

地震発生リスクと生活の質

直井道生・瀬古美喜・隅田和人

はじめに

わが国は世界的に見ても地震の多い国として知られている。1980年から2000年にかけてのマグニチュード5.5以上の地震発生回数を見ると、わが国は年平均1.14回の地震を経験しており、これは国連開発計画の調査対象となっている50カ国中4番目に多い数字になっている（UNDP 2004）。さらに、近い将来、首都圏直下地震など大規模な地震災害が発生する可能性が指摘されており、地震発生リスクの経済学的な評価は喫緊の課題であるといえる。

地震災害の評価としては、特定のケースについての被害想定を実施するといった取り組みがしばしばなされている。このような試みは、大規模な地震災害の発生に伴う直接的、間接的な被害額の推計という点で非常に有益な情報を提供する一方、個々の消費者が災害リスクをどのように認識し、評価しているかといった視点が欠けているように思われる。

これに対し、経済学では災害発生リスクなどの市場で取引されない（デイス）アメニティの価値を、格差補償モデルの枠組みで議論している。このような格差補償モデルの考え方は次のように説明される。いま各消費者がコストなしで自由に立地選択を行なっている状況を考えると、長期的な立地均衡では、各地域に居住することが無差別になり、アメニティの格差をちょうど埋め合わせるように賃金や地代が市場で調整されることになる。したがって、アメニティ

の格差は各地域の賃金と地代に帰着することになり、結果としてこれらの格差を計測することによって、アメニティの価値を間接的に計測可能であると考ええる。

このような格差補償モデルに基づく生活の質（Quality of Life: QoL）を分析した研究としては、Rosen（1979）、Roback（1982）、Blomquist、Berger and Hoehn（1988）をはじめとする蓄積がある。Blomquist（2006）に、これらの研究の概略が、要領よくまとめられている。また、わが国において上記のアプローチに基づきQoLの測定を行なった研究としては、加藤（1991）、赤井・大竹（1995）等が存在する。

本稿は、標準的な格差補償モデルの枠組みで地震発生リスクという地域アメニティの評価を行なった Naoi, Sumita and Seko（2007）の分析結果を紹介するとともに、主として地震保険市場との関連から、分析結果の再検討を行なうことを目的とする。

1 格差補償モデルと生活の質

本節では、格差補償モデルの基本的な枠組みを紹介する。

消費者は、合成財、住宅サービス、地域アメニティから効用を得るとする。単純化のために、各消費者は1単位の労働を地域で供給し、それによって得られる賃金 w を合成財および住宅サービスの購入に充てるものとする。このとき、消費者の間接効用関数は、

$$v=v(w, p; a) \quad (1)$$

表1—アアメニティ変数の定義

変数	定義（出典, 年度）
市区町村単位の変数	
地震発生リスク	
地震発生確率	今後30年以内に震度6弱以上の地震が発生する確率（『確率的地震動予測地図』2004）
行政・生活基盤	
生徒・教員比率	中学校生徒数/教員数（『学校基本調査』2004）
非水洗化人口	非水洗化人口比率（%、『日本の廃棄物処理』2002）
都市公園数	人口1000人当たり都市公園数（『都市公園等整備現況調査』2003）
病床数	人口1000人当たり病院病床数（『医療施設調査』2003-2005）
社会経済要因	
失業率	完全失業率（%、『国勢調査』2000）
財政力指数	財政力指数（『市町村別決算状況調』2003）
災害関連	
火災件数	人口1000人当たり建物火災出火件数（『火災年報』2003）
交通事故件数	人口1000人当たり交通事故発生件数（『交通統計』2004）
犯罪件数	人口1000人当たり刑法犯認知件数（『犯罪統計書』2004）
人口集積	
人口密度（市区町村）	住民基本台帳人口密度（人/km ² 、『住民基本台帳人口要覧』2003-2005）
都道府県単位の変数	
気象条件	
平均気温	年間平均気温（℃、『気象年鑑』2003-2005）
気温年較差	月別平均気温の最高-最低（℃、『気象年鑑』2003-2005）
平均湿度	年間平均湿度（%、『気象年鑑』2003-2005）
降水量	年間総降水量（mm、『気象年鑑』2003-2005）
人口集積	
人口密度（都道府県）	住民基本台帳人口密度（人/km ² 、『住民基本台帳人口要覧』2003-2005）

で表される。ここで、 p は住宅サービスの価格、 a は地域アメニティを表す。また、 a は効用を高めるような正の消費アメニティと、地震発生リスクのように効用水準を引き下げる負の消費アメニティの双方を含むものとする。

一方、企業は不動産と労働を組み合わせることで財を生産し、生産技術は収穫一定であるととする。このとき、企業の単位費用関数は、

$$c=c(w, p; a) \quad (2)$$

で表わされる。消費者のケースと同様に、 a は単位費用を引き下げる正の生産アメニティと、単位費用を引き上げる負の生産アメニティを含む。

立地（空間）均衡においては、消費者と企業の双方が立地を変える誘引を持たない状況が成立する。したがって、均衡においては立地場所にかかわらずすべての家計が共通の効用水準 u^* を達成し、単位生産費が単位生産価格に等しくなる。すなわち、任意の地域において、賃

金と住宅価格は、以下の条件を満たす。

$$u^*=v(w, p; a) \quad (3)$$

$$1=c(w, p; a) \quad (4)$$

さらに、(3)式を全微分することで、

$$f=v_a/v_w=h \cdot p_a-w_a \quad (5)$$

を得る。ここで、 h は住宅サービスの需要量であり、下付きの添え字は当該変数による偏微分を表す。一般に、 f はアメニティの暗黙価格と呼ばれる。(5)式の v_a/v_w は、アメニティ水準が変化したときの、効用水準を一定に保つような賃金の変化を表しており、アメニティ水準の限界的な評価額とみなすことができる。さらに、(5)式の右辺は、このようなアメニティの金銭的評価が、住宅サービス価格および賃金水準の限界的な変化によって表されることを示している。実証的には、ヘドニック価格関数の推計によって、地域アメニティと住宅サービス価格、賃金との関係を観察することで、 p_a および w_a を推計することになる。



(左) なおい・みちお／1978年東京都生まれ。慶應義塾大学大学院経済学研究科博士課程修了。博士（経済学）。現在、慶應義塾大学経済学部特別研究講師。

(中) せこ・みき／1948年神奈川県生まれ。慶應義塾大学大学院経済学研究科博士課程修了。経済学博士。現在、慶應義塾大学経済学部教授。

(右) すみた・かずと／1973年神奈川県生まれ。慶應義塾大学大学院経済学研究科博士課程単位取得退学。経済学博士。現在、金沢星稜大学准教授。

複数の地域アメニティが存在する場合、ある地域における QoL は、個々のアメニティの価値の総和として捉えることができる。便宜上、第 k 番目の地域アメニティを a_k で表し、(5)式と対応する暗黙価格を f_{a_k} で表すことにすると、QoL の指標は次のように定義される。

$$QoL = \sum_k f_{a_k} a_k \quad (6)$$

ここで、QoL は、地震発生リスクを含む地域アメニティの賦存量の和になっており、各アメニティは、その暗黙価格で加重されている。(6)式から明らかなように、QoL は、住宅市場と労働市場の双方における地域アメニティに対する総補償を表している。

2 データセットと変数

前節で述べたとおり、地域アメニティの金銭的評価に当たっては、住宅価格および労働賃金に関するヘドニック・モデルの推計が必要となる。以下の分析では、2004年度から実施されている慶應義塾家計パネル調査 (KHPS) を用いて、ヘドニック・モデルの推計を行なった。KHPS の概要とデータセットの構築方法等に関しては、Naoi, Sumita and Seko (2007; 2009c) および直井・隅田・瀬古・森泉 (2007) を参照されたい。

住宅価格および労働賃金のヘドニック・モデルに共通して導入される地域アメニティ変数の一覧を表 1 に示した。

分析の焦点である地震発生リスクに関する指標は、「地震ハザードステーション」(独立行政法人防災科学研究所) において公開されている「今後30年間の震度 6 弱以上の地震発生確率」

を用いた。これは、「活断層型」・「海溝型」等の多数・多種の地震の発生とそれによる地震動の強さを確率的に推計することで、各地点における発生確率を計算したものであり、外生的な地震発生リスクの指標であるといえる。分析に当たっては、3次メッシュ単位で提供されているデータを市区町村単位で集計し、居住市町村に関する情報をもとに KHPS と接続した。

その他の地域アメニティ変数としては、生徒・教員比率や病院病床数などの行政・生活基盤、失業率などの社会経済要因、火災件数などの地震以外の災害関連変数、および人口集積、気象条件に関連する 15 変数を導入している。これらのアメニティ変数についても、原則として地震発生確率と同様、市区町村単位で KHPS と接続している。ただし、気象条件などのように市区町村単位で変数が得られないものについては、都道府県単位での接続を行なっている。また、人口集積に関する変数については、市区町村・都道府県のそれぞれのレベルにおける影響を考慮するため、双方の変数を導入して分析を行なった。

住宅価格のヘドニック・モデルに使用する被説明変数としては、Blomquist, Berger, and Hoehn (1988) および Blomquist (2006) の方法に倣い、借家居住者については実際に支払っている家賃額を、持ち家居住者については居住している住宅の価格から計算された帰属家賃額を用いた。持ち家居住者に関しては、所有する一戸建てもしくはマンションの固定資産税評価額に対して、共通の資本還元率 (7%) を用いて月額単位での帰属家賃を計算した¹⁾。

家賃関数の推定に当たっては、前述のアメニティ変数のほか、居住する物件の属性として、居住室数、庭の広さ、建物階数、居住階数（マンション・アパートのみ）、築年数、最寄りの駅・バス停までの徒歩所要時間を説明変数として導入した。これらに加えて、推定においては住宅の建て方、所有関係、居住地域・都市規模、調査年度に関するいくつかのダミー変数もモデルに含めている。

一方、ヘドニック賃金関数に当たっては、KHPS から得られる給与支払額および労働時間に関する情報をもとに、時間当たりの賃金率を計算し、被説明変数として用いた。

KHPS では、従業地に関して、(1)同一市区町村で就業、(2)同一市町村以外の同一都道府県内で就業、(3)他都道府県で就業という区別がなされている。ヘドニック賃金関数の推定に当たっては、従業地におけるアメニティを KHPS にマッチさせる必要があるため、今回は、同一都道府県に従業地があるサンプルに限定して分析を行なった²⁾。なお、同一都道府県内の他市区町村で就業しているサンプルに関しては、居住地の市区町村別アメニティ水準は就業先のアメニティ水準と一致しない。そのため、賃金関数の推定に当たって、これらのサンプル対してはアメニティ水準の都道府県単位での平均値を利用した³⁾。

賃金関数の推定に当たっては、前述のアメニティ変数のほか、対象者の年齢およびその2乗項、配偶関係（有配偶＝1）、最終学歴（中学校、高校<基準>、専門学校、短大、大学・大学院）、経営組織（個人事業、非営利法人、営利企業、官公庁<基準>）、雇用形態（正規）、勤続年数およびその2乗項、企業規模（4人以下、5-29人、30-99人、100-499人、500人以上）、労働組合への加入等の属性を用いた。これらに加えて、推定では居住地域・都市規模および調査年度に関するコントロールした。

上記の各変数がすべて観察されるサンプルを利用した結果、ヘドニック家賃関数の推定に用

いられるサンプルは4399、ヘドニック賃金関数の推定に用いられるサンプルは6336となった。

3 地震発生リスクと生活の質

3.1 実証モデル

ヘドニック価格関数の推計に当たっては、分析の被説明変数である家賃および賃金水準と、地域アメニティ変数との間の非線形的な関係を考慮し、次のような Box-Cox 変換を行なったモデルを採用した。

$$y_i^{(\lambda)} = a_i \beta + x_i \gamma + \varepsilon_i \quad (7)$$

ここで、 i は家計を表す添え字であり、 y_i は被説明変数（家賃もしくは賃金）、 a_i は家計 i が居住する市区町村（もしくは都道府県）におけるアメニティ変数、 x_i はそれ以外の住居・対象者属性である。また、 λ は Box-Cox 変換パラメータであり、

$$y_i^{(\lambda)} = \frac{y_i^\lambda - 1}{\lambda} \quad (8)$$

である。(8)式は、特殊ケースとして $\lambda=1$ のとき線形モデルを、 $\lambda=0$ のとき対数線形モデルを含む定式化になっている⁴⁾。

3.2 ヘドニック・モデルの推計結果

(7)式の定式化のもとで、家賃および賃金に関するヘドニック価格関数の推計を行なった結果が表2に示されている。前述のとおり、家賃関数の推計に当たっては住居属性を、賃金関数の推計に当たっては対象者属性をそれぞれ追加的な説明変数として導入しているが、推計結果を省略している⁵⁾。

推計結果の解釈に移る。まず、地震発生確率は家賃水準を引き下げ、賃金水準を引き上げることが確認された。格差補償モデルを前提とすれば、この結果は地震発生リスクが消費者および企業の双方にとっての負の地域アメニティであることと矛盾しない⁶⁾。地震発生リスクが不動産価格に負の影響を与えるという事実は、いくつかの先行研究でも観察されている。Nakagawa, Saito and Yamaga (2007; 2009) は、東

表2—推計結果

説明変数	家賃 <係数>	賃金 <係数>
地震発生確率	-7.780 *	0.043 +
平均気温	-1.018 *	0.387
気温年較差	-0.776 +	0.386
平均湿度	-0.271	-0.004 **
降水量	0.003	0.058
生徒・教員比率	0.262	0.007 **
非水洗化人口	-0.132 *	-0.827 *
都市公園数	-1.511	0.017 **
病床数	0.945 +	-0.003
失業率	-0.354	-0.006 +
財政力指数	15.122 **	0.009
火災件数	-14.798 *	0.089 *
交通事故件数	0.343	-0.003 *
犯罪件数	0.178	0.412
人口密度（市区町村）	0.001 *	-0.070 **
人口密度（都道府県）	0.002 **	0.052
λ_1	0.326 **	-0.100 **
サンプルサイズ	4399	6336
対数尤度	-52851.3	-51218.3

注) **, *, +はそれぞれ推計された係数が1%、5%、10%水準で有意であることを示す。係数に関する仮説検定はすべて尤度比検定に基づく。 λ はBox-Cox変換のパラメータの推計値。居住地域、市群規模、調査年度、住居・個人属性に関する推計結果は省略。アメニティ変数以外の説明変数は以下の通り。【家賃関数】：居住室数、庭の広さ、建物階数、居住階数（マンション・アパート）、築年数、最寄りの駅・バス停までの徒歩所要時間、住居の建て方（一戸建て、テラスハウス、マンション、アパート、その他）、住宅の所有関係（持ち家、賃貸）。【賃金関数】：年齢、年齢の2乗、配偶関係（有配偶=1）、最終学歴（中学校、高校（基準）、専門学校、短大、大学・大学院）、経営組織（個人、非営利、営利、公務）、雇用形態（正規）、勤続年数、勤続年数の2乗、企業規模（4人以下、5-29人、30-99人、100-499人、500人以上）、労働組合への加入。

京都の地震ハザードマップの情報を用いて、地震発生に伴う建物倒壊リスクが家賃および地価に負の影響を与えることを報告している。また、Naoi, Seko and Sumita (2009b)は、本研究と同様のリスク指標を用い、特に周辺地域における実際の地震発生後には、これが持ち家住宅の自己評価額および借家の家賃に負の影響を与えることを報告している。

この結果に基づいて、地震発生リスクの社会的費用（暗黙価格×地震発生確率の平均値）を求めると評価額は約7万（円／年）となる⁷⁾。

その他のアメニティ変数について、病院病床数、財政力指数、人口密度（都道府県）といった要因は、家賃水準を引き上げ、賃金水準とは

明確な関連を持たない。格差補償モデルを前提とすれば、こうした要因は消費者にとっての正のアメニティとして働く一方、企業にとっては生産コストの引き上げ要因となっていることが示唆される。また、人口集積に関する要因としては、市区町村レベルでの人口密度も、同様に家計の消費アメニティとして働いていることが示される。

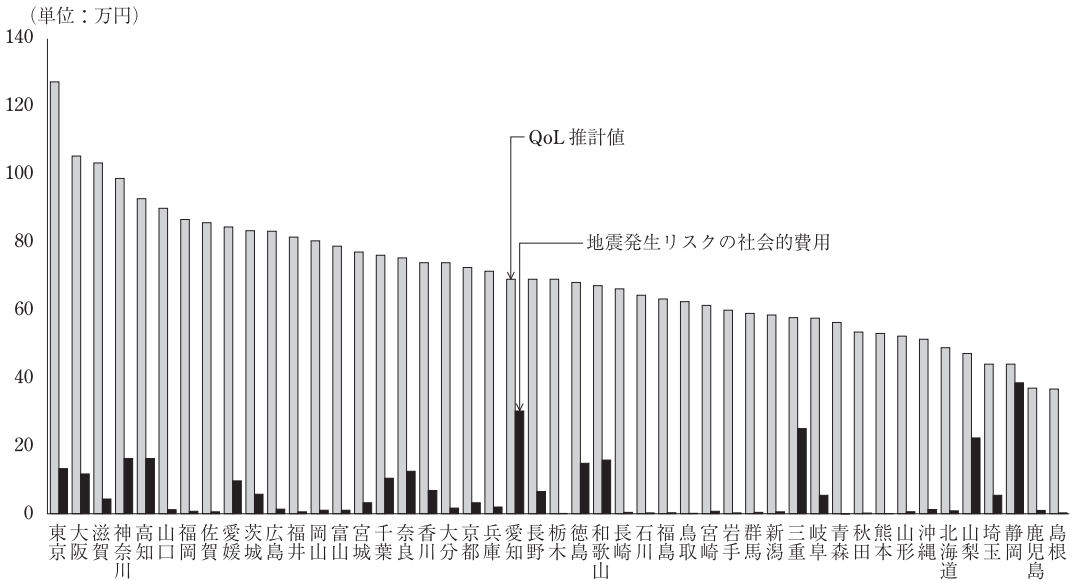
一方で、年間平均気温、気温年較差、教員1人当たり生徒数、都市公園数といった要因は、消費のデイスアメニティとして働いていることが示唆された。さらに、家賃および賃金に与える影響の符号から、このうち、前二者は生産アメニティとして、後二者はデイスアメニティであることが示唆される。これらの結果は、おおむね直観と整合的なものであるが、一部については解釈に注意が必要である。たとえば、都市公園数は消費・生産の双方に関するデイスアメニティであるとの結果であるが、公園整備の財源の一部が地方の一般財源によって賄われている状況下では、都市公園の整備状況は、部分的には租税負担を代理する変数として機能している可能性がある⁸⁾。

3.3 QoLと地震発生リスクの社会的費用

前節の推計結果に基づいたQoLと地震発生リスクの社会的費用の推計結果を図1に示す。これらの結果は、推計に必要なアメニティ変数が利用可能な全国2136市区町村における市区町村別の推計値を、都道府県別の平均として集計し、QoLの推計値にしたがって順位づけたものである⁹⁾。

結果として、全体の順位としては東京都が約130（万円／年）となり47都道府県の中で最上位となった。また、全体の傾向としては、相対的に人口規模の大きい大阪府や神奈川県などが上位に入る結果となっている。これは、人口集積を示す要因である人口密度（都道府県・市区町村）が、いずれも正の消費アメニティとして働き、QoL推計値の水準を押し上げた結果で

図1 一都道府県別 QoL 推計値と地震発生リスクの社会的費用



注) 都道府県別 QoL の推計値は、アメニティ変数が利用可能な市区町村別 QoL (全国2,136市区町村) の平均値。

あると考えられる。

しかしながら、このような傾向の中において、愛知県や静岡県などの都道府県の QoL 推計値は比較的下位にとどまっている。この結果は、両県における人口集積のプラスの影響を、地震発生リスクによるマイナスの影響が相殺した結果であると考えられる。こうした結果は、わが国における地域別 QoL の水準の規定要因として、地震発生リスクが相対的に大きな比重を占めていることを裏付けるものであろう。

図1の結果からは、地震発生リスクの社会的費用に、非常に大きな地域差があることが見て取れる。以下では、主として地震保険市場との関連に焦点を当てて、推計された社会的費用の地域差について論じる。

そもそも、地震災害のリスクが保険市場において内部化されている（地震によって生じた被害が保険によって完全に補償される）状況下では、発生リスクの違いは保険料率に帰着し、地域における家賃や賃金水準には何らの影響も及ぼさないとはいえない。すなわち、このような状況では、地震発生リスクの社会的費用には地域差が存在しないことになる。したがって、図1で示された結果は、地震保険市場における何ら

かの不備を示唆することになる。

周知の通り、わが国の地震保険に対しては、発生時の被害認定の基準や、料率設定の基準となるリスク評価の妥当性など、さまざまな問題が指摘されている。以下では、このなかでも特に後者の地震リスクの評価と料率設定の問題に焦点を当てて、分析結果の再検討を行なう。図2は、地震保険料率の各等区分ごとに、都道府県別の社会的費用（対数値）と地震保険加入世帯割合をプロットしたものである¹⁰⁾。図2から明らかになる点として、第1に、同一等区分に分類される都道府県の中でも、地震発生リスクの社会的費用には大きな格差が存在し、地震保険市場においてリスクに応じた価格付けがなされていない現状が見て取れる。第2に、一律の保険料率が設定されている同一等区分内であっても、地震発生リスクの社会的費用と保険加入世帯割合の間には明確な正の相関がみられる¹¹⁾。リスクの異なる地域に対して同一の保険料率が適用されている状況下では、実質的にはリスクの低い地域からリスクの高い地域への地域間補助（cross-subsidization）が存在することになり、結果として地震リスクの低い地域の消費者は地震保険に加入する誘因がなく

なり、リスクの高い消費者だけが地震保険を購入することになると考えられる。これによって、非加入者が直面する家賃および賃金水準に対して地震発生リスクの社会的費用が帰着することになる。したがって、政策的には地震発生リスクの再評価とこれに応じた保険料率の設定が、望ましい選択肢となりうる。

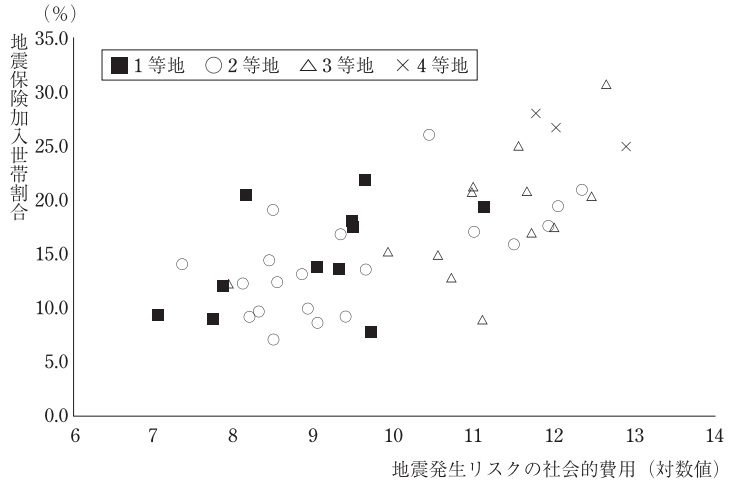
おわりに

本稿では、標準的な格差補償モデルの枠組みで地震発生リスクという地域アメニティの評価を行った Naoi, Sumita and Seko (2007) の分析結果を紹介するとともに、主として地震保険市場との関連から、分析結果の再検討を行なった。

家賃および賃金水準に関するヘドニック・モデルの推計の結果、地震発生リスクは家計にとっての負の周辺環境（ディスアメニティ）として認識されていることが明らかになった。さらに、都道府県別の QoL 推計値との比較からは、QoL の水準の規定要因として、地震発生リスクが相対的に大きな比重を占めていることが確認された。

加えて、推計された地震リスクの社会的費用と地震保険加入割合の関係を見ると、同一の保険料率が設定されている都道府県内であっても、両者の間には明確な正の相関が観察されることが明らかになった。これは、地震保険料率に関して実質的な地域間補助が存在していることを示唆する。リスクの異なる地域に対して同一の保険料率が適用されている状況では、相対的に低リスクの地域における保険料率は実質的に割高になり、こうした地域の消費者は地震保険に加入する誘因が小さくなる。結果として、高リスクの消費者のみが選択的に保険市場に残ることになり、全体の費用を押し上げている可能性がある。このような問題に対処するための政策

図2—地震発生リスクの社会的費用と地震保険加入世帯割合



的なオプションとして、より細分化されたリスク評価と、これを反映した保険料率の設定が期待される。

*本稿は、住宅経済研究会で報告した論文を加筆修正したものである。参加者の方々からの有益なコメントに感謝する。また、分析に用いた「慶應義塾家計パネル調査」は、慶應義塾大学大学院経済学研究科／商学研究科・京都大学経済研究所連携グローバルCOEプログラムより提供を受けている。

注

- 1) ここでは、久恒・福井 (2006) による推定結果を参考に、資本還元率を7%とした。実際には一戸建てとマンションでは異なる資本還元率が成立している可能性があるものの、ここでの資本還元率の設定は、最終的な推定結果にはそれほど大きい影響を与えないことを確認している。
- 2) これは、前述の(1)および(2)に該当するサンプルのみを利用していることに相当する。ただし、データを見るかぎり、都道府県をまたいで通勤を行なっているサンプルは全体の10%弱に過ぎない。
- 3) この操作が分析結果に与える影響を検討するために、同一市区町村内で就業しているサンプルに限定した推計も行なったが、推計結果が大きく変わることはなかった。
- 4) 推計結果に基づく尤度比検定からは、 $\lambda=0$ および $\lambda=1$ のいずれの制約付きモデルについても、棄却されることを確認している。
- 5) これらの変数に関する詳細な推計結果に関しては Naoi, Sumita and Seko (2007) を参照されたい。また、係数の仮説検定に関して、Box-Cox 変換されたモデルにおける標準誤差は、変数の測定単位に依存するため、ここでは標準的な t 検定に代えて、個別変数についての尤度比検定の結果を報告している (Spitzer 1984)。

- 6) 比較静学の詳細は、Naoi, Sumita and Seko (2007) を参照。
- 7) これは、(5)式で定義される暗黙価格について、家賃については12(カ月)、賃金については年間の平均総労働時間を乗じることで年単位の換算し、これを地震発生確率のサンプル平均値と掛け合わせることで求められた評価額である。
- 8) 格差補償モデルの枠組みで行政サービスの価値を計測する場合の問題点については Gyourko and Tracy (1991) 等を参照。
- 9) 地震発生リスクは消費のデイスアメニティであるため、推計値は負の値を取るが、比較のための便宜上、図1ではその絶対値を表記している。
- 10) 原則として、わが国の地震保険料率は都道府県別に設定がなされており、最も料率の低い1等地から最も料率の高い4等地までの4区分が設定されている。なお、2007年10月に料率改訂が実施されているが、図2では分析のサンプル期間とあわせて、旧料率体系にしたがって結果を報告している。
- 11) わが国の地震保険市場における保険料率設定と家計の保険加入の関係を分析した研究としては、たとえば Naoi, Seko and Sumita (2009a) を参照。

参考文献

- 赤井伸郎・大竹文雄 (1995) 「地域間環境格差の実証分析」『日本経済研究』No.30、94-137頁。
- 加藤尚史 (1991) 「生活の質の地域間格差」『日本経済研究』No.21、34-47頁。
- 直井道生・隅田和人・瀬古美喜・森泉陽子 (2007) 「地震発生リスクを反映した生活質指数による地域間格差の経済分析」樋口美雄・瀬古美喜(編)『日本の家計行動のダイナミズムⅢ』慶應義塾大学出版会。
- 久恒新・福井康子 (2006) 「わが国8大都市におけるキャプレートの把握」『住宅土地経済』No.59、32-39頁。
- Blomquist, G.C., M.C. Berger, and J.P. Hoehn (1988) "New Estimates of Quality of Life in Urban Areas," *American Economic Review*, vol.78(1), pp.89-107.
- Blomquist, G.C. (2006) "Measuring Quality of Life," in R. Arnott and D. McMillen (eds.) *A Companion to Urban Economics*, Boston: Blackwell Publishing.
- Gyourko, J. and J. Tracy (1991) "The Structure of Local Finance and the Quality of Life," *Journal of Political Economy*, vol.99(4), pp.774-806.
- Nakagawa, M., M. Saito, and H. Yamaga (2007) "Earthquake Risk and Housing Rents: Evidence from the Tokyo Metropolitan Area," *Regional Science and Urban Economics*, vol.37(1), pp.87-99.
- Nakagawa, M., M. Saito, and H. Yamaga (2009) "Earthquake Risks and Land Prices: Evidence from the Tokyo Metropolitan Area," *Japanese Economic Review*, vol.60(2), pp.208-222.
- Naoi, M., K. Sumita, and M. Seko (2007) "Earthquakes and the Quality of Life in Japan," *Journal of Property*

- Research*, vol.24(4), pp.313-334.
- Naoi, M., M. Seko, and K. Sumita (2009a) "Community Rating, Cross Subsidies and Underinsurance: Why So Many Households in Japan Do Not Purchase Earthquake Insurance," *Journal of Real Estate Finance and Economics*, forthcoming.
- Naoi, M., M. Seko, and K. Sumita (2009b) "Earthquake Risk and Housing Prices in Japan: Evidence Before and After Massive Earthquakes," *Regional Science and Urban Economics*, forthcoming.
- Naoi, M., K. Sumita, and M. Seko (2009c) "Does Earthquake Risk Influence the Quality of Life in Japan," in Hammond, E.P. and A.D. Noyes (eds.) *Housing: Socioeconomic, Availability and Development Issues*, New York: Nova Science Publishers.
- Roback, J. (1982) "Wages, Rents, and the Quality of Life," *Journal of Political Economy*, vol. 90 (1), pp. 257-78.
- Rosen, S. (1979) "Wage-based Indexes of Urban Quality of Life," in P. Mieszkowski and M. Straszheim (eds.) *Current Issues in Urban Economics*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Spitzer, J. J. (1984) "Variance Estimates in Models with the Box-Cox Transformation: Implications for Estimation and Hypothesis Testing," *Review of Economics and Statistics*, vol.66(4), pp.645-652.
- United Nations Development Programme (2004) *Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development*, New York: John S. Swift Co.