

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 25 日現在

機関番号：33801

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23510208

研究課題名(和文) コーディネーション・ゲームを用いた効果的な住宅耐震化支援制度の構築と有効性の検証

研究課題名(英文) Game Theory promotion system for retrofitting of existing wooden houses

研究代表者

池田 浩敬 (Ikeda, Hirotaka)

常葉大学・環境学部・教授

研究者番号：80340131

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円、(間接経費) 690,000円

研究成果の概要(和文)：既存木造住宅の耐震化の促進は、わが国の地震対策の中でも重要な位置を占めている。近年地方公共団体は、耐震化促進のための様々な補助制度を設けているが、住宅の耐震化率は自ら設定した目標値に届いていないところが多い。本研究は、静岡県三島市において旧基準で建てられた木造住宅の所有者を対象とした質問紙調査に基づき、ゲーム理論を用いて、建物所有者だけでなく地域ぐるみで耐震化に取り組むための支援制度案の提示、利用意向把握、実現可能性の検討等を行うとともに、耐震化に関する所有者の意思決定に影響を及ぼしている要素を階層分析法を用いて分析し、その結果、意思決定に影響を及ぼしている各要素の重みを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：A promotion system for retrofitting of existing wooden houses with low earthquake resistance is a main issue in earthquake disaster reduction measures in Japan. Today many prefectures and major cities have subsidies for seismic diagnosis and retrofitting of private houses. However, the number of subsidy users are very few in comparison with the number of plans available. A questionnaire survey was made at Mishima city in Shizuoka prefecture to make an analysis of the factors affecting wooden house owners' decision making for earthquake-resistance measures by the Analytic Hierarchy Process. We clarified the influence of variation of weights of factors on decision making using a sensitivity analysis. And we made an analysis of behavior concerning selection for earthquake-resistance measures based on the game theory. We tried to show the condition to satisfy not only wooden house owners but also other residents in a community by using game theory.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：ゲーム理論 耐震補強 住宅 補助制度 意思決定

1. 研究開始当初の背景

(1) 中央防災会議は、2005年3月に「地震防災戦略」を決定し、この中で住宅耐震化率を75%(2003年推計値)から10年間で90%にするという目標を掲げている。これを踏まえ、静岡県では静岡県地震対策アクションプログラム2006を策定し、その中で住宅耐震化率を73%(2005年度末推計値)から10年間で90%にする目標を掲げている。しかし、世帯の世代交代や市街地の再開発などに伴い旧基準の木造住宅の更新がある程度の割合で進んでいるものの、耐震性の低い住宅の耐震補強や建て替えを狙った支援制度の活用数は目標を下回っている。

(2) 一方、既往研究においては、社会全体としてのあるべき制度論を提案したものや、各個人のニーズの充足や効用の最大化を目的とした分析に基づき、政策の効果や限界の把握を試みている研究は多数存在するが、そこで用いられている行動選択モデルでは、独立した個人の意思決定を再現したものであった。しかし、実社会における選択行動分析においては、人々は自分の利益は自分の行動だけでは決定できず、複数のプレイヤーが存在し、他者の意思決定・行動が行動選択に及ぼす影響についても分析する必要がある。

(3) また、住宅は個人の所有物であり、その耐震化をするしないの意思決定は個人がそれぞれ独自に判断するものであるが、近年では、住宅耐震化の対策についても、所謂「防災まちづくり」と同じように、地域コミュニティ全体として取り組む試みがなされ(例えば、京島地区の取組み)、そうした中で、地域で協調あるいは協力しながら個人の所有財産である住宅のリスク軽減行動の普及を図って行こうとしている。

2. 研究の目的

本研究では、本研究ではゲームの理論における「コーディネーション・ゲーム」を用いた効果的な住宅耐震化支援制度の提案とその有効性の検証を行う。

3. 研究の方法

(1) ゲームの理論における「コーディネーション・ゲーム」のモデルを用い、ゲームに参加するプレイヤー(この場合は耐震化を要する住宅所有者)が地域において同調した行動をとることにより利得を得ることができる、といった住宅耐震化の普及・促進に関し効果的な支援制度に関する複数の代替案を構築し提案した。

(2) コーディネーション・ゲームの構造を前提とし、当該代替案ごとの同調効果について、実際に東海地震の発生が想定されている静岡県をケーススタディの対象地域として、耐震化を要する住宅所有者に対する質問紙調査に基づき評価し、最も効果的な制度案を

選定した。

(3) 選定された制度案について、制度の適用対象者となる、耐震化を要する住宅所有者に対するグループ・インタビューに基づき、その有効性(耐震化行動促進効果等)を検証した。

(4) 同制度案について、制度の適用対象者となる、耐震化を要する住宅所有者に対する質問紙調査に基づき、その制度利用意向を把握した。

(5) 同制度案について、上記(3)、(4)の調査結果を踏まえ、その実施主体となる地方公共団体(静岡県及び県内市町)に対するヒアリング調査に基づき、当該制度の実現可能性についての検証を行った。

4. 研究成果

(1) ゲームの理論における「コーディネーション・ゲーム」の考え方に基づく概念モデルを用いた検討を基に、耐震補強を実施する、耐震補強を実施しない、という2つの選択肢の中から行動を選択する際に、地域の中で同調行動を取ることによって、耐震補強を実施した場合の利得が、耐震補強を実施しない、を選択した場合に比べ大きくなるようにルールを設定していくという方法により、住宅の耐震補強の普及・促進に関し効果的な支援制度の骨格を構築した。

さらに、当該制度を用い、耐震補強を実施する、という選択肢を選択するプレイヤーを増やすためには、「地域全体の安全性の向上が自分自身の安全性の向上にとって重要である」という住民の認識を高める」といった環境条件を整えることが重要であることが明らかとなった。

<制度モデル「団体割増制度(案)」>

- ・地域内で仲間を集め共同で耐震補強工事を実施する住民に対して、補助金を割増して支払う

(2) (1)において構築した「制度モデル」の詳細条件(団体割増補助金の金額、“団体”の要件としての共同実施世帯数の下限値、“仲間を集める”対象地域の範囲)を変化させた、複数の代替案を設定し、実際に東海地震の発生が想定されている静岡県をケーススタディの対象地域として、耐震化を要する住宅所有者に対する質問紙調査に基づき評価し、最も効果的な制度案を選定した。

質問紙調査の概要

静岡県三島市内の昭和56年5月31日以前の旧基準で建築した従来の工法の木造住宅一戸建てに居住している持家世帯を対象に調査を行った。

- ・調査時期：平成24年1月20日(金)~2月19日(日)の31日間
- ・配布・回収方法：郵送配布・郵送回収

・有効回収数・有効回収率：

1) わが家の専門家診断実施済みの世帯：360票（有効回収率 46.8%）

2) わが家の専門家診断未実施の世帯：333票（有効回収率 43.6%）

質問紙調査の結果

<新制度にメニュー（案）の各要因の効用>
 コンジョイント分析により、新制度のメニュー（案）の3要素である「割増金額」「最低件数」「対象地域の範囲」のうち、割増金額が、回答者の行動選択に最も強く影響を与えていることが分かった。

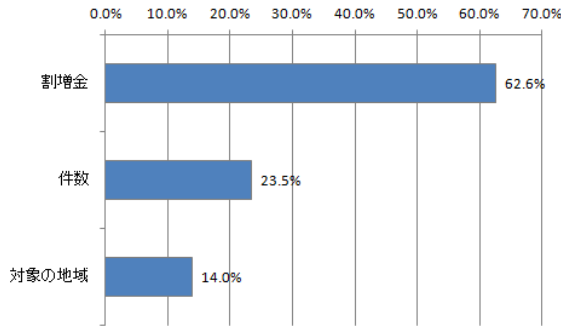


図1 要素間の重要度

<各要素の効用>

対象地域の範囲（町内会・連合町会・市内全域）、最低件数（2件、4件、6件）、割増金額（5万円、10万円、15万円）の各要素に設定した3つの値のうち、どの値がどれだけ行動選択に影響を与えたかを表す効用値を見ると、割増金額では最高額の15万円が1.49で、強いプラスの影響を与えており、2番目の10万円も僅かながらプラスの影響であった。対象地域の範囲では、エリアが最も小さい“町内会”が0.47のプラスの影響、最低件数では、値が最も小さい“2件以上”が0.56でプラスの影響を与えていた。

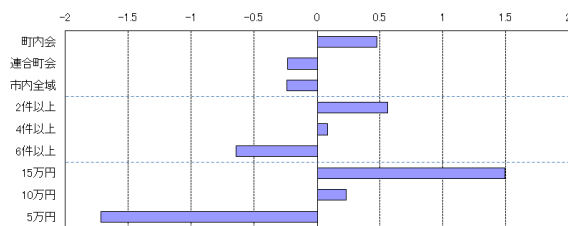


図2 要因間の効用値

(3) (2)で検討した制度案について、制度の適用対象者となる、耐震化を要する住宅所有者に対するグループ・インタビューに基づき、その有効性（耐震化行動促進効果等）を検証した。インタビューは、平成24年8月3日（金）に三島市役所において、三島市内の町会長及び自治会長5名を対象として実施した。インタビューの結果、自治会長や町会長からは、自治会や町会を単位として耐震補強促進に取り組むことへの重要性や意義には前向

きな理解が示され、地域で取り組む可能性があることが分かった。また、「まちでとりくむ耐震化支援事業(案)」を実現するための条件として、以下の3点が指摘された。

自治会・町会など地域リーダーが地域で耐震化に取り組むことの重要性を理解することが必要である

自治会・町会のリーダーや、耐震補強を実施しない地域住民に対して、地域で耐震化に取り組むことの重要性を理解してもらうため方策（プログラム）の整備が必要である

自治会・町会長が耐震補強工事の申請まで進めるのは非常に難しく、地域を支援する体制づくりが必要である

(4) 同制度案について、(2)に示した質問紙調査の中で、その制度利用意向について訊いた結果、現状の住宅耐震補強への補助制度の活用意向が「恐らく実施しない」「実施しない」と元々否定的な考えを持っている人は、団体割増制度の捉え方も否定的であり、耐震補強実施の行動選択へのプラスの効果は期待できない。一方で、現状制度の利用意向が「どちらともいえない」「恐らく実施する」「実施する」といった肯定でも否定でもない中間層と制度利用に肯定的な層においては、ある程度の評価を得ており、「どちらともいえない」という中間層の約23%が同制度案を肯定的に捉えており、当該制度による耐震補強実施の行動選択へのプラスの効果が期待できることが分かった。

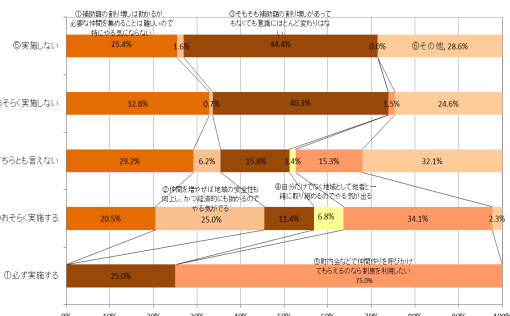


図3 現状制度の利用意向別の「団体割増制度(案)」の捉え方（クロス集計結果）

(5) 住宅耐震化に関する行動選択の意思決定において、現状ではどの評価項目の重みがどのような構成になっていて、今後、提案した同制度を活用し、住宅耐震化の行動選択を促進していくためには、地域住民への啓発活動等を通じ、意識をどう変化させ当該重みをどう変化させていくことが効果的かについて、静岡県三島市での質問紙調査に基づき分析を行った。

質問紙調査の概要

平成25年10月2日（水）～10月31日（木）に、静岡県三島市内の昭和56年5月31日以前の旧耐震基準で建築した木造住宅一戸建てに居住している持家世帯800世帯を対象とし、郵送配布・郵送回収の方法で質問紙調査

を行った。回収率は36%であった。本調査は、階層化意思決定法を用いて、住民が木造住宅の耐震化に関する意思決定する際に、評価項目ごとに選択肢をどう評価し、各評価項目をどの程度重視し、結果としてどの選択肢を選択するか、という意思決定の構造を定量的に把握することを目的として実施した。住宅耐震化に関する意思決定の分析のための階層化構造を図4に示した。

分析結果

評価項目ごとの代替案の評価値、評価項目の重要度の推計、評価項目の重要度(重み)を変化させた時の代替案の評価結果の変化を見る感度分析を行った。

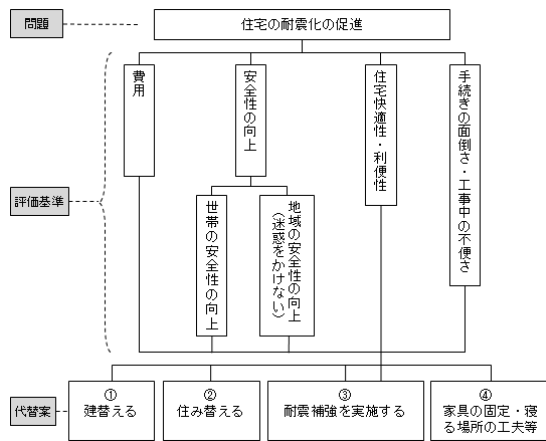


図4 階層分解法による調査のための階層化構造

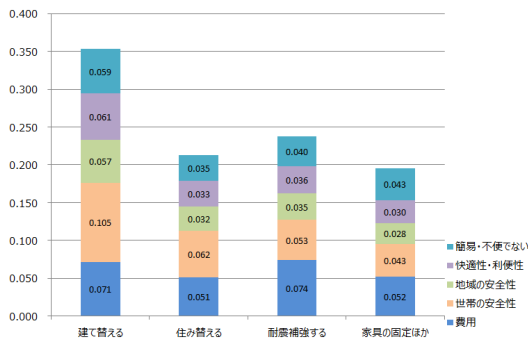


図5 評価項目ごとの代替案の評価値

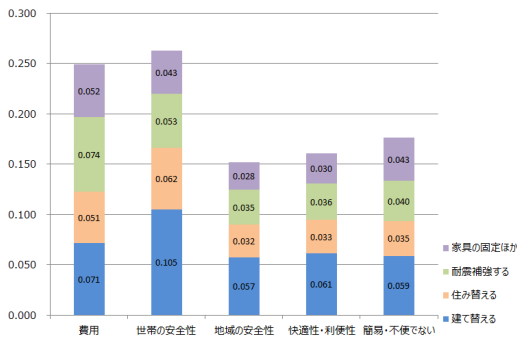


図6 各評価項目の重要度

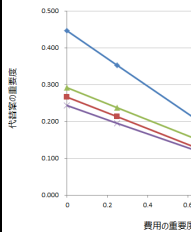
表1 代替案の評価値

評価基準	費用	世帯の安全性	地域の安全性	快適性・利便性	簡易・不便でない	評価値
建て替え	0.071	0.105	0.057	0.061	0.059	0.353
住み替え	0.051	0.062	0.032	0.033	0.035	0.213
耐震補強	0.074	0.053	0.035	0.036	0.040	0.238
家具の固定ほか	0.052	0.043	0.028	0.030	0.043	0.196

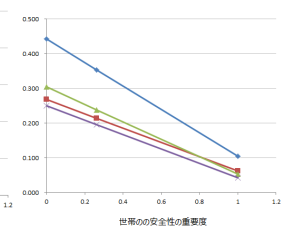
評価項目自体の重要度は「世帯の安全性」が最も高く重要とされており、次いで「費用」となっている。

「耐震補強」の評価が高いのは「費用」という指標であり、「費用」という評価項目での評価は、0.074と「建て替え」の0.071より高く代替案の中で最も高い。また、「家具の固定」は、絶対的な費用は安い、「安全性」「利便性」等の評価も低く、「コスト

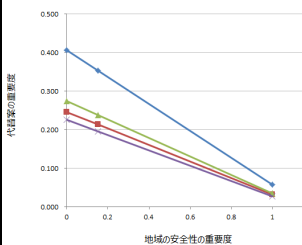
1. 費用における感度分析



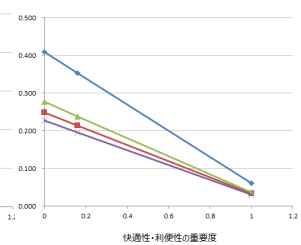
2. 世帯の安全性における感度分析



3. 地域の安全性における感度分析



4. 快適性・利便性における感度分析



5. 簡易・不便でないことにおける感度分析

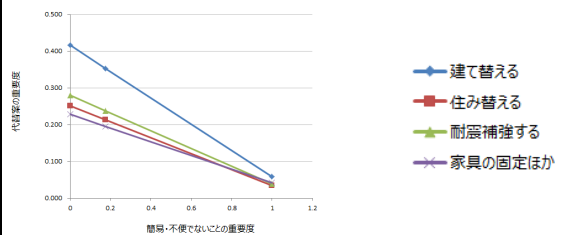


図7 評価基準の感度分析

パフォーマンスが良い」とは評価されていないことが分かる。このことから、代替案を選択する際の住民意識としては、「費用が最もかからない」とうよりは「コストパフォーマンスが最もよい」ものを選ぶと言う意味であると考えられる。

「耐震補強」は、「安全性」という重要な評価項目における評価は「建て替え」「住み替え」よりも低かった。特に建築年代が古い世帯などにおいては耐震補強の効果に心配があるのではないかと考えられる。「地域の安全性」の重要度については、比較した他の評価項目の中では最も低く重要視されていないことが分かる。一方、「地域の安全性」という評価項目においても

「建て替え」の評価が最も高い。これは「耐震補強」という選択肢自体の安全性向上に対する評価が決して高くないことが影響していると思われる。

感度分析では「費用」の重要度を極限まで高めて行くと、「建て替え」と「耐震補強」が逆転し、耐震補強という選択肢の評価が高まる結果となっている。これは費用面で大きな制約条件を抱えている世帯での意思決定の構造を表していると考えられる。

「耐震補強」と言う選択肢に着目すると、「費用」と言う評価項目では4つの選択肢の中での評価は1番であり、「地域の安全性」や「快適性・利便性」では「建て替え」に次いで2番目、「世帯の安全性」では「建て替え」「住み替え」に次いで3番目、「簡易・不便でない」と言う評価軸では「建て替え」「家具の固定等」に次いで3番目と評価が低い。このことから、「耐震補強」は、地域の安全性にはある程度貢献でき、快適性・利便性もある程度保たれるはするが、実は世帯の安全性についての評価やや低くまた簡易でない・不便と評価している。上記を踏まえると、評価基準の2番目に高い「費用」面では「耐震補強」を選択したいが、「世帯の安全性」を確保することが最も重要であると考えているにもかかわらず、「耐震補強への効果に対して心配」が依然としてあることで実施に至っていないのではないかと考えられる。

(6) 同制度案について、その実施主体となる地方公共団体（静岡県及び三島市）に対するヒアリング調査に基づき、当該制度の実現可能性についての検討を行った結果、同制度の効果については、ある程度の理解が得られたものの、公平性の確保、制度運用の煩雑さ、補助金増額の原資の確保といった面で解決すべき課題が残っており、それらの課題の克服が前提となることが指摘された。

5．主な発表論文等

〔学会発表〕(計2件)

池田浩敬、竹本加良子、木造住宅の耐震補強促進のための地域で取り組む新制度に関する提案、地域安全学会、2012年11月3日、静岡

池田浩敬、竹本加良子、階層化意思決定法による住宅耐震化に関する意思決定の要因分析、地域安全学会、2014年5月16日、神戸

6．研究組織

(1)研究代表者

池田 浩敬 (IKEDA, Hirotaka)

常葉大学・環境学部・教授

研究者番号：80340131

(2)研究協力者

竹本 加良子 (TAKEMOTO, Kayoko)

株式会社サイエンスクラフト