセールス法による不動産価格の推計をサンプル・セレクション・バイアスなどの課題に適切に対処した上で行えば、これらの土地利用や近接性の変化が及ぼす影響を適切に評価できると考えられる。

そこで、本論文では、ヘックマンの2段階推定法を用いて、サンプル・セレクション・バイアスを補正したリピートセールス法を通じて、東京都内の土地利用の変化や就業機会の存在する場所への近接性が不動産価格に与える影響を分析し、商業用地割合の変化、地震時の建物倒壊危険度の低下や就業者近接性指標の高まりが不動産価格を上昇させる効果をもたらすことが明らかとなった。今後は、土地利用の変化、地震災害のリスク低下や都市の中心業務地域(CBA)へのアクセスの改善がもたらす都市の社会経済活動への影響についてリピートセールス法を用いて明らかにしていくことが求められる。

キーワード：リピートセールス法、ヘックマンの2段階推定法、土地利用と近接性、地震時の建物倒壊危険性

JEL classification: R31, R21, R15

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

¹本稿は、独立行政法人経済産業研究所（RIETI）におけるプロジェクト「メッシュデータを活用したコンパクトシティの効果と政策手法の分析」の成果の一部である。本研究は、JSPS 科研費 16K03614 の助成を受けている。本稿の分析に当たっては、国土交通省の不動産取引価格情報及び東京都の都市計画地理情報システムのデータを利用した。

1. はじめに

不動産の資産価値について推計する際に、その不動産が存在する地域の土地利用や多くの就業者が存在する就業機会のある場所への近接性の変化が資産価値に影響を及ぼすことは、理論的にも実証的にも多くの指摘が見られるところである。理論面から見れば、Alonso(1964)などに見られるように、都市の中心部に就業の場所が集中し CBD (Central Business Districts) と呼ばれる地域を形成し、居住の場所は、その周辺地域に立地し、CBD に近い地域の住宅ほど価格が高くなるモデルが示されている。また、住宅が存在する地域の土地利用の形態により、その安全性・利便性やアメニティが向上した場合には、その地域の不動産価格が上昇することは、金本(2016)等が指摘しているところである。

実証面では、こうした地域の土地利用の状況や就業機会の存する場所への近接性（以下「就業者近接性」という。）が不動産価格に与える影響についてはヘドニックモデルにより中川・山鹿・斎藤(2002)など多くの研究事例が示されているところである。ただし、こうした分析では一時点のクロスセクションデータに基づく分析が多く、不動産価格に影響を与え得るすべての変数を認識して分析を行うことが困難であるという「過小変数バイアス」が生ずる恐れがある。例えば、マンションのデザインや耐震・免振構造などの建築基準を上回るスペック、放送などの設備、管理体制などのデータはマンションが立地する全期間を通じた網羅的な把握は難しく、そうしたデータベースは存在しないために、これらの変数が説明変数に採用されていない。また、クロスセクションデータによる限りは、その時点での土地利用形態や就業者近接性の影響は評価できても、時系列上の変化に対して不動産価格がどのように反映されるかの評価を行う分析は行われていない。この結果、例えば、クロスセクションデータを元にヘドニック法による不動産価格指数の推計を行った場合、その数値にバイアスを生じ、正確でない情報が不動産投資関係者に提供されてしまい、市場に混乱を与える可能性もある。例えば、国土交通省は 2015 年からヘドニック法により「不動産取引価格情報」²を作成し、公表している。その指数によれば、東京都のマンションの価格の指数は 2000 年を 100 とすると 2019 年 3 月時点で 143.9 となっており、同時期の住宅地(119.1)や戸建住宅(109.5)の指数に比べても高くなっている。この点について沓澤(2019)では、ヘドニック分析によるマンションの価格指数では、過小変数バイアスにより推計値がやや過大になっている可能性を指摘している。

これに対して、欧米では複数回で取引された同一の不動産について、異時点間の取引価格を時間ダミー変数で回帰させるリピートセールス法の分析が広く行われ、米国では S&P/Case Shiller U.S. National Home Price Index のように、リピートセールス法により指数の提供が見られるところである。この手法を応用すれば、同一の不動産の立地する地域の土地利用状況、就業者近接性の変化を説明変数とし、不動産価格の変化を被説明変数とすれば、土地利用や就業者近接性の変化の不動産価格への影響を評価することは可能となる。欧米では、Parsons(1992)、Riddel(2001)などの先行研究も見られるところであるが、日本では、単年度のヘドニック分析によるものが多く、時系列での土地利用や就業者近接性の変化の影響を十分に捉えきれているとは言えない。反面リピートセールス法にも、中古住宅市場の成熟が十分とは言えない日本においては、複数回取引される不動産取引の実例が乏しく、かつ、その複数回取引の対象となる不動産の特性が偏りがちになることによるサンプル・セレクション・バイアス

² 「不動産取引価格情報」は、土地建物の取引を行った当事者へのアンケート調査に基づき、不動産の実際の取引価格に関する情報をホームページに公表するものである。

の問題や観察期間が経過するにつれて生ずる同一物件の属性に変化が生ずる「集計バイアス」など改善すべき点が見られる。

これについては、唐渡・中川・清水・原野(2012)が「集計バイアス」に対処するため経年効果に非線形性を想定する推定方式を導入し、唐渡(2014)は、サンプル・セレクション・バイアスの問題を解決するため、Heckman(1979)が提示した2段階推定法を用いて、東京都世田谷区の戸建て住宅について、住宅情報誌に掲載された取引情報を元にリピートセールス法による分析を行っている。この分析はサンプル・セレクション・バイアスの問題を解決する上では貢献しているが、データの範囲が1つの特別区(世田谷区)に限定されている上に、取引情報が情報誌に依存しているために、最終的な売買契約上の情報を反映しているかどうか疑問が残る。就業者近接性、商業用地などの土地利用や地震時の危険度の変化についても分析の対象とはなっていない。

こうした課題を踏まえ、本稿は、不動産が立地する地域の商業用地の割合、地震時の建物倒壊危険度などの土地利用の状況や就業者近接性の変化が不動産価格に与える影響について、ヘドニック法がもたらす過小変数バイアスを避けつつ、セレクション・バイアスの懸念を解決するために Heckman(1979)が提示した2段階推定法を用いた上で、東京都内のマンションの取引価格情報にリピートセールス法を適用して、ヘドニック法と比較しつつ、分析を行う。次節では、先行研究を紹介し、分析方針を明らかにし、第3節でデータと推定モデル、第4節で推定結果、第5節で結論と今後の課題を述べる。

2. 先行研究

既に述べたように、不動産の構造、立地等の属性を用いて、不動産価格の推計を行う際には、ヘドニック法とリピートセールス法が用いられている。

ヘドニック法は、Rosen(1974)の理論分析を元に広く採用され、回帰分析により不動産の価格を様々な属性(土地の形状、位置、用途、建物の構造、規模など)を利用して推定する。この方法は品質調整を経た価格水準を推定することが可能であるが、不動産価格に影響するすべての属性を把握することは困難であり、過小な変数で不動産の価値を推計するバイアスが生ずるリスクがある。

リピートセールス法は、Baily et al.(1963)やCase and Shiller(1989)により提唱され、複数回で取引された不動産について、異時点間の取引価格を時間ダミー変数で回帰させることで推計する。同一物件の比較によるため、属性の変化がない場合には、ヘドニック法に見られる過小な変数によるバイアスが発生しづらい利点を有し、本研究が目的とする土地利用や就業者近接性の時系列での変化が不動産価格に与える影響をより正確に反映できる可能性がある。

欧米では、Parsons(1992)がメリーランド州の湾岸地域の土地利用規制が住宅価格に与える影響についてリピートセールス法を用いて分析し、土地利用規制がかかる住宅価格は46-62%上昇したことを示した。Riddel(2001)は、クロスセクションデータによるヘドニック法の代案として、時系列につれて変化するオープンスペースの変数が住宅価格に与える影響をリピートセールス法により推計している。日本において周辺環境が不動産価格に与えている影響を分析した研究例として、国内では中川・山鹿・斎藤(2002)が地震時の建物倒壊危険性が公示地価に与える影響を分析している例などがあるが、いずれもヘドニック法の分析によるもので、時系列の変化を反映していない。

一方で、リピートセールス法は、複数回で取引された不動産だけを対象とするため、Clapp and Giaccotto(1992)が指摘するようにサンプルのセレクション・バイアスが発生する懸念がある。また、対

象不動産の経年劣化をはじめとした属性やそのパラメータの構造変化も適切に把握する必要がある。

リピートセールス法を用いた国内の先行研究としては、唐渡・中川・清水・原野(2012)が、住宅市場全体に共通の効果(時間効果)と個々の住宅の経年劣化の効果(経年効果)を識別できないことによる集計バイアスの問題を解決するため、経年効果に非線形性を想定する推定方式を導入している。また、唐渡(2014)は、セレクション・バイアスの課題に対処するため、ヘックマンの2段階推定を用いた新しい関数形を提示している。

本稿では、同一不動産について反復して取引が行われることが比較的多いマンションの取引価格情報を元に、Heckman(1979)が提唱する2段階推定法を用いてサンプル・セレクション・バイアスを補正した上で、リピートセールス法を用いて、ヘドニック法との比較を行いつつ、不動産が立地する地域の商業用地の割合、地震時の建物倒壊危険度などの土地利用の状況や就業者近接性の変化が不動産価格に与える影響を分析する。

3. 不動産価格のデータとモデル

(1) 推定モデルの特定化

不動産価格を推計する際にヘドニック法では、取引不動産の属性情報を元に、以下のヘドニック価格関数として表すことができる。

$$Y_{it} = X_{it}\gamma_t + \varepsilon_{it} \quad \varepsilon_{it} = \alpha + \sigma_t + v_{it} \quad (1)$$

Y_{it} は、 i 地点のマンションの取引価格(対数値)、 X はその地点における n 種類の属性情報、 γ_t は取引時点 t のパラメータ、 α はモデル全体の定数、 σ_t は時間効果、 v_{it} は攪乱項である。

唐渡・中川・清水・原野(2012)などの分析でも示されたリピートセールス法では、まず、複数の取引時点が存在することを前提として、(1)式から1回目の取引時点(p 期)と2回目の取引時点(q 期)との時間差の差分を取って以下の(2)式に変換する。ここで、 y_i は第1回目と第2回目の価格差、 Δv_i はそれぞれ攪乱項の差分である。

$$y_i = (X_{iq}\gamma_q - X_{ip}\gamma_p) + (\sigma_q - \sigma_p) + \Delta v_i \quad (2)$$

次に、①全ての属性は時間を通じて不変である、②全ての属性パラメータは時間を通じて不変である、との仮定のもとに(2)式を以下の(3)式に変換することでリピートセールス法を定式化する。

$$y_i = M_u \sigma + \Delta v_i \quad (3)$$

M_u は以下の数値で示される数列の集合である。

$$M_u = \begin{cases} -1 & u=p \\ 1 & u=q \\ 0 & \text{その他} \end{cases}$$

σ は時間効果を示し、 u は取引時点の変数、 p は1回目の取引時点、 q は2回目の取引時点となる。

ただし、いくつかの点でこのモデルは検討を要する。まず、建築年数の経過による老朽化、陳腐化のため、その価値は変わっていく（経年効果）ので、その効果をリピートセールス法の定式化の中に反映させる必要がある。ここで、Chau et. al.(2005) が示すとおり、建築年月からの経過年数を用いて Box-Cox 変換して説明変数とすれば、時間効果を表す年次ダミーとの多重共線性の問題は生じない。この場合、建築竣工時点の価値を C_0 とすれば、取引時点 t において建築後 h 年を経過した住宅の価値 C_t は下記の通りとなる（ μ はパラメータ、 C_0 は経過年数 0 時点の価値）。

$$C_t = C_0 \exp(\mu h^{(\tau)}) \quad (4)$$

ここで、 $h^{(\tau)}$ は Box-Cox 変換を示し、 $\tau \neq 0$ のとき、 $h^{(\tau)} = (h^\tau - 1)/\tau$ 、 $\tau = 0$ のとき $h^{(\tau)} = \ln h$ となる。

しかし、唐渡・清水・中川・原野(2012)が指摘するとおり、竣工時点すなわち、建築年数が 0 の時点の価格が C_0 であるべきところ、上記の式(4)では $C_0 \exp(-\mu/\tau)$ となり、不整合となる。そこで代替的方法として、唐渡・清水・中川・原野(2012)が提示した下記の(4)'式を適用する。

$$C_t = C_0 \exp(\mu h^\tau) \quad (4)'$$

リピートセールス法に沿って取引時点間（ p 期と q 期）の差分（ここでは $L_i = q_i - p_i$ と）を取り、その中に経年効果を示す(4)'式を挿入すると下記の(5)式に変形できる。

$$\begin{aligned} y_i &= \beta(\ln C_{iq} - \ln C_{ip}) + (\sigma_q - \sigma_p) + \Delta v_i = \theta(h_i^\tau - (h_i - L_i)^\tau) + (\sigma_q - \sigma_p) + \Delta v_{it} \\ &= \theta k + (\sigma_q - \sigma_p) + \Delta v_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

ここで、 $\theta = \beta * \ln C_0 * \mu$ となるパラメータである。

(5)式を前提に、時系列の中での属性自体が変化する変数をモデルの中に反映させる必要がある³。具体的には、本研究の目的である不動産が立地する地域の土地利用や就業者近接性の変化の影響を測るための指標として、各町丁目別の土地利用区分（公共用地、商業用地、工業用地、学校用地、医療福祉用地）ごとの面積がその地域全体の面積に占める割合、取引地点を含む地震時の建物倒壊危険度、不動産が立地する地域から就業者を有する地域までの近接性を反映した指標（それぞれの職場からの距離をそれぞれの昼間人口（就業人口）で加重平均したもの。以下「就業者近接性指標」という。）を説明変数として採用する。また、それ以外にも不動産価格に影響し、時系列で変化する変数として、取引時点で改修されているか、取引の当事者が個人か法人かといった取引事情の変数が想定される。こうした説明変数の影響を反映させるため、(5)式を(6)式に変形する。

³ このほかに、不動産の床面積など属性の数値が変わらなくてもその効果の程度が変化する構造変化を分析するモデルも想定される。この場合、(6)式中に $\sum_{i=2}^T \sum_{j=1}^J (\gamma_{jt} - \gamma_{js}) Z_j$ を加えることになる。この部分は沓澤(2019)で既に取り扱った分析であり、本稿では土地利用や就業者近接性などの変化に着目した分析に特化することとした。

$$y_i = \theta k + \sum_{u=2}^U \sum_{j=1}^J \gamma_{ju} M_{iu} Z_{ij} + \sum_{u=2}^T M_{iu} \sigma_u + \varepsilon \quad (6)$$

ここで、 \mathbf{k} は $(\mathbf{h}_i^r - (\mathbf{h}_i - \mathbf{L}_i)^r)$ である。 \mathbf{M} は(3)式で示したダミー変数で構成される行列、 \mathbf{Z} は時系列の推移の中でパラメータが変化する属性変数、 σ は時間効果を示す。

これに加えて、サンプル・セレクション・バイアスの問題に対処する必要がある。すなわち、 \mathbf{M} は、各取引時点に対応した2時点のダミー変数の差分の行列であり、誤差分散は取引2時点間の間隔に依存しており分散不均一になる。このため Case and Shiller (1989) が提示するように、取引の2時点間の間隔 ($L_i = q_i - p_i$) の平方根の逆数、すなわち $1/\sqrt{L_i}$ で重み付けした最小2乗法による推計が必要になる。さらに、セレクション・バイアスを是正するため、Heckman (1979) が提示する2段階推定による解決を図る。

まず、最初の売買の後に次の売買を行う選択について、下記の式に従いプロビット推定を行う。

$$R_{i,t}^* = w_{i,t}\pi + \mu_{i,t} \quad (7)$$

ここで、不動産の売却が1回目だけでなく、 t 期にも売買される選択を示す閾値を閾値 R^* を示し、 w は、その複数回取引に影響を与え得る不動産の規模、構造、位置、取引形態、土地利用区分ごとの面積割合、地震時の建物倒壊危険度や就業者近接性指標のほか、経済情勢の変化を示す変数が対象の候補となりうる。一般的には、不動産の取引が行いやすい小規模な不動産、法人が買主になっているかどうか、経済成長率が低いときに買い取って、2回目のときに高く転売しやすいものなどが有意となりうる⁴。本稿の分析では、唐渡(2014)の分析例に倣い、ヘドニック分析における説明変数となる不動産の規模、構造、位置、取引形態、商業用地割合、建物倒壊危険度や就業者近接性指標のほか、経済成長率(年率名目値で前年のもの)を使用している。 π はパラメータであり、 $R_{i,t}^* > 0$ ならば $R = 1$ 、それ以外であれば $R = 0$ となる変数を考えれば、その確率は(8)式で示される。

$$P_r(R_{i,t} = 1) = F(w_{i,t}\pi) \quad (8)$$

次の段階では、複数取引のサンプルのみを対象とし、リピートセールスの回帰を行うこととするが、(7)式で示された複数取引とそれ以外の取引の選択関数と(8)式のリピートセールスの関数との誤差との相関を考慮して、リピートセールス法による誤差 e と上記の選択関数の誤差 v が2変量正規分布に従い、その共分散 δ_{ev} であるとの前提で、セレクション・バイアスをコントロールしたリピートセールスの価格関数は下記の通り整理する。ここで、 $\mathbf{y}_i^* = \mathbf{y}_i/\sqrt{L_i}$ 、 $\mathbf{k}^* = \mathbf{k}/\sqrt{L_i}$ 、 $\mathbf{M}_i^* = \mathbf{M}_i/\sqrt{L_i}$ 、 $\mathbf{Y}_{ju}^* = \mathbf{Y}_{ju}/\sqrt{L_i}$ であり、 λ_i はプロビット推定から得られる逆ミルズ比である。

$$y_i^* = \theta \mathbf{k}^* + \sum_{u=2}^T \sum_{j=1}^J \gamma_{ju} \mathbf{M}_{iu}^* \mathbf{Z}_{ij} + \sum_{u=2}^T \sum_{j=1}^J (\gamma_{jq}^* - \gamma_{jp}^*) \hat{\mathbf{Z}}_j + \sum_{u=2}^T \mathbf{M}_{iu}^* \sigma_u + \delta_{ev} \lambda_i + \eta_i \quad (9)$$

(9)式を踏まえれば、特定の s 時点をもとに t 期の不動産価格指数は(10)式となり、経年変化や属性自体の変化を除けば価格指数は(11)式となる。こうした指数を元に複数の手法の比較を行っていく⁵。

⁴ いずれも1回目の取引時点での変数であり、1回目と2回目の取引間の変数の差を説明変数としている第2段階での回帰分析には採用されていない。

⁵ なお、(7)式で示された残差項について、ランダムウォークを仮定しているが、Hill, Sirman and Knight(1999)は、自

$$Iq_{/p} = \exp(\theta k^*) \exp(\sum_{u=2}^T \sum_{j=1}^J \gamma_{ju} M_{iu}^* Z_{ij}) \exp(\sum_{u=2}^T M_{iu}^* \sigma_u) \quad (10)$$

$$Iq_{/p} = \exp(\sum_{u=2}^T M_{iu}^* \sigma_u) \quad (11)$$

(2) 使用したデータ

本分析に使用するデータとして、被説明変数となる不動産価格は、国土交通省が「不動産価格指数」を推計、公表するために収集している2005年4月から2019年3月までのマンションの取引に係る価格である。ヘドニック法においては、単独の取引の対象となる不動産価格が被説明変数となり、その件数は、今回の分析の対象となる東京都全体のマンションの取引である。リピートセールス法では、複数回取引された取引価格の差が被説明変数となる。ヘドニック法による分析の対象となる不動産取引の全体数は117,452件に上るが、そのうちリピートセールス法の対象とする複数回取引の件数は6,447件（延べ12,894件）で全体の約11.0%となっている⁶。

説明変数としては、ヘドニック法では、不動産単体の規模、構造等を示す説明変数とともに、本研究の分析対象である取引の地点の属する地域の土地利用区分ごとの面積割合、地震時の建物倒壊危険度や就業者近接性指標を説明変数とした。不動産単体の変数としては、マンションの専用面積、部屋の地上階数、建物総階数、最寄り駅からの距離、築年数、改修済みかどうか、所在する市区町村、用途地域の区分⁷、南向きか否か、取引主体（買主・売主）が法人であるかどうかに加え、取引が行われた年次ダミーを使用している。ここで、築年数については、リピートセールス法のような時間効果と経年効果との競合が直ちに生ずるわけではないことから、築年数の対数値⁸を変数に使用している。

本研究の分析対象である土地利用の状況については、不動産の立地する地域内（町丁目）のそれぞれのカテゴリーに属する土地利用区分（公共用地、商業用地、工業用地、文教用地、医療福祉用地）ごとの面積の全体に占める割合が説明変数となる。この地域ごとの土地利用区分ごとの面積の状況は、東京都の都市計画地理情報システムのデータにより把握した。

次に、地域の防災面の環境を示す変数として、地震時の建物倒壊危険度が一定以上のものを説明変数とする。この建物倒壊危険度は東京都がおおむね5年ごとに公表している「地震に関する地域危険度」⁹において5段階の評価で示されているが、建物倒壊危険度で比較的危険性の高い3以上の数値を示し

己回帰の可能性に言及し、その場合の非線形モデルの下での推計を行っている。この点について唐渡(2014)は自己回帰を前提とした対数尤度関数を示し、これによる最尤法による推計法を行っている。本研究でも、残差項の分散がマンションの床面積、階数、建築年数の影響を受けるモデルによる推計を試みたが、いずれも有意な結果を得なかったため、本研究では、ランダムウォークを前提とした分析を行う。

⁶ 国土交通省が作成する「不動産価格指数」は、移転登記を経た不動産取引関係者に対するアンケート調査を元にしており、その記入ミスを考慮して、回答データから一定の閾値（例：マンションの築年数は60年以内）を設定し、それを超えるデータをサンプルから削除するクリーニングを行っている。本分析においても、国土交通省のデータとの整合を確保するため同様の対応を行った。また、リピートセールス法対象の取引は複数取引間の月数が1年未満のものは価格のぶれが大きいため除外している。

⁷ 第1種・第2種低層住宅専用地域に立地しているかどうかをダミー変数としている。

⁸ 建築年数が0である取引もあり、年数に1を加えた数値の対数値を変数としている。

⁹ 東京都が5年に1回公表している「地震に関する地域危険度測定調査」の中の火災危険度、建物倒壊危険度を5段階評価で判断し、公開しているものであり、その危険性は、地域の建物密度、建物構造、広幅員道路や公園の整備存在などから判断している。

た地域での取引を1とし、それ以外の地域を0とするダミー変数として説明変数とする。

また、職場までの近接性に関しては、下記の式により算出される就業者近接性指標（ACC）を説明指標とする。これは、下記の式により、それぞれの地域（町丁目）の昼間人口（就業者人口）をその地域から不動産が立地する地域までの距離（指数値）で除した数値の総和であり、不動産が立地する地域の就業機会への近接性が大きいほどその数値は大きくなることになる。

$$ACC_i = \sum_{j=1}^m EMP_j / DIST_{ij}$$

ここで、 EMP_j は、地域 j （町丁目単位）における昼間人口、 $DIST_{ij}$ は、地域 j から不動産が立地する地域 i までの距離を示している。

リピートセールス法で使用する説明変数に関しては、まず、第一段階でサンプル・セレクション・バイアスを考慮するためのプロビット分析を行う際の説明変数については、複数回の取引に影響を与え得る変数として、ヘドニック法による分析でも用いた不動産の規模、構造、位置、取引の形態、土地利用の区分ごとの面積割合、建物倒壊危険度、就業者近接性指標のほか、経済情勢を示す変数として経済成長率（前年の名目値）を使用した。第2段階の分析における説明変数は、ヘドニック法でも使用した変数を元に時間差を反映した変数を使用している。すなわち、対象となる不動産の1回目の取引と2回目の取引との間での時間効果については式（3）が示すとおり1回目の取引年を-1、2回目の取引を1として変数とし、経年変化に関しては、式（4）によって計算された数値の差を変数としている。その他の説明変数は、本研究の目的である土地利用の状況、地震時の地域における危険度や就業者近接性の変化も含め、1回目の取引の数値と2回目の数値の差を取った数値を説明変数としている。

以上のデータの記述統計として、リピートセールス法とヘドニック法の被説明変数と説明変数を表1に示し、リピートセールス法の対象となった複数回取引対象となった不動産の各年の価格を表2のとおり示している。

4. 推定結果とその解釈

推計では、価格推計に関するモデルに従い、セレクション・バイアスを考慮する前と考慮した後のリピートセールス法の推計¹⁰を行い、クロスセクションデータによるヘドニック法との対比を行った。

まず、対比のために掲げたクロスセクションデータによるヘドニック法による推計結果は、表3の(1)のとおりであり、土地利用区別の面積割合に関しては、商業用地割合・文教用地割合が有意に正の係数を示し、工業用地割合が負に有意な係数を示している。このことは、商業用地割合・文教用地割合が居住者にとって利便性を有し、それが正の外部性を生じていると考えられる。一方で工業用地割合に関しては騒音等の環境への悪影響への懸念が払しょくできないことから負の外部性が生じていると考えられる。地震時の建物倒壊危険度に関しては、倒壊危険度がそれぞれ3以上の地域にあるかどうかのダミー変数に関して負で有意の係数を示しており、地震災害に対する地域の危険性が負の外部性により不動産価格を下落させる効果が認められる。就業者近接性指標に関しては、正に有意の数値を示しており、近接性が大きいほど、就業者としての利便性が増大し、そうした住宅地の地価が高くなる傾向が認めら

¹⁰ この推計は統計ソフトである *stata* によって行った。

れる。

次に、リピートセールス法による推計のうち、サンプル・セレクション・バイアスの前提として行ったプロビット分析の結果は表4のとおりである。ここでは、建築年数が正で有意であり、建築後ある程度の時間の経過が複数回の取引を促すことを示している。また、床面積、建物の向き（南向き）、建物倒壊危険度、就業者近接性指標、経済成長率が負で有意である一方で、買主が法人であることや商業用地割合、最寄り駅までの距離が正に有意となった。マンションの要素として規模は大きくなく、利便性もあまりなくても、地震時に対しては安全、商業地を周辺に含んでいることなど基本的な性能は備えていることが複数取引されるマンションには求められていると言える。また、初回の取引では前年の経済成長率が低い時点であることが複数取引に有利に働いていることが伺われる。これは、経済成長率が低く、不動産市場も低迷しているときに不動産を買い、上昇した段階で売却する不動産取引の行動が推測され、唐渡(2014)が世田谷区の戸建て住宅について行ったプロビット分析においても経済成長率は負に有意の結果を示している。

サンプル・セレクション・バイアスによる補正前の結果は表3の(Ⅱ)、ヘックマンの2段階推定法による補正後の結果は同表の(Ⅲ)のとおりである。また、サンプル・セレクション・バイアスの分析の妥当性を検証するため、(4)サンプル・セレクション・バイアスの補正を行ったサンプル、すなわちリピートセールス法の対象となったマンションの2回目の取引に対するヘドニック法の分析を併せて行った。Akaike Information Criterion(A.I.C)やBayesian Information Criterion(B.I.C)の数値は、表3に示すとおりセレクション・バイアス補正後リピートセールス法の方が補正前のリピートセールス法やヘドニック法よりも小さく、望ましいモデルであることを示している。

これらの分析における周辺環境の地価に与える影響として、土地利用区別の効果を検証すると、商業用地割合のみは正に有意の係数を示したが、他の用途については有意な結果はなかった。この結果は、土地の利用形態の変化は商業用地を除けば、従来のクロスセクションデータを用いたヘドニック法による分析と比べて不動産価格に大きな影響を与えているわけではない可能性を示唆している。

地震に対する危険度について見ると、危険度3以上を示している地域を1とし、それ以外の地域を0とし、2回目の取引の変数から1回目の取引の変数を差し引いた変数で推計を行ったところ有意に負の係数を示し、従来のヘドニック法の分析と同様に価格を押し下げる効果を示している。

また、就業者近接性の影響について見ると、就業者近接度指標に対して正の係数を示し、時系列の変化で見ても近接性指標が高まり、就業機会の場所への近接性が大きくなる時には従来のクロスセクションによるヘドニック法の分析と同様に不動産価格にプラスの影響が出ることが示されている。

以上の結果を元に、セレクション・バイアスを補正したリピートセールス法分析とクロスセクション分析の不動産価格指数の推移を表5に示している。これで見ると、クロスセクションデータによるヘドニック法は、リピートセールス法に比べ20%程度高く、突出している。また、土地利用上の商業用地割合、地震時の建物倒壊危険度、就業者近接性指標のそれぞれの変化が不動産価格に与える影響のリピートセールス法とヘドニック法との対比をしたものが図1である。これを見ると、不動産が所在する土地利用の中では商業用地割合、地震に関する倒壊危険度、就業者近接性指標に関しては、同じ方向性の結果を示しているが、その効果の程度は異なる。商業用地割合ではそれが10%増加した場合、ヘドニック法では価格が0.83%増加するのに対し、リピートセールス法では3.81%増加する。倒壊危険度3以上の評価に関しては、その評価から外れた地域となった場合、ヘドニック法では2.28%増加するの対

し、リピートセールス法では 3.85%増加する。就業者近接性指標が 10%増加した場合、ヘドニック法では 1.99%増加するのに対して、リピートセールス法では 0.78%増加する。

一方で、商業地域以外の土地利用に関しては、クロスセクションデータによるヘドニック法の上では有意な結果が生じたものの、時系列の変化が反映されるリピートセールス分析では有意な結果が生じていない。

5. おわりに

本稿の分析では、同一不動産で複数回取引が行われることが比較的多いマンションについて、リピートセールス法を適用し、土地利用状況や近接性が不動産価格に与える影響を、これまで多く行われてきたクロスセクションのヘドニック法によるものと対比しながら分析した。

この結果、前節でも述べたように、商業用地割合、地震時の建物倒壊危険度や就業地近接性指標に関してヘドニック法の場合と同様の傾向が認められたものの、その数値には大きな違いが生じた。また、商業用地以外の土地利用に関しては有意な結果は生じなかった。この原因として、ヘドニック法による説明変数が過小で、マンションの質を説明する上で十分ではない「過小変数バイアス」が生じていることが考えられる。この結果、マンションの価格の要因となる変数が十分説明変数に採用されないための推定バイアスがヘドニック法とリピートセールス法との結果のずれにつながった可能性が高い。

一方で、リピートセールス法の分析に関しても、なお精査の余地がある。リピートセールス法の場合同一の地点に属する地域の属性の複数回の取引時点の変化を元に不動産価格への影響を計測するものである。しかし、今回の分析対象である土地利用区分ごとの面積割合、地震時の建物倒壊危険度、就業者近接性に関しては、短期間で急激に数値が変化するものではなく、なるだけ長期間にわたるデータの変化を元に分析を行うことが妥当である。今回は 2005 年から 19 年までのデータを対象としており、この期間の長さが不動産価格の評価に十分なものかどうかについては更なる精査が必要であろう。

こうした土地利用や就業者近接性が不動産価格への影響の推計方法を改善することは、不動産や不動産が立地する都市構造がどのように変化すれば、資産価値を上げることが可能になることを解明することに役立つ。例えば、商業用地の土地利用割合の増大や就業者近接性の進行は、居住地域が都市の CBD に近接した都市構造になることが多く、こうした都市構造の転換を伴う再生プロジェクトがどの程度の資産価値の増加、地域への便益をもたらすかを評価する際にこうした不動産価格の推計は有益である。また、地震時の建物倒壊危険度等の改善が資産価値の向上にどの程度つながるかを解明できれば、防災事業の便益を数値で明らかにし、事業の効率性の評価に活用することができる。

従来から、防災性能を高め、経済活動を活性化させるための事業に関して、その効果を検証するヘドニック法を利用した不動産価格の推定が行われているが、過小変数バイアスに直面した場合、その推定結果は実際のものとは食い違うリスクを抱えることになる。防災性能の改善や土地利用構造、あるいは就業者近接性が改善した場合のヘドニック法とリピートセールス法による効果は表 6 で見れば大きく異なる。リピートセールス法による評価を基礎にした政策評価を行うことで、今後の都市再生プロジェクトに対するより精密な評価を行うことが期待できる。例えば、今回用いた指標を用いて防災性を向上させる都市整備プロジェクトの効果を分析する場合、倒壊危険度 3 以上から 2 以下になることで、より安全な市街地となれば、不動産価格は既に述べたようにリピートセールス法では 3.85%増大し、それがこのプロジェクト便益となる。また、経済活性化に資する都市再生プロジェクトを実施し、その地域の商

業用地の割合が10%増加した場合、不動産価格はリピートセールス法では3.81%増大する。その商業施設で新しい雇用が生まれ、それが就業者近接性指標を10%高めれば、さらに0.78%不動産価格を高め、それがプロジェクトの便益となる。

就業者近接性指標が正の係数で有意な数値を示していることは、現在の都市とその内部での経済の構造が、都市中心部でface to faceによるビジネスが行われ、その就業者が郊外部から通勤で来ていること、その距離が短いほど時間とコストが小さいことから経済的利便が大きいというAlonso(1964)による理論が依然として現実の世界にも適合していることを示している。しかし、最近のコロナウィルスの流行にも見られるように、突発的な災害などによってこうした人と人との接触によるビジネスの継続が突然断ち切られ、テレワークなど通信技術による遠隔の主体同士の情報交換や連携によって経済活動が行われていく可能性も広がりつつある。こうした経済活動の形態の変化を測る上でも、こうしたリピートセールス法による就業者近接性指標等を活用した不動産価格の変化の分析を行っていくことは意義が大きいと考える。

このように不動産や都市地域に関わる政策効果や都市構造と経済活動との関係を資産価値の変化で明らかにすることを可能にすることから、本分析を契機とした不動産価格の推計方法のさらなる精緻化は、不動産や都市地域に関わる政策の企画、立案の上からも大きな意義を有する。このため、今後は改善を加えた不動産価格の推計方向を政策検討のツールとして活用していくことが望まれる。

参考文献

- Alonso, W. (1964) "Location and Land Use" Cambridge, Harvard University Press
- Baily, M. J., R. F. Muth and H. O. Nource (1963) "A regression model for real estate price index construction" *Journal of American Statistical Association*, 58, pp.983-942
- Case, K. E. and R. J. Shiller (1987) "The efficiency of the market for single-family homes," *The American Economic Review* 79-1, pp.125-137
- Chau, K. W., S. K. Wong and C.U.Yiu (2005) "Adjusting for Non-Linear Age Effects in the Repeat Sales Index" *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 31(2), pp. 137-153.
- Clapp, J. M. and C. Giaccotto (1992) "Estimating Price Trends for Residential Property: A Comparison of Repeat Sales and Assessed Value Methods," *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 5, pp.357-374
- Heckman, J. (1979) "Sample Selection Bias as a Specification Error" *Econometrica* 47, pp.153-161
- Parsons, G. R. (1992) "The effect of coastal land use restrictions on housing prices: a repeat sale analysis," *Journal of environmental economics and management* 22, pp.5-37
- Riddel, M. (2001) "A dynamic approach to estimating hedonic prices for environmental goods: application to open space purchase," *Land Economics*, 77, pp.494-512
- Rosen, S., (1974) "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition" *Journal of Political Economy*, 82, pp.34-55
- 金本良嗣・藤原徹(2016)「都市経済学(第2版)」東洋経済新報社刊, p. 414.
- 唐渡広志(2014)「リピート・セールス価格指数におけるセレクション・バイアス」Faculty of Economics, University of Toyama, Working Paper No.287

唐渡広志・清水千弘・中川雅之・原野啓 (2012) 「リピートセールス不動産価格指数における集計バイアス」『日本経済研究』No66、pp22-50

沓澤隆司(2019)「セレクション・バイアスの補正や属性の構造変化を考慮したリピートセールス法による東京都内の不動産価格指標の推計」独立行政法人経済産業研究所ディスカッションペーパー 19-J-027

表1 データの記述統計

	リポートセールス法対象		ヘドニック法対象
	第1回	第2回	
取引価格(万円)	2676.983 (2226.762) [42.119-31000]	2891.414 (2433.863) [100-33700]	3057.202 (2460.538) [16.38-67000]
建築年数	14.047 (11.427) [0-50]	19.307 (11.173) [1.167-53.333]	16.471 (11.994) [0-50]
床面積(m ²)	42.502 (25.169) [10.44-385.63]		47.401 (25.907) [10.02-499.53]
地上階数	6.112 (6.005) [1-58]		6.028 (5.565) [1-58]
建物総階数	11.389 (8.896) [1-60]		11.391 (8.355) [1-60]
最寄り駅までの距離(m)	567.954 (394.094) [5-13000]		586.511 (434.307) [1-17000]
改修済み	0.223 (0.416)	0.252 (0.434)	0.240 (0.427)
低層住居専用地域	0.032 (0.176)		0.036 (0.186)
南向き	0.490 (0.500)		0.528 (0.499)
売主が法人	0.457 (0.498)	0.291 (0.454)	0.392 (0.488)
買主が法人	0.230 (0.421)	0.211 (0.408)	0.184 (0.388)
公共用地割合	0.089 (0.094) [0-1]	0.087 (0.088) [0-0.810]	0.091 (0.094) [0-1]
商業用地割合	0.124 (0.109) [0-0.611]	0.123 (0.111) [0-0.727]	0.115 (0.105) [0-0.983]
工業用地割合	0.042 (0.058) [0-0.772]	0.037 (0.053) [0-0.734]	0.042 (0.058) [0-0.635]
文教用地割合	0.063 (0.078) [0-0.809]	0.062 (0.078) [0-0.810]	0.064 (0.079) [0-0.902]
医療福祉用地割合	0.011 (0.022) [0-0.471]	0.012 (0.023) [0-0.462]	0.012 (0.022) [0-0.494]
倒壊危険度3以上割合	0.304 (0.460)	0.301 (0.458)	0.305 (0.460)
就業者近接性指標	11.730 (0.628) [8.953-13.058]	11.764 (0.614) [8.970-13.058]	11.699 (0.618) [7.920-13.058]
経済成長率	-1.371 (1.837) [-6-3.4]		0.502 (2.371) [-6-3.4]
標本数	6,447		117,452

注1：国土交通省「不動産取引価格情報」、東京都「都市計画地理情報システム」(2019)より筆者作成。

注2：上欄は平均値、()書きは標準偏差、下欄の[]内は最小値と最大値、新築・改修済み、低層住居専用地域、南向き、倒壊危険度3以上割合はダミー変数。

表2 年次別マンション価格

	1回目の取引			2回目の取引		
	平均	標準偏差	標本数	平均	標準偏差	標本数
2005年	2288.0	2082.7	297			
2006年	2519.1	1606.8	431	2136.8	1256.2	4
2007年	2612.4	1956.1	848	2730.4	2505.2	43
2008年	2755.6	2377.5	767	2543.7	1489.8	26
2009年	2869.9	2667.3	750	2246.0	1843.2	66
2010年	2617.4	1944.3	842	2451.4	2351.7	128
2011年	2812.9	2679.9	631	2457.7	1871.5	208
2012年	2533.5	1796.6	541	2434.9	1799.7	298
2013年	2528.8	1892.0	460	2535.9	2193.9	468
2014年	2746.0	2364.6	350	2859.8	2318.1	525
2015年	2883.7	2744.8	281	3250.8	3132.2	716
2016年	2934.0	2312.9	168	3060.5	2502.9	844
2017年	2903.2	1996.5	73	3054.7	2714.5	990
2018年	2879.8	968.1	8	3113.7	2351.5	1084
2019年			0	3033.6	1846.3	229

注1：国土交通省「不動産取引価格情報」より筆者作成。

注2：単位は万円。

表3 サンプル・セレクション・バイアス(SB)補正前後のリポートセールス(RS)法・ヘドニック法の分析結果(属性の構造変化は考慮せず)

年	(1)SB 補正前 RS 法	(2)SB 補正後 RS 法	(3)ヘドニック法	(4)SB 補正対象 サンプルの ヘドニック法
2006年	0.064** (0.026)	0.061** (0.026)	0.051*** (0.008)	0.073*** (0.023)
2007年	0.153*** (0.023)	0.148*** (0.023)	0.187*** (0.008)	0.179*** (0.020)
2008年	0.078*** (0.023)	0.069*** (0.023)	0.183*** (0.007)	0.159*** (0.021)
2009年	0.042* (0.024)	0.039 (0.024)	0.120*** (0.007)	0.095*** (0.021)
2010年	0.067*** (0.024)	0.069*** (0.024)	0.168*** (0.007)	0.149*** (0.020)
2011年	0.059** (0.024)	0.041* (0.024)	0.185*** (0.007)	0.167*** (0.021)
2012年	0.037*** (0.025)	0.024 (0.025)	0.168*** (0.007)	0.177*** (0.022)
2013年	0.070*** (0.026)	0.052** (0.026)	0.208*** (0.007)	0.195*** (0.023)
2014年	0.133*** (0.027)	0.114*** (0.027)	0.300*** (0.007)	0.278*** (0.024)
2015年	0.219*** (0.028)	0.198*** (0.028)	0.395*** (0.007)	0.369*** (0.025)
2016年	0.263*** (0.022)	0.239*** (0.029)	0.455*** (0.007)	0.473*** (0.029)
2017年	0.293*** (0.030)	0.269*** (0.030)	0.507*** (0.007)	0.444*** (0.040)
2018年	0.335*** (0.031)	0.308*** (0.031)	0.551*** (0.007)	0.659*** (0.108)
2019年	0.314*** (0.370)	0.288*** (0.037)	0.572*** (0.009)	—
θ	-0.180*** (0.012)	-0.157*** (0.012)	-0.286*** (0.001)	-0.292*** (0.003)
λ^*	—	-0.185*** (0.044)	—	—
建物等属性	No	No	Yes	Yes
改修	0.049*** (0.007)	0.054*** (0.007)	0.068*** (0.002)	0.063*** (0.010)
売主(法人)	0.053*** (0.007)	0.052*** (0.007)	0.018*** (0.002)	0.037*** (0.009)
買主(法人)	-0.136*** (0.008)	-0.131*** (0.008)	-0.200*** (0.002)	-0.176*** (0.009)
公共割合	0.024 (0.113)	0.012 (0.113)	-0.060*** (0.018)	-0.034 (0.076)
商業割合	0.346*** (0.155)	0.374** (0.012)	0.082*** (0.012)	0.173*** (0.016)
工業割合	-0.134* (0.236)	0.079 (0.024)	-0.234*** (0.016)	-0.311*** (0.076)
文教割合	-0.206 (0.321)	-0.165 (0.321)	0.093*** (0.020)	0.052 (0.088)
医療福祉割合	-0.338 (0.625)	-0.251 (0.625)	-0.057 (0.043)	-0.137 (0.190)
倒壊危険度	-0.038** (0.019)	-0.039** (0.019)	-0.023*** (0.002)	-0.009 (0.013)
就業者近接性指標	0.012*** (0.002)	0.082*** (0.017)	0.207*** (0.004)	0.173*** (0.016)
Adj.R ²	0.2584	0.2609	0.8323	0.8348
A.I.C	3429.119	3408.398	40665.890	2822.600
B.I.C	3598.403	3584.453	41439.790	3350.767
サンプル数	6,447	6,447	117,452	6,447

注1: 国土交通省「不動産取引価格情報」、東京都「都市計画地理情報システム」(2019)を用いて筆者推定

注2: **、*、*はそれぞれ1%、5%、10%有意を示す。**年はそれぞれの年に取引が行われたことを示す年次ダミー。

表4 プロビット分析(標本数 117,452)

	係数	標準誤差
建築年数	0.050***	0.006
床面積	-0.182***	0.010
最寄駅からの距離 (対数値)	0.017**	0.007
居住階	0.003	0.008
総階数	0.007	0.013
低層住居専用地域	0.008	0.029
南向きかどうか	-0.019*	0.010
改修	0.056***	0.013
売主(法人)	-0.012	0.012
買主(法人)	0.073***	0.013
倒壊危険度	-0.039***	0.011
商業割合	0.357***	0.059
工業割合	-0.112	0.093
文教割合	0.056	0.123
医療福祉割合	-0.508	0.258
就業者近接性指標	-0.028**	0.011
経済成長率	-0.017***	0.002
定数	-0.567***	0.147

注1：国土交通省「不動産取引価格情報」、東京都「都市計画地理情報システム」(2019)を用いて筆者推定。

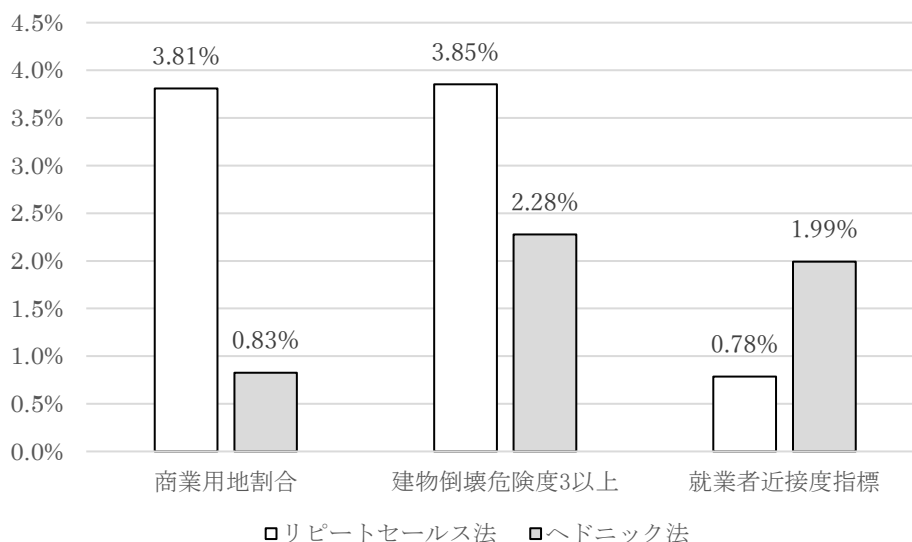
注2：***、**、*はそれぞれ1%、5%、10%有意を示す。

表5 リピートセールス法とヘドニック法における年次ごとの価格の推移と土地利用・近接性が不動産価格に与える影響

	リピートセールス法	ヘドニック法
2005年	0.933	0.846
2006年	0.992 [0.943-1.044]	0.890 [0.877-0.904]
2007年	1.082 [1.034-1.132]	1.020 [1.006-1.035]
2008年	1.000 [1.047-1.071]	1.016 [1.001-1.030]
2009年	0.970 [0.926-1.016]	0.954 [0.941-0.968]
2010年	1.000 [0.955-1.048]	1.000 [0.987-1.014]
2011年	0.973 [0.927-1.021]	1.018 [1.004-1.032]
2012年	0.956 [0.909-1.004]	1.001 [0.987-1.014]
2013年	0.983 [0.934-1.034]	1.041 [1.027-1.055]
2014年	1.046 [0.992-1.102]	1.142 [1.127-1.158]
2015年	1.137 [1.077-1.202]	1.255 [1.239-1.272]
2016年	1.185 [1.120-1.255]	1.334 [1.316-1.352]
2017年	1.221 [1.151-1.296]	1.404 [1.385-1.423]
2018年	1.270 [1.195-1.351]	1.467 [1.448-1.487]
2019年	1.245 [1.157-1.340]	1.500 [1.474-1.526]

注1：国土交通省「不動産取引価格情報」、東京都「都市計画地理情報システム」(2019)を用いて筆者推定
 注2：各年の価格指標は2010年を1とする不動産価格指数。[]内は95%の信頼区間の上限と下限の指標を示している。

図1 土地利用、地震時の建物倒壊危険度、就業者近接性の変化が不動産価格に与える影響



注1：国土交通省「不動産取引価格情報」、東京都「都市計画地理情報システム」(2019)を用いて筆者推定
 注2：商業用地割合と就業者近接性指標はそれぞれの数値が10%上昇した場合の変化を示し、建物倒壊危険度3以上は危険度が2以下に低下した場合の不動産価格の変化を示している。