

## ヘドニック・アプローチに基づく風評被害の分析 —福島第一原発事故を例に—

小野 康介<sup>†</sup>

### 要旨

本研究では、福島第一原発事故に伴う風評被害について、福島県と隣接する6県との間で違いがあるのか、あるとしてどの程度の違いがあるのかを、特に放射線に着目したヘドニック・アプローチを用いて分析した。また、推計の際には、回帰不連続デザインの考え方を転用して、自治体のデータを福島県境に近接する順に3分割し、頑健な推定を行えるよう試みた。分析の結果、特に福島県境近辺に着目すると、福島県の自治体は、隣接する他県の自治体よりも0.029%（下限）から0.093%（上限）高く放射線リスクが認識されており、その被害額は、7四半期間で約1,480万円（下限）から約4,680万円（上限）という値を得た。この結果は、風評被害の発生及びその額が一定程度存在することを示すものである。もしその原因の一つが、原子力発電所の名前に「福島」という地名が入っていることに伴うものだとすれば、それは、原子力発電所のネーミング次第では、原発事故に係る風評被害を抑制できる可能性があることを示唆するものである。

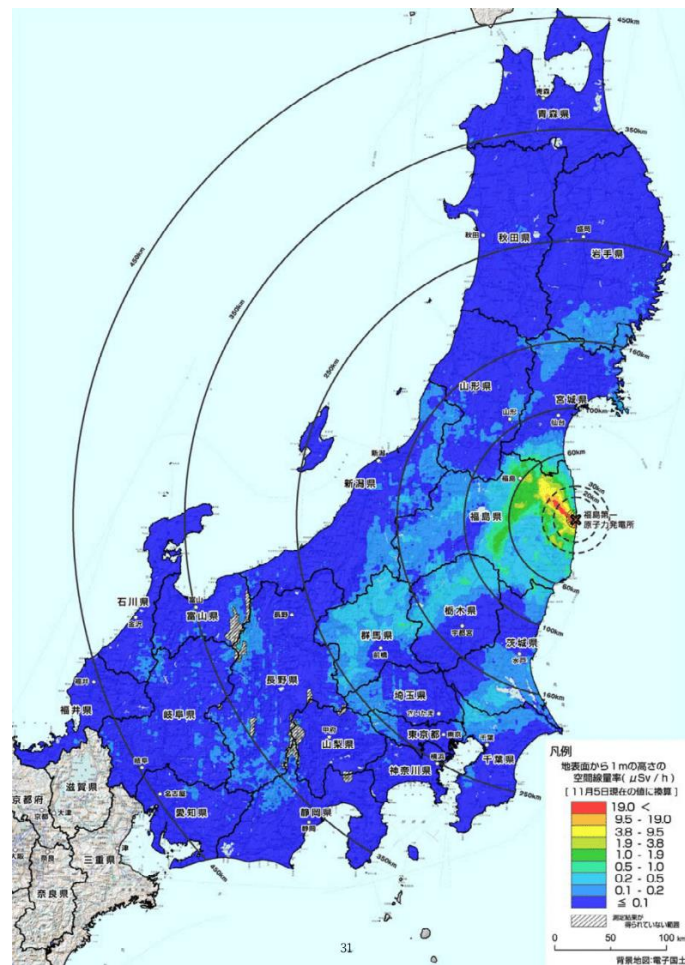
---

<sup>†</sup> 東京大学公共政策大学院

## 1 はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、東日本エリアを中心に甚大な被害を与えた。多くの命が奪われ、地震発生から約10年近くが経った現在においても、自分が生まれ育った故郷へ還ることすら叶わない人たちが多く存在する<sup>1</sup>。社会・経済両面に未曾有の被害を与えたこの東日本大震災を特徴づけるものの一つとして、放射能汚染<sup>2</sup>が挙げられるだろう。地震発生直後に停止した福島第一原発から発せられた放射線は、

図1 東日本全域の地表面から1m高さの空間線量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{時}$ )



出典：文部科学省（2011）「第4次航空機モニタリング」  
(最終アクセス2022年1月21日) <https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/362/list-1.html>

<sup>1</sup> サガテレビ（2021年1月7日）「故郷に戻れない…東日本大震災から間もなく10年」.  
<https://www.sagatv.co.jp/sagamaru/article/archives/847>, (最終アクセス2022年1月21日)

<sup>2</sup> 放射線を出すものを放射性物質，放射線を出す能力を放射能，放射線の単位時間当たりの量を空間線量率という。本稿においては、「放射線リスク」とは，放射線による健康被害を受ける可能性及び人体への（悪）影響が大きくなることを指す。詳しくは，図4も参照されたい。）

図1の通り、福島県に留まらず、東日本エリア全体に放散した。やや詳細に観察すると、放射線は福島第一原発を中心として必ずしも同心円状に広がっているわけではなく、風の影響からか、北西方向及び南西方向に対してやや歪に放散していることが見て取れる。一方で、特に県境近辺の空間線量率の分布に着目すると、空間線量率が県境近辺において不連続に変化することはなく、連続的に分布していることが見て取れる。これは、県境はあくまでも行政上の概念的な区分であって、放射線を遮るような物理的な区分ではないことから、半ば自明の結果である。しかし、消費者は実際に図1のような解像度で放射線の拡散状況（空間線量率の分布）を認識しているのだろうか。例えば、霞ヶ浦南部（茨城県）や栃木県北西部の一部には、（両者に比して原子力発電所に極めて近い）福島県の一部エリアと同程度の空間線量率を検出しているエリアが存在するが、このことはどの程度消費者に認知されているのだろうか。実際には、福島県というだけで、根拠もなく放射線リスクが高いエリアと決めつけているのではないだろうか？上記の問題意識に基づいて、「空間線量率自体は同じにも関わらず、福島県というだけで、放射線リスクに対する評価が他県よりも不当に<sup>3</sup>高く見積もられている可能性」に着目した。この仮説を検証するための本研究デザインを視覚化したものが図2である。

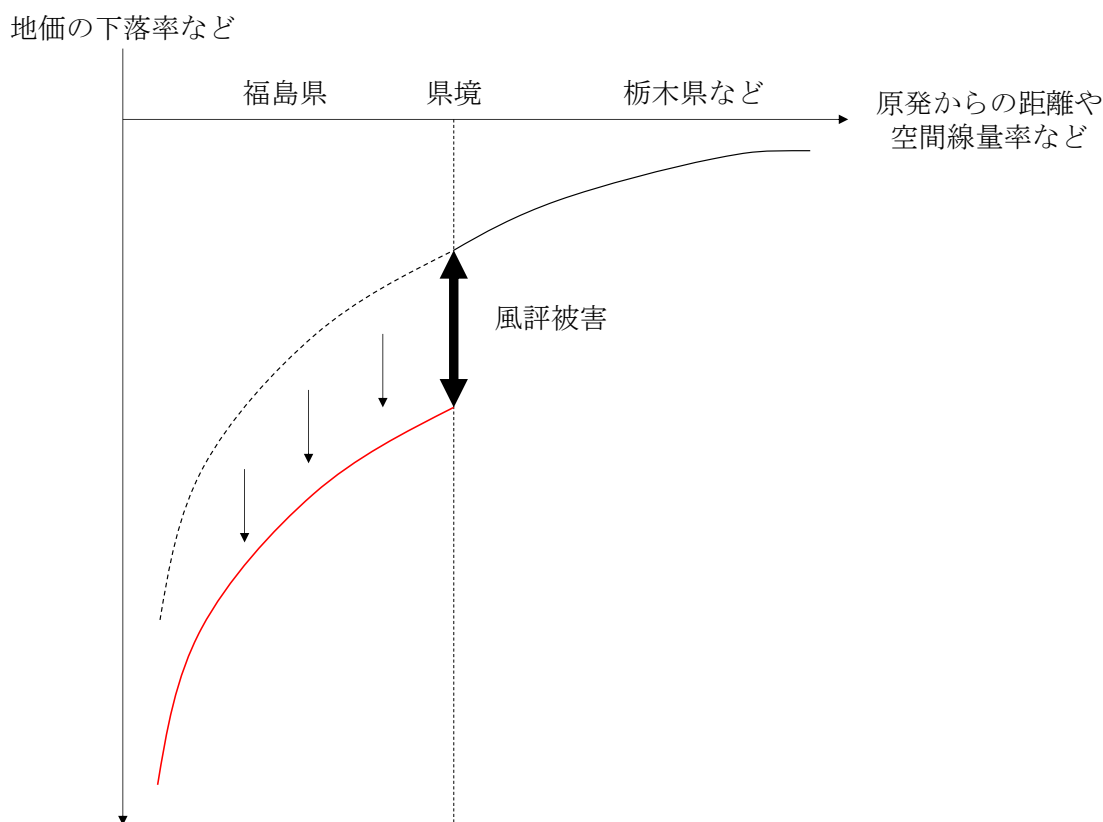
本研究は、計量経済学の分野で多く用いられる回帰不連続デザイン（Regression Discontinuity Design, RDD）<sup>4</sup>の考え方を転用して、特に県境近辺において取引価格や公示地価などの不動産価値の代理指標に非連続的な下落が起きていないか、即ち、放射線リスクが福島県だけ不当に高く見積もられていないかの検証を行うものである。放射線は、県境か否かを問わず、図1のようになだらかに（＝連続的に）沈着している。したがって、本来であれば、放射線に伴う風評被害<sup>5</sup>もなだらかに発生している筈である。しかし、実際には、放射線及び福島第一原発事故そのものに対する認識不足や、福島県の被害を大きく取り上げる偏向報道等も相まって、図2のように、福島県においてだけ、風評被害が非連続的に下方シフト（黒破線→赤実線）している可能性がある。回帰不連続デザインは、人為的なルールによって生まれる境界線（以下「カットオフ」という。）を利用する実験デザインであり、カットオフ近辺の「ジャンプ」の大きさに着目して、局所的平均効果（Local Average Treatment Effect, LATE）

<sup>3</sup>ここで、「不当」とは、関谷（2003）の定義に照らして、「情報や事実に基づかないこと」と定義する。

<sup>4</sup>回帰不連続デザインについては、Angrist & Pischke (2014)及びAngrist & Pischke (2008)などを参照されたい。

<sup>5</sup>本稿における「風評被害」とは、関谷（2003）「ある事件・事故・環境汚染・災害が大々的に報道されることによって、本来『安全』とされる食品・商品・土地を人々が危険視し、消費や観光をやめることによって引き起こされる経済的被害」という定義を用いて、「東日本大震災に伴う福島第一原発事故に伴って、福島県の被災状況が過剰報道されることによって、根拠や正しい情報に基づかず、他県に比較して福島県の放射線リスクを人々が過大に評価すること」と再定義する。

図2 回帰不連続デザインの考え方を転用した<sup>6</sup>研究デザイン



注：研究デザインのアイデアを単純化したものであり、実態及び推計結果とは必ずしも一致するとは限らない。

を求めるものである。RDDにおいては、ルールによってカットオフを「超える」処置群と、カットオフを「超えない」統制群の同質性を仮定している。

本研究では、「県境」をカットオフ、福島県を処置群・隣接6県を統制群と見立てて、「ジャンプ（＝風評被害）」を推計する。

## 2 先行研究

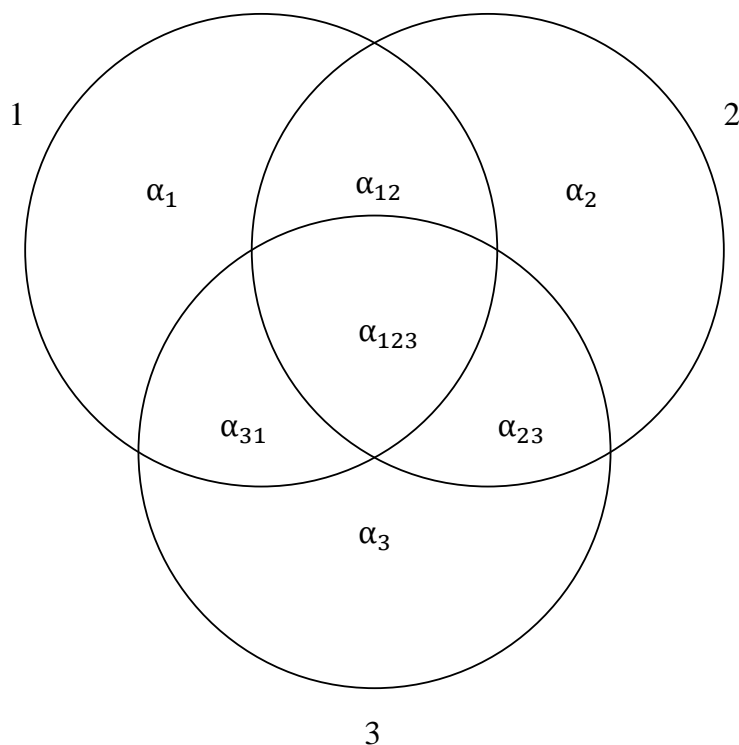
前述の通り、本研究においては、ヘドニック・アプローチ<sup>7</sup>を用いて、福島第一原発事故に伴う風評被害の発生状況（発生しているか否か・発生している場合にはその額）に関する分析を行う。

そこで、「1手法が計量経済的（空間線量率の（悪）影響は、地価に帰着

<sup>6</sup> 回帰不連続デザインにおいては、強制変数（running variable）が閾値（cut point）周辺で連続であることが前提だが、県境及び空間線量率は福島第一原発から「完全に」同心円状に分布しているわけではない。そこで、そのままRDDは「使用（≠転用）」できないため、後述の通り、ダミー変数による統制を行う。

<sup>7</sup> ヘドニック・アプローチについては、Rosen (1974)も参照されたい。

図3 先行研究の整理



出典：筆者作成。実際の先行研究の量とベン図の大きさは必ずしも一致しない。

(capitalize) すると考えられるため、ヘドニック・アプローチをベースにしているものが望ましい)」、 「2 研究対象が原子力発電事故 (福島第一原子力発電事故がメインで、それ以外の原発事故も広く調べる)」及び「3 風評被害 (対象は生鮮食品など、不動産ではなくとも可。)」の3領域を対象に先行研究の調査を行い、図3ように包含関係を整理したうえで、表7及び表8にまとめた。

本章では、研究内容に最も合致する3領域が重なる領域 $\alpha_{123}$  (ヘドニック・アプローチをはじめとした計量経済的な手法に立脚しつつ、原子力発電事故に伴う風評被害を取り扱った研究)を中心に検討を加える。なお、表7が領域 $\alpha_{123}$ についてまとめたものであり、表8はそれ以外の6領域 ( $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_{12}, \alpha_{23}, \alpha_{31}$ ) についてまとめたものである。

まず、本研究の主題である「風評被害」について、安田 (2011) は、「情報の経済学 (発信する情報の立証可能性/情報伝達のコスト)」の観点から、風評被害を表1のように4つの数理モデルに分類している。この分類によれば、福島第一原発事故に伴う風評被害は、「情報開示 (2)」にタイプ分けできるであろう。なぜならば、放射線 (空間線量率) の計測自体は可能であり (「立証可能」)、情報の発信自体は官公庁も行っているため、民間主体による情報の「伝達コスト」は0に等しくなるが、計測器を用いて客観的かつ正確に汚染数値を測定しようとする、購入・利用にコストがか

表1 情報の非対称性等に基づいた風評被害の分類

	伝達コスト=0	伝達コスト>0
立証可能	<p><b>情報開示 (1)</b> 生産者が自分の持っている情報をタダで立証できるとするモデル。最も安全な生産者は、進んで情報を開示する。次に、次点で安全な生産者も情報を開示する。(なぜなら、自分より危険な生産者と混同されたくないから。)以下、情報開示が進み、「完全開示 (Full Disclosure)」される。</p>	<p><b>情報開示 (2)</b> 生産者は汚染の実態を正確に立証できるものの、現実には計測器の購入・利用のコストなどがかかる。</p>
立証不可能	<p><b>チープトーク</b> 安全な生産者も危険な生産者も、「うちの商品は安全です」と、口先だけの情報伝達が発生する。</p>	<p><b>(狭義の) シグナリング</b> 安全な生産者は、自ら実食パフォーマンスをするなどして安全性を立証する。一方、危険な生産者は、そうしたパフォーマンスが(実際は危険なので)できない。</p>

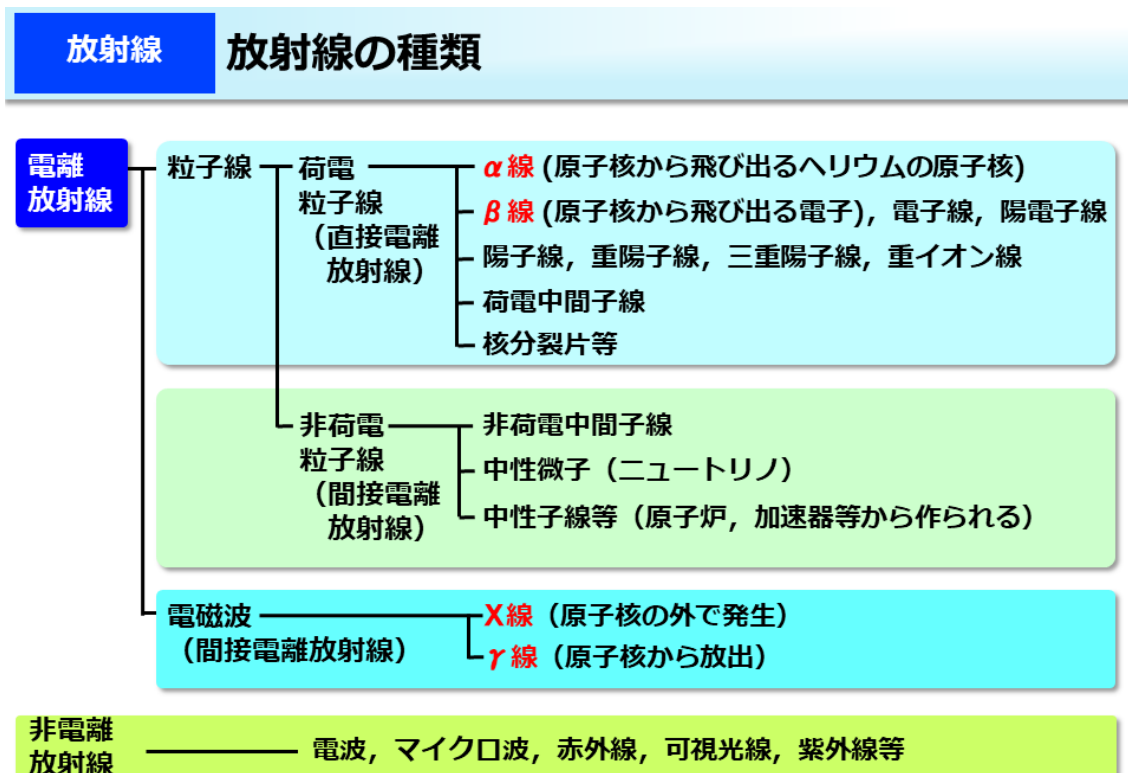
出典：安田 (2011) より、筆者作成。

かり、結果として、情報の「伝達コスト」が必要となる (>0) からである。

次に、原発事故の検討に際して、表4をベースに、各種用語の定義及びその整理を行う。「放射線」は、電離放射線/非電離放射線の2種類に大別でき、さらに電離放射線は、粒子線/電磁波 (X線/γ線) に小別できる。また、空間線量率とは、空間のγ (ガンマ) 線を測定したものであり、1時間あたりのマイクロシーベルト (μSv/時) で表示される。従って、空間線量率とは、放射線の一種であるγ線を測定したものであるといえる。上記の諸概念を整理・分類したものが図4である。なお、後述の通り、計測された空間線量率には測定バイアスが伴う。

本研究におけるベースの考え方となるヘドニック・アプローチは、環境条件 (大気汚染や騒音など) の市場で直接取引されない財 (非市場財) や、社会資本を整備した際の経済価値を算定する際に用いられる、顕示選好法 (Revealed Preference) の一つである。環境条件を分析対象として用いる場合は、土地市場の特性を生かして、「環境改善 (悪化) は、地価の上昇 (下落) に帰着する」とした資本化仮説 (capitalization) をその理論的背景としている。ヘドニック・アプローチは、地価や家賃等に含まれている環境条件などの様々な要因を分離し、その影響の程度を分析することが出来る。先行研究においては、本研究と同様に、原子力発電事故に係る放射線リスク (負の環境条件) の経済的影響をヘドニック・アプローチによって明らかにしようとした試みが多く行われている。

図4 放射線の種類



放射線には電離放射線と非電離放射線がありますが、通常放射線といった場合は、電離放射線のことをいいます。  
高度情報科学技術研究機構/原子力百科事典ATOMICA「電離放射線」を一部改訂

出典：環境省（2019）「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成30年度版）」（最終アクセス2022年1月21日）  
<http://www.env.go.jp/chemi/rhm/h29kisoshiryoy/h29kiso-06index.html>

Nelson（1981）及びGamble and Downing（1982）では、スリーマイル島の原発事故が周辺地域の土地価格に与える影響を推定している。両研究では、原発事故による放射線被害の影響を捉えるために、事故現場（原発）からの距離を代理指標として用いる一方で、放射能汚染自体は考慮していない。具体的には、Nelson（1981）は、原発事故前後に売却された不動産価格の差を求めることによって、Gamble and Downing（1982）は、原発からの距離を説明変数としてモデルに加えることで、原発事故による放射線被害の影響を捉える試みを行ったものの、いずれの研究においても、原発からの距離と土地価格の有意な関係性は得られなかった。しかし、原発からの距離のみを放射能汚染の代理指標として用いることは適切ではない可能性がある。なぜならば、原発周辺地域でも、放射能汚染の程度が低い場合や、放射線物質の除染作業員が現地で雇用されることで、周辺地域の住宅需要を増加させる可能性があり、結果として地価の下落が相殺される可能性があるからである。

東日本大震災の福島第一原発事故が地価に与えた影響を取り扱った研究も行われており、Yamane, Ohgaki, and Asano（2013）や田中・馬奈木（2017）、Kawaguchi and

Yukutake (2017) , Yukutake and Sugawara (2017) などが挙げられる。Yamane et al.

(2013) は、2011年7月時点での不動産鑑定士資格者の土地評価価格を被説明変数として、原発からの距離だけでなく、放射線量も説明変数として加えることで、放射能汚染が地価に与える影響の統制を試みている。結果、原発からの距離と地価については有意な関係性が得られなかった一方で、放射能汚染に対しては、有意に負な結果が得られている。田中・馬奈木 (2016) では、2011年1月から2012年1月のデータを用いて同様の分析を行い、放射能汚染された土地の価格が有意に低下していることを発見している。Kawaguchi and Yukutake (2017) においては、実際の不動産取引価格を用いつつ、放射能汚染と不動産価格の関係性の精緻な把握を試みており、両者が負の関係性にあることが示されている。Yukutake and Sugawara (2017) では、土地固定効果を含むヘドニック・アプローチを用いて、原発事故が地価に与えた長期的な影響について分析しており、放射線は短期的には地価に対して悪影響を及ぼすものの、中長期的にはその影響が減衰・消滅するとの結果を示している。

本研究は、上記の研究を踏まえた上で、「福島県かそれ以外の都道府県かの違いによって」放射能汚染と土地価格の関係性がどの程度変化するか把握を試みるものである。筆者の調べた限りでは、農作物を対象として東日本大震災の風評被害の把握を試みた研究は存在するものの、特に（福島）県境という人為的なカットオフに着目し、土地価格と放射能汚染との関係性の把握を試みた研究は存在しない。もし、福島県という理由のみによって、近隣6県などよりも“不当に”土地の価格が下落しているとすれば、その被害額の補償や、正しい情報発信など、いくつかの政策オプションが考えられるであろう。

したがって、本研究では、風評被害が発生しているかの検証および発生している場合にはその額の算定を行う。

### 3 フレームワーク

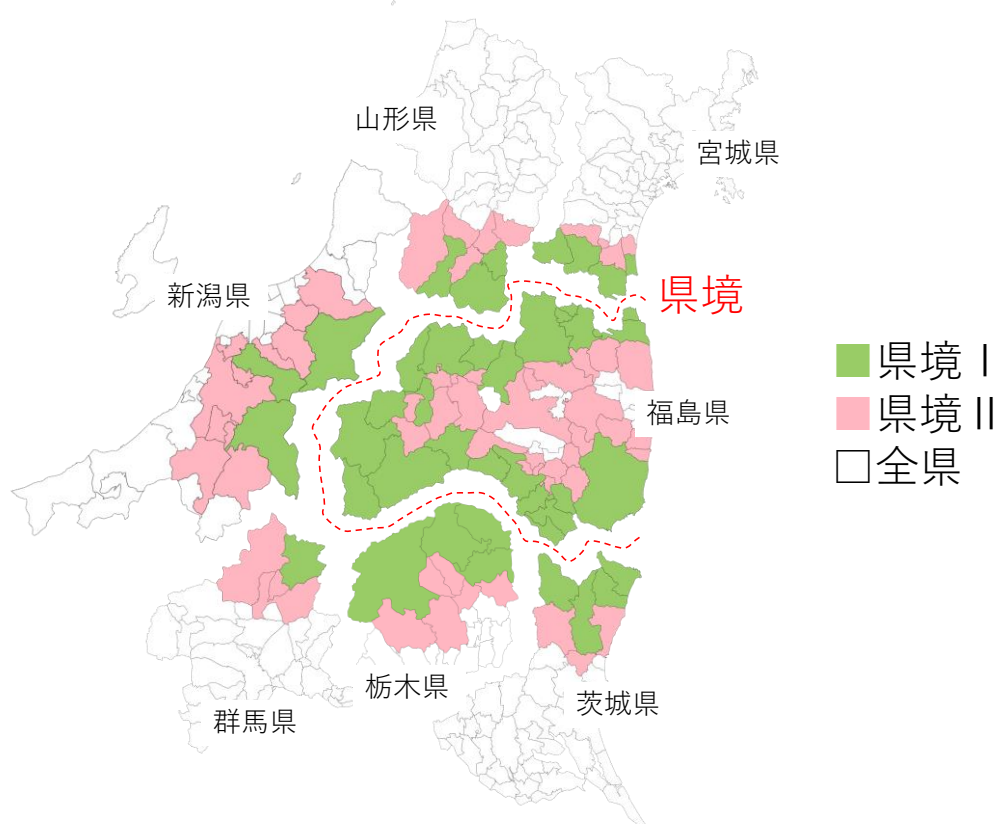
本研究では、上述の通り、ヘドニック・アプローチを用いた推計を行う。本研究の主たる関心が、福島県と隣接県6県における原発事故による風評被害の発現の仕方の違い（＝「ジャンプ」）にあることから、都道府県レベルで横断比較したときの「マクロ比較（以下「県間比較」という。）」だけでなく、福島県境近辺に局限した市区町村等の自治体レベルでの「マイクロ比較（以下「県境比較」という。）」も行う。後者については、RDDにおける最適バンド幅（Optimal Band Width）<sup>8</sup>の考え方を応用して、福島県境に近い地域から順に、その「幅」を広げることで、2段階に分けた上で推計を行う。具体的には、第一段階目として、福島県境に接する自治体（以下「県境Ⅰ」という。）を対象に分析を行い、第二段階目では、第一段階で選択した自治体の

---

<sup>8</sup>最適バンド幅については、Imbens and Kalyanaraman (2012)も参照されたい。



図5 最適バンド幅の考え方を転用した分析フロー



注：県境で「接する」とは、県境／自治体の境界どうしが辺で接し合うルーク型隣接関係（Rook Type Neighborhood）を指す。その他の隣接関係（角のみが接するエッジ型隣接関係（Edge Type Neighborhood）及び辺・角の両方が接するクイーン型隣接関係（Queen Type Neighborhood））については、古谷（2009）も参照されたい。

境界に接する自治体を付け加えた上で（以下「県境Ⅱ」という。）同様の分析を行う（「県境Ⅱ」には「県境Ⅰ」の自治体が、「全県」には「県境Ⅰ」及び「県境Ⅱ」の自治体がそれぞれ含まれていることに留意されたい。）。表6は、「県境Ⅰ」及び「県境Ⅱ」に含まれる自治体の一覧あり、図5は上述の分割プロセスを視覚化したものである。

### 3.1 データ

本研究で用いるデータは、大きく分けて二つ存在する。一つは、地価に影響を与える土地属性に関するデータであり、もう一方は、放射線に関するデータである。

前者は、国土交通省「土地情報総合システム<sup>9</sup>」から得られるデータをベースに構築した。期間は2010年第1四半期から2012年第4四半期まで、地域は福島県及びそれに隣

<sup>9</sup> 国土交通省「土地情報総合システム」<https://www.land.mlit.go.jp/webland/>（最終アクセス2022年1月21日）

接する宮城県，茨城県，栃木県，群馬県，山形県，新潟県の7県をその分析対象である。得られたサンプル数は，約5万件（49,471件）である。

後者は，文部科学省「航空機モニタリング結果」から得られた空間線量率のデータをもとに構築した。航空機モニタリングは，原発事故直後から複数回に渡って行われているが，本研究では，第5回測定結果（平成24年6月22日～6月28日測定）を用いる。その理由として，第5回は第7次（平成25年8月27日～9月28日測定）までの航空機モニタリングの中で最も対象範囲が広い測定結果の一つであること，その中でも本研究が対象とする分析の期間とも最も整合的であることが挙げられる。ただし，空間線量率のデータは，「緯度・経度」レベルで測定されたものであり，そのままでは，「町・大字」単位で情報が得られる土地情報総合システムのデータと結合することができない。

そこで，本研究では，東京大学空間情報科学研究センターが提供する「CSVアドレスマッチングサービス<sup>10</sup>」を用いて，不動産の各地点の住所を緯度・経度情報に変換したのち，航空機モニタリングで得られた地点と最も近い距離とマッチングさせることで，両データを統合した。加えて， $0.1 \mu\text{Sv}/\text{時}$ 未満については，これらが正規分布しているとの仮定の下， $0.05$ を代入して補完した。なお，上述の通り，航空機モニタリングによって測定された空間線量率には，大地からの放射線分 $0.04 \mu\text{Sv}/\text{時}$ が含まれているため，厳密には $0.04 \mu\text{Sv}/\text{時}$ をデータから控除しなければならない。しかし，簡単化のため，また，消費者が公開データをつぶさに調査・分析し，厳密に空間線量率の加算乗除した上で消費行動に走ることは想定しにくいいため，生データを用いる。

以上のプロセスを踏まえて作成された，本研究で用いる各変数の既述統計量は表3のようになっている。上述の通り，県間比較／県境比較（県境Ⅰ・県境Ⅱ）の計3つにデータを分割して既述統計量を求めた。

### 3.2 推計モデル

本研究で用いる推計式については，グラフの当てはまりやデータの利用可能性，多重共線性等を考慮してモデル(1)の通り，Pooled OLSで推計を行う。

$$\ln p_{ijt} = \alpha + \beta \ln Cs_j \times \ln Distance_j \times w_t + \eta \ln Cs_j \times Fukushima_j \times w_t + \delta \ln Cs_j \times D_t + \chi_{it}\gamma + \epsilon_{ijt} \quad (1)$$

ヘドニック・アプローチで用いられる伝統的な手法に倣って，両対数変換を施した。具体的には，被説明変数，空間線量率並びに土地属性ベクトルの一部（最寄り駅までの時間（分）及び前面道路幅員（m））に対して対数変換を施した。

<sup>10</sup> 東京大学空間情報科学研究センター「CSVアドレスマッチングサービス」  
<https://geocode.csis.u-tokyo.ac.jp/home/csv-admatch/>（最終アクセス2022年1月21日）

下付き文字について、 $i$ は取引を識別する指標： $j$ は取引された不動産の住所（町・大字単位）： $t$ は取引が行われた時点（年四半期単位）をそれぞれ表す。被説明変数について、 $p_{ijt}$ は単位面積当たりの実際の取引価格（円/㎡）を用いる。説明変数について、 $D_t$ は取引が行われた時点のダミー変数（年四半期単位）： $Cs_j$ は空間線量率（ $\mu$  Sv/時）： $Fukushima_j$ は取引の対象地点が福島県か否かを識別するダミー変数： $Distance_j$ は福島第一原発から取引地点までの距離（km）： $\chi_{it}$ は取引価格に影響を与える土地属性の束を表すベクトル（土地利用区分：住宅地・住宅見込み地，商業地，工業地，土地の形状ダミー：ほぼ整形，ほぼ正方形，ほぼ台形，ほぼ長方形，正方形，袋地等，台形，長方形，不整形の9つ，最寄り駅までの時間（分），最寄り駅壊滅ダミー<sup>11</sup>，及び前面道路幅員（m））， $\epsilon_{ijt}$ は誤差項，をそれぞれ表す。また，最寄り駅までの時間（分）については， $30n \sim 30(n+1)$ の時間に関して，平均値 $30n+15$ を代入して補完し（例： $30 \sim 60 \Rightarrow 45$ ），最寄り駅までの距離が0分のは数が僅少であったことから除去した。最寄り駅壊滅ダミーについては，田中・馬奈木（2017）を元に作成した。

本研究の主たる関心である，「福島県という理由だけで風評被害が発生しているか（福島県において，放射線リスクが不当に高く評価されているか），及び発生しているとしてどの程度の大きさか」は，式(1)における変数 $\ln Cs_j \times Fukushima_j \times w_t$ の係数 $\eta$ の符号条件及びその大きさによって捕捉されることとなる。もし，係数 $\eta$ の符号が負であれば，福島県という理由だけで放射線リスクが過大に評価されていると解釈され得る。また，RDDにおいては，バンド幅が狭いほどカットオフ近辺の主体の異質性が弱まることが想定されるが，本研究においても同様に，距離が近い（県境に近い）自治体同士では，「県境」という人為的な行政区分以外の違いが抑制されることが期待されるため，特に「県境Ⅰ」における係数 $\eta$ の推計結果が重要となる。なぜならば，「県境Ⅰ」<「県境Ⅱ」<「全県」の順にその地理的範囲が拡大するため，それに比例して，福島県かそれ以外か（処置群か統制群か）による違いが強まることが想定されるからである。

空間線量率×時点ダミー $\ln Cs_j \times D$ の係数 $\delta$ は，東日本大震災又は／及び福島第一原発事故を契機として，放射線に対するリスク認識が顕在化したのかを識別する係数である。即ち，震災・事故発生以後（2011年2四半期以後）では係数が負になっており，かつ事故発生以前（2011年1四半期以前）よりも係数が小さくなっていることが期待される。

<sup>11</sup> 最寄り駅壊滅ダミーについては，田中・馬奈木（2017）で使用されているものと同じものを用いた。詳しくは，表 11を参照されたい。

## 4 結果

表 4 及び表 9 が、基本モデル(1)による推計結果である。

まず、本研究の主たる関心である係数 $\eta$ について、県境 I および県境 II で負かつ有意になっており、「福島県であるということが、放射線リスクに対する評価を不当に高めている」という仮説に整合的な結果が得られている。(例えば、 $\eta=-0,078$ とは、空間線量率が1%高まるごとに、福島県における或る取引価格が0.078%下がると解釈することができるだろう。)一方で、全県比較においては、符号が正かつ有意になっており、上記の仮説には反する結果となっている。ただし、上述の通り、全県比較においては、福島県かそれ以外の6県かという違い(県境によるカットオフ)以外の要因も十分に考慮する必要があるであろう。例えば、全県比較において、県境比較(県境 I・県境 II)では対象範囲となっていなかった、福島県内でも取引価格の高い自治体が対象の範囲に数多く入ることで、又は/及び福島県以外の都道府県において取引価格の高くない自治体が入ることによって、全県比較においては、放射線リスクに対する負不当な評価が緩和/消滅した可能性がある。即ち、全県比較において、福島県では空間線量率の高さと取引価格の高さに正の相関関係になっている可能性がある。(換言すれば、福島県内においては、「福島県境からの距離」が「空間線量率」と「取引価格の高さ」の行楽因子になっている可能性がある。)実際に、事故後には県内移住先として公営住宅の建設が数多く進められており<sup>12</sup>、バブル期と同水準の上昇率で地価が高騰しているエリアもある<sup>13</sup>。具体的な風評被害額については、補論で簡易的な分析を行う。

次に、年四半期ダミー×空間線量率について見てみると、全県比較および県境 I において、2011年第2四半期以降にその符号が小さくなっており、原発事故を契機として、放射線に対するリスク認識が高まった可能性が示唆される。一方で、県境 II については、逆に事故以後(2011年第2四半期以後)の方が事故以前(2011年第1四半期以前)よりも符号が大きくなっており、符号条件も負から正へと逆転し、かつ有意となっている。この理由の一つとして、先の検討の通り、県境 II のエリアは品等の高い自治体が多く含まれることによる住宅建築需要の増加等によって、放射線に対するリスク認識が減殺された可能性を指摘できるだろう。

そして、空間線量率と福島第一原発からの距離の交差項についてみると、全県比較および県境 I については符号が正かつ有意になる一方で、県境 II については負かつ有

<sup>12</sup> 福島県. “復興公営住宅 地区ごとの工程表と進捗状況” .ふくしま復興ステーション復興情報ポータルサイト. <https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/315138.pdf>, (最終アクセス2022年1月21日)

<sup>13</sup> 福島民報. “いわきの宅地上昇 県内公示地価 避難者の需要増など要因か” . 東日本大震災アーカイブ. [http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2013/03/post\\_6705.html](http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2013/03/post_6705.html), (最終アクセス2022年1月21日)

意になっている。換言すれば、前者においては、空間線量率が同じであれば福島第一原発から遠く離れるほど取引価格が高くなることになり、直観に整合的な結果が得られている一方で、後者においては、その逆で、福島第一原発に近ければ近いほど取引価格が高くなることになる。これについても、上記同意、県境Ⅱエリアの特殊性を指摘できよう。

最後に、それ以外の係数については、おおむね標準的な結果が得られていると言える。土地利用区分については、すべて正かつ有意であり、商業地、住宅地・住宅見込み地、工業地の順に高くなっている。土地の形状については、整形地（正方形・長方形・台形・袋地等）が正な一方で、準整形地および不整形地については大半が負となっている。最寄り駅からの距離については、駅から遠くなるほど取引価格が安くなっている。駅壊滅ダミーの係数も負になっており、最寄り駅が使用できなくなるほど被害を受けた地域の取引価格が安くなるという直観に整合的な結果が得られている。

## 5 政策インプリケーション及び課題

### 5.1 政策インプリケーション

以上の結果を踏まえると、県境近辺（県境Ⅰ・県境Ⅱ）に限局したときには、福島県であるという事実が放射線リスクに対する評価を不当に高めている可能性が示唆された。したがって、もしこのリスク評価が特に医学的な見地等から正しくないものだと仮定すれば、それは事実や根拠に基づかない不当なリスク評価ということになり、政策的な介入が検討されよう。（一方で、もし仮に不当なリスク評価であったとしても、リスク評価を「上乗せ」することによって、結果的に健康影響等を回避／低減できるのであれば、それは結果的には“不当”ではなくなり得る。）

「福島」というだけで放射線リスク評価が高まった要因の一つとして、例えば、「福島第一原発」という名前がメディア等で報道されることにより、「フクシマ」という語句が想起されやすくなっていることが考えられるだろう。高井（2005）では、原発（JCO）からの実際の距離と人々の認知距離との間に差があることを示唆しているが、本研究で得られた結果は、「実際の空間線量率」と「認知の空間線量率」にも差があることを示唆し得る。仮に、原発の名称が引き金となって不当な評価が発生しているのだとすれば、原子力発電所のネーミング<sup>14</sup>に工夫の余地があるだろう。具体的には、①原発のネーミング選定に携わる主体として想定され得る経済産業省（原発を所管）や地元（福井県敦賀市にある高速増殖炉「もんじゅ」の命名にあたっては、地元

---

<sup>14</sup> 2022年2月現在、運用中：33/33基、廃止・解体中：24/26基の原発について所在地を表す都道府県レベル又は市区町村レベルの地名が入っており、入っていないものは、福井県敦賀市にある「もんじゅ」と、同市にある「ふげん」のみである。

の永平寺が命名に携わったとする説もある。<sup>15)</sup> などが、後述の風評被害における「広さ」と「深さ」のトレードオフを意識した上でネーミング決定を行う方法や、②既にネーミングが決まっている場合でも、それをネーミングライツとして民間企業等に販売する方法などが考えられるであろう。①について、例えば、1999年に起きた東海村JCO臨界事故は、茨城県那珂郡東海村にあるJCO東海事業所で発生したものだが、仮に「JCO茨城県事業所」という呼称であったとしたら、その風評被害はより「広く」甚大なものになっていたかもしれない。翻って、福島第一原子力発電所の所在地は福島県若葉郡大熊町であるものの、大熊町第一原子力発電所という呼称であれば、風評被害の「広がり」を抑制できていたかもしれない。一方で、より局地的なネーミングになればなるほど、原発立地自治体の風評被害がより「深く」甚大になる可能性がある。地名を含む名称を付ける際には、「広さ」と「深さ」の両者のトレードオフに注意する必要があるだろう。また、風評被害に纏わるより一般的な問題として、メディア等による事実に基づく正しい情報発信や、情報の受け取り手として自ら学んでいく姿勢等も重要であろう。工藤・中谷（2014）が指摘するように、風評被害の発生機序には、「感情的意思決定モード（System 1）」と「論理的意味決定モード（System 2）」の2つの相反作用が関わっており、「System 2」要因群が事故地域の商品の購買を促進する結果を示している。即ち、「福島県は安全であるという正しい情報」を（風評被害よりも少ないコストで）伝達出来れば、その正しい情報をもとに消費者は演繹的に推論を行う（System 2）ことで、不動産取引の抑制が低減する可能性が十分にあるであろう。

## 5.2 課題

Kawaguchi and Yukutake (2017)でも指摘されている通り、原発事故によって、そもそも取引が停止したことによるサンプル・バイアスが起きている可能性が高いにもかかわらず、十分な対処・検討を行うことができなかった。加えて、県境（カットオフ）近辺における自治体の等質性を仮定しているが、十分な検討が行えたとはいえない。例えば、新潟県-福島県境を境に積雪量が大きく変わり、それが地価に影響を与えていけば、等質性の仮定は弱まる乃至崩れることになる。推計モデルに関しては、データの利用可能性やデータ処理等の理由で、説明変数に関する検討も十分に行えたとはいえない。ヘドニック・アプローチにおける根本的な問題の一つとして、矢澤・金本（1992）が指摘するように、変数選択の問題があるが、データの利用可能性及びデータ処理等の理由で、十分な検討が行えたとはいえない。以上は、特に今後の課題と言えよう。

---

<sup>15</sup> NEWSポストセブン. “原発「もんじゅ」「ふげん」 実は「菩薩」から命名と仏教界懺悔”. [https://www.news-postseven.com/archives/20111229\\_77774.html?DETAIL](https://www.news-postseven.com/archives/20111229_77774.html?DETAIL), (最終アクセス2022年1月21日)

## 6 補論

本章においては被害額の簡易的な算定および放射線リスクの感度分析を行う。

### 6.1 風評被害による被害額の算定

取引価格が受けた風評被害額（＝「福島県という行政上の区分によって，放射線リスクが不当に高く見積もられて，取引価格が安くなった分の金額」）の算定は，式(2)で行う。

$$\sum_{t=2011Q2}^{2012Q4} \sum_k \frac{\hat{\eta}}{100} \times \frac{(CS_{Fukushima} - CS_{Other})}{CS_{Other}} \times p_{k,Fukushima,t} \quad (2)$$

1%高くなるごとに $\hat{\eta}$ %分“不当に”，福島県の不動産取引価格は風評被害を受けるため，隣接6県の空間線量率の平均からの乖離を取ることで，「福島県において空間線量率が1%高まること＝福島県が他県から1%分空間線量率が乖離すること」と単純化する。 $CS_{Fukushima}$ 及び $CS_{Other}$ は，それぞれ福島県における空間線量率の平均と，隣接6県全体の平均を表している。隣接6県を基準として，基準からの乖離率に風評被害係数 $\hat{\eta}$ と，福島県における各取引の金額 $p_{k,Fukushima,t}$ をかけたのち，2011年第2四半期から2012年第4四半期までの全期間・全取引について足し上げることによって，簡易的にその風評被害額を算定した。算定に用いた値及びその結果は表2の通りである。

表2 福島県による風評被害額の簡易的な算定及び用いた数値

シナリオ	$\hat{\eta}$	$CS_{Fukushima}$	$CS_{Other}$	風評被害額
上限	0.093	0.370835771	0.12282266	4,684万155円
下限	$0.02938$ $\approx \left( \frac{0.078 + 0.093 - 0.083}{3} \right)$			1,478万7,779円

注：上限シナリオは，県境Ⅱで求めた値を用いたものであり，下限シナリオは，県境Ⅰ，県境Ⅱ及び全県すべての値の平均を取ったものである。

Kawaguchi and Yukutake (2017)では，原発事故による汚染の影響を受けて土地の取引価格が下落幅について，下限1.5兆円から上限3兆円と結論づけていることを鑑みると，福島県の「風評被害額」としては一定の妥当性のある値を推計していると言えるだろう。一方で，同研究に比して，本研究の分析対象期間は3四半期間長く，また，住宅地・住宅見込み地以外，即ち商業地や工業地も含めた値である上に，上述の通り，取引自体が停止することによるサンプル・バイアスにも十分な検討を加えることができ

なかった。詳細な検討は、今後の課題としたい。

## 6.2 放射線リスクに関する感度分析

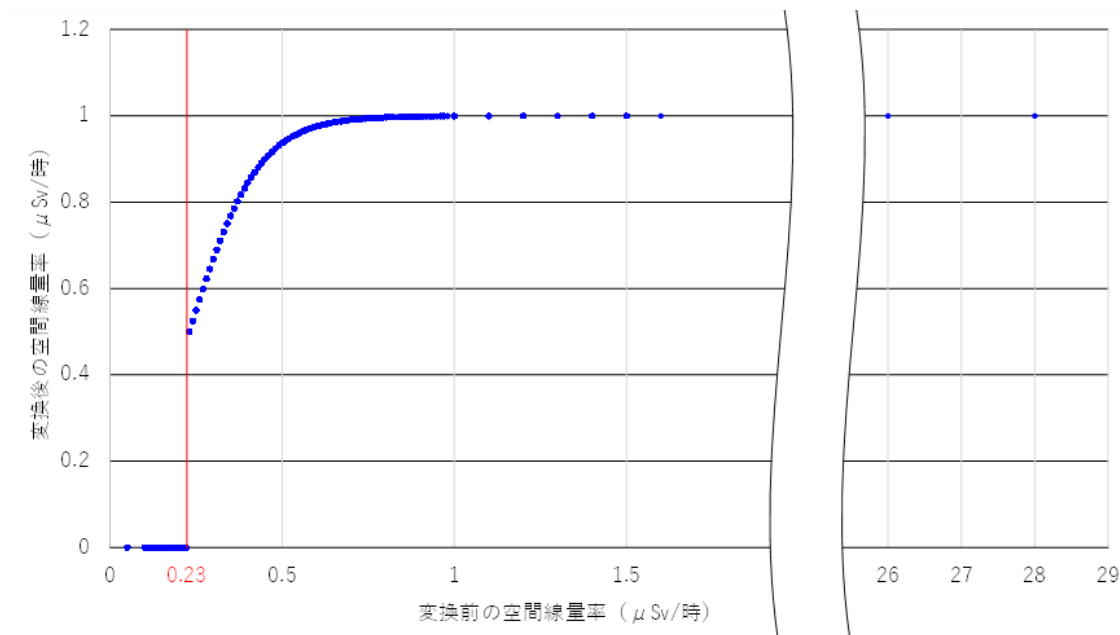
$$Cs_a = f(Cs_b) = \begin{cases} 0.0001, & Cs_b < 0.23 \\ \frac{1}{1 + e^{-10(Cs_b - 0.23)}}, & Cs_b \geq 0.23 \end{cases} \quad (3)$$

式(3)における $Cs_b$ は、変換前 (before) の空間線量率を表す。(同様に、変換後 (after) の空間線量率を $Cs_a$ と表記する。)。活性化関数として選択したシグモイド関数の基本形は $f(x) = \frac{1}{1+e^{-ax}}$  ( $a > 0$ )であるが、グラフの当てはまりを考慮して、 $a = 10$

を代入し、 $x \mapsto x - 0.23$  ( $Cs_b \mapsto Cs_b - 0.23$ )の変換を施した。この変換によって、空間線量率は、閾値 (式(3)においては0.23) を超えるまではほとんど知覚されない一方で

(青丸が原点近くに集合しており、 $Cs_a = f(Cs_b) = 0.0001$ に張り付いていることが観察される。)、閾値 ( $Cs_b = 0.23$ ) を超えた瞬間に認知 ( $Cs_a \approx 0.5$ へと「ジャンプ」する) されるようなモデルを構築できることが期待される。図6は、変換後の空間線量率の分布であり、変換によって閾値を超えるまでは空間線量率が知覚されない一方

図6 活性化関数を応用した空間線量率の変換



注：「0.23」という閾値は、国が定める安全基準に倣って恣意的に設定したものであり、例えば0.10に設定することも可能である。また、 $a=10$ についても、例えば $a=1$ にすることでグラフの傾きを緩やかに変更することが可能である。



で、ある閾値を超えた瞬間に知覚され、グラフが立ち上がる ( $\frac{df(Cs_b)}{dCs_b} > 0$ , ただし  $Cs_b$  が増加するにつれ傾きは減少する (逓増) 。) グラフの解釈について、例えば、 $(Cs_b, Cs_a) \approx (26,1), (28,1)$  の2点について、変換前は、それぞれ  $26 \mu\text{ Sv/時}$ ,  $28 \mu\text{ Sv/時}$  だった空間線量率が、変換後には両者とも約1に変換されたことを意味する。この変換が意味するところは、例えば  $13 \mu\text{ Sv/時} \cdot 28 \mu\text{ Sv/時}$  のいずれも、健康リスクの観点から見た時に、人々にとっては既にあまりにも高い値であり、両者は無差別になっているということである。上記の変換プロセスを踏まえ上で、これまでの分析プロセスを繰り返した結果が表 5 及び表 10 である。 $\eta$  を見ると、全体として、放射線リスク認識が下方修正 (負から正) されていることが読み取れる。放射線リスクが消費者にどのように受容されるか、その認知プロセス (=関数の形) 自体は、本研究の主たる対象ではないため、追加的な感度分析等を行わないものの、符号条件が (負から正へと) 逆転し得るということは、認知の仕方次第では (=関数の形次第では)、放射線リスクにかかる福島県に対する“不当な”評価を抑制できることを示唆し得るものである。人々の「認知」をどう数理的に表現するかについても、今後の自身の課題としたい。

## 参考文献

- Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2008). *Mostly harmless econometrics*. Princeton university press.
- Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2014). *Mastering'metrics: The path from cause to effect*. Princeton university press.
- Gamble, H. B., & Downing, R. H. (1982). Effects of nuclear power plants on residential property values. *Journal of Regional Science*, 22(4), 457-478.
- Imbens, G., & Kalyanaraman, K. (2012). Optimal bandwidth choice for the regression discontinuity estimator. *The Review of Economic Studies*, 79(3), 933-959.
- Kawaguchi, D., & Yukutake, N. (2017). Estimating the residential land damage of the Fukushima nuclear accident. *Journal of Urban Economics*, 99, 148-160.
- Nelson, J. P. (1981). Three Mile Island and residential property values: Empirical analysis and policy implications. *Land Economics*, 57(3), 363-372.
- Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34-55.
- Yamane, F., Ohgaki, H., & Asano, K. (2013). The immediate impact of the Fukushima Daiichi accident on local property values. *Risk Analysis*, 33(11), 2023-2040.
- Yukutake, N., & Sugawara, S. (2017). Measuring long-term effects of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident on real estate prices. *Journal of Sustainable Real Estate*, 9(1), 3-21.
- 安田洋祐「風評被害はこうすれば解消できる—『情報の経済学』で買い控え問題を読み解く」日経ビジネス『新しい経済の教科書2012』日経BP社，2012年，pp.38-40。
- 環境省 (2011) 「平成23年10月10日災害廃棄物安全評価検討会・環境回復検討会 第1回合同検討会 資料（別添2）」  
[http://www.env.go.jp/press/file\\_view.php?serial=18437&hou\\_id=14327](http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=18437&hou_id=14327)（最終アクセス2022年1月21日）
- 環境省 (2019) 「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成30年度版）」  
<http://www.env.go.jp/chemi/rhm/h29kisoshiryo/h29kiso-06index.html>（最終アクセス2022年1月21日）
- 関谷直也. (2003). 「風評被害」の社会心理—「風評被害」の実態とそのメカニズム—. 災害情報, 1, 78-89.
- 関谷直也. (2014). 東京電力福島第一原子力発電所事故における風評被害の課題. 農村経済研究, 32(1), 36-47.
- 吉野章. (2013). 福島原子力発電所事故に伴う野菜の“風評”被害額の推計——東京都中央卸売市場 2011年3月~2012年2月——. 環境経済・政策研究, 6(1), 29-40.
- 古谷知之. (2009). フリーソフトによるデータ解析・マイニング (74) 空間の統計学 (2) 空

- 間的自己相関. エストレ-ラ, (186), 48-53.
- 工藤大介, & 中谷内一也. (2014). 東日本大震災に伴う風評被害: 買い控えを引き起こす消費者要因の検討. 社会心理学研究, 30(1), 35-44.
- 香川涼亮, 小倉利仁, 太田充, & 牛島光一. (2017). 東京オリンピック・パラリンピックの開催決定で住宅地地価は上昇するか?. 都市住宅学, 2017(97), 126-135.
- サガテレビ. (2021年1月7日). 「故郷に戻れない…東日本大震災から間もなく10年」.  
<https://www.sagatv.co.jp/sagamaru/article/archives/847> (最終アクセス2022年1月21日)
- 高井亨. (2005). ヘドニック・アプローチによる原子力事故の影響評価. 日本リスク研究学講演論文集, 18, 31-36.
- 田中健太, & 馬奈木俊介. (2017). 福島原発事故の地価への影響: ヘドニック・プライシングモデルによる影響分析. 住宅土地経済, (103), 16-25.
- 福島民報. (2011) “いわきの宅地上昇 県内公示地価 避難者の需要増など要因か” . 東日本本大震災アーカイブ. (最終アクセス2022年1月21日)  
[http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2013/03/post\\_6705.html](http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2013/03/post_6705.html)
- 福島県. (2019) “復興公営住宅 地区ごとの工程表と進捗状況” .ふくしま復興ステーション復興情報ポータルサイト. (最終アクセス2022年1月21日)  
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/315138.pdf>
- 文部科学省. (2011) 「第4次航空機モニタリング」 (最終アクセス2022年1月21日)  
[https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/5000/4901/24/1910\\_1216.pdf](https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/5000/4901/24/1910_1216.pdf)
- 文部科学省. (2012) 「第5次航空機モニタリング及び福島第一原子力発電所から80km圏外の航空機モニタリング」 (最終アクセス2022年1月21日)  
[https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/7000/6289/24/203\\_0928.pdf](https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/7000/6289/24/203_0928.pdf)
- 矢澤則彦, & 金本良嗣. (1992). ヘドニック・アプローチにおける変数選択. 環境科学会誌, 5(1), 45-56.

<謝辞>

本稿は，深澤映司先生・小川光教授お二人のご指導があつて初めて完成を見ることができました。深澤先生には，理論面から実際の論文執筆も含む実践面まで幅広くアドバイスを頂き，小川教授には理論・実践両面のご指導は勿論のこと，自分が持ちえなかった分析視角を何度も提示していただきました。また，直接的ではないものの，ともにオンラインで一年間授業を受講していた二人の級友について，学問に対して真摯に向き合う兩名の姿勢にいつも刺激を受けておりました。

改めて感謝の言葉を述べさせていただきます，ありがとうございました。

表3 既述統計量（県間比較・県境比較（県境Ⅰ・県境Ⅱ））の横断比較表

	平均			標準偏差			最小値			最大値		
	県間	県境Ⅰ	県境Ⅱ	県間	県境Ⅰ	県境Ⅱ	県間	県境Ⅰ	県境Ⅱ	県間	県境Ⅰ	県境Ⅱ
取引価格	29,988.38	19,566.33	31,038.46	30,102.9	17,113.93	29,848.72	1	1	1	1,700,000	360,000	540,000
放射線量（ $\mu$ Sv/時）	0.139	0.31	0.179	0.332	0.241	0.204	0.05	0.05	0.05	28	4.7	4.7
福島第一原発からの距離	146.572	90.536	127.28	52.053	90.536	51.369	2.506	11.245	11.245	291.089	205.209	218.278
前面道路幅員（m）	7.037	6.619	15.464	4.404	3.782	4.128	1	1	1	90	60	90
最寄り駅からの距離（分）	41.992	50.702	44.364	35.410	50.702	37.63	1	1	1	135	135	135
最寄り駅壊滅ダメー	0.016	0.056	0.026	0.127	0.230	0.158	0	0	0	1	1	1
土地の形状												
ほぼ整形	0.096	0.103	0.093	0.295	0.800	0.291	0	0	0	1	1	1
ほぼ正方形	0.057	0.052	0.048	0.232	0.058	0.213	0	0	0	1	1	1
ほぼ台形	0.091	0.098	0.084	0.287	0.298	0.277	0	0	0	1	1	1
ほぼ長方形	0.282	0.262	0.273	0.45	0.304	0.445	0	0	0	1	1	1
正方形	0.07	0.065	0.061	0.256	0.246	0.240	0	0	0	1	1	1
袋地形	0.01	0.007	0.009	0.102	0.086	0.0093	0	0	0	1	1	1
台形	0.129	0.143	0.127	0.335	0.351	0.333	0	0	0	1	1	1
長方形	0.524	0.511	0.552	0.499	0.500	0.497	0	0	0	1	1	1
不整形	0.167	0.165	0.154	0.373	0.372	0.361	0	0	0	1	1	1
土地利用区分												
住宅地・住宅見込み地	0.799	0.8	0.815	0.401	0.4	0.338	0	0	0	1	1	1
商業地	0.061	0.058	0.064	0.239	0.235	0.224	0	0	0	1	1	1
工業地	0.021	0.014	0.017	0.145	0.119	0.131	0	0	0	1	1	1
年四半期ダメー												
Q1_2010	0.083	0.084	0.079	0.470	0.277	0.270	0	0	0	1	1	1
Q2_2010	0.073	0.080	0.080	0.487	0.271	0.271	0	0	0	1	1	1
Q3_2010	0.083	0.080	0.084	0.276	0.272	0.277	0	0	0	1	1	1
Q4_2010	0.087	0.078	0.086	0.282	0.268	0.281	0	0	0	1	1	1
Q1_2011	0.055	0.047	0.053	0.227	0.212	0.224	0	0	0	1	1	1
Q2_2011	0.07	0.064	0.069	0.255	0.245	0.253	0	0	0	1	1	1
Q3_2011	0.075	0.069	0.078	0.263	0.254	0.268	0	0	0	1	1	1
Q4_2011	0.089	0.096	0.093	0.285	0.295	0.291	0	0	0	1	1	1
Q1_2012	0.085	0.077	0.081	0.279	0.266	0.273	0	0	0	1	1	1
Q2_2012	0.089	0.094	0.088	0.284	0.291	0.384	0	0	0	1	1	1
Q3_2012	0.097	0.103	0.095	0.296	0.304	0.294	0	0	0	1	1	1
Q4_2012	0.11	0.128	0.113	0.312	0.334	0.317	0	0	0	1	1	1
サンプル数	県間：47,471，県境Ⅰ：7,711，県境Ⅱ：17,209											

表4 モデル(1)の推定結果 (土地の属性を中心に)

変数	県境比較		全県比較
	県境Ⅰ	県境Ⅱ	
切片	8.730*** (0.589)	8.286*** (0.308)	8.643*** (0.179)
土地利用区分			
住宅地・住宅見 込み地	1.015*** (0.039)	1.112*** (0.027)	1.044*** (0.015)
商業地	1.284*** (0.067)	1.405*** (0.043)	1.267*** (0.024)
工業地	0.695*** (0.107)	0.663*** (0.063)	0.576*** (0.033)
前面道路幅員 (m)	0.369*** (0.028)	0.333*** (0.017)	0.352*** (0.010)
最寄り駅からの距 離(分)	-0.386*** (0.013)	-0.301*** (0.008)	-0.322*** (0.005)
最寄り駅壊滅ダミ ー	-0.231*** (0.064)	-0.014 (0.059)	-0.406*** (0.042)
土地の形状			
ほぼ整形	0.323 (0.588)	0.246 (0.306)	0.215 (0.178)
ほぼ正方形	0.012 (0.113)	-0.052 (0.073)	-0.081* (0.041)
ほぼ台形	-0.047 (0.067)	-0.051 (0.044)	-0.019 (0.026)
ほぼ長方形	-0.181*** (0.033)	-0.166*** (0.020)	-0.127*** (0.012)
正方形	0.868 (0.595)	0.725* (0.311)	0.683*** (0.181)
袋地形	0.663 (0.602)	0.486 (0.315)	0.325 (0.182)
台形	0.447 (0.589)	0.310 (0.307)	0.257 (0.179)
長方形	0.743 (0.587)	0.584 (0.305)	0.529** (0.177)
不整形	0.186 (0.587)	0.011 (0.305)	-0.050 (0.177)

注：括弧の中は標準誤差を表し，\*，\*\*，\*\*\*はそれぞれ10%，5%，1%の有意水準を意味する。

表5 変換後のモデル(1)の推定結果（土地の属性を中心に）

変数	県境比較		全県比較
	県境Ⅰ	県境Ⅱ	
切片	8.725*** (0.591)	8.504*** (0.312)	8.888*** (0.180)
土地利用区分			
住宅地・住宅見 込み地	1.001*** (0.039)	1.148*** (0.027)	1.062*** (0.015)
商業地	1.256*** (0.068)	1.427*** (0.043)	1.280*** (0.024)
工業地	0.697*** (0.107)	0.697*** (0.064)	0.607*** (0.034)
前面道路幅員 (m)	0.381*** (0.028)	0.358*** (0.018)	0.367*** (0.010)
最寄り駅からの距 離(分)	-0.393*** (0.013)	-0.304*** (0.008)	-0.331*** (0.005)
最寄り駅壊滅ダミ ー	-0.131* (0.062)	-0.049 (0.058)	-0.407*** (0.421)
土地の形状			
ほぼ整形	0.377 (0.589)	0.227 (0.309)	0.194*** (0.178)
ほぼ正方形	0.018 (0.113)	-0.063 (0.073)	-0.083*** (0.041)
ほぼ台形	-0.055 (0.067)	-0.065 (0.045)	-0.027*** (0.026)
ほぼ長方形	-0.178*** (0.033)	-0.176*** (0.021)	-0.136*** (0.012)
正方形	0.933 (0.596)	0.735 (0.315)	0.682*** (0.182)
袋地形	0.711 (0.603)	0.464* (0.319)	0.313*** (0.182)
台形	0.519 (0.590)	0.323 (0.310)	0.249*** (0.180)
長方形	0.8 (0.588)	0.605* (0.309)	0.532*** (0.179)
不整形	0.250 (0.588)	0.007 (0.309)	-0.058*** (0.179)

注：括弧の中は標準誤差を表し，\*，\*\*，\*\*\*はそれぞれ10%，5%，1%の有意水準を意味する。

表 6 県境Ⅰ及び県境Ⅱの自治体一覧

	福島県	茨城県	栃木県	群馬県	宮城県	山形県	新潟県
県境Ⅰ	いわき市, 鮫川村, 塙町, 矢祭町, 棚倉町, 白河市, 西郷村, 下郷町, 南会津町, 檜枝岐村, 只見町, 金山町, 西会津町, 喜多方市, 北塩原市, 猪苗代町, 福島市, 桑折町, 国見町, 伊達市, 相馬市, 新地町	北茨城市 高萩市 常陸太田市 大子町	大田原市 那須町 那塩原市 日光市	片品村	山元町 丸森町 白石市 七ヶ宿町	高島町 米沢市 飯豊町	阿賀町 三条市 魚沼市
県境Ⅱ	南相馬市, 飯舘村, 川俣町, 二本松市, 大玉村, 郡山市, 磐梯町, 湯川村, 会津坂下町, 柳津町, 三島町, 昭和村, 会津美里町, 会津若松市, 天栄村, 矢吹町, 泉崎村, 中島村, 石川町, 浅川町, 古殿町, 小野町, 田村市, 川内村, 樽葉町, 広野町	日立市 那珂市 常陸大宮市	那珂川町 さくら市 矢板市 塩谷町 宇都宮市 鹿沼市	みなかみ町 川場村 沼田市	亘理町 角田市 大河原町 蔵王町	上山市 南陽市 川西町 長井市 朝日町 大江町 西川町	新発田市 阿賀野市 五泉市 加茂市 新潟市 燕市 長岡市 見附市 小千谷市 南魚沼市 十日町市



表7 原発事故に伴う放射能汚染を計量経済的な手法 (e.g.ヘドニック・アプローチ) で取り扱った先行研究まとめ

領域	対象原発事故	著者	対象地域	推計手法	結果・備考
$\alpha_{123}$	スリーマイル島原発事故 (1979年3月28日)	Nelson (1981)	原発周辺地域	原発事故の前後比較	有意な結果が得られず。
		Gamble and Downing (1982)	原発周辺地域	ヘドニック・アプローチで推計	原発からの「距離」を説明変数として投入
	チェルノブイリ原子力発電事故 (1986年4月26日)	N/A (チェルノブイリ原子力発電事故については、筆者の調査した限りでは、有効・有力な先行研究を得られなかった。)			
	東海村JCO臨界事故	高井 (2005)	茨城県東海村周辺に存在する6市町村	OLS	「原発からの距離を人々がどう認識しているか」という「人々の知覚」を明示的にして考察。
	福島第一原発事故 (2011年3月11日)	Yamane et al. (2013)	福島県	固定効果モデル (OLS及びGS2SLS)	放射線自体を量で区分しダミー変数化
		田中・馬奈木 (2017)	福島県および宮城県	OLS	土地利用区分と放射線量の交差項を説明変数として投入
		Kawaguchi and Yukutake (2017)	東北・関東甲信越の16都道府県	DID分析メイン	サンプルセレクションバイアスにも対応
		Yukutake and Sugawara (2017)	福島県	DID分析	原発事故が地価に及ぼした長期的な影響

表 8 その他の参考文献まとめ

領域	著者・出典	概要	備考
$\alpha_1$	香川・小倉・太田・牛島 (2017)	2020年の夏季オリンピック・パラリンピックの東京開催決定が居住価格に与えた影響を、ヘドニック・アプローチに基づいてDID分析。	「選手村から遠くなるほど処置効果（落ちんピック・パラリンピック開催の影響）が小さくなる」とする考え方は、本研究と構造を類する。
$\alpha_2$	環境省（2019）「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成30年度版）」	放射線に纏わる語句・諸概念の整理。	厳密には、空間線量率は0.04（ $\mu$ Sv/時）控除しなければならない。
$\alpha_3$	安田（2011）	風評被害の類型を、情報の非対称性などを含む「情報の経済学」の観点から分類。	福島第一原発事故に伴う「風評被害」は、情報を立証できず、伝達に正のコストがかかる（狭義の）シグナリングと考えられる。
$\alpha_{12}$	N/A（原子力発電事故を計量経済的な手法で取り扱った研究に関して、風評被害の文脈で語られることが多かったため、 $\alpha_{123}$ に一元化するものとする。）		
$\alpha_{23}$	工藤・中谷（2014）	福島第一原発事故を題材に、風評被害を引き起こす主体の一つである消費者の心理的要因及び意思決定構造について、共分散構造分析で分析。	感情ではなく論理に訴えかければ、風評被害を抑制（「購買意欲の抑制」を抑制）し得る。
	吉野（2013）	福島第一原発事故に伴う“風評”被害を、東京都中央卸売市場における野菜を対象に推定。	“風評”被害をOLSで推定する際に、AIC（赤池情報量基準）に基づいて、モデルを試行錯誤。
$\alpha_{31}$	N/A（風評被害が不動産価値に及ぼす影響に関して、福島第一原発事故を含む原発事故との関係で論ぜられることが多かったため、 $\alpha_{123}$ に一元化するものとする。）		

表9 モデル(1)の推定結果（空間線量率を中心に）

変数	県境比較		全県比較
	県境 I	県境 II	
空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.078**	-0.093***	0.083***
×フクシマダミー	(0.029)	(0.021)	(0.014)
空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.121***	-0.105***	0.091***
×福島第一原発からの距離 (km)	(0.029)	(0.016)	(0.008)
空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)			
×年四半期ダミー			
Q1_2010×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0	-0.322***	-0.206***
	(0.030)	(0.015)	(0.008)
Q2_2010×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.037	-0.284***	-0.184***
	(0.029)	(0.014)	(0.008)
Q3_2010×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.066*	-0.280***	-0.175***
	(0.029)	(0.014)	(0.008)
Q4_2010×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.113***	-0.266***	-0.170***
	(0.028)	(0.013)	(0.009)
Q1_2011×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.030	-0.261***	-0.633***
	(0.032)	(0.015)	(0.039)
Q2_2011×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.545***	0.264**	-0.629***
	(0.149)	(0.087)	(0.039)
Q3_2011×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.492***	0.250**	-0.619***
	(0.148)	(0.087)	(0.039)
Q4_2011×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.481**	0.270**	-0.613***
	(0.148)	(0.087)	(0.039)
Q1_2012×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.515***	0.252**	-0.623***
	(0.147)	(0.086)	(0.038)
Q2_2012×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.518***	0.244**	-0.623***
	(0.147)	(0.087)	(0.039)
Q3_2012×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.548***	0.243**	-0.616***
	(0.147)	(0.086)	(0.039)
Q4_2012×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.555***	0.268**	-0.603***
	(0.147)	(0.086)	(0.039)

注：括弧の中は標準誤差を表し，\*，\*\*，\*\*\*はそれぞれ10%，5%，1%の有意水準を意味する。

表 10 変換後のモデル(1)の推定結果（空間線量率を中心に）

変数	県境比較		全県比較
	県境 I	県境 II	
空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.006	-0.004	0.049***
×フクシマダミー	(0.007)	(0.005)	(0.006)
空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.042***	-0.053***	0.019***
×福島第一原発からの距離 (km)	(0.007)	(0.004)	(0.002)
空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)			
×年四半期ダミー			
Q1_2010×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.012	-0.058***	-0.030***
	(0.007)	(0.004)	(0.002)
Q2_2010×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.015*	-0.050***	-0.024***
	(0.007)	(0.004)	(0.003)
Q3_2010×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.024***	-0.047***	-0.022***
	(0.007)	(0.004)	(0.002)
Q4_2010×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.036***	-0.044***	-0.021***
	(0.007)	(0.004)	(0.002)
Q1_2011×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	0.010	-0.048***	-0.024***
	(0.009)	(0.004)	(0.003)
Q2_2011×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.191***	0.221***	-0.118***
	(0.036)	(0.021)	(0.011)
Q3_2011×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.175***	0.217***	-0.117***
	(0.036)	(0.021)	(0.011)
Q4_2011×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.171***	0.223***	-0.113***
	(0.036)	(0.021)	(0.011)
Q1_2012×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.165***	0.221***	-0.113***
	(0.036)	(0.021)	(0.011)
Q2_2012×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.178***	0.216***	-0.115***
	(0.036)	(0.021)	(0.011)
Q3_2012×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.190***	0.214***	-0.113***
	(0.036)	(0.021)	(0.011)
Q4_2012×空間線量率 ( $\mu$ Sv/時)	-0.191***	0.221***	-0.110***
	(0.035)	(0.021)	(0.011)

注：括弧の中は標準誤差を表し，\*，\*\*，\*\*\*はそれぞれ10%，5%，1%の有意水準を意味する。

表 11 最寄り駅壊滅ゲーム

福島県	宮城県
木戸 竜田 富岡 夜ノ森 大野 双葉 浪江 桃内 小高 磐城太田 駒ヶ嶺 新地 坂元 山下 末続 広野 原ノ町 鹿島 日立木 相馬 浜吉田	手樽 陸前富山 陸前大塚 東名 野蒜 陸前小野 鹿妻 女川 陸前稲井 渡波 万石浦 沢田 浦宿 陸前横山 陸前戸倉 志津川 ベイサイドアリーナ 清水浜 歌津 陸前港 蔵内 陸前小泉 本吉 小金沢 大谷海岸 陸前階上 最知 松岩 南気仙沼 不動の沢

出典：田中・馬奈木（2017）より作成。