

# 大規模災害時における世帯の経済力を考慮した 住宅単位の経済的被害評価手法の開発

古谷 貴史<sup>1</sup>・秋山 祐樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 東京都市大学大学院 総合理工学研究科 (〒158-0087 東京都世田谷区玉堤一丁目 28-1)

E-mail: g2081624@tcu.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東京都市大学建築都市デザイン学部 都市工学科 (〒158-0087 東京都世田谷区玉堤一丁目 28-1)

E-mail: akiyamay@tcu.ac.jp

これまでの大規模災害時における住宅の経済的被害評価の事例の多くはマクロスケールでの評価が多く、住宅の経済的被害をミクロかつ広域に亘り評価する手法はまだ殆ど確立されていない。また、災害復旧における経済的負担は、年収や貯蓄高等の世帯の経済状況によって地域格差が生じることも知られている。そこで本研究では、大規模災害時における住宅単位の損害額および世帯ごとの貯蓄高等を推計することで、世帯の経済力を考慮した被害評価手法を開発した。首都直下型地震を対象に同手法を用いて被害評価を実施した結果、貯蓄高に対する損害額の負担度は関東地方の多くの地域において 0.2~0.6 となり、また震源地からやや離れた関東地方の郊外において負担度が大きくなることが明らかとなった。さらに、居住誘導区域や都市機能誘導区域においても負担度が他の地域よりも大きくなる場合があることが明らかとなった。

**Key Words:** large-scale disaster, economic damage, loss, saving, per residential building, XGBoost

## 1. はじめに

わが国では、自然災害の発生頻度が高いため、地震水害等の物理的な被害評価手法の高度化が図られてきた。一方、災害リスク評価を実施する際、物理的な被害評価のみならず、経済的な被害も同様に重要となる。例えば今後予想される首都直下型地震の被害想定では、直接被害額は 47.4 兆円に上ると試算されている<sup>1)</sup>。その中でも住宅用途の建物の被害額は 23.8 兆円と直接被害額の 50% 以上を占めている。このように、住宅は自然災害の経済的被害全体に占める割合が大きいため、住宅の経済的被害を広域かつ詳細に評価し、防災および減災の取り組みへ反映できる環境を整備することが重要である。

自然災害における経済的被害の既往研究に着目すると、稲積ほかは、構造物の地震リスクポテンシャルの評価のため、被害額を考慮した地震リスクカーブを作成し、都市部と地方の地震被害のリスクを評価し比較している<sup>2)</sup>。また、坂場ほかは、立川断層帯の地震を対象として、住宅復旧費用および各種財政支援金を推計し比較することで、発災時に不足する復旧費用を定量的に示している<sup>3)</sup>。しかし、住宅の経済的被害評価に関連する既往研究の多くは、いくつか課題が挙げられる。具体的には、損害額

の推計に必要な建物の構造および築年代等を推定精度が不十分であることや、地震リスクの評価が都道府県単位などマクロな単位でなされていること、そして評価手法を適用できる地域が一部地域のみである等が挙げられる。また、上述の内閣府による首都直下型地震の直接被害額の推計方法も同様に、マクロスケールでの推計にとどまっている。そのため、住宅における被害額を広域かつ空間的に高い精度で推計した事例は殆ど見られない状況である。さらに Nakashima et al. は、災害復旧における各世帯の経済的負担は建物の損害額だけでは計れなく、年収や貯蓄等の世帯の経済的な要素によって格差が生じることを指摘している<sup>4)</sup>。

そこで本研究では、大規模災害時の住宅単位の損害額および世帯ごとの貯蓄高を推計することで、世帯の経済力を考慮した住宅単位の経済的被害評価手法の開発を目的とする。この開発手法は、ほぼ日本全国にて適用できるため、広域を対象に詳細な被害評価を可能にする。

本稿の構成は以下の通りである。2 章にて、開発手法の全体像を示す。3 章にて、住宅単位の損害額の推計およびその結果を示す。4 章にて町丁字単位で世帯の貯蓄高を推計しその結果を示す。5 章にて、世帯の貯蓄高および損害額に基づき、世帯の経済力を考慮した被害評価

を実施しその結果を示す。最後に 6 章にて、結論と今後の課題をまとめる。

## 2. 開発手法の全体像

本研究では、首都直下型地震を想定し、住宅の中でも戸建て住宅を対象に、経済的被害評価を実施する。開発手法の概略図を図-1 に示す。まず損害額の推計に必要な情報を推定する。具体的には、建物 1 棟 1 棟の構造を XGBoost による機械学習を用いて推定し、さらに既存の統計情報を組み合わせることで、建物ごとの築年代を推定する。次に、推定した建物構造および築年代に基づき住宅単位の損害額を推計する。さらに、既存の統計情報を組み合わせ、町丁字単位で世帯の貯蓄現在高を推計する。最後に、町丁字ごとに 1 世帯当たりの貯蓄に対する損害額の比を算出することで、経済的な負担の地域格差を定量的に明らかにする。

## 3. 住宅単位の損害額の推計

本研究では、デジタル住宅地図 (Zmap TOWN II : 2016 年) をポイントデータに変換した建物データに対して、損害額推計に必要な情報を推定し付与した結果に基づき、住宅 1 棟 1 棟の損害額を推計する。

### (1) 構造推定に用いる情報の付与

建物の構造 (木造および非木造) を機械学習により推定するために、推定に必要な特徴量を町丁字単位で推定し、建物 1 棟 1 棟に付与する。特徴量を表-1 に示す。

まず、年齢階級別人口割合は、国勢調査 (2015 年) の

小地域集計に基づき、町丁字ごとに年少人口、生産年齢人口、老年人口の 3 区分で人口割合を算出し、建物データに対してそれぞれ付与した。居住期間別の世帯割合についても同様の方法で、6 区分の割合を算出し、建物に付与した。

また、世帯年収階級別世帯割合は、住宅・土地統計調査 (2018 年) にて市区町村単位で集計されている世帯年収階級別世帯数と、国勢調査 (2015 年) の小地域集計を組み合わせることで、町丁字単位で年収階級別の世帯割合を推計した。次に、推計結果から年収階級別の世帯割合へ変換し、建物へ付与した。さらに、建物階級別構造割合についても同様に、住宅・土地統計調査 (2018 年) の建物階級別構造別の建物数と国勢調査 (2015 年) の小地域集計を元に町丁字単位で推計し、建物へ付与した。

最後に、国土数値情報にて公開されている用途地域ポリゴンと建物データを空間結合することで、用途地域の情報を付与した。

これらの特徴量は、日本全国のほぼ全ての地域を網羅しているため、様々な地域の建物構造の推定に活用することができる。

表-1 構造推定に用いた特徴量

付与した特徴量	元となるデータ	備考
年齢階級別人口割合 (3 区分)	国勢調査(2015 年)	町丁字単位で割合を算出
居住期間別世帯割合 (6 区分)	国勢調査(2015 年)	町丁字単位で割合を算出
世帯年収階級別世帯割合 (9 区分)	国勢調査(2015 年) 住宅・土地統計調査(2018 年)	町丁字単位で割合を算出
建物階級別構造割合(2 区分)	国勢調査(2015 年) 住宅・土地統計調査(2018 年)	町丁字単位で割合を算出
用途地域(13 区分)	用途地域ポリゴン (国土数値情報)	空間結合

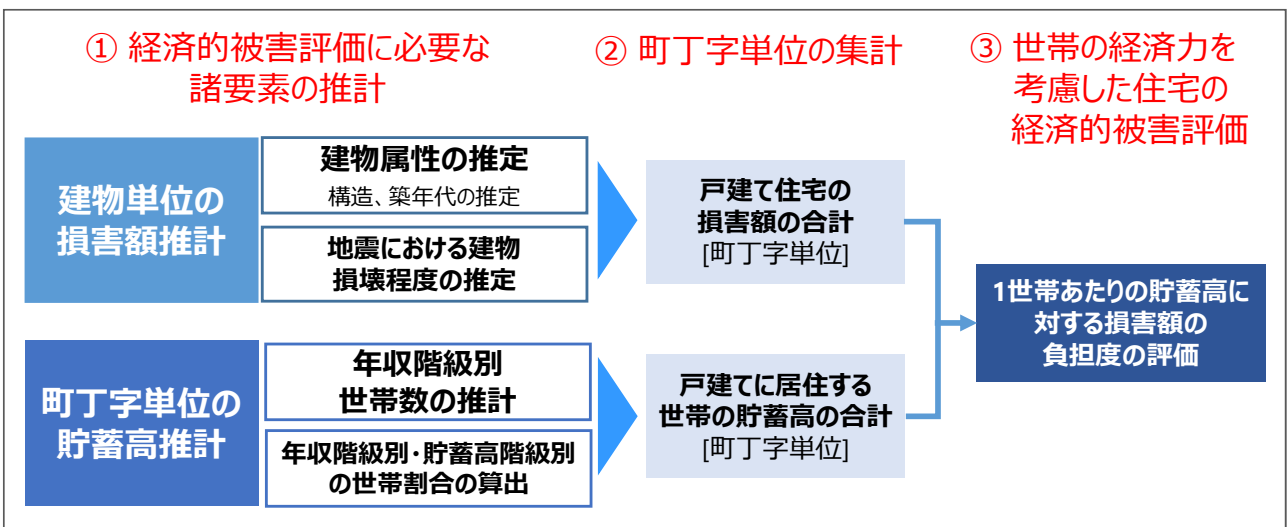


図-1 開発手法の概略図

**(2) 建物構造の推定**

機械学習により建物の構造を推定するには、建物 1 棟 1 棟に対して構造の情報を与える必要がある。そこで本研究では、東京都世田谷区のホームページで公開されている「せたがやimap」内の建物現況調査<sup>9)</sup>を用いて、教師データを作成し推定モデルを構築した。具体的には、世田谷区内の戸建て住宅 1,000 件分をランダムに抽出し、それらに該当する(1)節で作成した構造推定に用いる情報が付与された建物ポイントデータに対して構造の情報を付与した。

また本研究では、教師あり学習モデルとして、XGBoost を構造推定に用いた。説明変数に用いる建物へ付与した情報は、地域によっては欠損値が生じるため、欠損値が含まれるデータに対しても高精度な推定が可能な XGBoost を選択した。また、1,000 件の教師データのうち 800 件を訓練データとして学習し、残りの 200 件をテストデータとして検証に用いた。テストデータの推定結果を表-2 に、世田谷区における建物の構造を推定した結果を図-2 に示す。正解率は96%と高い精度であることが確認できた。木造は 181 棟のうち 179 棟を木造と正しく推定した。一方、非木造は 19 棟のうち 13 棟を正しく非木造と推定しているものの、木造と比較するとやや精度が落ちる結果となった。誤推定が生じる原因として、推定に用いる説明変数の多くが町丁字単位で推定したものをを用いていることが考えられる。

**(3) 築年代の付与**

築年代は、住宅・土地統計調査（2018年）と国勢調査（2015年）の小地域集計を組み合わせ、市区町村単位で集計されている建物用途別・構造別・階数別の築年代ごとの建物数を町丁字単位で推定し、割合に変換した。次に、変換した割合に基づき、建物 1 棟 1 棟に対して確率的に築年代（～1970年、1971～1980年、1981～1990年、1991～2000年、2001年～2010年、2011年～2015年、2016年～現在まで）の7区分を付与した。世田谷区における戸建て住宅の築年代推定結果と住宅・土地統計調査を比較した結果を表-3 に、推定した築年代を図-3 に示す。

表-2 テストデータ 200 件の構造推定結果

		推定値 [棟]		合計 [棟]
		木造	非木造	
真値 [棟]	木造	179	2	181
	非木造	6	13	19

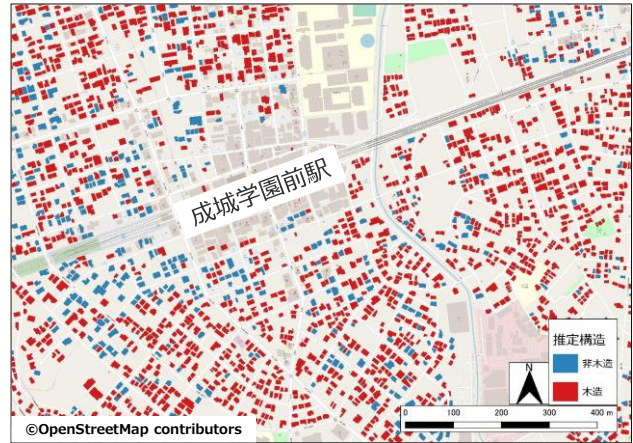


図-2 世田谷区における構造推定の結果  
(小田急線成城学園前駅周辺の例)

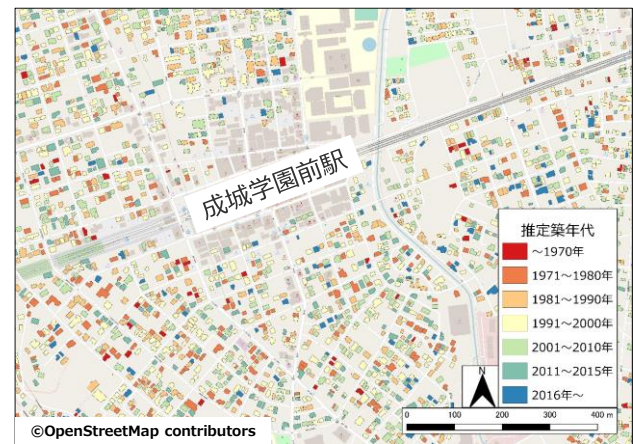


図-3 世田谷区における築年代推定の結果  
(小田急線成城学園前駅周辺の例)

木造と非木造の建物を合算した際の築年代別割合は、住宅・土地統計調査の値と一致している築年代が多い。し

表-3 世田谷区の戸建て住宅における築年代の推定結果と住宅・土地統計調査の比較結果

		推定築年代割合 [%]						
		～1970年	1971年～1980年	1981年～1990年	1991年～2000年	2001年～2010年	2011年～2015年	2016年～現在
木造	住宅・土地統計調査	10.7	13.4	16.6	20.6	21.6	11.8	5.3
	推定結果	3.0	7.9	16.7	27.3	29.7	9.2	5.8
非木造	住宅・土地統計調査	3.7	7.4	15.9	27.5	29.6	9.13	6.6
	推定結果	4.5	13.1	26.0	23.0	18.7	11.7	2.8
合計	住宅・土地統計調査	9.9	12.8	16.5	21.3	22.4	11.6	5.4
	推定結果	3.2	8.4	17.7	26.8	28.6	9.4	5.5

かし、構造別の築年代については、木造および非木造どちらも誤差の大きい築年代が複数生じる結果となった。建物単位の築年代の推定精度の改善は今後の課題としたい。

#### (4) 地震による建物損壊程度の付与

首都直下型地震における建物の損壊程度を推定するため、G 空間情報センターにて公開されている内閣府の首都直下地震モデル検討会において検討された計測震度分布データを用いる。これは第5次メッシュ (250m 四方) 単位で全 14 地点の想定震源地別の計測震度が集計されたデータである。今回は 14 パターンのうち、想定震源地が都心直下南部となる場合のみを対象とする。

次に、(3)節までに推定した建物の構造、築年代および計測震度を元に、建物被害関数を用いて全壊確率、大規模半壊以上確率、半壊以上確率の3種類の損壊確率を算出する。現在までの地震被害評価は、1995年兵庫県南部地震における実際の被害に基づき構築された建物被害関数が広く用いられてきた。しかし、20年以上前に発生した地震の被害データに基づき将来の地震被害の評価をすることは、正確な被害評価結果を得られない可能性も考えられる。そこで本研究では、須藤ほか<sup>9)</sup>による、2016年の熊本地震における益城町の罹災証明データに基づき構築された被害関数を用いることとした。式(1)に建物被害関数を示す。

$$P_R(I) = \Phi\left(\frac{I - \lambda}{\zeta}\right) \quad (1)$$

$P_R(I)$ は、計測震度  $I$  における損壊程度  $R$  以上の被害が発生する確率とし、正規分布で表せると仮定している。回帰係数  $\lambda$  および  $\zeta$  は、それぞれ計測震度の平均値および標準偏差を示す。

以上の建物被害関数により算出した損壊程度別の確率

に基づき、確率的に損壊程度を決定し建物 1 棟 1 棟に損壊程度を付与した。

#### (5) 損害額の推計

建物損害額の推計は、半壊以上の被害を推計対象とし、首都直下型地震の想定震源地が都心直下南部における場合の損害額を推計する。関東地方の戸建て住宅約 733 万棟に対して 1 棟 1 棟の損害額を推計した。国税庁の被災した場合の住宅損失額計算書の計算式<sup>7)</sup>を参考に、式(2)および式(3)に基づき推計した。

$$M_i = (C_i \times A_i) \times 0.9 \times D_i \times Y_i \quad (2)$$

$$L_i = M_i \times P_i \quad (3)$$

$M_i$ ,  $C_i$ ,  $A_i$ ,  $D_i$ ,  $Y_i$  はそれぞれ建物  $i$  の被災直前の時価総額 (円),  $1\text{m}^2$  あたりの工事費用 (円), 総床面積 ( $\text{m}^2$ ), 償却率, 築年数を示す。また,  $L_i$  と  $P_i$  はそれぞれ建物  $i$  の損害額 (円) と損害率を示す。 $C_i$ ,  $D_i$  については、国税庁の損失額計算書<sup>7)</sup>の値を用いた。これらの値は、推定した建物の構造および築年代に基づき建物ごとに決定するものである。損害率  $P_i$  も同様の計算書に基づき、損壊程度が大規模半壊以上のものを 1, 半壊以上大規模半壊未満のものを 0.5 とした。

町丁字ごとに、首都直下型地震にて半壊以上の被害を受ける建物の損害額の総額を各町丁字の戸建て総数で除算した平均損害額を図-4 に示す。関東地方全域にて、多くの地域で平均損害額が 0~400 万円程度となることが確認できる。また損害額の総額は 8.3 兆円であった。内閣府が試算している被害額は戸建て住宅および共同住宅含めて 23.8 兆円となっており、その半数弱が戸建て住宅によるの損害額と考えられる。

続いて、町丁字ごとに損害額の総額を被害を受けた戸建て棟数で除算したもの、すなわち被害建物 1 棟あたり

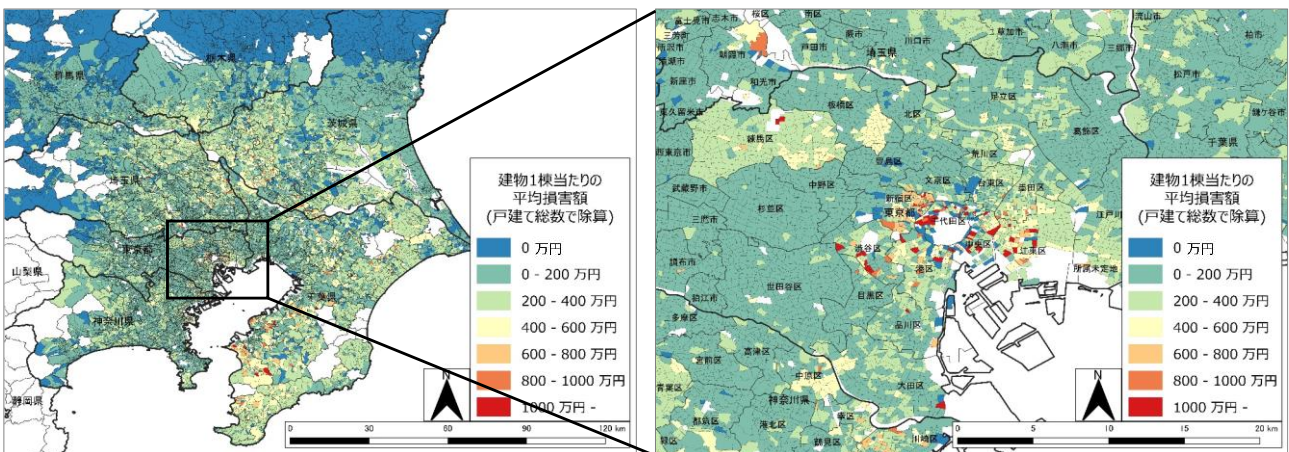


図-4 関東地方における建物 1 棟当たりの平均損害額

の平均損害額を図-5 に示す。被害建物 1 棟当たりの平均損害額が大きい地域は、東京都心および北関東南部から千葉県沿岸部に渡って環状に分布していることが分かる。また、関東地方全体における被害建物 1 棟当たりの平均損害額は 896 万円となった。

以上の結果を踏まえると、震源地に近い地域が必ずしも損害額が大きくなる結果となった。この要因として、式(2)にて被災直前の時価総額を算出する際に用いた 1m<sup>2</sup>あたりの工事費用および建物の総床面積が影響していると考えられる。まず 1m<sup>2</sup>あたりの工事費用は、都道府県ごとの集計値を用いており、工事費用に地域差が表れにくいことが影響していると推察される。また、関東地方の郊外は建物の総床面積が大きい建物が多いため、損害額が大きくなる傾向があると考えた。損害額の推計精度の向上は今後の課題としたい。

#### 4. 貯蓄高の推計

本研究では、世帯の経済力を考慮した経済的被害評価をするため、世帯ごとの貯蓄高を推計する。なお本研究において対象とする貯蓄高は、生命保険の払込総額、有価証券を含む金融機関への貯蓄および金融機関以外への貯蓄を合計したものとなる。

##### (1) 推計方法

町丁字単位の貯蓄高階級別世帯数を推計するため、3章の(1)節にて推計した町丁字単位の世帯年収階級別世帯数と、家計調査(2019年)における全国集計の世帯年収階級別・貯蓄高階級別世帯数を用いた。まず、家計調査の集計結果を年収階級別・貯蓄高階級別の世帯割合に変換した。続いて変換した割合を3章の(1)節にて推計した世帯年収階級別世帯数に乗じることで、町丁字単位の貯蓄高階級別(18区分)の世帯数を推計した。

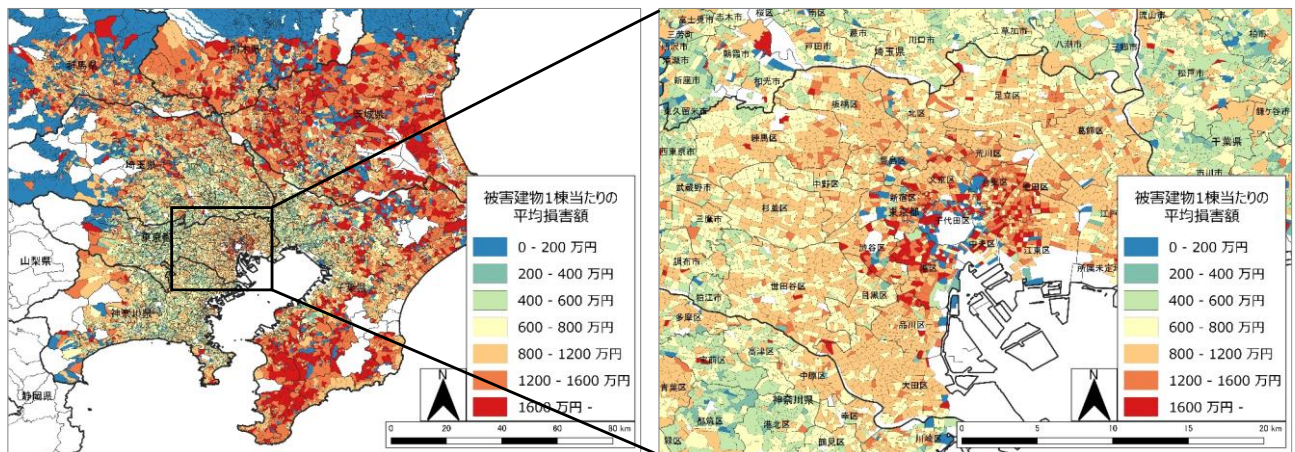


図-5 関東地方における被害建物 1 棟当たりの平均損害額

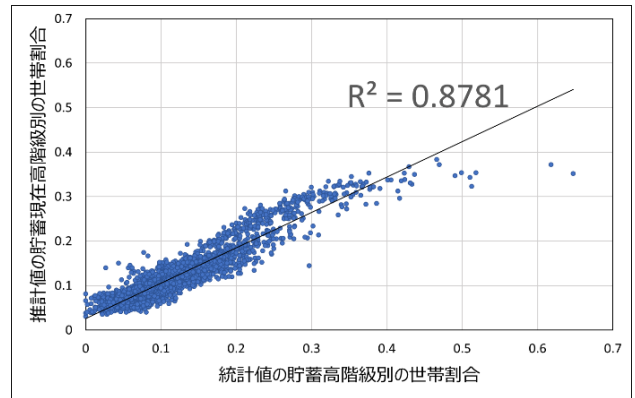


図-6 貯蓄高の推計の信頼性検証の結果

##### (2) 貯蓄高の地域格差の調整

本来、貯蓄高は地域格差が大きいものである。しかし、(1)節の推計方法は全国集計の結果における年収階級別・貯蓄高階級別の世帯割合に基づき貯蓄高階級別の世帯数を推計するため、推計結果に地域格差が表れにくく、実態と乖離した結果となり得る。そこで、全国消費実態調査(2014年)における都道府県別の15万人以上の市町村および経済圏の貯蓄高階級別世帯数を用いてより実態に近づくよう調整した。具体的には全国消費実態調査の対象となる市区町村および経済圏ごとに、(1)節で推計した貯蓄高階級別世帯数との誤差が大きい階級同士で世帯を入れ替えることで誤差の最小化を図った。

##### (3) 推計結果と信頼性検証

全国の15万人以上の市町村および経済圏単位で貯蓄高階級別世帯割合を集計し、推計値と全国消費実態調査(2014年)でどの程度一致するか検証した。検証結果を図-6に示す。決定係数は0.87となり、概ね統計値と一致していることが確認できた。また、町丁字ごとの1世帯当たりの平均貯蓄高を推計した結果を図-7に示す。こ

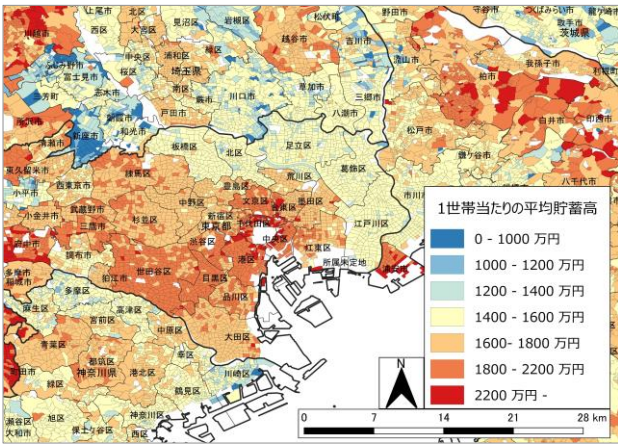


図-7 町丁字別の1世帯あたりの平均貯蓄高の推計結果

の推計データは日本全国ほぼ全ての地域をカバーしている。ただし一部の人口が極めて少ない地域（中山間地域や離島等）は、未推計となっている。これは、貯蓄高の推計に用いた世帯年収階級別世帯数推計の元となる住宅・土地統計調査において、人口1万5千人未満の市区町村の集計結果が掲載されていないためである。これらの地域の貯蓄高の推計は今後の課題としたい。

## 5. 世帯の経済力を考慮した被害評価

大規模災害時の経済的な負担における地域格差を定量的に示すため、まず、町丁字ごとに1世帯当たりの貯蓄高に対する損害額の比を算出した。なお今後、この値を「1世帯当たりの貯蓄に対する損害額の負担度」と定義し経済的被害を評価する。次に、立地適正化計画区域が指定されている市区町村を対象として、指定区域の種類別に被害評価する。

### (1) 関東全域における評価

関東地方全域における、1世帯当たりの貯蓄高に対す

る損害額の負担度を町丁字ごとに評価した結果を図-8に示す。

東京都心近郊の多くの地域において負担度が0.2~0.6となっており、これは1世帯当たりの貯蓄高に占める損害額の割合が2割~6割となることを示している。また東京23区に着目すると、世田谷区を中心とする南西部の地域は負担度が0.2~0.4となっている地域が多いものの、北部および東部においては負担度が0.4~0.6の地域が多く、0.6を超える地域もいくつか確認できる。3章にて推計した被害建物1棟当たりの平均損害額は、東京23区の多くの地域において800万円~1,200万円となった。したがって、各地域の損害額に大きな差はなく、各地域に居住する世帯の貯蓄高によって負担度に地域格差が生じていることが確認できる。

一方、負担度が0.8以上の経済的被害が特に大きい地域は北関東南部から千葉県沿岸部に渡って環状に分布しており、これは3章にて推計した被害建物1棟当たりの損害額が大きくなった地域に該当している。3章にて述べたのと同様に、損害額推計手法に改善の余地があるため、やや過大に評価されている可能性がある。今後、損害額の推計手法を改良することで、評価結果の改善を図りたい。なお、世帯の貯蓄高に対する損害額の負担度が大きい地域は、発災前に予め災害危険度の小さい地域への居住誘導を促したり、火災保険の加入を勧めたりするなどの事前の防災・減災対策を優先的に講じる必要があることを示唆している。

### (2) 立地適正化計画区域における評価

日本全国の多くの市区町村において、立地適正化計画が定められており、指定区域の中には居住誘導区域や都市機能誘導区域といった建物の集約を促す地域が存在する。そこで本研究では、これらの指定区域の経済的被害を定量的に明らかにすることで、災害リスクの観点から指定区域の妥当性を評価する。

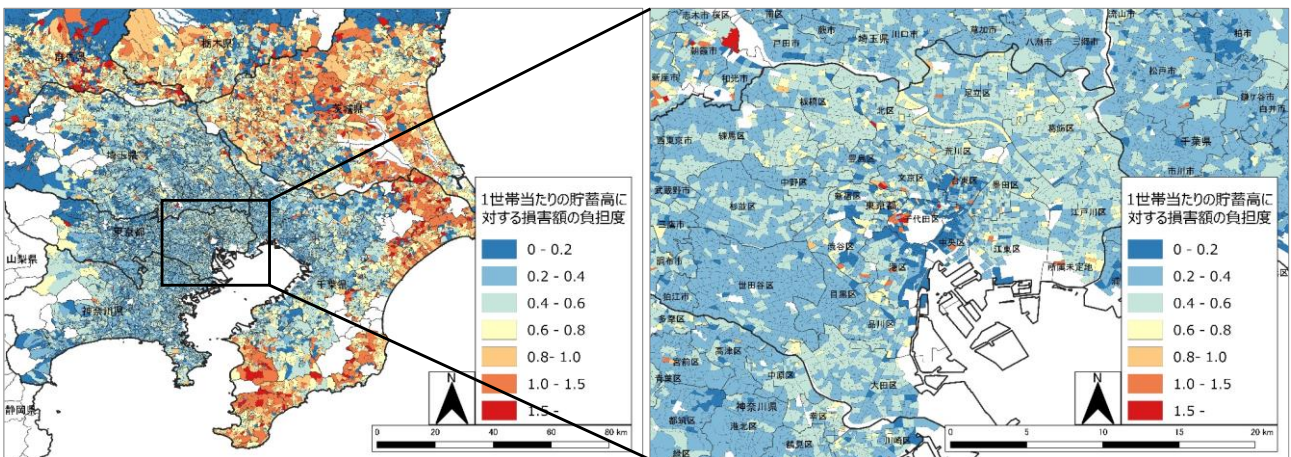


図-8 関東地方における町丁字別の貯蓄高に対する損害額の負担度

**a) 評価方法**

まず、国土数値情報にて公開されている立地適正化計画区域のポリゴンデータと建物データを空間結合することで、居住誘導区域および都市機能区域の情報を建物 1 棟 1 棟に付与する。

次に、立地適正化計画区域が指定されている市区町村を対象に、居住誘導区域および都市機能誘導区域において、式(4)にて計算した結果に基づき評価する。

$$P_{ij} = \frac{L_{ij}}{S_i} \quad (2)$$

$L_{ij}$ は市区町村  $i$  における指定区域  $j$  の貯蓄高に対する損害額の負担度を示し、 $S_i$ は市区町村  $i$  の貯蓄高に対する損害額の負担度を示す。 $P_{ij}$ はその比となる。すなわち  $P_{ij}$  が 1.0 未満となれば、指定区域が分布する市区町村全体の負担度よりも小さい被害となり、反対に 1.0 を超える負担度となれば、市区町村全体の負担度を超える被害となることを示す。

**b) 評価結果**

居住誘導区域を対象に評価した結果を図-9 に示す。群馬県および茨城県の多くの市区町村で、各市区町村全体の貯蓄高に対する損害額の負担度よりも下回ることが確認できた。一方、埼玉県、千葉県、神奈川県においては多くの市区町村で負担度の比が 1.0~1.4 となっており、市区町村全体と比較して居住誘導区域の経済的な負担はやや大きくなる結果となった。

都市機能誘導区域を対象に評価した結果を図-10 示す。居住誘導区域とほぼ同様の傾向が見られるものの、居住誘導区域と比べるとやや負担度の比が大きい地域が増えているのが確認できる。

以上の結果から、少なくとも首都直下型地震においては、居住誘導区域や都市機能誘導区域に指定されている地域が他の地域と比較して経済的負担が小さくなるとは限らないことが示唆される。今後は評価結果のより深い考察に着手する予定である。

**6. おわりに**

本研究では、大規模災害時の住宅単位の損害額および世帯ごとの貯蓄高を推計することで、世帯の経済力を考慮した住宅単位の経済的被害評価手法を開発した。開発手法により首都直下型地震を対象に経済的被害評価を実施した。その結果、関東地方の多くの地域において、1 世帯当たりの貯蓄高に対して 2~6 割の損害額が出ることが分かった。また居住誘導区域や都市機能区域といっ

た建物の集約を促進している地域において、必ずしも指

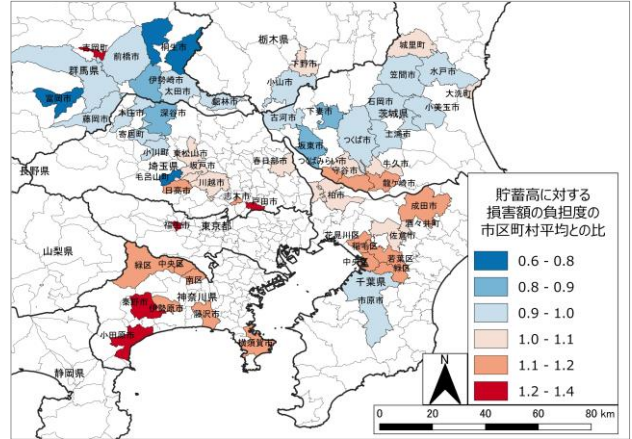


図-9 居住誘導区域における負担度と各市区町村の平均負担度の比

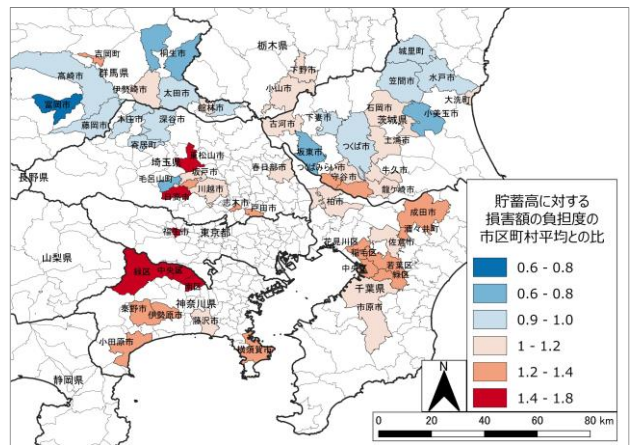


図-10 都市機能誘導区域における負担度と各市区町村の平均負担度の比

定区域の貯蓄高に対する損害額の負担度がその他の地域と比較して小さくならないことが分かった。

開発手法の課題としては、損害額の推計手法の改良が挙げられる。特に現状の推計手法では、建物の総床面積が損害額の大小に強い影響を与えてしまうため、地域の工事費用をより精緻に考慮する必要がある。また建物の構造および築年代等の建物属性の推定精度を向上させることで、被害評価さらに高精度に実施することにつながる。今後は開発手法を改良し、過去の地震被害において同手法を適用することで、評価結果の妥当性の検証を実施したい。今回は、建て替えにかかる費用を損害額として推計したものの、実際の被災においては建物を一部修繕することも多い。そのため、修繕等の可能性を考慮した経済的被害評価の手法の体系化にも取り組みたい。

**謝辞：**本研究は東大 CSIS 共同研究 No.1049 による成果の一部です（利用データ：Zmap TOWNII (2016年)）。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 内閣府：首都直下型地震の被害想定と対策について（最終報告書），<[http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku\\_wg/pdf/syuto\\_wg\\_siry03.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/pdf/syuto_wg_siry03.pdf)>，（最終閲覧日 2021 年 9 月 29 日）
- 2) 穂積真哉，境田彰芳，納庄一希：各地域の地震リスク性状に基づく構造物の地震リスクポテンシャルの評価，「材料」，Vol.68，No.3，pp.222-227，2019.
- 3) 坂場律和，矢代晴実，松本虎衛門：都心直下地震に対する住宅復旧のための経済的支援システムに関する研究 集合住宅に着目した財政支援制度の効果分析，日本建築学会計画系論文集，Vol.85，No.777，pp.2491-2500，2020.
- 4) Nakashima, T and Okada, S. Okada.: Financial Imbarances in Regional Disaster Recovery Following Earthquake - Case Study Concerning Housing-Cost Expenditures in Japan, *Sustainability*, 10(9), 3225, pp.1-23, 2018.
- 5) 世田谷区：せたがや i マップ建物構造現況図，<[https://sonicweb-asp.jp/setagaya/map?thme=th\\_22](https://sonicweb-asp.jp/setagaya/map?thme=th_22)>，（最終閲覧日 2021 年 9 月 29 日）
- 6) 須藤巧哉，山崎文雄，松岡昌志，井ノ口宗城，堀江啓，劉ウエン：益城町の罹災証明データに基づく 2016 年熊本地震に対する建物被害関数の構築，日本地震工学論文集，Vol.19，NO.4，pp.13-31，2019.
- 7) 国税庁：被災した住宅、家財等の損失額の計算書，<[https://www.nta.go.jp/taxes/shiraberu/saigai/h30/0018008-045/pdf/10\\_03.pdf](https://www.nta.go.jp/taxes/shiraberu/saigai/h30/0018008-045/pdf/10_03.pdf)>，（最終閲覧日 2021 年 9 月 29 日）

DEVELOPMENT OF A ECONOMIC DAMAGE EVALUATION METHOD  
PER RESIDENTIAL BUILDING IN A LARGE-SCALE DISASTER CONSIDERING  
ECONOMIC STRENGTH OF THE HOUSEHOLD

Takafumi FURUYA and Yuki AKUYAMA

Most of the past cases of economic damage assessment of housing in large-scale disasters have been conducted on a macro scale. In addition, methods for evaluating economic damage to housing on a micro-scale and broad area scale have not yet been established. Moreover, it is known that the economic burden of disaster recovery has regional disparities depending on the economic status of households, such as annual income and savings. Therefore, In this study, we developed a damage assessment method that takes into account the economic strength of households by estimating the amount of damage per housing unit and the amount of savings per household in the event of a large-scale disaster. As a result, we found that the burden of damage relative to the amount of savings was 0.2-0.6 in many areas of the Kanto region, and that the burden was greater in the suburbs of the Kanto region, which are slightly farther from the epicenter. In addition, it was found that the degree of burden was sometimes greater in the residence attraction area and the urban function induction area than in other areas.