

2016 年度 卒業論文

地震リスクに注目した不動産価格の分析

慶應義塾大学 経済学部  
石橋孝次研究会 第 17 期生

舘野 公太郎

## はしがき

経済学部に進学したのは経済学を学びたいという理由ではなく、文系でも数学を使えそうかなという単純な理由だった。そのため、日吉の経済学関連の授業は特に興味を感じるわけでもなく、むしろ嫌いだった方かもしれない。しかし、日吉の秋学期のミクロ経済学の授業で石橋先生の授業を受けたことをきっかけに、経済学は意外とつまらないものではないのかもしれないと思った。そういう訳で石橋ゼミに入って産業組織論を中心にいろいろなこと学び、その集大成としてこうして卒業論文を書けることに喜びを感じている。

さて、本論文を執筆している最中にも体を感じる地震は発生している。日本は言うまでもなく世界有数の地震大国である。そのため日本では、人々の地震災害の注目度は非常に高い。自分は元々地理的なことに興味を持っていることもあって、地震災害といったことには関心があった。そこで、大学で学んだ経済学と地震災害を結び付けて卒業論文を書きたいと考えた。その観点でいろいろな文献を当たったところ、不動産と地震災害を結び付けて論文が書けるのではないかと思った。日本で暮らしている人が地震に対してどの程度の評価をしているのかということは判断しづらい。よくアンケート調査で、地震に対する意識や評価を判断することはよく目にするが、具体的に金銭的価値がどの程度評価されているかということはあまり目にしない。そこで、地震に対するリスクを金銭的な評価が行うことを目的にした。そうしたことができれば、国や地方自治体などの政策的にも有用になると考える。

## 目次

序章.....	1
<b>第1章 日本における地震災害の現状.....</b>	<b>2</b>
1.1 日本における近年の地震の歴史.....	2
1.2 地震に対する人々の意識.....	3
1.3 住環境に対する意識と変化.....	4
1.3.1 住環境に求める重要度および満足度.....	4
1.3.2 東日本大震災後の意識の変化.....	6
1.4 国や自治体の取り組みと対策.....	7
1.4.1 住宅密集地.....	7
1.4.2 土砂災害危険箇所.....	8
1.4.3 ニュータウン.....	8
<b>第2章 ヘドニック・アプローチの理論分析.....</b>	<b>9</b>
2.1 ヘドニック・アプローチとは.....	9
2.2 ヘドニック・アプローチの理論的解釈.....	10
2.2.1 需要サイド.....	10
2.2.2 供給サイド.....	11
2.2.3 結論.....	12
<b>第3章 地価関数の推定.....</b>	<b>14</b>
3.1 空間計量経済学の概要.....	14
3.1.1 空間重み行列.....	14
3.1.2 空間計量経済モデル.....	15
3.2 先行研究.....	16
3.3 実証分析.....	18
3.3.1 データ.....	19
3.3.2 分析方法.....	22
3.3.3 推定結果.....	23
3.3.4 考察.....	25

<b>第 4 章 東日本大震災前後でのマンション価格の分析</b> .....	<b>28</b>
4.1 先行研究 .....	28
4.2 実証分析 .....	30
4.2.1 データ .....	30
4.2.2 分析方法 .....	33
4.3 推定結果 .....	34
<b>第 5 章 結論</b> .....	<b>40</b>
<b>参考文献</b> .....	<b>42</b>

## 序章

日本は世界でも有数の地震大国である。日々メディアで取り上げられやすい話題である。そのような、日本人にとって関心の高い地震リスクを経済学的に測定するというのが、本論文の大きな目的である。その際に、従来の OLS による方法に加えて、空間的な影響をモデルに取り入れて実証分析を行う。一般の消費者にとって、一生の買い物となる不動産という財を用いることで、その財価格には様々な情報が内包されていると考えられる。

第 1 章では、日本における地震災害の現状を分析する。近年の日本での大地震の歴史を振り返り、そこから人々の地震への認識について整理する。そして、そのような人々の地震への認識が、住宅や住宅の周辺環境を選択する際に、どのような影響を及ぼしているのか、ということ进行分析する。第 2 章では、この論文で核となるヘドニック・アプローチの理論について分析する。金本・中村・矢澤 (1989) や Rosen (1974) に従って、ヘドニック・アプローチとはどのようなもので、どのような理論的裏付けがあるのかということに注目する。第 3 章では、実際に神奈川県公示地価のデータを用いて、ヘドニック関数を推計している。その際、Cohen and Coughlin (2008) や Seo *et al.* (2014) を基にして空間計量経済学モデルを取り入れている。住宅密集地や土砂災害危険箇所のような地震リスクが、どのくらい地価に影響を及ぼしているのかを分析している。そして Kim *et al.* (2003) に従って、地震リスクにある土地に住んでいる人が地震リスクのない土地に移動する場合、どのくらいの金額を最大支払う意思があるのかを推定した。第 4 章では、東日本大震災前後におけるマンション価格の分析を行う。人々の中で大地震がどのような意識の変化をもたらしたのかどうか、ということ进行分析する。そのため中古のマンションの売買価格を用いて、ヘドニック関数を推定する。ハリケーン・フロイドによる水害が住宅価格に与えた影響を分析した Bin and Polasky (2004) をもとに交差項を用いて分析した。第 5 章では、本論文で分析したことについてのまとめを述べている。

## 第1章 日本における地震災害の現状

第1章では、日本における地震災害の現状を整理する。具体的に言えば、近年に起きた大地震や、不動産という財について人々がどのような認識を持っているのかということについて述べる。そして、国や地方自治体が地震災害に対してどのような対策をとっているのかについて言及し、最後には地震リスクとなる場所について述べる。

### 1.1 日本における近年の地震の歴史

日本は言わずと知れた地震大国である。これは地殻構造上のプレート4つの地層の中心に日本が位置していて、複雑な力がかかりあっていることが原因である。

では、どのくらいの頻度で大地震が起こっているかを過去20年に絞ってみる。

表 1-1 最近の日本における主な大地震

年	名称	マグニチュード	最大震度
1995	阪神淡路大震災	M7.3	震度7
2000	鳥取県西部地震	M7.1	震度6強
2003	宮城県沖地震	M7.1	震度6弱
2003	十勝沖地震	M8.0	震度6弱
2004	新潟県中越地震	M6.8	震度7
2005	福岡西方沖地震	M7.0	震度6弱
2007	新潟県中越沖地震	M6.8	震度6強
2008	岩手宮城内陸地震	M7.2	震度6強
2011	東日本大震災	M9.0	震度7
2016	熊本地震	M7.3	震度7

出所：気象庁ホームページより作成

表 1-1 からわかるように、わずか20年ほどの主なものに限定していても多くの大地震が起きていることがわかる。規模の小さな地震も含めるとかなりの頻度で地震は発生しており、日本に住んでいる限りは地震災害というものからは避けることができない関係である。1995年の阪神淡路大震災では6434名の死者が出て、建造物の倒壊や火災による被害が多くを占めた。2011年の東日本大震災は、日本の観測史上最大のマ

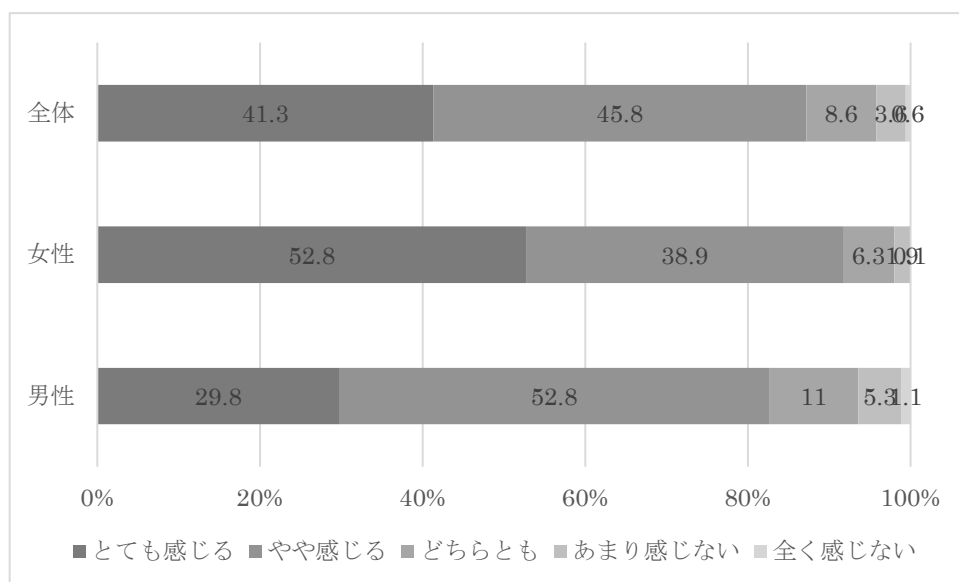
グニチュード 9.0 という規模で太平洋沿岸を大津波が襲い、戦後最大の死者が出た。地震のような自然災害は、発生することを防ぐことはできないため、地震が起こることを事前に想定して被害を最小限に抑える必要がある。最小限に抑えるためには、地震が起きても被害が出にくいような場所に住む必要がある。地震の被害は特に地震が起きた周辺の住宅環境がどのようであるかが、地震の被害に影響を及ぼす。そこで本論文では、地震の被害が出やすい場所を地震リスクと名付けて今後分析している。

## 1.2 地震に対する人々の意識

この節では地震への人々の意識がどのように変化しているか、ということを説明する。

図 1-1 は 2012 年に行われた調査で、今後の大地震発生に対する不安感をアンケート調査した結果である。全体では、将来の大地震に不安を多少なりとも感じているという人が 9 割近くに及んでおり、とても不安を感じている人だけでも 4 割に達していた。設問ではいつという具体的な期間の限定はされておらず、漠然とした将来というニュアンスが強いが、それでも多くの人が不安を抱いているのが分かる。

図 1-1 今後の大規模地震発生可能性に対する不安感

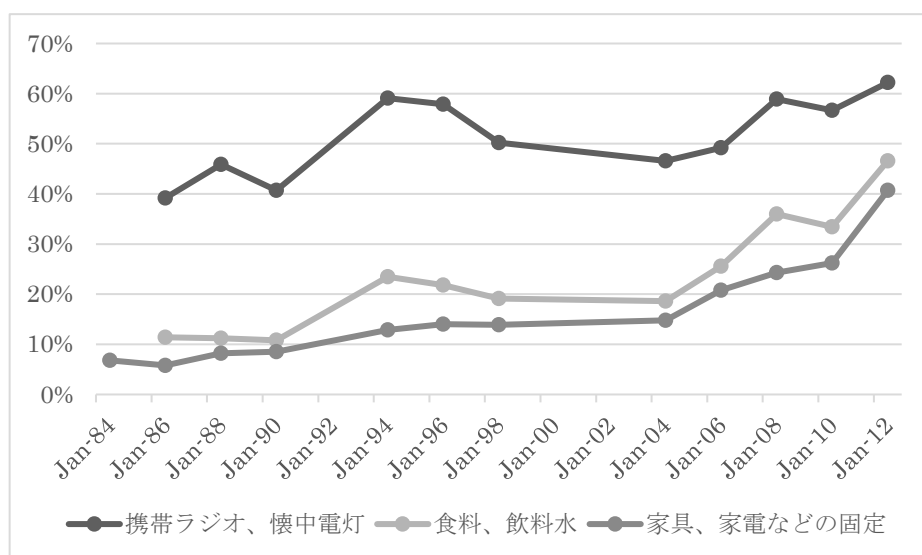


出所：ネクスティア生命保険 2012 年 5 月 9 日「防災と食に関する意識調査結果」

図 1-2 は、大地震への備えの変化を時系列で表したものである。携帯ラジオ、食料などの備えをしている人は長期的に見ると緩やかに上昇していることがわかる。家電

や家具などの固定を行っている人は1984年当時1割にも満たなかったが、2012年には約4割もの人が行うようになった。細かく変化を見ていくと、1995年に起きた阪神淡路大震災、2007年に起きた新潟県中越沖地震、そして2011年に起きた東日本大震災と、大きな地震をきっかけに大きく上昇しているということがわかる。このようなことから日本における地震への認識は増しており、防災に関する意識も上昇していることがわかる。その理由としては、前述したような頻発する地震とマスコミが地震への備えを訴えているために人々の地震リスクの認知を高めていると推測できる。

図 1-2 大地震への備えの変化



出所：内閣府「防災に関する世論調査」

### 1.3 住環境に対する意識と変化

この節では、住宅および居住環境に対する人々の意識と、東日本大震災後の住宅に対する変化について述べる。

#### 1.3.1 住環境に求める重要度および満足度

土地や住宅といった不動産は消費者にとって大きな買い物である。そのため購入するにあたって、その他の財よりもより慎重に吟味する。吟味する際に重要なことを以下の表で確認する。表 1-2 は住宅の個別要素に対する重要度と満足度をまとめたものである。ここからわかることとして、住宅に求めることは「地震時の安全性」が最上位であり、「地震時の安全性」に対する満足度も最も低い、ということである。さらに、



「台風時の住宅安全性」といった項目も消費者は重要視していることがわかる。一般的に求めるものとしては、住宅の広さや間取りや台所などの使いやすさといった項目ももちろん重要視しているが、災害に関することにも考慮していることがわかる。地震などの災害時に住宅に安全性があることを人々は求めている。

表 1-2 住宅の個別要素に対する重要度および満足度

項目	重要度		満足度			
	最も重要	次に重要	満足	まあ満足	多少不満	非常に不満
地震時の住宅安全性	13.2	18.6	11.9	37.9	13.6	48.6
住宅の広さや間取り	8.7	7.5	26.4	45.6	22.9	3.8
防犯性	2.8	15.1	10.9	46.2	34.5	6.9
火災に対する安全性	2.0	14.0	11.4	47.8	31.9	7.3
台所、トイレなどの 使いやすさ	1.6	7.8	22.9	43.6	26.3	5.7
高齢者への配慮	1.5	7.7	10.0	34.0	39.9	13.6
台風時の住宅安全性	1.3	13.5	14.5	44.7	31.5	7.9

出所：国土交通省「住生活総合調査」

さらに表 1-3 は、住宅の周辺環境に対する重要度と満足度をまとめたものである。ここからわかることとして、「治安、犯罪発生の防止」や「日常の買い物や文化施設の利便」を重要視していることがわかる。そのような日常生活に密接してくる項目に付随して、「災害時の避難のしやすさ」や「水害・津波の受けにくさ」といった要素も入っていることもわかる。居住環境に対しても消費者は、災害が起こった場合の安全性を考慮していて、不動産という財の特性はある場所はかなり特徴づけられている。表 1-2 と表 1-3 からわかることをまとめると、災害時の安全性というのは住宅そのものだけの問題ではなく周辺環境の問題でもあるということである。

表 1-3 居住環境の個別要素に対する重要度および満足度

	重要度		満足度			
	最も重要	次に重要	満足	まあ満足	多少不満	非常に不満
治安、犯罪発生の防止	9.7	25.8	9.7	51.7	31.9	4.8
日常の買い物や文化施設の利便	8.6	25.8	17.2	49.0	24.4	7.3
災害時の避難のしやすさ	8.4	18.4	12.1	52.4	28.6	5.2
近隣の人たちやコミュニティとの関わり	2.0	13.4	11.3	60.8	21.2	3.8
水害・津波の受けにくさ	1.6	11.2	35.5	43.3	34.8	8.4
通勤・通学の利便性	1.5	16.1	19.4	48.4	22.6	6.4
まわりの道路の歩行時の安全性	1.3	15.3	12.0	47.0	31.8	7.5

出所：国土交通省「住生活総合調査」

### 1.3.2 東日本大震災後の意識の変化

1.3.1 では人々が住宅及び住環境に求めることを一般的に述べたが、ここからは東日本大震災という大きな地震被害が起きた後の人々の住宅に対する意識にフォーカスする。人々の不動産に対する意識はどのように変わったのかということ、マンション需要の変化から考察していく。直感的に考えれば、大地震が起きた後は需要が減少してマンション価格は下落すると考えられるが、実際には場所によってはマンションの需要が増加し価格が上昇するという現象が起きていた。この現象が起こった理由を説明する。

DIAMOND Online 特別レポートでは次のように指摘されている。浦安、新浦安から東京湾岸にかけてのエリアは、地震前には非常に人気が高かったが、現在はその人気は武蔵野台地を中心としたエリアに移ってきている。武蔵野台地は荒川から多摩川にかけての広い地域で、もともと堅い丈夫な地層で知られており、津波や液状化の心配もない、とのことである。つまり、海側エリアから山側エリアに需要が移ったという意味である。実際に浦安などの湾岸エリアは東日本大震災後、液状化現象が発生しライフラインに大きな障害が出た。このように、地盤が安定していて周辺環境の地震リ

リスクが少ない地域に住宅需要がより生まれるようになったということがわかる。

#### 1.4 国や自治体の取り組みと対策

今まで述べてきた地震災害から国民の命や財産を保護するために災害対策基本法という法律が定められている。災害対策基本法とは国や自治体の体制を確立し、防災計画の作成や災害予防、災害時の応急対策など役割を明確にした法律である。

災害対策基本法にしたがって地域防災計画を作成し、それを防災会議にて議論している。なお、地域防災計画は、災害を地震や風水災害などの種類別に分け作成し、より細かく予防の計画・応急処置の計画・復旧や復興計画などを構成している。起こりうるすべての災害を想定し、各災害における安全性を十分に確かめたうえで、地域に避難所をあらかじめ指定している。また、住宅や災害時の拠点となる公共施設等の耐震化、不燃化や、「地震時等に著しく危険な密集市街地」の解消割合を平成 32 年度までに 100% に近づけることで、都市部における炎症被害の防止を行っている。

このように、国や自治体は地震対策に力を入れており、さらに人々にも地震リスクの周知を徹底していることがわかる。

ここからは、本論文での第 3 章以降の実証分析で変数として用いた地震リスクについて詳述する。地震リスクは、国や地方自治体が定めているものを使用した。

##### 1.4.1 住宅密集地

住宅密集地<sup>1</sup>は、国土交通省都市局住宅安全課が全国の市区町村を対象にした調査を実施して結果をとりまとめている。地震防災対策上、たくさんの課題を抱える密集市街地の改善は都市の安全確保のため喫緊の課題である。2011 年に閣議決定をした住生活基本計画において、6000 ヘクタールを住宅密集地として指定し、2020 年までに解消しようと計画されている。

住宅密集地が地震時に危険な理由として二つが挙げられる。一つ目は延焼危険性である。阪神淡路大震災で大きな被害が出た一つの要因として火災が挙げられたように、地震時には火の不始末により火災が発生することが多い。その時に、住宅が密集していると、一つの家で起こった火災が際限なく近くの住宅に燃え広がる。二つ目は、避難困難性である。地震の揺れによって、家屋の崩壊が起こった場合、人の避難する逃げ道が容易にふさがれてしまう。上に挙げた 2 つの点から、住宅密集地が地震時には

---

<sup>1</sup> 古い木造住宅が立ち並ぶような町である。例として、東京都の下町エリアがある

リスクとなる。

#### 1.4.2 土砂災害危険箇所

土砂災害危険箇所（土石流危険渓流、地すべり危険箇所）は、各都道府県が指定している。これは、国土交通省の要請により各都道府県が調査を実施したものである。土石流危険渓流、地すべり危険箇所、急傾斜崩壊危険箇所としてそれぞれ定めている。調査の方法は、1/25000 地形図で、上記のような災害の恐れがある箇所を図上から想定している。地震に伴う土砂災害の特徴として、発生する現象の規模が大きいことが挙げられる。例えば、2008年6月の岩手・宮城内陸地震災害では、大規模な地滑りが発生した。長さ1300メートル、幅900メートル、移動土塊量約6700万立方メートルというもので、地震による地滑りとしては国内最大級といわれている。このように、土砂災害は地震が起きた際の大きなリスクとなる。

#### 1.4.3 ニュータウン

ニュータウン<sup>2</sup>とは、都市の過密化への対策として郊外に新たに建設された新しい市街地のことである。ニュータウンの建設方法としては主に二つの方法がある。一つ目は、国の機関や地方自治体が新住宅市街地開発法や土地区画整理法に基づいてマスタープランを起案し、自らがデベロッパーとなって建設するものである。二つ目は、民間のデベロッパーが任意に建設するものである。ニュータウンは、良質な公共施設と豊かな環境を備えたものとして計画的に開発されたことから、1.4.1で述べた住宅密集地とは対照的な性格を持つ地域である。人々が住みやすいように区画整理がきちんと行われており、地震リスクは少ない地域であるといえることができる。

---

<sup>2</sup> ニュータウンの代表的例としては、港北ニュータウンや千葉ニュータウンがある。

## 第2章 ヘドニック・アプローチの理論分析

第2章では、本論文の分析のもとになっているヘドニック・アプローチについて説明する。まずは、ヘドニック・アプローチについて概説したのち、ヘドニック・アプローチの理論モデルを与えた Rosen (1974) を紹介する。

### 2.1 ヘドニック・アプローチとは

ヘドニック・アプローチとは、財の価格はその財を特徴付ける性能や機能等の属性によって評価される、という考え方に基づく評価方法である。この方法は、本論文で扱う地震リスクのような非市場財の価値を評価することにとっても有益な方法である。本論文ではヘドニック・アプローチの概要を、金本・中村・矢澤 (1989) を参考に以下説明する。

澄んだ空気や汚染されていない水といった、いわゆる環境財は、市場で取り引きされることがなく、市場価格が成立していない。経済学は市場で取り引きされる財を分析の主たる対象としてきたが、1960年代から顕著になった公害問題の出現を契機として、このような非市場財についても経済学的分析が活発に行なわれるようになってきた。環境に関する経済分析で最も難しいのは、環境の社会的価値を測定することである。その理由は環境が非市場財であり市場価格が存在しないことにある。市場財については市場価格が消費者のその財に対する限界評価を表しているとみなすことができるので、価格情報を用いて市場財の価値を計測することが可能となる。ところが、環境のような非市場財には市場価格は存在せず、価格によってその財の価値を計測することはできない。このことが環境の価値の計測を非常に困難なものにしている。このように非市場財の価値を計測することを可能にしたのがヘドニック・アプローチである。

土地や住宅は立地点、周辺環境、広さ等がそれぞれ異なっている。したがって土地は同質な一種類の財と考えることはできず、少しずつ性質の違う多種類の財の集まりであると考えなければならない。通常の経済学では、性質の違う財は別個の財であると考えて分析を行うが、土地の場合にはあまりにも財の種類が多くなり過ぎて理論的にも実証的にも分析が困難である。ヘドニック・アプローチはこのように差別化された多数の財を特性のベクトルで表現することによって分析を単純化しようとするものである。

## 2.2 ヘドニック・アプローチの理論的解釈

ヘドニック・アプローチは、Rosen (1974) や Epple (1987) などによって理論的解釈が与えられている。この論文では、最初に理論的基礎を与えた Rosen (1974) に従ってヘドニック・アプローチの理論を紹介する。

### 2.2.1 需要サイド

消費者は所得  $y$  を持っており、これを、属性  $x$  を有する財と、合成財  $z$  に配分して効用を最大化している、という状況を考える。 $z$  は財ベクトルとしての特性の消費量、 $U(x)$  は  $U(x) = U(x_1, \dots, x_n)$  という特性の財に対する市場価格関数（ヘドニック関数）を表している。 $U(x)$  は連続的な増加関数で 2 階微分可能とする。ここで、予算制約式のもと、需要者が  $x, z$  について効用最大化行動をとると、(2.1) のように定式化される。消費者はある属性  $x$  を持った財をただ一つだけ購入するとする。

$$\begin{aligned} \max U(x, z) \\ \text{subject to } y = z + U(x) \end{aligned} \quad (2.1)$$

$U(x, z)$  は厳密な凹関数である。この問題を解くために、(2.2) のようにラグランジュ関数を設定する。

$$L = U(x, z) + \lambda(y - z - U(x)) \quad (2.2)$$

$\lambda$  はラグランジュ関数、 $\mu$  はラグランジュ乗数を表している。

1 階条件より

$$\frac{\partial L}{\partial z} = \frac{\partial U}{\partial z} - \lambda = 0 \quad (2.3)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x} = \frac{\partial U}{\partial x} - \lambda \frac{\partial U}{\partial x} = 0 \quad (2.4)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = y - z - U(x) = 0 \quad (2.5)$$

のように表せる。(2.3),(2.4)より

$$\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\partial U}{\partial z} \quad (2.6)$$

が成り立つ。また、(2.5)より  $y = z + U(x)$  が成り立つ。最大化された効用水準を  $U^*$  とすると、予算制約式から  $y = z + U^*$  が成り立つので、

$$U(x^*, z^*) = U^*$$

となる。ここで、達成される効用水準を固定して、所得  $y$  や  $z$  が一定のときに属性  $x$  を

有する財にいくらまで支払えるかという問題を考える。この支払える上限額を  $\square$  で表し、付け値関数と呼ぶ。そして付け値関数  $\square$  は次のように表せられる。

$$\square = \square(\square; \square, \square)$$

価格が付け値と同じであればその価格で効用が最大化されるので、付け値関数は

$$\begin{aligned} \square(\square^*) &= \square(\square^*; \square^*, \square) \\ \square(\square - \square(\square^*; \square^*, \square), \square) &= \square^* \end{aligned} \quad (2.7)$$

を満たす。 $\square_i$  で  $\square(\square, \square)$  の両辺を微分すると

$$\frac{\square\square}{\square\square} \cdot \frac{\square\square}{\square\square_\square} + \frac{\square\square}{\square\square_\square} = 0 \quad (2.8)$$

$1 - \square = \square$  より (2.8) 式は

$$\frac{\square\square}{\square\square_\square} = \frac{\square\square}{\square\square_\square} / \frac{\square\square}{\square\square} \quad (2.9)$$

のように書き換えられる。

$$\begin{aligned} \theta_z &= \frac{\square_\square}{\square_\square} > 0, \quad \square_\square = -\frac{1}{\square_\square} < 0 \\ \square_\square &= 1, \quad \theta_{zz} = \frac{\square_\square^2 \square_{\square\square} - 2\square_\square \square_\square \square_{\square\square} + \square_\square^2 \square_{\square\square}}{\square_\square^3} < 0 \end{aligned} \quad (2.10)$$

が成り立つので、付け値関数は増加する凹関数であることがわかる。

(2.6), (2.9) より

$$\frac{\square\square}{\square\square_\square} = \frac{\square\square(\square)}{\square\square_\square} \quad (2.11)$$

が導ける。

(2.9) より、価格関数  $\square(\square)$  と付け値関数  $\square(\square, \square)$  は  $\square = \square^*$  で同じ傾きを持つことが分かる。また、(2.7) より価格関数  $\square(\square)$  と付け値関数  $\square(\square, \square)$  は  $\square = \square^*$  で同じ値を持つ。したがって、価格関数  $\square(\square)$  は付け値関数  $\square(\square, \square)$  の包絡線になっていることが分かる。

### 2.2.2 供給サイド

次に生産者の行動を考える。次に供給サイドの行動を定式化していく。供給者は自らの供給行動を決定する際、住宅地地価を所与として利潤  $\pi$  を最大化するために特性の束を決定するので、(2.12) のようになる。

$$\max_{\square, \square} \square = \square(\square)\square - \square(\square, \square; \square) \quad (2.12)$$

ここで、 $\square$ は供給する住宅地の数 $\square = (\square_1, \square_2, \dots, \square_\square)$ は個々の供給者を特徴づけるパラメータベクトルで $\square(\square)$ という分布関数を持つとする。 $\square(\square, \square; \square)$ は供給者の費用関数である。供給者が $\square$ および $\square$ をコントロールできるような短期経済を想定した場合、利潤最適化のための1階条件は次のようになる。

$$\square_\square(\square) = \frac{1}{\square} \cdot \frac{\square}{\square\square} \square(\square, \square; \square)$$

$$\square(\square) = \frac{\square}{\square\square} \square(\square, \square; \square)$$

ある一定の利潤 $\square^*$ のもとでの最適な属性の束 $\square^*$ と生産個数 $\square^*$ を選択しているものとする。このとき、生産者が提示できる最低の価格（指値価格）を $\square(\square, \square)$ という記号で表わす。すなわち、

$$\square\square - \square(\square, \square; \square) = \square^* = \square(\square^*)\square^* - \square(\square^*, \square^*; \square),$$

$$\square_\square = \frac{\square_\square}{\square} > 0,$$

$$\square_\square = \frac{1}{\square} > 0,$$

が成り立つ。これより指値関数は増加する凸関数である。市場均衡は、

$$\square(\square^*) = \square(\square^*, \square^*, \square), \quad (2.13)$$

$$\square_\square(\square^*) = \frac{\square}{\square\square} \square(\square^*, \square^*, \square) \quad (2.14)$$

を満たす。(2.13)より、価格関数 $\square(\square)$ と指値関数 $\square(\square, \square)$ は $\square = \square^*$ で同じ傾きを持つことが分かる。また、(2.14)より価格関数 $\square(\square)$ と指値関数 $\square(\square, \square)$ は $\square = \square^*$ で同じ値を持つ。したがって、価格関数 $\square(\square)$ は指値関数 $\square(\square, \square)$ の包絡線になっていることが分かる。

### 2.2.3 結論

これまでの需要サイドと供給サイドの分析をまとめる。需要者・供給者とも条件が合致した場合、指値関数と付値関数は市場がクリアとなるヘドニック関数を挟んで接



することになる。このようにヘドニック・アプローチでは  $\mathbf{Q} = (Q_1, \dots, Q_n)$  の特性を持つ住宅地に対する需要と供給が合致するところで市場均衡価格が決定される。つまり、市場価格関数  $Q(\mathbf{Q})$  は付け値関数の包絡線であることから、

$$Q(\mathbf{Q}_0) - Q(\mathbf{Q}_0) \approx Q(\mathbf{Q}_0, Q^*) - Q(\mathbf{Q}_0, Q^*)$$

となる。よって、特性が微少に変化する場合のみに限定されるが、付け値関数と市場価格関数は一致する。

### 第3章 地価関数の推定

本章では、第1章で触れた地震災害に関することと、第2章で述べたヘドニック・アプローチを基に、住宅地地価のヘドニック関数を推定する。その際に通常のOLS推定では、実際の影響を上手く表せていない。そのことを空間計量経済学のモデルを取り入れることで解決する。

#### 3.1 空間計量経済学の概要

例えば、周辺環境が良い地域では住宅価格が互いに高くなるということは一般的に考えて不思議はない。近隣地点は、互いに影響を及ぼしあっていると考えることができる。このことを空間的自己相関といい、空間的に隣接しているところで性質が影響しあう。この問題を解決するために新たなモデルを取り入れる。この新たなモデルをアルビア (2016) に従って説明する。

##### 3.1.1 空間重み行列

空間データを扱うということは、新たに地図上のデータを扱うということである。私たちは地図を見れば、どことどこの地域が隣接しているということは目で見ればわかる。しかし、コンピュータではそういったことはわからない。そこで空間計量経済学の手法において最も大切なのは、空間重み行列と呼ばれる接続行列の定義である。空間重み行列とは空間的に隣接関係を表すために必要な行列のことで、もっとも単純な例を以下で示す。

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & \cdots & w_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix}$$
$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } i \in N(j) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$N(i)$ は地域*i*に隣接する地域の集合である。また定義より、 $w_{ii} = 0$ とする。

隣接関係をどのように定義するかということについて説明する。規則的に並んだ正方形の格子状のデータが観測する場合、隣接関係を定義するにはルーク基準<sup>3</sup>またはクイーン基準<sup>4</sup>で簡単に定義できる。しかし、一般に観測される地理データの場合、

<sup>3</sup> ルーク基準とは、2つの地域が線で接しているときに隣接関係にあるとする基準。

<sup>4</sup> クイーン基準とは、2つの地域が線もしくは点で接しているときに隣接関係にあるとする基準。

不規則な区域を取り扱うために別な定義が必要となる。例えば、閾値として最大距離を設定しその距離未満にある地域を隣接関係にあると定義する方法や、最も近い<sup>5</sup>地点にある地域を隣接関係とする方法などがある。これ以外にもいろいろと定義の方法は存在するが、本論文では後者の定義で実証分析を行った。

### 3.1.2 空間計量経済モデル

線形回帰モデルに空間重み行列を取り入れ、空間的自己相関を考えたモデルを3つ紹介する。

1つ目は、誤差項に空間的自己相関があるモデルである。これを空間誤差モデル(SEM)とよび、(3.1)のような形で表される。例えば、欠落変数や観察できない変数の影響によってある地域で残差の偏りが見られる場合などが誤差項に空間的自己相関があるといえる。

$$\begin{aligned} \varepsilon_i &= \rho \varepsilon_i + \varepsilon_i \\ \varepsilon_i &= \rho \varepsilon_i + \varepsilon_i, \quad |\rho| < 1 \end{aligned} \tag{3.1}$$

2つ目は、被説明変数に空間的自己相関があるモデルである。これを空間ラグモデル(SLM)と呼び、(3.2)のような形で表される。ある地点の説明変数が近隣の被説明変数と影響しあう場合などが一般に見られるが、その場合を被説明変数に空間的自己相関があると呼ぶ。

$$y_i = \rho y_i + \beta x_i + \varepsilon_i, \quad |\rho| < 1 \tag{3.2}$$

最後に、より一般化して上記で述べた空間誤差モデルや空間ラグモデルを内包するようなモデルである。これを一般空間モデル(GSM)と呼び、(3.3)のような形で表される。

$$\begin{aligned} y_i &= \rho y_i + \beta x_i + \varepsilon_i, \quad |\rho| < 1 \\ \varepsilon_i &= \rho \varepsilon_i + \varepsilon_i, \quad |\rho| < 1 \end{aligned} \tag{3.3}$$

(3.1)から(3.3)で空間回帰モデルの概要を示したが、空間回帰モデルを採用するための基準があるので紹介する。空間的自己相関を検出する方法としては Moran's *I* 検定やラグランジュ乗数検定がある。Moran's *I* 検定とは、空間的自己相関を検定するための古典的な統計量である。Moran's *I* は OLS で求めた残差を利用して定義するが、対立仮説が明瞭ではないため、帰無仮説を棄却するとき、どのようなモデルを選択すれ

---

<sup>5</sup>  $\rho$ は任意に設定する。



表 3-1 使用した変数と定義

変数名	定義
<i>pricelog</i>	住宅価格の対数をとったもの
<i>db65_2003</i>	騒音が 65 デシベル <sup>7</sup> のダミー変数
<i>db70_2003</i>	騒音が 70 デシベルのダミー変数
<i>beds3d</i>	3つの寝室があったら 1 をとるダミー変数
<i>beds4d</i>	4つの寝室があったら 1 をとるダミー変数
<i>beds5d</i>	5つの寝室があったら 1 をとるダミー変数
<i>baths2d</i>	2つの浴室があったら 1 をとるダミー変数
<i>baths3d</i>	3つの浴室があったら 1 をとるダミー変数
<i>fire2d</i>	2つ以上の暖炉があったら 1 をとるダミー変数
<i>storiesd</i>	2階建て以上なら 1 をとるダミー変数
<i>acreslog</i>	敷地面積(エーカー)の対数をとったもの
<i>distancelog</i>	空港からの距離の対数をとったもの
<i>city#d</i>	都市のダミー変数

出所：Cohen and Coughlin (2008)

表 3-2 が回帰結果である。OLS について見てみると、bed4d 以外のほとんどのダミー変数は有意になった。注目している変数である db65\_2003 はマイナスとなったが有意ではない一方で、db70\_2003 はマイナスでかつ有意となった。従って、65 デシベルの騒音は住宅価格に影響を与えていないが、70 デシベルになると騒音が住宅価格にマイナスの影響を与えているという仮説が検証された。

空間的影響を取り入れたモデルについて見ていく。GSM/GM モデルに注目すると、ほとんど OLS の結果と変わっていない。注目すべき相違点は、distancelog がマイナスに有意となっている。空港が近くにあることでの利便性や職の増加が住宅価格にプラスの影響を与えている一方で、空港が近くにあることでの騒音の増加がマイナスの影響を与えている。このようなトレードオフの関係が見られる。

<sup>7</sup> 一般に 65 デシベルの騒音とは、スーパーの店内くらいの騒音である。70 デシベルになると、騒々しい部屋の中くらいの騒音となり、一般にうるさいと感じられるレベルである。

表 3-2 回帰結果

変数\モデル	OLS	SEM	SAR	GSM	SEM/GM	GSM/GM
<i>constant</i>	11.61*	11.60*	8.62*	10.23*	11.60*	5.94*
<i>db65_2003</i>	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
<i>db70_2003</i>	-0.28*	-0.25*	-0.25*	-0.25*	-0.24*	-0.23*
<i>beds3d</i>	0.10*	0.10*	0.10*	0.10*	0.10*	0.09*
<i>beds4d</i>	0.10	0.11	0.09	0.10	0.11	0.08
<i>beds5d</i>	0.31*	0.30*	0.29*	0.30*	0.30*	0.26*
<i>baths2d</i>	0.13*	0.13*	0.12*	0.13*	0.13*	0.12*
<i>baths3d</i>	0.40*	0.41*	0.38*	0.40*	0.41*	0.36*
<i>fire2d</i>	0.19*	0.15	0.17	0.16	0.15	0.17
<i>storiesd</i>	0.24*	0.24*	0.23*	0.23*	0.23*	0.21*
<i>acreslog</i>	0.10*	0.09*	0.09*	0.09*	0.09*	0.09*
<i>distancelog</i>	-0.14	-0.14*	-0.15*	-0.14	-0.14	-0.15*
<i>city2d</i>	0.22*	0.22*	0.14*	0.19*	0.23*	0.06*
<i>city3d</i>	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.05
<i>city4d</i>	0.19*	0.20*	0.13*	0.17*	0.20*	0.07
<i>city5d</i>	-0.05	-0.04	-0.02	-0.03	-0.04	0.01
<i>city6d</i>	0.05	0.05	0.02	0.04	0.05	-0.01
□			0.26*	-0.12*		0.54*
□		0.33*		0.22*	0.36	-0.09
□□	0.51	0.52	0.51	0.52	0.52	0.52

出所：Cohen and Coughlin (2008) から作成  
(注)有意水準は、\*□ < 0.05で示している。

### 3.3 実証分析

Cohen and Coughlin (2008) のモデルを参考に、本論文でのテーマである地震のリスクに注目して、神奈川県公示地価のヘドニック関数を推定する。公示地価は住宅地と商業地の2つのデータがあるが、両方を含めてしまうことはヘドニック関数を推定するのに不適切なため、住宅地に絞って分析した。

### 3.3.1 データ

この節では実証分析で使用したデータについて詳しく述べる。表 3-3 に本論文において使用した変数についてまとめた。以下では、その変数についてそれぞれ詳しく述べる。

被説明変数には公示地価を用いた。公示地価とは、国土交通省が、適正な地価の形成に寄与するために、毎年 1 月 1 日時点における標準地の正常な価格を 3 月に公示するものである。従って公示地価は実際の取引価格ではなく、鑑定価格である。このことから、実際の取引価格からバイアスがかかっている可能性がある。しかし公示地価は取引された土地の所在地が正確にわかるという利点がある。これは空間的な問題を考える際に非常に有用なため、公示地価を被説明変数として選択した。また、平成 28 年度時点での公示地価を用いている。

説明変数は大きく分けると 3 つの性質に分けられる。3 つとは、本論文の趣旨である地震リスクに関連する変数、土地固有の特性をコントロールする変数、そして土地周辺の特性をコントロールする変数である。ここからは、この 3 種類の説明変数についてそれぞれ詳しく述べていく。コントロールする変数については、地価や賃貸住宅のヘドニック関数を推定した論文である Nakagawa *et al.* (2007) と得田 (2009) に使用されていた変数を参考にして選択した。

地震リスクに関連がある変数を具体的に挙げると住宅密集地、土砂災害危険箇所、避難所までの距離、ニュータウンの 4 つの変数である。このなかで住宅密集地、土砂災害危険箇所、ニュータウンの 3 つの変数については、第 1 章で詳しく述べたのでここでは省略する。従って、残る 1 つである避難施設までの距離について述べる。避難所は、災害対策基本法に基づき都道府県及び市町村により作成された地域防災計画に示されているものである。本論文で分析した神奈川県において避難施設に指定されている場所は、近隣の小中学校や公民館などが多い。

次に、土地固有の特性を制御する変数について述べる。容積率とは、土地の面積に対する建築延面積の割合のことである。容積率が高いほど延床面積の広い建築物を建てることができ、都心部の高層ビルが立ち並ぶようなところでは容積率が大きく定められている。都心部までの距離については、渋谷駅・品川駅・横浜駅<sup>8</sup>のなかで最も近い地点までの直線距離とした。これは、各土地から中心市街地までの距離という意味で使用している。これらの変数は基本的に国土交通省が公表している「国土数値情報

---

<sup>8</sup> 横浜駅は神奈川県の県庁所在地という理由で、渋谷駅と品川駅は神奈川県に近い東京のターミナル駅という理由で、この 3 駅を都心部として選択した。

ダウンロードサービス」からデータをダウンロードし、さらに GIS<sup>9</sup>を用いて変数を加工した。

最後に、土地周辺の特性を制御する変数について述べる。景観重点地区<sup>10</sup>とは、景観法における景観行政団体が景観計画で定めた「景観計画区域」、及び各景観行政団体が定めた景観計画区域のうち、特徴的な景観を有しているなど、特に良好な景観の形成を図るべきであるとし、条例等で指定した「景観重点地区」である。平均所得については、総務省が公表している 2013 年のデータを使用している。

表 3-3 使用した変数と定義

分類	変数名	定義
被説明変数	<i>price</i>	H28 年の公示地価(円/平方メートル)
地震リスク	<i>dense</i>	住宅密集地にあるなら 1 をとるダミー変数
	<i>slide</i>	土砂災害危険箇所にあるなら 1 をとるダミー変数
	<i>newtown</i>	ニュータウンにあるなら 1 をとるダミー変数
	<i>refuge</i>	最寄りの避難施設までの距離(メートル)
土地固有の特性	<i>station</i>	最寄り駅までの距離(メートル)
	<i>center</i>	都心部(渋谷・品川・横浜)までの距離(メートル)
	<i>volume</i>	容積率(%)
	<i>width</i>	前の道路の幅員(メートル)
土地周辺の特性	<i>income</i>	地区の平均所得(千円)
	<i>scape</i>	景観重点地区にあるなら 1 をとるダミー変数

<sup>9</sup> GIS とは Geographic Information System の略で、日本語では地理情報システムという。位置情報を扱うことができるソフトウェアで、空間データの加工や視覚化ができる。本論文では、Esri 社の ArcGIS を用いた。

<sup>10</sup> 景観重点地区では、地区歴史的な街並みの保全、建物の高さや壁面の位置の制限、眺望景観の保全といった取り組みをしている。



表 3-4 記述統計量 (n=1331)

変数名\モデル	平均	標準偏差	最小値	最大値
<i>price</i>	184795.3	74474.21	18300	560000
<i>dense</i>	0.0098	0.0983	0	1
<i>slide</i>	0.0383	0.1920	0	1
<i>new town</i>	0.1209	0.3261	0	1
<i>refuge</i>	378.505	210.543	23.569	2063.972
<i>station</i>	1156.723	966.512	42.101	8200.286
<i>center</i>	18249.59	10975	537.783	58245.97
<i>volume</i>	139.302	55.90	60	300
<i>width</i>	52.99	14.72	24.0	220.0
<i>income</i>	3655.171	345.187	2675	4337
<i>scape</i>	0.0526	0.2232	0	1

表 3-4 は使用した変数の記述統計量である。サンプル数は 1331 である。図 3-1 は記述統計量の *price* を地図化して図示し、地価を色分けして表したものである。赤色が濃い地点の方が地価が高いことを示している。県内でも一番高い地点の地価が一番低い地点の地価の 30 倍<sup>11)</sup>もの差がある。この図からわかることは、地価は県の西側や南東部で低く、北東部や中南部で高くなっていることである。北東部の地価が高くなっている理由としては、都心に近くさらに田園都市線や東横線といった人気の路線があることが影響していると考えられる。中南部で地価が高くなっている理由は、湘南や鎌倉といった人気の行楽地であることが考えられる。このように県内のそれぞれの場所によって特徴がある。

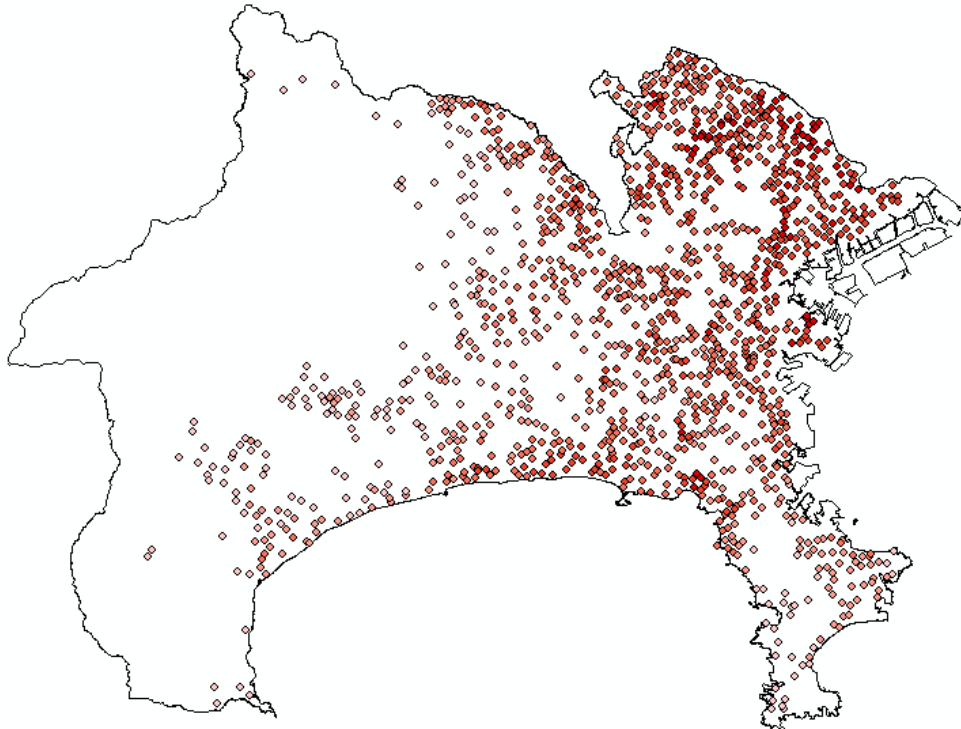
次に、ここで挙げた変数それぞれについて予想される符号について述べる。地震リスクに関連する 4 つの変数の中では、負の影響を持っている、つまり地震リスクを高める変数は、*dense*, *slide*, *refuge* の 3 つである。このことから、この 3 つの係数は負であると予想できる。一方で、*newtown* は 1.4.3 で述べた通り地震リスクを軽減すると考えられるので、符号は正であると予想できる。土地固有の特性の変数である *station* と *center* の距離の変数は地価にマイナスの影響を与えるので、符号は負であると予想さ

<sup>11)</sup>一番地価が低い地点は、神奈川県足柄下郡箱根町宮城野字井戸久保 1488 番 24 である

一番地価が高い地点は、神奈川県川崎市中原区小杉町 2 丁目 207 番 4 である。

れる。volume と width については、地価にプラスの影響を与えるので、符号は正であると予想される。土地周辺の特性の変数である income は、富裕層ほど地価の高い町に住んでいるはずなので、符号は正であると予想できる。scape については、地価にプラスの影響を与えているので、符号は正であると予想される。

図 3-1 神奈川県内の住宅地地価の分布



出所：H28 年地価公示データより ArcGIS を利用して作成

### 3.3.2 分析方法

分析方法としては、3.1 や 3.2 で述べたように空間的自己相関を考慮したモデルを考える。ここでは、どのモデルが適切であるかについて詳しく順序立てて述べる。まず、*Moran's I* の結果から、OLS 推定の残差に何らかの空間的自己相関があることが確認できた。そこで対立仮説に、空間ラグモデル・空間誤差モデルを採択するというラグレンジ乗数検定を行った。その結果、すべてで帰無仮説が棄却され、対立仮説が採択された。このことから、空間誤差モデルと空間ラグモデルを取り入れた一般空間モデルによる推定も行った。そして、GSM モデルの残差が正規分布に従っているかを判別

するために Jarque-Bera 検定<sup>12</sup>を行った。GSM モデルの最尤推定は残差の正規性を仮定している一方で、一般化モーメント法では正規分布に従うという仮定は置かなくてよい。その Jarque-Bera 検定統計量は 2005.3 となり帰無仮説が棄却されたので、残差が正規性を持っていないことがわかった。従って、一般化モーメント法で GSM モデルを推計し、これで推計したモデルを GSM/GM モデルと呼ぶ。推定結果でも GSM/GM モデルに焦点を当てている。3.3.1 で述べた空間重み行列であるが、各地点から最も近い 4 点と隣接している、つまり  $k = 4$  という定義に従って空間重み行列  $W$  を作成した。なお行列  $W$  は行で標準化した。

表 3-5 ラグランジュ乗数検定と Moran's  $I$  検定

検定統計量	検定量	P 値
$L_{LM}(k)$	0.615	0.00
$L_{LM}(k)$	1126.6	0.00
$L_{LM}(k)$	1110.8	0.00
$L_{LM}(k)$	89.197	0.00
$L_{LM}(k)$	73.457	0.00

### 3.3.3 推定結果

推定に際しては、表 3-3、表 3-4 で示したすべての連続変数を、対数化して用いている。また、3.3.2 で GSM/GM モデルが良いということを述べたが、推定結果には様々なモデルの結果を載せている。これは先行研究に倣ったという理由と、GSM/GM モデルの頑健性を示したいという 2 つの理由がある。

OLS と GSM/GM モデルの結果を比較すると、OLS と GSM/GM モデルでは、どの変数も符号や有意性に差異は見られなかったが、係数の大きさでは違いが見られた。OLS の方がほぼすべての変数について、係数が絶対値で大きくなっていることがわかる。このことから、OLS では空間的自己相関を考慮していないため、推定が過大評価されていると推察される。空間的モデルを組み入れることで推定の過大評価が修正された。また、符号はすべて予想通りの正負をとった。注目している変数について見ていくと、dense, slide, refuge の係数は 1%水準で有意に負となり、newtown の係数は 1%水準で有意に正となった。この結果から、地震リスクが地価に正しく反映されていることがわ

<sup>12</sup> Jarque-Bera 検定の帰無仮説は標本分布が正規分布に従うことである。

かる。

ここからは一つずつ変数の結果について詳しく述べる。**dense** の係数が**-0.1291**となったことから、住宅密集地にある土地の価格は 13.8%<sup>13</sup>下落することがわかった。これは、一つの家が周りの家に影響が及びやすいことが理由であると推測できる。一方で、**newtown** の係数は **0.082** となったことから、ニュータウンという新しく造成された地区の土地については、価格が 8.7%上昇することがわかった。これは住宅の間隔が広く区画整理されていることから、住宅密集地のような地震リスクがないことが原因であると推測できる。さらに**slide** の係数は **-0.0134**となったことから、土砂災害危険箇所にある土地は価格が 12.0%下落することがわかった。土砂災害は地震だけではなく大雨などの他の自然災害にも影響があるものだが、土砂災害のリスクが人々の間で認識されていることがわかる。**refuge** の係数は**-0.032**となったことから、避難所までの距離が 1%伸びると、土地の価格は 0.03%減少することがわかった。第 1 章で居住環境の重要性に「災害時の避難のしやすさ」がランクインしていると述べたが、それが裏付けられる結果となった。一方で、最寄り駅までの距離や都心部への距離と比べて、変数の大きさは絶対値で小さくなった。このことから、日々の利便性のほうが地震リスクよりも大きくとらえていることがわかった。まれに起こるかもしれないことよりも日常の利便性の方を評価するのは、一般的に考えて妥当だと思われる。空間的乗数 $\square$ は正で有意となり、係数は **0.6** となった。これは、すべての地価の加重平均が 1%上昇したとき、個々の地価は平均的に **0.6%**上昇するという風に解釈できる。つまり、近くの土地の影響が波及しているということがわかる。

---

<sup>13</sup> これは、 $(\square^\square - 1) \times 100$ で求められる。**newtown**, **slide** についても同様に計算している。

表 3-6 推定結果

変数名\モデル	OLS	SEM	SAR	GSM	GSM/GM
<i>constant</i>	-1.3108	4.6796	-0.4699	-0.6917	-0.3371
<i>dense</i>	-0.2277***	-0.0448	-0.1515***	-0.0808	-0.1291***
<i>slide</i>	-0.1968***	-0.0814***	-0.1180***	-0.0968***	-0.1134***
<i>newtown</i>	0.1489***	0.0634***	0.0807***	0.0758***	0.0832***
<i>refuge</i>	-0.0333***	-0.0297***	-0.0312***	-0.0320***	-0.0320***
<i>station</i>	-0.1992***	-0.1608***	-0.1082***	-0.1559***	-0.1293***
<i>center</i>	-0.2076***	-0.2903***	-0.0729***	-0.1549***	-0.0948***
<i>volume</i>	0.1649***	0.0972***	0.1103***	0.1089***	0.1145***
<i>width</i>	0.0946***	0.0599***	0.0661***	0.0663***	0.0683***
<i>income</i>	1.9144***	1.2977***	0.5852***	1.0575***	0.7623***
<i>scape</i>	0.1522***	0.1571***	0.1076***	0.1520***	0.1266***
□		0.7784***		0.5574***	0.2221
□			0.7065***	0.3807***	0.6020

(注)有意水準は、\* □ < 0.1, \*\* □ < 0.05, \*\*\* □ < 0.01で示している。

### 3.3.4 考察

上記で推計した係数の解釈を述べる。Kim *et al.* (2003) が示した。空間ラグモデルにおいて推定した式は(3.7)のように変形することができる。

$$P = \alpha P + \beta X, \quad P = [P - \alpha P]^{-1} \beta X \quad (3.7)$$

Pは住宅価格を表した(n × 1)の列ベクトル。[P - αP]<sup>-1</sup>は(n × n)の逆行列、βは(n × n)の行列、Xは(n × 1)の列ベクトル、αは(n × 1)の列ベクトルである。

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \cdots & \alpha_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \cdots & \alpha_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \cdots & \alpha_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \cdots & \alpha_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} P_1 \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

(3.7)は(3.8)のように表すこともできる。x<sub>k</sub>は家の特徴を表す(n × 1)の列ベクトルである。次に、α'についてαを微分したものを下のように定義する。

$$\frac{\alpha \alpha}{\alpha \alpha'} = \begin{bmatrix} \alpha_{11}/\alpha_{11} & \cdots & \alpha_{11}/\alpha_{nn} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1}/\alpha_{11} & \cdots & \alpha_{n1}/\alpha_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

(3.9)は $\beta'$ についてのヤコビ行列である。(3.9)の定義を基にして、ヘドニック関数の限界効用は以下のように表される。

$$\frac{\partial \beta}{\partial \beta'} = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \cdots & \beta_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{n1} & \cdots & \beta_{nn} \end{bmatrix} = \beta \beta' \quad (3.10)$$

$$= \beta [\beta - \beta \beta]^{-1}$$

空間誤差モデルや線形回帰モデルでの限界効用は $\beta$ という定数だったが、空間ラグモデルでの限界効用は、 $\beta[\beta - \beta \beta]^{-1}$ である。

ここで(3.9)のヤコビ行列の解釈を述べる。第1行に注目すると、地点 $i$ の住宅価格は、地点 $i$ の1つの住宅特性の限界変化だけではなく、他の地点における住宅特性の限界変化にも影響される、ということがわかる。

$[\beta - \beta \beta]^{-1}$ を展開すると(3.11)のようになる。

$$(\beta - \beta \beta)^{-1} \beta = \{ \beta + \beta \beta + (\beta \beta)^2 + (\beta \beta)^3 \dots \} \beta$$

$$= \{ \beta + \beta \beta \cdot \beta + \beta^2 \beta \cdot (\beta \cdot \beta) + \beta^3 \beta \cdot \beta (\beta \cdot \beta) + \dots \}$$

$$= \{ \beta + \beta \beta + \beta^2 \beta + \beta^3 \beta + \dots \}$$

$$= (1 + \beta + \beta^2 + \beta^3 + \dots) \beta$$

$$= \frac{1}{1 - \beta} \beta \quad (3.11)$$

つまり、 $1/(1 - \beta)$ は一単位変化したとき価格がどのくらい変化するかということを表す空間的乗数と考えることができる。

ここで推定した係数を用いて、支払い意思額(WTP)を測定する。本論文では、住宅密集地と土砂災害警戒箇所に指定されている土地に注目する。住宅密集地や土砂災害警戒箇所に指定されている土地にいる消費者がどのくらいの金額を払えば、そこから外に出る意思があるかということについて考察する。地価公示の対象になっている土地の中で住宅密集地に指定されている土地は13か所、土砂災害危険箇所に指定されている土地は51か所あることから、空間的乗数を含めたモデルでの支払い意思額の計算式は(3.11)から考えると、

$$\beta_{i1} \beta_{i2} \beta_{i3} \beta_{i4} \beta_{i5} \beta_{i6} \beta_{i7} \beta_{i8} \beta_{i9} \beta_{i10} \beta_{i11} \beta_{i12} \beta_{i13} = \frac{\beta_{i1} \beta_{i2} \beta_{i3} \beta_{i4} \beta_{i5} \beta_{i6} \beta_{i7} \beta_{i8} \beta_{i9} \beta_{i10} \beta_{i11} \beta_{i12} \beta_{i13}}{1 - \beta} \cdot \frac{\sum_{j=1}^{13} \beta_{ij}}{13}, \quad i = 1, 2, \dots, 13 \quad (3.12)$$

$$\begin{aligned} \beta_{1j} &= \frac{\beta_{10} + \beta_{11} \sum_{i=1}^{51} \beta_{1i}}{1 - \beta_{11}}, \quad j = 1, 2, \dots, 51 \end{aligned} \quad (3.13)$$

のように表せる。

以下の表 3-7 と表 3-8 には、(3.12), (3.13) でそれぞれ推計した支払い意思額と、空間的乗数を考慮しない OLS で推計した支払い意思額をまとめた。地価に対する割合というのはそれぞれ、住宅密集地と土砂災害危険箇所の平均地価に対する割合を示している。また  $\beta_{10}$ ,  $\beta_{11}$ ,  $\beta_{1j}$  は表 3-6 で推定した係数を使用した。

前述した一番良いモデルである GSM/GM で推定した支払い意思額は、住宅密集地で ¥72801、土砂災害危険箇所で ¥46063 となった。これはいずれも地価の 3 割ほどとなった。この値が大きいのか小さいかということについてだが、同じような先行研究がないので相対的な評価はできない。しかし、第 1 章の現状分析において人々の地震に対する意識の高まりがあると分析したように、神奈川県の日価データを用いた実証分析において、地震リスクが人々に認識されているということは明らかになった。

表 3-7 住宅密集地の支払い意思額

モデル	WTP	地価に対する割合
OLS	¥51109	22.8%
SAR	¥115863	51.6%
GSM/GM	¥72801	32.4%

表 3-8 土砂災害危険箇所の支払い意思額

モデル	WTP	地価に対する割合
OLS	¥31816	19.7%
SAR	¥64998	40.2%
GSM/GM	¥46063	28.5%

## 第4章 東日本大震災前後でのマンション価格の分析

本章では、東日本大震災前後におけるマンション価格の分析を行う。これは、第1章の現状分析で述べたように、人々の中で大地震がどのような意識の変化をもたらしたのかどうか、ということ进行分析する。そのために、中古のマンションの売買価格を用いて、ヘドニック関数を推定する。

### 4.1 先行研究

ハリケーン・フロイドがもたらした水害が住宅価値にどのような影響を与えたかについての研究である Bin and Polasky (2004) を紹介する。

ノースカロライナ州の1992年から2002年において約8000の住宅価格のデータを用いた。ハリケーン・フロイドが1999年9月にノースカロライナ州を襲い、甚大な洪水被害をもたらした。そこでハリケーン・フロイドが来る前後で、氾濫原と呼ばれる標高が低く水害が起きやすい土地にある住宅価格がどのような変化が起きたかを分析した。推定した式は以下のような式である。

$$\ln P_{it} = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ijt} + \sum_{l=1}^m \gamma_l Z_{ilt} + \delta + \epsilon_{it}$$

ただし、 $X_{ijt}$ は $i$ の住宅の性質を表したダミー変数、 $Z_{ilt}$ は $i$ の住宅の性質を表した連続変数、 $\delta$ は氾濫原にあると1をとるダミー変数である。具体的に使用した変数については表4-1にまとめた。Bin and Polasky (2004) ではさらに多くの変数を用いて回帰していたが、特に重要な変数について抜粋した。この中で重要な変数は、flood と floyd である。flood は水害リスクを示していて、氾濫原が住宅価格をどの程度割り引いているかを明らかにしたい。そのため、予測される符号は負である。さらに、ハリケーン・フロイドが来た後に水害リスクが認識され、氾濫原にある住宅価格を前よりも割り引いているということを検証するために flood と floyd の交差項を用いて検証している。従って、交差項の符号は負であり、係数は flood よりも小さくなると予測される。



表 4-1 使用した変数一覧

変数名	定義
<i>sqft</i>	住宅面積
<i>age</i>	住宅の築年数
<i>bedrm</i>	住宅の部屋数
<i>bathrm</i>	住宅のトイレ数
<i>center</i>	住宅から中心地までの距離
<i>river</i>	住宅化から河川までの距離
<i>flood</i>	住宅が氾濫原にあったら 1 をとるダミー変数
<i>floyd</i>	ハリケーンが来た後に 1 をとるダミー変数

出所：Bin and Polasky (2004)

表 4-2 と表 4-3 に推定結果をまとめた。表 4-2 は、ハリケーン・フロイドが来た前後を区別せずに回帰したものである。一方、表 4-3 は、*flood* と *floyd* の交差項を取り入れて回帰したものである。表 4-2 を見てみると、ほとんどすべての変数で符号は予測通りで、かつ有意になっている。*flood* の係数は $-0.057$ となり、限界効果は\$7463 であることがわかった。つまり、平均的な氾濫原にある住宅は\$7463 価格が下落するということである。表 4-3 では、ハリケーン・フロイドが氾濫原にある住宅価格にどのような影響を与えたかを示している。*flood* の係数は $-0.038$ で、*flood*×*floyd* の係数は $-0.046$ になった。同じく限界効果に注目すると、*flood* が\$4887 で *flood*×*floyd* が\$5937 とわかった。ハリケーン・フロイドが来る前の氾濫原にある平均的な住宅は\$4888 価格が下落しているということから、ハリケーン・フロイドが上陸する前から、氾濫原という水害リスクが人々にある程度は認識されていたことがわかる。一方で交差項を用いた結果からは、ハリケーン・フロイドが来た後の氾濫原にある平均的な住宅は\$10825 価格が下落しているということがわかる。この結果から、氾濫原という災害リスクがハリケーン・フロイドによって水害がもたらされたことで人々により認識され、住宅価格がより割り引かれたということが明らかになった。

表 4-2 回帰結果（交差項なし）

変数	係数	標準偏差	限界効果
<i>sqft</i>	$4.6 \times 10^{-4}$ ***	$1,2 \times 10^{-5}$	\$41.64
<i>age</i>	-0.012***	0.001	-\$1484.76
<i>bedrm</i>	0.072***	0.024	\$3285.75
<i>bathrm</i>	0.317***	0.022	\$19238.56
<i>ln(center)</i>	-0.007	0.005	-\$0.21
<i>ln(river)</i>	-0.025***	0.006	-\$0.16
<i>flood</i>	-0.057***	0.011	-\$7463.14

出所：Bin and Polasky (2004)

(注)有意水準は、\*  $\square < 0.1$ , \*\*  $\square < 0.05$ , \*\*\*  $\square < 0.01$ で示している。

表 4-3 回帰結果（交差項あり）

変数	係数	標準偏差	限界効果
<i>sqft</i>	$4.59 \times 10^{-4}$ ***	$1,2 \times 10^{-5}$	\$41.59
<i>age</i>	-0.012***	0.001	-\$1491.38
<i>bedrm</i>	0.071***	0.024	\$3301.49
<i>bathrm</i>	0.317***	0.022	\$19210.00
<i>ln(center)</i>	-0.007	0.005	-\$0.20
<i>ln(river)</i>	-0.025***	0.006	-\$0.16
<i>flood</i>	-0.038***	0.014	-\$4887.58.
<i>flood</i> × <i>floyd</i>	-0.046**	0.020	-\$5937.80

出所：Bin and Polasky (2004)

(注)有意水準は、\*  $\square < 0.1$ , \*\*  $\square < 0.05$ , \*\*\*  $\square < 0.01$ で示している。

## 4.2 実証分析

Bin and Polasky (2004) のモデルを参考に、神奈川県のマンスヨンの売買価格を用いてヘドニック関数を推定する。期間は、東日本大震災前後のマンスヨン価格のデータを用いて分析する

### 4.2.1 データ

この節では、実証分析に際して使用したデータや変数について詳しく述べる。表 4-

4 に本論文において使用した変数についてまとめた。以下では、その変数についてそれぞれ詳しく述べる。

被説明変数は、神奈川県において売買された中古のマンション価格を使用している。このデータは、国土交通省が発表している土地総合情報システムから入手した。個人情報保護の観点から住所が大字<sup>14</sup>までしか特定できないため、空間的モデルを組み入れることができない。しかし、3章で使用した公示地価とは違い実際の売買価格のため、何らかの形でバイアスがかかることはない。

説明変数であるが、3章の分析と同様に変数を3つに分類した。地震リスクに関する変数である住宅密集地、土砂災害危険箇所、ニュータウンの3つについては、3章で説明したことと同じなので説明は省略する。ただし、3章の分析と1つ違う点がある。詳しいマンションの所在地がわからないので、実際にマンションが先ほど述べた地震リスク上に位置しているかは判断できない。そのため、大字の中心点が地震リスク上に位置していればマンションはその上に位置していると判断した。

マンション固有の特性に関する変数については9つ用いた。部屋数とリビングダミーについては、不動産業者が使用している間取り表記を参考にしている。サービスルームなどの小さな部屋は部屋数としてはカウントしていない。鉄筋コンクリート造と鉄骨鉄筋コンクリート造の変数については、マンションの構造に関するものである。不動産・住宅情報サイトホームズによると、鉄筋コンクリート造とは、圧縮力に強いコンクリートに引っ張る力に強い太さ1センチ以上の鉄の棒を埋め込んだ構造、とのことである。一方、鉄骨鉄筋コンクリート造とは、鉄筋とさらに太くて頑丈な鉄骨でコンクリートを補強するため、しなやかさと強度が増す、とのことである。つまり、鉄骨鉄筋コンクリート造のほうが鉄筋コンクリート造よりも頑丈な造りであるということが言える。リフォームダミーについては、購入する際に改装を行っていた物件であることを示している。都市部までの距離については、マンション住所の大字の中心点からの距離としている。

マンション周辺の特徴を制御する変数は2つ用いた。平均所得については、2011年のデータを使用した。

---

<sup>14</sup> 本論文で言う大字とは、例えば住所が東京都港区三田 1-15-45 の場合、「三田」のことを指す。

表 4-4 使用した変数と定義

	変数名	定義
被説明変数	<i>price</i>	マンション価格(円)
地震リスク	<i>dense</i>	住宅密集地にあるなら 1 をとるダミー変数
	<i>slide</i>	土砂災害危険地域にあるなら 1 をとるダミー変数
	<i>newtown</i>	ニュータウンにあるなら 1 をとるダミー変数
マンション固有の特性	<i>room</i>	部屋の数
	<i>age</i>	築年数
	<i>square</i>	住宅面積 (平方メートル)
	<i>living</i>	リビング
	<i>src</i>	鉄筋鉄骨コンクリート造なら 1 をとるダミー変数
	<i>rc</i>	鉄筋コンクリート造なら 1 をとるダミー変数
	<i>reform</i>	リフォームされていたら 1 をとるダミー変数
	<i>station</i>	最寄り駅までの時間(分)
マンション周辺の特性	<i>center</i>	都心部 (渋谷・品川・横浜) までの距離(メートル)
	<i>income</i>	地区の平均所得(千円)
	<i>scape</i>	景観重点地区にあるなら 1 をとるダミー変数
	<i>earthquake</i>	東日本大震災後に売買されたなら 1 をとるダミー変数

表 4-5 に実証分析に使用した変数の基本統計量を記した。このデータを用いて、神奈川県にあるマンションのヘドニック関数の推定を行っている。サンプル数は 27807 である。

次に、回帰モデルで予想される符号について述べる。ここでは、3 章で用いていない変数について説明する。*room*, *square*, *living*, *reform* の 4 つの変数はマンション価格にプラスの影響を与えているので、符号は正と予想できる。一方で、*age* については、マンション価格にマイナスの影響を与えているので、符号は負と予想できる。*src* と *rc* についてだが、ベースグループを鉄骨造に設定しているため、符号は正と予想できる。理由は、鉄骨造がマンション構造の中で一番シンプルな造りで耐震性も劣っているからである。また、*src* の方が *rc* よりも係数が大きいと予想される。なぜなら、鉄骨鉄筋コンクリート造のほうが鉄筋コンクリート造よりも強固な造りだからである。*earthquake* については、東日本大震災後にマンション価格どのように変化したのかこ

ここで明らかにしようとしている変数なので、符号の予測はできない。

表 4-5 基本統計量 (n=27807)

変数名	平均	標準偏差	最小値	最大値
<i>price</i>	23000000	17000000	950	920000000
<i>dense</i>	0.0499	0.0413	0	1
<i>slide</i>	0.0748	0.0748	0	1
<i>newtown</i>	0.0219	0.3261	0	1
<i>room</i>	2.4490	0.9568	1	6
<i>age</i>	15.9026	11.0081	0	66
<i>square</i>	59.7834	59.7834	10	710
<i>living</i>	0.7641	0.7641	0	1
<i>src</i>	0.1944	0.3958	0	1
<i>rc</i>	0.7998	0.4002	0	1
<i>reform</i>	0.2853	0.4516	0	1
<i>station</i>	12.6764	12.6764	0	120
<i>center</i>	12923.55	12923.55	537.783	58245.97
<i>income</i>	3752.777	260.3183	2818.956	4385.983
<i>scape</i>	0.0395	0.1948	0	1
<i>earthquake</i>	0.4484	0.4484	0	1

#### 4.2.2 分析方法

分析期間は、2009年の第1四半期から2013年の第1四半期までの約4年間である。2011年3月11日に東日本大震災が発生したことから、その前後2年間を対象としている。分析対象とする地域であるが、前にも述べた通り神奈川県全体とした。

それぞれのマンションが、地図上でどこに位置しているのかということについての処理の方法について述べる。CSV アドレスマッチングサービスを使って、住所を緯度と経度の位置情報に変換した。これを ArcGIS に取り込み、その他の説明変数の情報などと接合した。また、変数の *price*, *center*, *income* の3つについては以下すべての推定において対数化している。

### 4.3 推定結果

まずは交差項をいれずに回帰を行い、表 4-6 に推定結果をまとめた。モデル 1 とモデル 2 の差異は、市区町村ダミーの有無である。市区町村ダミーとは、すべての市区町村それぞれにダミー変数を設定したものである。ベースグループは平塚市に設定した。それぞれの市区町村ダミーは 47 個で膨大なため推定結果には載せていない。

推定結果からわかることを述べる。ほぼ全ての変数で予想通りの符号となり、かつ有意となった。表 4-6 にはモデルを 3 つ示したが、決定係数が一番大きいモデル 3 について述べる。地震リスクに関連する係数では、dense が  $-0.0538$ 、slide が  $-0.0538$ 、newtown が  $0.1010$  となった。この結果から、住宅密集地では 5.5% 価格が下落し、土砂災害危険箇所でも 5.5% の価格の下落、ニュータウンでは 10.6% の価格の上昇がみられることがわかった。これは、人々が地震リスクを認識しているからこそ生まれる結果であり、第 3 章での結果と同じようになった。続いて src と rc の係数はそれぞれ、 $0.0972$  と  $0.0863$  となった。どちらも正の値をとったが、src の方がより係数が大きくなった。これは予想した通り、鉄骨鉄筋コンクリート造のほうが鉄筋コンクリート造より構造的に丈夫になっていて、より地震などの災害には強いということが人々に認識されていることからこうなったことがわかる。earthquake の係数は  $0.0233$  と、正に有意となった。このことから、東日本大震災後にマンション価格が 2.36% 上昇したということがわかる。神奈川県全体で見ればマンション価格は上昇しているが、1.3.2 で述べたように場所によって価格の変化が違う可能性がある。

そこで次に前述した Bin and Polasky (2004) にならい、大震災後に価格が上昇した要因を明らかにするために、交差項を入れて明らかにする。第 1 章の現状分析でも述べたように、東日本大震災後には住宅需要の変化が見られ、特に海側エリアから山側エリアへ人気移った。このことを分析するために、神奈川県を海側エリアと山側エリアにわけて実証分析をする。交差項の予想される符号は正である。これは、山側エリアの地盤が良く地震リスクが少ない地域の人気が出たと思われるからである。

山側エリアと海側エリアの区別の仕方であるが、市区町村が海に面しているか否かどうかで区別した。具体的には、川崎市川崎区、横浜市鶴見区、横浜市神奈川区、横浜市南区、横浜市中区、横浜市西区、横浜市磯子区、横浜市金沢区、横須賀市、三浦市、葉山町、逗子市、鎌倉市、藤沢市、茅ヶ崎市、平塚市、大磯町、二宮町、小田原市の 19 市区町村を海側エリアとした。残りの市区町村は山側エリアとして区別した。

表 4-6 推定結果（交差項なし）

変数名	(1)	(2)	(3)
<i>constant</i>	16.0349***	-1.7288***	-317.0879***
<i>dense</i>	0.0160	-0.0979***	-0.0538***
<i>slide</i>	-0.0820***	-0.0797***	-0.0538***
<i>newtown</i>	0.2202***	0.1637***	0.1010***
<i>room</i>	0.2202	0.0485***	0.0629***
<i>age</i>	-0.0290***	-0.0288***	-0.0275***
<i>square</i>	0.0132***	0.0126***	0.0127***
<i>living</i>	0.4115***	0.4215***	0.4132***
<i>src</i>	0.1125**	0.1014**	0.0972**
<i>rc</i>	0.1035**	0.0869*	0.0863**
<i>reform</i>	0.0518***	0.0533***	0.0576***
<i>station</i>	-0.0121***	-0.0096***	-0.0093***
<i>center</i>		-0.0541***	-0.1038***
<i>income</i>		2.2122***	41.1556***
<i>scape</i>		0.2088***	0.1627***
<i>earthquake</i>	0.0207***	0.0256***	0.0233***
<i>region dummy</i>	NO	NO	YES
<i>R-square</i>	0.6389	0.6979	0.7230

(注)有意水準は、\*  $\square < 0.1$ , \*\*  $\square < 0.05$ , \*\*\*  $\square < 0.01$ で示している。

表 4-7 が交差項を入れた推定結果をまとめた表である。基本的には表 4-6 と同じであるが、変化した点が 2 点ある。1 つ目は予想通りに、*yama* と *earthquake* の交差項が正に有意となったことである。係数は 0.0542 となったことから、山側エリアで東日本大震災後に価格が 5.57% 上昇したことを示している。2 つ目は、*earthquake* の係数が有意ではなくなったことである。つまり、海側エリアでは東日本大震災前後で価格に変動はなかった。つまり、表 4-6 の交差項なしでの *earthquake* の係数は山側エリアの価格上昇の要因が覆いかぶさっていた、ということである。従って、消費者のなかで山側エリアの人気が高まったということが言える。これは東日本大震災で巨大な津波が襲ったり液状化によってインフラに被害が起こったりしたことから、海側エリアの危険リスクが消費者の間に認知されたことが原因であると推測できる。現状分析で述べ

られていたことが定量的に分析できた。

表 4-7 推定結果（交差項あり）

変数名	(1)	(2)	(3)
<i>constant</i>	16.0338***	-1.6929***	-324.741***
<i>dense</i>	0.0079	-0.0935***	-0.0559***
<i>slide</i>	-0.0860***	-0.0764***	-0.0579***
<i>newtown</i>	0.2030***	0.1622***	0.1027***
<i>room</i>	0.0230*	0.0482***	0.0633***
<i>age</i>	-0.0290***	-0.0289***	-0.0275***
<i>square</i>	0.0132***	0.0126***	0.0127***
<i>living</i>	0.4125***	0.4209***	0.4131***
<i>src</i>	0.1086**	0.1040**	0.0991**
<i>rc</i>	0.1015**	0.0883**	0.0875**
<i>reform</i>	0.0517***	0.0533***	0.0577***
<i>station</i>	-0.0120***	-0.0096***	-0.0093***
<i>center</i>		-0.0563***	-0.1038***
<i>income</i>		2.2110***	42.1007***
<i>scape</i>		0.2166***	0.1634***
<i>earthquake</i>	0.0453***	0.0072	-0.0083
<i>earthquake</i> × <i>yama</i>	-0.0419***	0.0315***	0.0542***
<i>region dummy</i>	NO	NO	YES
<i>R-square</i>	0.6392	0.6980	0.7233

(注)有意水準は、\* □ < 0.1, \*\* □ < 0.05, \*\*\* □ < 0.01で示している。

表 4-7 の交差項を入れた結果、山側エリアと海側エリアで震災後マンション価格の変動に大きな差があったことから、山側エリアと海側エリアでマンション価格に影響を与えている要素に何か違う可能性があると考えた。そこで最後に、海側エリアと山側エリアを分け別々に回帰を試みた。その結果が、表 4-8 と表 4-9 である。まずは山側エリアの地震リスクに関連する係数では、*dense* が -0.1372、*slide* が -0.0811、*newtown* が 0.0726 となった。この結果から、山側エリアでの住宅密集地では 14.7% 価格が下落、土砂災害危険箇所では 11.4% の価格の下落、ニュータウンでは 7.5% の価格



の上昇がみられることがわかった。earthquake の係数は0.0476と正に有意となり、東日本大震災後には4.9%マンション価格が上昇したことがわかった。海側エリアでの結果についてみると、dense が-0.0510、slide が-0.0347、newtown が0.1359 となった。この結果から、海側エリアでの住宅密集地では5.2%価格が下落し、土砂災害危険箇所でも3.5%の価格の下落、ニュータウンでは14.6%の価格の上昇がみられることがわかった。earthquake の係数は有意ではなかったため、東日本大震災はマンション価格に影響を与えなかったことがわかった。ここまで、山側エリアと海側エリアでの結果をそれぞれ述べてきたが、特に表4-6や表4-7で示した回帰結果と特に大きな違いはなかった。しかし、大きく違うことが一つあった。それは山側エリアではsrcとrcの係数がそれぞれ、0.1430と0.1205と正に有意であるのに対して、海側エリアでは有意でなかった。つまり、山側エリアでは建物の構造がマンション価格に影響しているが、海側エリアでは影響していないということである。これは、海側エリアの方がマンション本体以外の要因が地震リスクに大きく関わっているのではないかと考えられる。海側エリアのほうが津波による被害や液状化現象のリスクが高いため、マンション本体が頑丈な造りをしていても被害をこうむる可能性がある。そのためsrcとrcの係数が有意ではなく、マンション構造の差異が価格に影響を及ぼしていないと推測される。また、海側エリアのほうが決定係数が低い。このことから、マンション価格に影響を与える変数がこの回帰で使ったもの以外にも、地盤や海拔高度などの問題があるということがわかる。

表 4-8 回帰結果（山側エリア）

変数名	(1)	(2)	(3)
<i>constant</i>	15.7973***	-9.1369***	-61.2512***
<i>dense</i>	-0.0774**	-0.2252***	-0.1372***
<i>slide</i>	-0.1017***	-0.1207***	-0.0811***
<i>newtown</i>	0.2402***	0.1192***	0.0726***
<i>room</i>	0.0232	0.0405**	0.0546***
<i>age</i>	-0.0274***	-0.0283***	-0.0264***
<i>square</i>	0.0152***	0.0138***	0.0142***
<i>living</i>	0.4400***	0.4283***	0.4208***
<i>src</i>	0.0149**	0.1558**	0.1430**
<i>rc</i>	0.1617**	0.1361**	0.1205**
<i>reform</i>	0.0428***	0.0483***	0.0576***
<i>station</i>	-0.0141***	-0.0128***	-0.0581***
<i>center</i>		-0.0017	-0.0873***
<i>income</i>		3.0435***	9.4609***
<i>scape</i>		0.2949***	0.1519***
<i>earthquake</i>	0.0409***	0.0517***	0.0476***
<i>region dummy</i>	NO	NO	YES
<i>R-square</i>	0.6529	0.7263	0.7521

(注)有意水準は、\* □ < 0.1, \*\* □ < 0.05, \*\*\* □ < 0.01で示している。

表 4-9 回帰結果（海側エリア）

変数名	(1)	(2)	(3)
<i>constant</i>	16.3252***	6.3966***	-8.5152***
<i>dense</i>	-0.0370**	-0.0824***	-0.0510***
<i>slide</i>	-0.1024***	-0.0606***	-0.0347**
<i>newtown</i>	0.0917**	0.1403***	0.1359***
<i>room</i>	0.0171	0.0492***	0.0590***
<i>age</i>	-0.0293***	-0.028***	-0.0281***
<i>square</i>	0.0124***	0.0123***	0.0123***
<i>living</i>	0.3688***	0.3813***	0.3805***
<i>src</i>	-0.0659	-0.0285	-0.0189
<i>rc</i>	-0.0673	-0.0521	-0.0175
<i>reform</i>	0.0516***	0.0519***	0.0471***
<i>station</i>	-0.0085***	-0.0053***	-0.0057***
<i>center</i>		-0.0793***	-0.1195***
<i>income</i>		1.2708***	3.1362***
<i>scape</i>		0.2135***	0.1915***
<i>earthquake</i>	0.0043	0.0000	0.0001
<i>region dummy</i>	NO	NO	YES
<i>R-square</i>	0.6517	0.6890	0.6984

(注)有意水準は、\* □ < 0.1, \*\* □ < 0.05, \*\*\* □ < 0.01で示している。

## 第5章 結論

本論文では、地震リスクが不動産価格に与える影響について焦点を当てて分析した。具体的に用いた方法は、ヘドニック・アプローチを用いて土地とマンションのデータを使用した。これを用いて地震リスクが人々にどのように認識され、不動産という非常に高価な購買行動を左右しているか、ということ进行を明らかにすることが目的であった。本章では本論文で分析してきたことを、それぞれの章についてまとめを述べる。

第1章では、地震リスクを本論文で扱うにあたって、まず日本における地震災害の現状を分析した。世界でも有数の地震大国である日本には、大変に高頻度で大地震が起きていることを示し、人々が地震に対して非常に大きな関心があることがわかった。また、地震リスクは居住環境を選択する際にも非常に重要な要因となっていて、実際に東日本大震災後には住宅需要が変化したことがわかった。

第2章では、本論文で分析する基礎となっているヘドニック・アプローチについて紹介した。金本・中村・矢澤 (1989) によって、ヘドニック・アプローチを概説した。価格を様々な属性の束と考え分析を進める方法であり、市場で取引されない非市場財を分析するのに有用であるということである。その次に、理論的モデルの基礎を作った Rosen (1974) のモデルを紹介した。ここでは、需要サイドと供給サイドから分析を行い、特性が微少に変化する場合のみに限定されるが、付け値関数と市場価格関数は一致することが導き出された。

第3章では、地価関数の推定を行った。その際、空間的自己相関を考慮する必要性から、空間計量経済学モデルを紹介し実証分析に組み入れた。先行研究として、アトランタのハーツフィールド・ジャクソン国際空港周辺環境への騒音が、どれぐらい住宅価格に影響を与えているのかを分析した Cohen and Coughlin (2008) を紹介した。この先行研究を基にして、神奈川県2016年度の公示地価を用いて、地震リスクが地価に影響を与えているのかを実際に分析した。住宅密集地や土砂災害危険区域、避難所までの距離といったものは負に有意となり、予想通りマイナスの影響を与えていることがわかった。一方で地震リスクを軽減するニュータウン地区は正に有意となり、これも予想通りプラスの影響を与えていることがわかった。さらに、Kim *et al.* (2003) を参考にして、地震リスクがある地域から地震リスクがない地域への住居移動を行う場合、消費者にどの程度の支払い意思額があるのか、という推定を行った。結果としては、1平方メートルあたり住宅密集地で¥72801、土砂災害危険区域で¥46063となった。これは、地価の約3割から4割ほどとなり比較的妥当な数字だと思われる。

第4章では、東日本大震災という巨大地震が、神奈川県のマンション価格にどのような変化を起こしたのかを分析した。まずは、交差項を用いずに回帰分析を行った。その結果、第3章と同様に地震リスクが人々に認識されていて、マンション価格に影響を及ぼしていることがわかった。さらに県内のマンション価格は東日本大震災後には上昇していることがわかった。次に Bin and Polasky (2004)を参考にして、交差項を回帰分析に入れた。これは、県内でも山側エリアと海側エリアでマンション価格の変動に差異があるかを分析するためである。すると、yama と earthquake の交差項が正に有意となり、山側エリアで東日本大震災後に価格が上昇したことがわかった。一方で、earthquake が有意ではなくなったことから、海側エリアでは東日本大震災前後で価格に変動がなかったことがわかった。東日本大震災で巨大な津波が襲ったり液状化によってインフラに被害が起こったりしたことから、海側の危険リスクが消費者の間に認知されたことが原因であると推測できる。また、山側エリアでは src と rc では正に有意であるのに対して海側エリアでは有意でないことや、海側エリアの決定係数の方が低いことから、海側エリアの方がマンションそのもの以外の要因がマンション価格に影響を及ぼしていることがわかった。つまり、海側エリアでのマンション購買は、地盤や海拔高度といった今回入れていない変数が重要視されているのではないかと推察される。

第1章から第4章までの結果を総括すると、人々は地震災害に対して非常に関心があるということがわかり、不動産という財を通じて人々が地震リスクを認識しているということがヘドニック・アプローチを用いて定量的に分析できた。山側エリアと海側エリアでの人々の認識の違いは、海拔高度や地盤の状態などのデータを用いることできれば、解明できるのではないかと考える。

## 参考文献

- 金本良嗣・中村良平・矢澤則彦 (1989), 「ヘドニック・アプローチによる環境価値の測定」『環境科学会誌』2巻4号, pp.251-266.
- 国土交通省「住生活総合調査」.
- ジュセッペ・アルビア (堤訳) (2016), 『R で学ぶ空間計量経済学入門』勁草書房.
- 得田雅章 (2009), 「ヘドニック・アプローチによる滋賀県住宅地の地価形成要因分析」『山崎一眞教授退職記念論文集』381号, pp.183-205.
- 内閣府「防災に関する世論調査」.
- ネクスティア生命保険 2012年5月9日「防災と食に関する意識調査結果」.
- Bin, O. and S. Polasky (2004), “Effects of Flood Hazards on Property Values: Evidence before and after Hurricane Floyd,” *Land Economics*, 80 (4), 490-500.
- Cohen, J. P. and C. C. Coughlin (2008), “Spatial Hedonic Models of Airport Noise, Proximity, and Housing Prices,” *Journal of Regional Science*, 48 (5), 859-878.
- Epple, D. (1987), “Hedonic Price and Implicit Markets: Estimating Demand and Supply Functions for Differentiated Products,” *Journal of Political Economy*, 95, 59-80.
- Kim, C. W., T. T. Phipps and L. Anselin (2003), “Measuring the benefits of air quality improvement: a spatial hedonic approach,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 45, 24-39.
- Nakagawa, M., M. Saito and H. Yamaga (2007), “Earthquake risk and housing rents: Evidence from the Tokyo Metropolitan Area,” *Regional Science and Urban Economics*, 37, 87-99.
- Rosen, S. (1974), “Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition,” *Journal of Political Economy*, 82, 34-55.
- Seo, K., A. Golub and M. Kuby (2014), “Combined Impacts of Highways and Light Rail Transit on Residential Property Values: A Spatial Hedonic Price Model for Phoenix, Arizona,” *Journal of Transport Geography*, 41, 53-62.
- NHK 備える防災 <http://www.nhk.or.jp/sonae/column/20130707.html>
- 気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 国土数値情報 ダウンロードサービス <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>
- 国土交通省 土地総合情報システム <http://www.land.mlit.go.jp/webland/>
- CSV アドレスマッチングサービス <http://newspat.csis.u-tokyo.ac.jp/geocode->

[cgi/geocode.cgi?action=start](#)

Diamond ONLINE <http://diamond.jp/articles/-/13123>

ホームズ ホームページ <http://www.homes.co.jp/>

## あとがき

執筆が一段落ついて、あとがきのページを書けることにほっとしている。卒論について振り返ると、あつという間だったという感じがする。当初は使い方が全く分からなかった GIS や R といったソフトウェアも、インターネットや本で知識を学び試行錯誤しながら使い、何とか論文で使えるぐらいには物になった。内容については、地震リスクに関連する説明変数をもう少し増やして結論を出したかったが、データの制約上や自分自身の力のなさでできなかった。しかし、一定の新規性がある論文が書けたのではないかと思っている。

今度はゼミでの学習について振り返る。たった今ラジオから今週末センター試験だという話題が流れてきた。もうそんな時期かと実感させられる。センター試験を受験した4年前の自分がこの卒論を読んでも、何一つ理解できないだろう。そう考えると、この4年間で産業組織論を中心に経済学を学んで、少しは成長したのかなと思う。経済学はつまらないだとか嫌いという声を聞くことも多いが、自分は経済学の面白さみたいなものをゼミでの学習を通じて感じる事ができたので幸運である。

最後に感謝の気持ちを述べたい。石橋先生にはプロポーザルや中間提出、中間発表で色々なアドバイスをもらった。卒論のアドバイスのみならず今後の進路についても相談に乗っていただいた。日吉のミクロ経済学で初めて授業を受けて、三田でもミクロ経済学や産業組織論の授業を受けたが、とてもわかりやすかった。後輩にはコメンテーターとしてアドバイスをもらった。行き詰っていたときに有益なアドバイスをもらい、論文の方向性を定めることができた。そして、同期と一緒に励ましあいながら論文を執筆するモチベーションをもらう存在だった。2年間ほぼ休むことなくゼミに出席できたのはこのためだろう。本当にありがとうございました。