

住宅耐震化における意識啓発と耐震診断の促進指標の提案

Disaster Preventive Promotion and Indices for Consciousness and Diagnosis on Housing

安野貴人*

Takato Yasuno

*博 (工) 株式会社ニュージェック, 技術開発グループ (〒135-0007 東京都江東区新大橋 1 丁目 12-13)

Recent years, buildings in Japan are promoted into the earthquake-proof structure in preparation for strong frequent earthquakes. For the housing with old seismic standard, it needs to evaluate the seismic capacity. The owner of such housing, in many cases, has not only high motivation in an expense cost or access to information, but also low awareness of disaster prevention. It is important to press the owner of a housing to educate consciousness, and to act for the aim of earthquake-proof. The paper proposes the technique to analyze the relation between disaster prevention mind and risk communication needs, incorporating the housing owner's attribute. It also derives the promotion-indices, that is sensitivity to be higher mind and more needs for risk communication, in order to select some candidate with a top priority. It applies to a domestic self-government and comments the remarkable usefulness of this technique.

Key Words: Housing, Consciousness, Diagnosis, Count Regression, Promotion Indices

キーワード: 住宅耐震改修, 意識啓発, 耐震診断, カウント回帰分析, 促進指標

1. はじめに

我が国の地方自治体において、近年頻発している大地震に備え、建築物の耐震改修促進の取り組みが本格化している。とりわけ、昭和 56 年 6 月の新耐震基準の見直し以前に建築された住宅は、耐震性が不足する恐れがあるため、その耐震診断が必要となる。対象となる住宅の所有者はほとんどが 50 歳以上の相対的に高年齢で、費用負担や情報入手に意欲的でなく、防災意識が低い場合が多い。このような阻害要因となっているため、耐震診断や耐震改修が円滑に促進されていないのが現状である。このため、住宅の所有者の意識を啓発し、耐震化の取り組みを促すことが建築物の耐震改修促進施策として大きな問題となっている。

地震リスクコミュニケーションとは、住宅所有者、防災行政、自主防災組織などの関係者の間で、防災情報や意見のやりとりを行う相互作用のプロセスと定義することができる。防災行政の送り手から、地震ハザードマップや耐震化の施策情報を受け手である住宅所有者へ提供できる。防災情報のやりとりをする機会は、地方自治体の防災学習ホームページ、特定行政庁の建築指導課の相談窓口、出前講座や市民講習会、計画策定時のパブリックコメント、自治会の防災訓練などを用意できる。しかし、住宅所有者の防災意識は人によって異なっており、地震被害や耐震化に無関心な人、問題ないと楽観視する

人、耐震性の不足が気になる人など様々である。無関心な人への意識の啓発と気になる人への耐震情報のやりとりを促進する施策が求められている。

住宅耐震化に関して、防災意識が低いこと、無関心であることが大きな阻害要因のひとつとなっている。この地震防災意識のハードルを克服するため、住宅所有者がまったく耐震情報を欲しない状態から、関心を引くひとつ以上の耐震情報を欲する状態に移行するよう促す必要がある。行政の送り手から耐震情報を受け取り、住宅耐震化の知識を身近に普及し、耐震診断や耐震改修の取り組みに参加する社会規範を醸成する必要がある。住宅耐震化の阻害要因となるハードルと地震リスクコミュニケーションのやりとりは、壁を隔てて密接に関係しており、ひとたびそのハードルを乗り越えれば耐震情報のやりとりが促される可能性がある。本稿で提案する防災意識と耐震化のハードル分析法は、住宅耐震化を阻害する意識のハードルと耐震情報の受け手のニーズの双方の関係を系統的に分析できる点で優れている。耐震施策実施にあたって、多くの住宅所有者の中から、意識啓発とリスクコミュニケーションの誘発が期待される有望な促進対象の選定するために、本稿で導出する促進指標を活用し、より効果的に耐震施策を実施できる可能性がある。

本稿では、住宅所有者の個人属性と建物属性を考慮し、防災意識の有無と地震リスクコミュニケーションの意思の間の相関関係を分析する手法を提案する。2. で、問題

設定と既往研究を整理する。3. で、防災意識と耐震化のハードル分析法と促進指標を提案する。4. で、自治体に応用した結果を示す。5. で、有用性と課題に言及する。

2. 耐震化の課題と基本的な問題意識

(1) 住宅耐震改修の促進問題

平成7年の阪神・淡路大震災における死者数の約9割が住宅家屋や家具類の倒壊によるものであった。近年、人的・物的被害をもたらす地震が頻発しており、我が国で大地震はいつでも発生してもおかしくない状況にある認識が広がっている。平成17年9月に定められた建築物の耐震化緊急対策方針で、10年後に死者数と経済被害額の想定から半減させる目標が掲げられた。この目標達成には、建築物の耐震改修が最も重要な課題とされ、緊急かつ優先的に取り組むべきものと位置づけられた¹⁾。

阪神・淡路大震災の実績から、昭和56年以前に建築された旧基準の建築物（「新耐震」の建築基準法の規定を満たさない恐れのある建築物）に大破・中破の大きな被害の比率が高い傾向が示されている。旧基準の建築物がすべて耐震性不足とは限らないが、建物倒壊の危険性は相対的に高い傾向が現れた。そこで、旧基準の建築物は、耐震改修の対象として今もなお耐震化の優先課題である。

我が国の住宅棟数は、一定規模以上の学校・病院・事務所等の特定建築物の棟数約36万棟よりも桁違いに多く約4700万戸である²⁾。このうち約25%に相当する住宅1150万戸で耐震性が不足する可能性が推計されている。人的・経済被害の想定は、昼間よりも夜間の方が多く、その原因のひとつに、住宅の耐震性不足がある。この耐震性不足は、住宅で生活する人々の死傷者数や家屋・家具類の経済被害の発生に直結する。このように、建築物の中で、住宅の耐震化は被害軽減のための重要な課題である。本稿では、住宅の耐震改修の促進問題を取り扱う。

(2) 住宅所有者の意識啓発と阻害要因

1990年代に経験した自然災害を通じ、我々は施設の防災が万全でないことを認識した。災害への姿勢も災害を封じ込める防災から、災害をやりすごす減災へと発想転換が図られつつある。地震防災の備えとして、市民自ら耐震化の必要性を感じ、耐震化の行動に移していく防災意識の醸成は、防災教育の目標であり、単なる防災知識の普及をもって普及するものではない³⁾。住宅の耐震化においても、必要性を薄々わかっていながら正常化の偏見や希望的な楽観視も働くことも多い。建築物の耐震改修促進において、耐震診断や改修の意思決定を可能とするだけの市民の防災意識の啓発が必要である。

防災意識啓発のための地震リスク情報は、災害の恐ろしさを強調し、災害時の心得や地震の知識を提供できる。たとえば、地震ハザードマップが示す危険度情報がその意に反して市民の安心感を形成する場合があることが指摘されている³⁾。その意識啓発の阻害要因として、1)あ

くまである規模の想定外力にすぎず実際の地震がその規模にとどまる保証はないが、市民が想起する被災規模の最大値をイメージし、想定被害が小さい地区では安全情報に誤解される、2)危険度情報の表現力の限界、震度や建物全壊率等の数値情報が市民にどの程度被害を及ぼす意味なのか十分理解されてない、3)市民が潜在的に感じていた危険度より危険度情報のレベルが低い場合、それが安心情報へ転じてしまうことが指摘されている。

(3) 耐震化の阻害とリスクコミュニケーション

小檜山ら⁴⁾は、住宅耐震化の問題において、耐震補強の誘因と阻害要因について、既往研究調査を行い、施策立案における地震リスクコミュニケーションを考慮することの重要性を指摘した。地震対策行動の阻害要因として、1)地震被害の甚大性・切迫性の認識の低さ、2)住宅の耐震性が高いという思い込み、3)対策方法や効果に関する理解の不足、4)対策方法など情報検索する時間の不足、5)気軽に相談できる隣人や専門家の不在、6)対策に要する費用・労力の不足、7)日常生活での地震対策の優先度の低さ、8)個人では災害に対処しえない考え方（諦観・運命論）、9)住宅ライフサイクルとの不適合（年齢、家族など世帯状況、建替え適期）、10)地震リスクや対策効果を短期的枠組で評価しがちな傾向、11)耐震補強の悪徳業者への不安等に集約された。小檜山ら⁴⁾は、国内政令市等の住宅所有者へアンケートを実施し、耐震補強の誘因と阻害要因を分析した。その結果、近所の人の影響、コスト低減情報が補強誘因として働くこと、新しい住宅に住む人にも補強需要が存在すること、高額な補強費や工事依頼先への信頼不足、建築技術の情報提供不足という3つの阻害要因が卓越することを示した。

これらの既往研究では、網羅的な阻害要因の抽出に成功しているものの、要因間の相対比較にとどまり、住宅所有者の属性変化による阻害要因の解消や情報やりとり促進の反応予測や有望な施策対象となる標的選定については検討されていない。本稿では、住宅所有者において、耐震化を阻害する無関心や低意識のハードルと地震リスク情報のやりとりのニーズに着目する。以下では、住宅所有者の防災意識のハードルと地震リスクコミュニケーションのニーズの間の関係を分析するとともに、そのハードル解消と情報やりとり促進の反応が予測される住宅所有者層の選定に資する促進指標を導出する。

3. 防災意識と耐震化のハードル分析

(1) 問題設定

図-1に示すように、本稿では、住宅耐震化を阻害する意識のハードルと耐震情報の受け手のニーズに焦点をあてる。いま、住宅を所有しそこで生活する個人*i*において既往の大地震の履歴や提供される地震ハザード情報のもとで、大地震に無関心で防災意識をもっていないか、あるいは（防災意識を有する下で）防災情報を知りたい

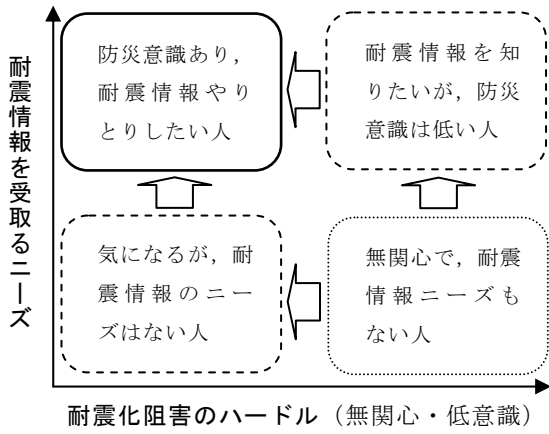


図-1 住宅耐震化を阻害する意識のハードルと耐震情報の受け手のニーズ

ことのいずれかを選択する状況を設定する。すなわち、大地震に対するリスクコミュニケーションの意思を選択する状況を表現する。分析対象とする住宅所有者の個人は n 人とする。個人 i が地震に対して無関心で防災意識が低いことを $y_{i1} = 0$ と表す。一方、何らかの地震防災意識をもっており、防災情報の内容を（少なくとも一つ以上）知りたいことを $y_{i1} = 1, 2, 3, \dots$ と表す。たとえば、防災情報の内容は、耐震化の方法、補強工事の内容、専門家の紹介、相談窓口などである。個人 i の地震防災情報のコミュニケーションの意思をカウント変数 y_{i1} により表す。無関心な人と防災情報を知りたい人との間に阻害要因が働き、防災意識のハードルがあると考えられる。

そこで、無関心・低意識等により耐震化を阻害するハードル部分（ $y_{i1} = 0$ ）に加えて、少なくともひとつ以上の耐震情報をやりとりするコミュニケーションのニーズ部分（ $y_{i1} > 0$ ）に分解して表現する。個人 i における住宅の所有者属性は、年齢・家族構成などの住宅所有者本人の個人属性、建築年次・床面積・増改築の有無など住宅の建物属性という J 個の説明変数により構成されるとする。ここで、住宅所有者 i の $(J+1)$ 次属性ベクトルを $x_i = (1, x_{i1}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{iJ})'$ と表す。1 は定数に対応する。このとき、大地震に対する住宅のリスクコミュニケーションの意思をハードル・ポアソン回帰モデル⁵⁾⁻⁷⁾で表現する。このモデルは、地震防災に無関心であるかどうかということと地震リスクコミュニケーションの意思の2つの部分の意思決定をモデル化できる利点がある。

(2) 尤度関数の定式化

個人 i が地震防災情報に一つも関心をもたない確率（ $y_{i1} = 0$ ）は、次式で表される。

$$P(y_{i1} = 0 | x_i, \beta_1) = f_1^P(0 | \lambda_{1i}) \quad (1)$$

ここで、 $\beta_1 = (\beta_{10}, \beta_{11}, \dots, \beta_{1j}, \dots, \beta_{1J})'$ ：無関心で防災意識が低い人に関する $(J+1)$ 次の属性パラメータを表し、 β_{10} はハードル定数である。 $f_1^P(y | \lambda_{1i})$ ：平均

$\lambda_{1i} = \exp(x_i' \beta_1)$ のポアソン密度関数を表す。ここで、平均 λ のポアソン分布の密度関数は次式で定義される。

$$f^P(y | \lambda) = \exp(-\lambda) \lambda^y / y! \quad (2)$$

一方、地震防災情報に無関心でなく、少なくとも一つ以上の防災情報 $y_{i1} > 0$ 個を知りたい確率は次式で表せる。

$$f(y_{i1} > 0 | x_i, \beta_2) = (1 - f_1^P(0 | \lambda_{1i})) \times f_2^P(y_{i1} | \lambda_{2i}) / (1 - f_2^P(0 | \lambda_{2i})) \quad (3)$$

$f_2^P(y | \lambda_{2i})$ ：平均 $\lambda_{2i} = \exp(x_i' \beta_2)$ を有するポアソン密度関数を表す。 $\beta_2 = (\beta_{20}, \beta_{21}, \dots, \beta_{2j}, \dots, \beta_{2K})'$ ：無関心でなく防災情報を欲する人に関する $(K+1)$ 次の属性パラメータを表し、 β_{20} は促進定数である。右辺第2項の分母は、ゼロでない条件付き正值の切断分布に、

$$f(y_{i1} > 0 | x_i, \beta_2) = \Theta_i \cdot f_2^P(y_{i1} | \lambda_{2i}), y_{i1} = 1, 2, 3, \dots \quad (4)$$

と正規化される。ここで、個人 i の意識ハードル係数は

$$\Theta_i = (1 - f_1^P(0 | \lambda_{1i})) / (1 - f_2^P(0 | \lambda_{2i})) \quad (5)$$

と表せる。 $\Theta_i = 1$ なら $f_1^P = f_2^P$ で防災意識の低い部分とそうでない部分で区別がない場合である。無関心でない住宅所有者（正部分）の各個人 i に関する期待値(4)は、 $E(y_{i1} | y_{i1} > 0) = \sum_{k=1}^{\infty} k \cdot \Theta_i \cdot f_2^P(k) = \Theta_i \cdot \sum_{k=1}^{\infty} k \cdot f_2^P(k) = \Theta_i \cdot \lambda_{2i}$ (6) と表される。正部分(4)の分散は、次式で表される⁵⁾。

$$\text{Var}(y_{i1} | y_{i1} > 0) = \Theta_i \lambda_{2i} + \frac{1 - \Theta_i}{\Theta_i} [\Theta_i \lambda_{2i}]^2 \quad (7)$$

ここで、 $0 < \Theta_i < 1$ ならば分散が平均を超過し、相対的に多くの防災情報の内容個数を欲する人と解釈できる。 $1 < \Theta_i$ ならば分散が平均より縮小し、防災情報を平均以下しか欲しない意識の低い人と解釈される。以上の定式化から、地震に関するリスクコミュニケーションの意思を表すモデルの尤度関数は次式で表される。

$$L = \prod_{i=1}^n f_1^P(0 | \lambda_{1i})^{d_i} (\Theta_i \cdot f_2^P(y_{i1} | \lambda_{2i}))^{1-d_i} = \prod_{i=1}^n (\exp(-\lambda_{1i}))^{d_i} \left(\Theta_i \cdot \frac{\exp(-\lambda_{2i}) \lambda_{2i}^{y_{i1}}}{(y_{i1})!} \right)^{1-d_i} \quad (8)$$

ここに、 $d_i = 1 - \min\{y_{i1}, 1\}$ である。式(5)より個人 i の意識ハードル係数は次式に特定される。

$$\Theta_i = \{1 - \exp(-\lambda_{1i})\} / \{1 - \exp(-\lambda_{2i})\} \quad (9)$$

これを算出し、個人 i の意識のハードル係数(9)による分散値は、1を境界にして防災意識を阻害する程度の指標として活用できる。 $1 < \Theta_i$ となる住宅所有者は、防災情報を平均以下しか欲しない程度のコミュニケーション意欲が低い人で、防災意識の阻害要因を解消すべき施策対象

となる。対数尤度関数は、次式のように導出される。

$$\log L = \sum_{i=1}^n d_i (-\lambda_{1i}) + \sum_{i=1}^n (1-d_i) \log \Theta_i + \sum_{i=1}^n (1-d_i) \{-\lambda_{2i} + y_{i1} x'_{i1} \beta_2 - \log(y_{i1}!)\} \quad (10)$$

対数尤度関数を最大にするような最尤パラメータを準ニュートン法等の数値計算により求めることができる。

(3) 阻害率と促進率の感度指標の導出

地震防災情報を知りたい情報内容の個数の期待値は、住宅所有者の属性 x_i のもとに次式で表される。

$$E(y_{i1} | x_i) = P(y_{i1} > 0 | x_i) \cdot E(y_{i1} | y_{i1} > 0, x_i) \quad (11)$$

ここで、右辺第1項は次式となる。式(11)右辺第2項は、無関心でなく何個の情報を知りたいかのニーズを表す。

$$P(y_{i1} > 0 | x_i) = 1 - P(y_{i1} = 0 | x_i) \quad (12)$$

これは、防災情報に無関心でない確率を表す。住宅所有者 i の j 番目の属性 x_{ij} の変化に対する防災情報を知りたい情報ニーズの変化率は次式で表される。

$$\frac{\partial E(y_{i1} | x_i) / E(y_{i1} | x_i)}{\partial x_{ij}} = \frac{\partial P(y_{i1} > 0 | x_i) / P(y_{i1} > 0 | x_i)}{\partial x_{ij}} + \frac{\partial E(y_{i1} | y_{i1} > 0, x_i) / E(y_{i1} | y_{i1} > 0, x_i)}{\partial x_{ij}} \quad (13)$$

この右辺第1項は、防災意識を阻害する確率の変化率（「耐震化ハードルの阻害率」と呼ぶ）を表す。右辺第2項は、防災情報のやりとりで何個の情報（ゼロを除く）を知りたいかという期待値の変化率（「耐震情報やりとりの促進率」と呼ぶ）を表す。式(13)の右辺各項を算出し、住宅所有者 i の j 番目の属性 x_{ij} の変化による防災情報のコミュニケーション促進指標として活用できる。

$$PI_{ij} = \frac{-\partial P(y_{i1} = 0 | x_i) / [1 - P(y_{i1} = 0 | x_i)]}{\partial x_{ij}} = \frac{(-\lambda_{1i}) \exp(-\lambda_{1i}) \beta_{1j}}{1 - \exp(-\lambda_{1i})}, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, J \quad (14)$$

PI_{ij} が負の値で小さい所有者は、防災情報への無関心や意識の低さの障害を解消できる人と解釈される。式(3)の $(K+1)$ 次の属性変数において、式(1)の $(J+1)$ 次の属性変数と共通に含まれる添え字を m と表す。

$$EI_{im} = \frac{\partial E(y_{i1} | y_{i1} > 0, x_i) / E(y_{i1} | y_{i1} > 0, x_i)}{\partial x_{im}} = (\Theta_i \lambda_{2i})^{-1} \left\{ \frac{\exp(-\lambda_{1i}) \lambda_{1i} \beta_{1m}}{1 - \exp(-\lambda_{2i})} \lambda_{2i} \right.$$

$$\left. - \frac{1 - \exp(-\lambda_{1i})}{[1 - \exp(-\lambda_{2i})]^2} \exp(-\lambda_{2i}) \lambda_{2i}^2 \beta_{2m} + \Theta_i \lambda_{2i} \beta_{2m} \right\} = \frac{\exp(-\lambda_{1i}) \lambda_{1i} \beta_{1m}}{1 - \exp(-\lambda_{1i})} + \frac{(-1) \exp(-\lambda_{2i}) \lambda_{2i} \beta_{2m}}{1 - \exp(-\lambda_{2i})} + \beta_{2m}, i = 1, \dots, n \quad (15)$$

EI_{im} が正の値で大きい住宅所有者は、属性変化を通じて防災情報をより多く欲するリスクコミュニケーションが促進される可能性がある人と解釈される。

このように、耐震化の阻害と情報やりとりの反応を測る促進指標として、 PI_{ij} と EI_{im} を算出し住宅所有者の感度予測プロット図を作成できる。住宅所有者の属性変化に対して、指標変化が大きい所有者は、阻害要因解消とリスクコミュニケーション促進が期待される。すなわち、 $PI_{ij} < 0$ で感度が大きい住宅所有者ほど、耐震化を阻害する状況を解消する反応が予測される。これと同時に、 $EI_{im} > 0$ で感度が大きい所有者は、耐震情報のやりとりを促進する有望な対象と判定できる。

4. 応用結果

(1) 対象データと記述統計

平成19年に国内で昭和56年以前に建築された旧基準の戸建て住宅にお住まいの所有者865世帯を対象に、本モデルを応用した結果を示す。この個票データは、戸建て住宅の状況、耐震性の関心や防災情報のニーズ、世帯の属性などで構成される。建物の状況は、地上階数、延べ床面積、構造、建築年、増改築の有無、耐震診断・改修の実施等である。平均値は、地上階数1.9、床面積158㎡、増改築あり0.36、診断済み5%、改修済み2%である。防災情報のニーズに関する選択肢は、とくに知りたいと思わない、相談窓口、耐震診断の専門家紹介、耐震補強の工事内容、建て替えに併せた耐震化のやり方であり、複数回答が可能である。

地震リスクコミュニケーションの意思がある所有者は、少なくとも一つ以上の選択肢を回答している。回答数の平均は0.830、分散0.921で、平均に対する分散の比率は1.11で、ほぼ平均と分散が一致している。耐震化のハードル分析にあたって、防災情報をとくに知りたいと思わない住宅所有者は、 $y_{i1} = 0$ と表す。また、少なくとも一つ以上の防災情報を知りたい住宅所有者において、知りたい選択肢の内容を複数回答しており、これらを集計したカウントデータ $y_{i1} > 0$ を使用する。世帯の属性は、世帯人数、家族構成（一人暮らし、夫婦、親子家族、

2世帯), 世帯主の年齢(20歳代, 30歳代, 40歳代, 50歳代, 60歳代, 70歳代)である。平均値は, 世帯人数3.29, 世帯主年齢65.7である。防災意識は, 耐震性に無関心な人14%, 耐震性が気になる人52%, 耐震性に問題ないと思う人34%である。

表-1 耐震化ハードル回帰モデルの推定結果

パラメータ	推定値	p値
ハードル定数	-0.19322	[.600]
住宅の地上階数	0.274261	[.135]
住宅の延べ床面積	8.28E-04	[.242]
増改築(1:あり, 0:なし)	0.328742	[.002***]
住宅耐震性の問題意識ダミー変数(1:問題ないと思う, 0:そうでない)	-1.71312	[.000***]
住宅耐震性の無関心ダミー変数(1:無関心, 0:そうでない)	-2.51553	[.000***]
促進定数	0.132928	[.769]
世帯人数	0.045679	[.222]
世帯主の年齢	-0.01476	[.012**]
住宅耐震性の関心ダミー変数(1:気になる, 0:そうでない)	0.636631	[.000***]
サンプル数	865	
対数尤度	-864.06	
反復回数	39	

表記)ここで, p値は各変数の有意性を測る統計指標で, 「***:1%有意」「**:5%有意」「*:10%有意」を表す。

(2) 阻害・促進パラメータの推定結果

表-1に, 対象データに耐震化のハードル分析を応用し, 対数尤度を最大化するようなパラメータを推定した結果を示す。説明変数は1変数ずつ適用し, p値から統計的有意なものを抽出した。複数の説明変数の間で相関係数を確認し, 共線性を排除するように, 複数の説明変数の組合せを設定した。対象データに適するハードル部分の5つの説明変数として, 住宅の地上階数, 延べ床面積, 増改築の有無, 耐震性に問題ないと思うか否か, 耐震性に無関心か否かを用いた。また, 正のカウント部分に適する3つの説明変数として, 世帯人数, 世帯主の年齢, 耐震性が気になるか否かを用いた。

耐震化を阻害するハードル部分のパラメータ推定値は, 増改築があること, 耐震性に問題ないと思うこと, 耐震性に無関心なことが1%有意となっている。増改築パラメータは正の値で, 増改築を行ったことがある経験は, 住宅の老朽化や補強の必要性を感じている等の理由から, 無関心・低意識などの耐震化ハードルの阻害率

($\lambda_i = \exp(x'_i \beta_1)$)を促す方向に働いていると解釈される。耐震性に問題ないと思うことは, 地震時の住宅被

害の程度や発生率を楽観視しており, 防災意識の啓発を阻害する方向に働いていると解釈される。問題ないパラメータは-1.71で, 無関心パラメータは-2.51である。耐震性に無関心なことは, 相対的に大きな阻害要因のハードルとなっており, 防災意識の啓発を阻害する方向に働いている。なお, 地上階数, 延べ床面積は統計的有意でないが, p値は0.13, 0.24と0.1に近く軽視はできない。

一方, 耐震情報のやりとりのカウント部分のパラメータ推定値は, 世帯主の年齢, 住宅耐震性が気になることが1%有意となっている。世帯主の年齢パラメータは負の値で, 世帯主が相対的に若い住宅では, 旧基準の住宅であっても居住する機会を確保する必要性から, 耐震化に役立つ情報やりとりの促進率($\lambda_{2i} = \exp(x'_i \beta_2)$)を高める方向に働いていると解釈される。耐震性が気になることは, 耐震化の取り組みを支援する情報を知りたいと思う地震リスクコミュニケーション意欲を促進する方向に働いていると解釈される。なお, 世帯人数は統計的有意でないが, p値は0.22で軽視できない値である。

(3) 感度指標の予測値と促進対象の抽出

図-2に, 耐震化のハードル阻害率に関して, 有意な属性変化に伴う限界的な反応の平均値を示す。建物属性を把握できる所有者においては, 増改築ありの人は阻害率が負の値に小さくなっている。一方, 耐震性に問題ないと思う人と無関心な人は, 阻害率が正の値に大きく, 耐震化を阻害するハードルが高いことが読み取れる。

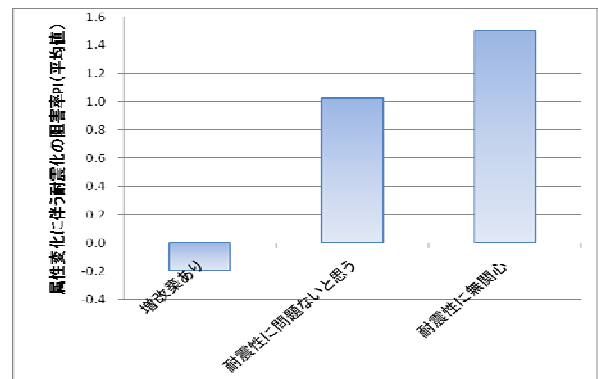


図-2 無関心・低意識など耐震化ハードルによる阻害率の平均値

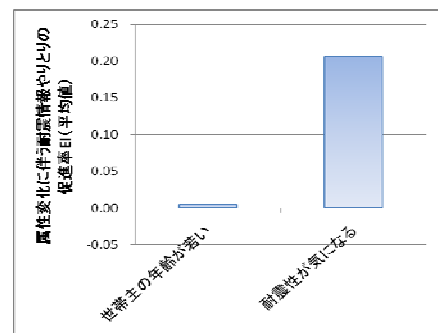


図-3 耐震情報やりとりの促進率の平均値

図-3に、耐震情報やりとりの促進率に関して、有意な属性変化に伴う限界的な反応の平均値を示す。世帯主の年齢が若い住宅では促進率があるが小さい。耐震性が気になる人は、相対的に大きな促進率が予測されて、地震リスクコミュニケーションの促進が期待されるといえる。

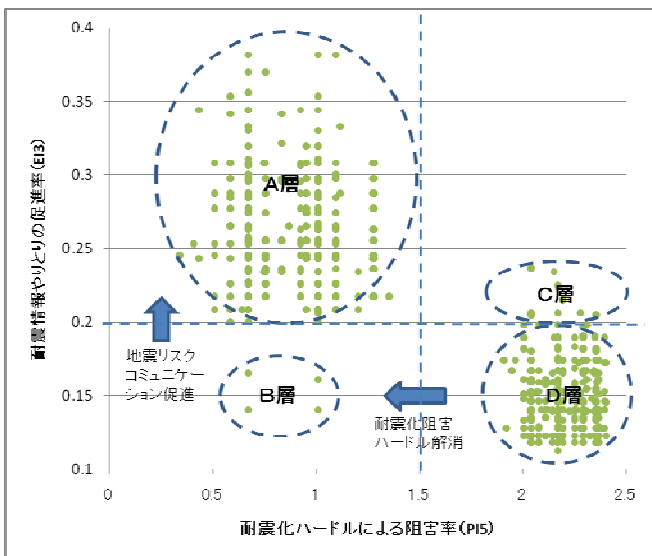


図-4 耐震化阻害率と情報やりとり促進率の感度指標

図-4に、対象データの各住宅所有者における促進指標を算定したプロットを示す。横軸に、5番目の属性変数（無関心の属性）に対する耐震化ハードルを解消する感度を示す。縦軸に、3番目の属性変数（耐震性が気になる属性）に対する耐震情報のやりとり回数が増加する感度を表示した。点線は、各指標の平均値のラインを示し、耐震化ハードル解消率の平均値 1.503 で、耐震情報やりとり促進率の平均値は 0.205 である。対象所有者は、大きく4つのグループに分かれる。有望な促進対象として、優先順位として、各グループにA～D層の名称を与えた。

とりわけ、A層は、耐震化阻害の解消とともに、耐震情報のやりとり促進が期待される最も効果的な施策対象であると解釈される。B層とC層は、相対的に少なく分布している。B層は、耐震化ハードルは低いが、耐震情報のやりとりが不足する層であり、耐震情報の提供が課題となる。C層は、耐震情報を知りたいが、耐震化のハードルが高い層で、意識の啓発が施策課題となる。まず、A層から優先的に施策誘導を進め、横目で見ているB層やC層が波及的に誘導される巻き込み現象を活用し、耐震化の社会規範を醸成することが重要と考えられる。一方、D層は、耐震化を阻害するハードルが最も高く、狭い範囲に団子状に硬直化して分布し、防災意識や保有情報も狭く硬直すると考えられる。この層は、施策誘導が困難な対象で、硬直状態を打破することが課題となる。

5. おわりに

本稿では、住宅所有者の世帯属性と建物属性を反映し、耐震化を阻害するハードルと耐震情報やりとりのニーズの間の関係を分析する推定モデルを提案した。これを用いて、住宅所有者の耐震化ハードル阻害率と地震リスクコミュニケーション促進率の指標を導出し、有望な促進対象となる所有者層を予測する手法を提案した。実際に、国内の自治体における住宅所有者に応用し、属性変化に伴う感度予測プロットから、効果的に施策誘導が期待される層と硬直化し誘導が容易でない層を見いだせることの有用性を考察した。本推定結果に関する限り、本手法は耐震改修の促進を支援する有用な情報を提供し、施策対象の選定に寄与すると考える。

耐震化の阻害要因分析について、今後の課題に言及する。本稿では、耐震化のハードル部分と耐震情報のやりとりニーズの部分に分解し、住宅所有者の意識啓発と情報ニーズの問題を同時に分析した。本手法の応用結果から、意識と情報ニーズが硬直化する層が発見された。この層に有効な意識啓発策を講じ、硬直状況を緩和する必要がある。地震ハザードマップによるリスク情報提供は、意識が啓発されて耐震化の阻害率を緩和することが期待される。限られた防災予算を有効利用するため、全戸配布ではなく、促進効果が期待される所有者層に標的を定めてダイレクトに送る方策の可能性が考えられる。地震ハザードマップを通じた啓発とコミュニケーション促進の反応を予測することも興味深い。このような住宅耐震化の効果的な施策誘導の課題にも取り組んでいきたい。

謝辞：匿名査読者の丁寧なご意見に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省住宅局建築指導課：改正建築物の耐震改修の促進に関する法律・同施行令等の解説, 2006.
- 2) 総務省統計局：平成15年住宅・土地統計調査, 2003.
- 3) 片田敏孝：防災教育；目黒公郎ほか編集：21世紀にむけて何をすべきか, 自然災害科学 19-1, pp3-29, 2000.
- 4) 小檜山雅之他：耐震補強の誘因と阻害要因, 日本建築学会環境系論文集, 606号, pp89-96, 2006.
- 5) Mullahy, J. : Specification and Testing in some Modified Count Data Models, *Journal of Econometrics* 33, pp341-365, 1986.
- 6) Pohlmeier, W. et al. : Econometric Model of the Two-part Decision Making Process in the Demand for Health Care, *Journal of Human Resources* 30, pp339-361, 1995.
- 7) Arulampalam, W. and Booth, A.L. : Who Gets over the Training Hurdle ?, *Journal of Population Economics* 10(2), pp197-217, 1997.

(2008年8月22日受付)