

居住者の選択を通じた耐震改修促進事業と 地震保険の相互依存関係を考慮した リスク減少効果の推計

濱中 貴士¹・塚原 健一²・秋山 祐樹³

¹学生会員 九州大学大学院学生 工学府 都市環境システム工学専攻
(〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウェスト 2 号館 1005)
E-mail:hmnk@doc.kyushu-u.ac.jp

²正会員 九州大学大学院教授 工学研究院 附属アジア防災研究センター
(〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウェスト 2 号館 1005)
E-mail:tsukahara@doc.kyushu-u.ac.jp

³正会員 東京大学助教 空間情報科学研究センター
(〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5 東京大学柏キャンパス総合研究棟 4 階 404 号室)
E-mail:aki@iis.u-tokyo.ac.jp

我が国における地震被害リスクへの対応策のうち、本研究では居住者の選択により利用可能な耐震改修促進事業と地震保険制度に着目する。これらにおいて、耐震改修促進事業と地震保険それぞれの制度変更による相互のリスク減少効果を推計した既存研究は見当たらない。これより本研究では、以下のシナリオのリスク減少効果を推計し、地域ごとに政策の効果が最大となる防災政策シナリオを示すことを目的とする。上記2事業において建物構造分布と保険料率が変動するため、現時点、建物の建て替えによる更新実施後、耐震改修促進事業実施後の3パターン、現時点、小地域ごとの傾斜配分実施後の2パターンの保険料率を掛け合わせた6シナリオを設定し、各シナリオ間のリスク減少効果の差異から最適シナリオを推定する。

Key Words : *building retrofitting promotion project, earthquake insurance, choice of the resident, interdependence relationship, building point data*

1. はじめに

(1) 背景と目的

我が国では、頻発する地震災害への対応に迫られる歴史の中で、ハード対策からソフト対策まで多様なリスクマネジメントの手法が採用されている。この地震リスクマネジメント手法は4つあり、リスクの無い土地への住宅建設といったリスク拒否、耐震改修促進事業に代表される被害軽減、地震保険などの第三者へのリスク移転、リスクを受け入れる受容から選択される¹⁾。本研究ではこのうち、居住者の意思で選択される、被害軽減手法である耐震改修促進事業とリスク移転手法である地震保険への加入促進に注目する。

ハード対策の一つである耐震改修促進事業は、建築物の耐震改修の促進に関する法律により実施されており、

同法は旧耐震建築物に大きな被害があった1995年の阪神淡路大震災を機に制定された。平成31年1月に改正された同法では、住宅と多数の者が利用する建築物の耐震化率を平成32年には少なくとも95%にするとし、地方自治体による耐震改修促進計画の作成や全ての既存耐震不適格建築物への指導、助言を行う旨や、病院、店舗、旅館等の不特定多数の者が利用する建築物等に耐震診断を義務付けるなど、全国の旧耐震建物について耐震改修の促進を図っている²⁾。

ソフト対策の一つである地震保険制度は、発生した金銭的被害への救済措置であり、被災者の生活安定に寄与する役割を担っている。例えば、支払保険金の用途が自由な点を生かし、被災後の住宅再建費用や引越、教育費への補填など、被災者の生活再建に広く活用できる点などが挙げられる³⁾。しかし契約者が実際に支払う地震保険料

は都道府県単位で区分され、同じ都道府県内であればリスクの大小にかかわらず支払う保険料は同一となる状況が生まれている。

これらの政策に関して二つの課題がある。一つ目は、耐震改修促進事業に関して、被害軽減効果は東海、東南海地震など限られた条件下のみでしか推計されていない点である。全国の既存不適格建築物を対象とした防災政策でありながら、被害軽減効果の推計が示された地域は少ない。これにより想定される地震リスクの違いや地域ごとの建築物の分布など、都市の個別条件による効果の差異をとらえられていないといえる。また最も築年数の少ない旧耐震建物でも築28年を経過しており、時間の経過とともに建物の建て替えが進むことを考慮した実施効果を検証しなければならない。二つ目に、居住者の意思で選択される耐震改修促進事業と地震保険への加入に関して、政策選択による相乗効果や相殺効果、住宅再建費用等も考慮した社会的費用の差が明らかにされていない点である。今後、前述の耐震改修促進事業が完了した場合や、議論が重ねられている地震保険料率の傾斜配分が実施された場合など、各政策の制度変更や状況変化による影響も踏まえ、各居住者にとって最適な政策選択時期や政策の組み合わせを示すことは喫緊の課題といえる。

これより本研究では、表1に示すシナリオのリスク減少効果を推計し、地域ごとに政策の効果が最大となる防災政策シナリオを推定することを目的とする。

上記2事業において建物構造分布と保険料率の変動するため、現時点、建物の建て替えによる更新実施後、耐震改修促進事業実施後の3パターンの建物構造分布と、現時点、小地域ごとの傾斜配分実施後の2パターンの保険料率を掛け合わせた6シナリオを設定し、各シナリオ間のリスク減少効果の差異から最適シナリオを推定する。

(2) 先行研究の整理

a) 耐震改修促進事業に関する研究

国土交通省⁴⁾では事業実施による被害軽減効果を公表しており、東海地震の被害軽減として死者数が6700人から3200人に、経済被害が11.6兆円減少、同じく東南海・南海地震では死者数が6600人から2900人に、経済被害が18.8兆円減少すると試算された。しかし同様に事業効果を測定した研究、事例は少ない。他方、事業促進に関する研究は盛んになされている。鍵屋⁵⁾は、耐震補強推進政策の現状を整理し、耐震化の阻害要因として情報不足や低所得者層への支援、そして市民が自ら自助努力に努めることのできる環境整備が重要であるとした。川端⁶⁾は耐震改修を大きく進めている高知県の改修促進の特徴を分析し、補助制度の見直しや耐震改修業者の技術向上と既存不適格建築物の所有者への働きかけが相乗的に作用したことを示した。

表1 設定したシナリオ一覧

	現在の地震保険料率設定	小地域ごとにリスクを考慮した地震保険料率設定
現在の建物分布	シナリオ1(比較グループ) (現在分布・現在料率)	シナリオ2 (現在分布・小地域料率)
建物の建て替えによるリスク軽減	シナリオ3 (建て替え・現在料率)	シナリオ4 (建て替え・小地域料率)
耐震改修促進事業によるリスク軽減	シナリオ5 (改修促進・現在料率)	シナリオ6 (改修促進・小地域料率)

b) 地震保険に関する研究

既存論文や既出の議論では保険料率の傾斜配分に関する言及がある。平山⁷⁾は、リスクマネジメント手法のうち人口誘導に着目し、岩手県での推計では理想的な人口誘導により約99.68%の被害を軽減でき、人口誘導により料金区分を細分化しても保険料の支払い量が約6分の1に抑えられ、地震保険の不公平を解消することができることを示した。目黒⁸⁾は、地震保険制度の変更が既存不適格建築物の耐震補強を促進する効果があるかを検証し、地震保険の地震による出火延焼のみの保証に限定すれば耐震補強促進効果があることを示した。

c) 地震保険制度、耐震改修促進事業の制度変更に関する研究

小檜山⁹⁾は、耐震診断を地震対策の第一歩と捉え、その制度の整備状況を整理するとともに、この制度を出発点として耐震改修や地震保険加入に至るまでに、制度間の連携不足による心理的阻害が発生していることを示した。紅谷¹⁰⁾は従来推計以上に耐震性の低い住宅があることを示したうえで、耐震改修補助制度の対象範囲が限定されていることや補助的政策のみでは耐震改修が進まないことを利得行列モデルで示した。また、税の重課措置も耐震改修促進効果があることを示した。

d) 位置づけ

以上で示したように、耐震改修促進事業や地震保険制度そのものの改善を目指す研究や、各制度の関係性から耐震改修促進事業の制度合理化を提案する研究は多く存在する。そこで本研究は、実際の市区町村を対象とした推計を基に、耐震改修促進事業と地震保険制度の組み合わせを検討する点に新規性があるといえる。

また、建物単位でその属性情報を含む建物ポイントデータを用いて推計を行う点も本研究の特色として挙げられる。建物ポイントデータとは秋山¹¹⁾により整備された空間情報データであり、建物単位で居住人数、木造・非木造などの建物構造、建築年代等の基礎情報を含んでいる。秋山らは、メッシュ単位や市区町村単位で集計された各種統計データ(国勢調査・住宅土地統計等)の統計値を建物データに確率的に最適配分することで、全国約6,000万棟の建物毎の耐火性能、構造、築年代、居住者情報を推定し空間情報データを整備した。これによ

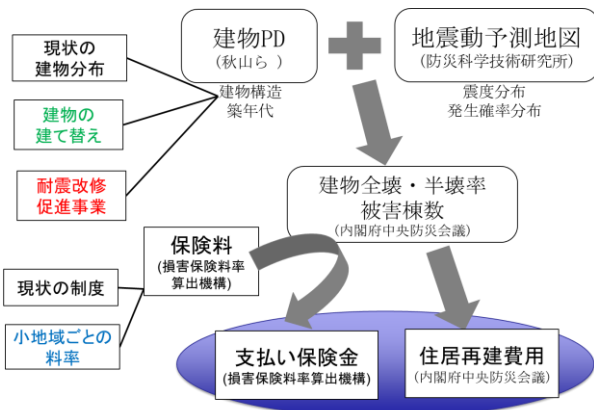


図1 研究の推計フロー

り、行政が公開している従来の町丁目や地域メッシュ単位での地震被害想定では行えなかった、建物単位での被害状況の把握と任意の集計単位での集計をすることができる。つまり、建物ポイントデータを用いることで大規模地震発生時の地域の被害状況の詳細把握が可能となる。本研究では地震被害を建物単位で推計を行い、市区町村や県単位で集計し地域間の特性を比較するために建物ポイントデータを使用した。

2. リスク減少効果の推計方法

(1) リスク減少効果の推計の流れ

研究の流れを図1に示す。前述の建物ポイントデータと防災科学技術研究所の公表する確率論的地震動予測地図¹²⁾から、内閣府首都直下地震対策検討ワーキンググループの公表する建物全壊率・半壊率曲線¹³⁾を被害率曲線として建物被害を算出し、建物被害に応じた支払い保険金と住居再建費用を推計した。また熊本県熊本市を推計の対象地とした。これは、後述する地震保険料率区分における等区分として熊本県は1等地に指定されているものの、予測震度分布図において最高クラスである震度7が予測されている区域があり、地域内の震度格差が発生している都市であることを踏まえて選出した。

また、本研究では防災科学技術研究所の公表する確率論的地震動予測地図を予測震度分布図に採用した。この予測地図は、日本全国の地震活動をモデル化しそれぞれの地震発生確率を考慮した強振動評価の結果を足し合わせて作成されている¹²⁾。損害保険料率算出機構がこの予測地図を保険料率の算定に使用しており、震度分布に基づく地震保険料率の傾斜配分を考えるうえで重要である。また本論文では30年に3%の確率で発生する震度予測の最大ケースを採用している。予測地図には平均ケースと最大ケースの2パターンがあるが、被害想定は想定

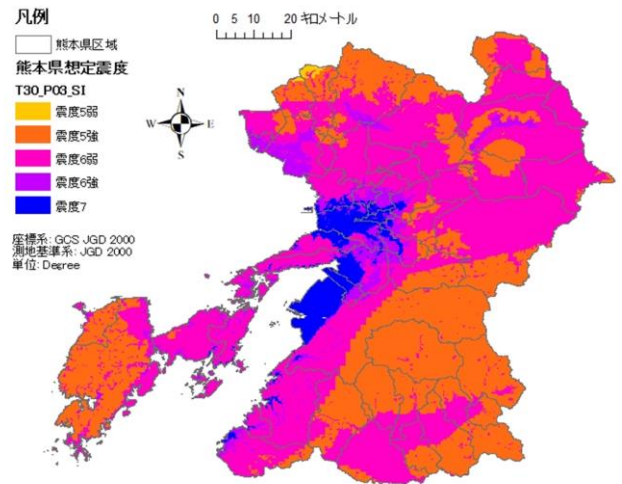


図2 防災科研 確率論的地震動予測地図
2019年度 熊本県 震度分布最大ケース

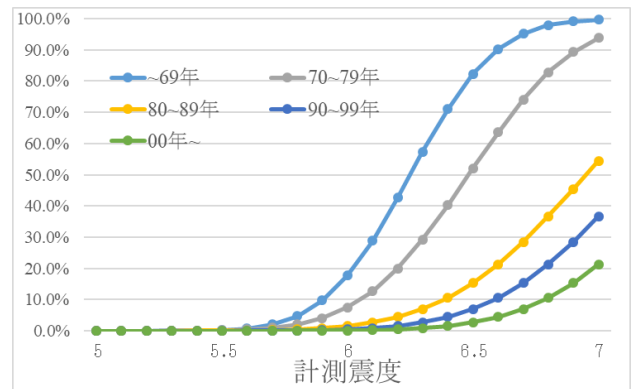


図3 木造建物の全壊率曲線

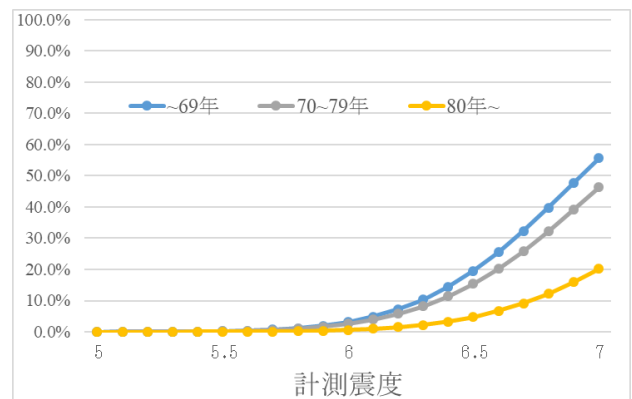


図4 非木造建物の全壊率曲線

される条件のなかで最悪のケースを考慮に入れなければならないことから、今回は最大ケース(図2)を選択した。

被害率曲線である建物全壊率・半壊率曲線(図3,4)とは、長尾・山崎(2011)¹⁴⁾で指摘されているように建物の築年により被害に違いがみられることや耐震改修による効果を考慮し、構造別、建築年次別(木造6区分/非木造3区分)で分類・作成されている。本研究では建物ポイントデータで区分された年代ごとに全壊率・全半壊率曲線を作成

し、建物ごとの被害率を計算した。曲線の特徴として、築年の違いで大きな被害率の差があり、近年観測されている地震による被害において新耐震基準に適合した建物に比較的被害が少ないという分析結果を反映している点が挙げられる。

(2) リスク減少効果の金額比較手法

以上より建物全壊・半壊率を導出したのち、建物の全壊・半壊棟数や被害床面積を求める。本研究において地震による被害は金額で比較するため、耐震改修促進事業や建物の建て替えにより発生する費用、住居再建費用、一年あたりの地震保険料、支払われる地震保険金の四点の金額を導出し、この金額の差し引きでリスク減少効果を比較する。

住居再建費用とは、全壊・半壊建物を再建するために発生する費用であり、内閣府中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループの地震による経済的被害想定¹⁹⁾では、被害を受けた施設及び資産について、現在価値ではなく復旧・再建に要する費用の総額を、それらの施設及び資産の被害額と捉えていることを踏まえて、本研究でも同様に再建費用を算出した。算出の際、2018年度建築統計年報における都道府県別新規住宅1棟当たり工事必要単価¹⁶⁾と目黒ら¹⁷⁾の手法を参考とした。ここで、全壊建物には建築単価、半壊建物には補修費用を充てて計算する。今回の推計では熊本市を対象とするため、1m²当たりの建築単価を木造住宅が16.74万円、非木造住宅が20.33万円とし、1m²当たりの補修費用を木造住宅が5万円、非木造住宅が10万円とした。

耐震改修促進事業費は目黒らの手法を参考に、1m²当たりの単価を木造住宅が1.5万円、非木造住宅が4万円と設定した。

建物の建て替え費用は、先ほどの建築単価を同様に利用した。今回は、建物ポイントデータに含まれる建物築年代が10年刻みであるため、建物の耐用年数を40年と考え、建て替えが10年毎に発生すると仮定する。

本研究における地震保険料の等区分は、損害保険料率算出機構が2019年1月に設定したものを使用する。この等区分は地震発生リスクを基に1等地、2等地、3等地の三つに分類され、都道府県ごとに設定されている。また建物の構造を耐火性のある建物かそれ以外の建物かで分類し、それぞれの構造に対応する料率も設定されている。また、地震保険料の傾斜配分は表2のように予測震度分布図の計測震度と2019年1月時点の等区分、建物構造を対応させて設定した。

支払い保険金は地震保険の平均契約金額である1000万円円で各世帯が契約していると仮定し、全壊建物には満額の1000万円を、半壊建物には半額の500万円を支出すると考える。

表2 計測震度SIと建物構造の区分設定による
保険金額1000円当たりの保険料率(円)

	SI<5.0	5.0≤SI<6.0	6.0≤SI
イ構造(円)	0.71	1.07	2.50
ロ構造(円)	1.16	1.97	3.89

表3 建物構造の変化による全壊・半壊棟数の推計結果

	現状全壊棟数	現状半壊棟数
熊本市	26,459	43,306
熊本県	85,094	134,856
	建替後全壊棟数	建替後半壊棟数
熊本市	4,347	14,490
熊本県	13,491	42,517
	事業後全壊棟数	事業後半壊棟数
熊本市	2,459	10,089
熊本県	7,329	29,347

以上より、シナリオ*i*の地震発生によるリスク金額*y_i*について、

$$y_i = a + b + ct + d \quad (1)$$

(ここで、*a*：耐震改修促進事業や建物建て替えにより発生する事業費、*b*：住居再建費用、*c*：一年あたりの地震保険料、*t*：保険料を支払う年数、*d*：支払われる地震保険金を示す。)の式(1)を用いて、シナリオ間のリスクを比較する。また、現状の建物分布、地震保険制度のシナリオ1を比較グループとし、対象グループがリスク減少効果を持っているかどうか判定する。

3. リスク減少効果の推計結果

(1) 熊本市における建物被害棟数の推計

熊本市を対象とした、現状の建物分布下、建物建て替え実施後、耐震改修促進事業後の全壊・半壊棟数の推計結果を表3に示す。熊本市には全278618棟の建物があるが、現状の建物分布では全壊建物が26,459棟、半壊建物が43,306棟であるのに対し、建て替え後は全壊建物が84%減の4,347棟、半壊建物が67%減の14,490棟と、建て替えにより建物被害棟数は減少する。また、耐震改修促進事業実施後は全壊建物が90%減の2,459棟、半壊建物が77%減の10,089棟とより大きな減少となった。

表4 建物構造の変化による全壊・半壊棟数の推計結果

	現在の地震保険料率設定	小地域ごとに リスクを考慮した 地震保険料率設定
現在の建物分布	シナリオ1(比較グループ) $a : 0$ 億円 $b : -8,615$ 億円 $c : -26$ 億円/年 $d : +2,321$ 億円 $y_1 = (-6,294 - 26t)$ 億円	シナリオ2 $a : 0$ 億円 $b : -8,615$ 億円 $c : -89$ 億円/年 $d : +2,321$ 億円 $y_2 = (-6,294 - 89t)$ 億円
建物の建て替え によるリスク軽減 (旧耐震建物のみ)	シナリオ3 $a : -2$ 兆7,495億円 $b : -2,861$ 億円 $c : -26$ 億円/年 $d : +576$ 億円 $y_3 = (-29,780 - 26t)$ 億円	シナリオ4 $a : -2$ 兆7,495億円 $b : -2,861$ 億円 $c : -89$ 億円/年 $d : +576$ 億円 $y_4 = (-29,780 - 89t)$ 億円
耐震改修促進事業 によるリスク軽減	シナリオ5 $a : -7,159$ 億円 $b : -2,310$ 億円 $c : -26$ 億円/年 $d : +377$ 億円 $y_5 = (-9,092 - 26t)$ 億円	シナリオ6 $a : -7,159$ 億円 $b : -2,310$ 億円 $c : -89$ 億円/年 $d : +377$ 億円 $y_6 = (-9,092 - 89t)$ 億円

(2) 各シナリオのリスク減少効果の推計結果

表4にシナリオごとの推計値を示す。符号は住民から見た収入と支出を表しており、 y_i の負の値が大きければ大きいほど住民の負担が増加することを示している。ただし、耐震改修促進事業の a は改修工事に必要な金額を示しており、政府や地方自治体の補助金は考慮されていない。

シナリオ1とシナリオ5を比較する。計算に用いた四変数のうちシナリオ5の a, d はシナリオ1に比べて減少しているが、 b は負の値が減少している。つまり、シナリオ1と比較してシナリオ5の住居再建費用による負担を減らす効果があることを示している。また、シナリオ1はリスクを $(-6,294 - 26t)$ 億円と表せたが、これを t の関数とみなすと、傾きが -26 、切片が $-6,294$ の一次関数といえる。同様にシナリオ5のリスクも傾きが -26 、切片が $-9,092$ の一次関数といえる。単純に y_1 と y_5 を比較した場合、切片の差である $(-9,092) - (-6,294) = -2,798$ 億円分のリスク差が生じている。しかし、上述の通りシナリオ5,6の a には政府や地方自治体の補助金が考慮されていないため、このリスク差分を補助金で賄うことができれば、シナリオ5の方がリスク軽減をできるといえる。

また、各シナリオの c と d の値に着目する。この c と d は保険料と保険金の収入支出関係を示しており、

$$ct + d = 0 \quad (2)$$

を t について解くことで、何年間保険料を徴収すれば保険金支払い分を確保できるのか明らかにできる。

ここで地震保険料率の設定手法に着目すると、小地域

ごとの震度想定に応じた料率を設定しているシナリオ2,4,6の方が c の絶対値が大きいため、各シナリオの左隣よりも早く保険料を徴収することができる。また、シナリオ5,6の d の値は他のシナリオと比較して小さく、保険金支出が少ないことから、より短期間で保険金をプールでき、複数回の支出にも対応できることが分かる。

以上から、地震保険の収入支出関係が最も持続できる組み合わせはシナリオ6であり、住居再建費用が最も抑えられるのはシナリオ5,6である。しかし今回の熊本市におけるリスクを最小化するシナリオは y_i の値からシナリオ1といえる。ただ、2,798億円規模の耐震改修促進事業が推進できる状況であれば、シナリオ5も最適シナリオの選択肢として挙げられる。

4. おわりに

本研究では、地震被害リスクへの対応策として挙げられる耐震改修促進事業と地震保険制度の組み合わせによって生まれるシナリオに着目し、それぞれのリスク金額の比較から、対象地域への最適シナリオの推定を行った。その結果、対象とした熊本市では現状の建物構造と現状の地震保険制度の組み合わせであるシナリオ1が最もリスクが低いことが明らかになった。

今後の課題として、次のものが挙げられる。

- ・ 本研究の推計では地代や地価を考慮できていない。地震保険の制度変更による地代や地価の変動が十分起こりえることを考えると、今後の研究において地代や地価を考慮することは必須である。

- 地震保険等地差のある都道府県間の比較を行えていない。本研究では同一県内で発生する想定震度差と築年代の差によるリスク減少効果のみを推計しているため、今後は保険等地差を示せる、つまり1等地,2等地,3等地それぞれに指定されている都道府県間の比較を行う必要がある。

謝辞：本研究は東大CSIS共同研究No.784の成果の一部である。また、損害保険料算出機構、内閣府政策統括官の各担当者の方々から有益な助言を頂戴しました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 永松伸吾：住宅の地震リスクマネジメント：制度設計に関する一考察,都市住宅学,2005 巻 50 号 p. 9-13 2005
- 国土交通省：建築物の耐震改修の促進に関する法律等の改正概要
https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_fr_000054.html,
- 産経新聞：2019.3.4.
- 国土交通省：改正耐震改修促進法
www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/07/070125_4/01.pdf, 2006.1.26.
- 鍵屋一：木造住宅の耐震補強推進政策に関する基本的考察,地域安全学会論文集.(6), 2004-11-00
- 川端寛文, 井戸田秀樹, 花井勉：高知県における既存不適格木造住宅の耐震改修促進に関する調査, 日本建築学会技術報告集 25 巻 59 号, p. 135-140, 2019
- 平山研都, 郷右近英臣, 目黒公郎：人口誘導による被害抑止効果と地震保険の変更可能性に関する定量的検証, 生産研究 68 巻 4 号, p. 321-325, 2016
- 目黒公郎, 吉村美保, 國吉隆博：既存不適格建物の耐震補強を促進させるための新しい地震保険制度の検討, 生産研究 57 巻 4 号, p. 357-360, 2005
- 小檜山雅之, 石原祐紀, 山崎文雄：住宅耐震性能評価に関わる制度の整備状況と地震リスク低減行動を促す制度の合理化, 地域安全学会論文集, 2003 年 5 巻, p. 113-122
- 紅谷昇平：老朽住宅の耐震改修促進に向けた補助的施策の実態と懲罰的施策導入の提案－借家対策と税の重課措置の可能性について－, 地域安全学会論文集 No.10, 2008.11
- 秋山祐樹, 仙石裕明, 柴崎亮介：大規模地震時における国土スケールの災害リスク・地域災害対応力評価のためのミクロな空間データの基盤整備, 第 47 回土木計画学研究発表会・講演集, 2013.
- 防災科学技術研究所 地震ハザードステーション：確率論的地震動予測地図 2019 年度版地震活動モデル,
<http://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>
- 内閣府中央防災会議 首都直下地震対策検討ワーキンググループ：首都直下地震の被害想定と対策について(最終報告)～人的・物的被害(定量的な被害)～,
www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/, 2013.12.
- 長尾拓真, 山崎文雄：2007 年新潟県中越沖地震における柏崎市建物被害の空間分析, 地理情報システム学会 第 21 回学術研究発表大会(2012 年)講演論文集,
<https://www.gisa-japan.org/conferences/proceedings/2012/papers/C-2-1.pdf>.
- 内閣府中央防災会議 首都直下地震対策検討ワーキンググループ：首都直下地震の被害想定項目及び手法の概要, p4, 2013.12
- 国土交通省：建築・住宅関係統計,
http://www.mlit.go.jp/statistics/details/jutaku_list.html
- 目黒公郎, 高橋健：既存不適格建物の耐震補強推進策に関する基礎研究, 地域安全学会論文集 2011 年 3 巻, p. 81-86

(?)

ESTIMATION OF THE RISK REDUCTION EFFECT TAKING INTO CONSIDERATION THE INTERDEPENDENCE RELATIONSHIP BETWEEN THE BUILDING RETROFITTING PROMOTION PROJECT AND THE EARTHQUAKE INSURANCE THROUGH THE CHOICE OF THE RESIDENT

Takashi HAMANAKA, Kenichi TSUKAHARA and Yuki AKIYAMA