

住宅の耐震化に伴う地震災害の軽減効果の計測

山梨大学大学院 正会員 武藤 慎一
山梨大学 学生会員 ○飯田 佳祐

1. はじめに

(1) 背景と目的

現在、阪神大震災や新潟中越地震などの影響により、自然災害問題への関心が高まっている。特に東海地震は地域に甚大な被害をもたらすとして問題視されている。

こうした社会的背景を受け、地震に伴い想定される人的被害及び物的被害に対し、具体的に推計する研究が進んでおり、自治体でも公表されてきている。この中の物的被害については、資本ストックの損失額により計測されているが、しかし資本ストックの損失は社会経済に対して波及的災害をもたらすことが予想され、そうした波及的被害まで含めた被害推計が必要であると考えられる。具体的な資本ストックとしては社会資本、民間資本、そして住宅資本が考えられる。

地震等の災害による復興問題を考えた場合、損傷した資本ストックをいかに回復するか、或いは損傷を防ぐ手だてを考える事が重要と思われる。資本ストックの中でも、住宅資本は、ライフライン施設や道路などと比べれば復旧させる緊急性は低いものの、生活や移動の拠点であり、労働や消費行動のために必要なものであるため重要性は高いと思われる。

資本ストックの復旧には費用が必要であり、その財源を的確に扱わなければ復興過程における政策評価が行えないため、一般均衡が重要となる。

本研究は資本ストックの損傷が人々の厚生にもたらす影響を評価できる動学的応用一般均衡モデルの開発を行う。そして耐震化を進める政策を提案し、それが地震災害の被害をどれだけ軽減させ得るかを計測し、当該政策の評価を行う。

(2) 既存研究

今後の防災対策を検討していくために被害予想をすることは重要な基礎的資料となるが、さらに必要なのが経済的被害であるが、中でも資本ストック損失の波

及的被害まで含めた計測が必要である。経済的被害に係わる研究として、多々納・高木¹⁾により経済的影響評価の方法については理論的に整理されている。この中で小池・上田¹⁾は空間的応用一般均衡(SCGE: Special CGE)モデルにより、大規模地震による間接被害をふくめた経済的影響の計量化について研究している。ここでは、社会資本の損壊については研究がなされているが住宅の損壊についてはなされていない。藤見他²⁾により災害による住宅損失の被害についてコンジョイント分析を用いて評価した研究があるが、経済システムの中で評価するといったことはなされていない。

2. モデルの概要

本モデルには、企業と家計が存在し、その関係は労働、資本、住宅ストック、土地からなる生産要素および中間投入財を投入して企業は財・サービスを生産し、家計は労働、資本を投入して所得を得る。それを基に企業が生産した財・サービスを消費するというものである。

そして、ある期における家計の最適化行動モデルにおいて求められる貯蓄量が、資本ストック蓄積のための投資にまわされ、それにより次期の資本ストック量が決定するという、動学構造を有する。ここでは特に、家計の保有する住宅資本、そして社会資本についてもストックとして明確化し、その投資についてもモデル化している。モデルの概要図を図-1に示す。

(1) 企業の行動

企業は生産要素および中間投入財を投入して財・サービスの生産を行う。その際生産技術制約下での費用最小化行動をとるものとする。

【第1段階：中間財・合成生産要素投入】

具体的には、第一段階ではレオンチェフ型生産技術制約下で、生産費用を最小化するように行動するもの

キーワード 住宅耐震化、政策評価、動学的応用一般均衡

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学 TEL055-220-8085 E-mail: t04c006@yamanashi.ac.jp

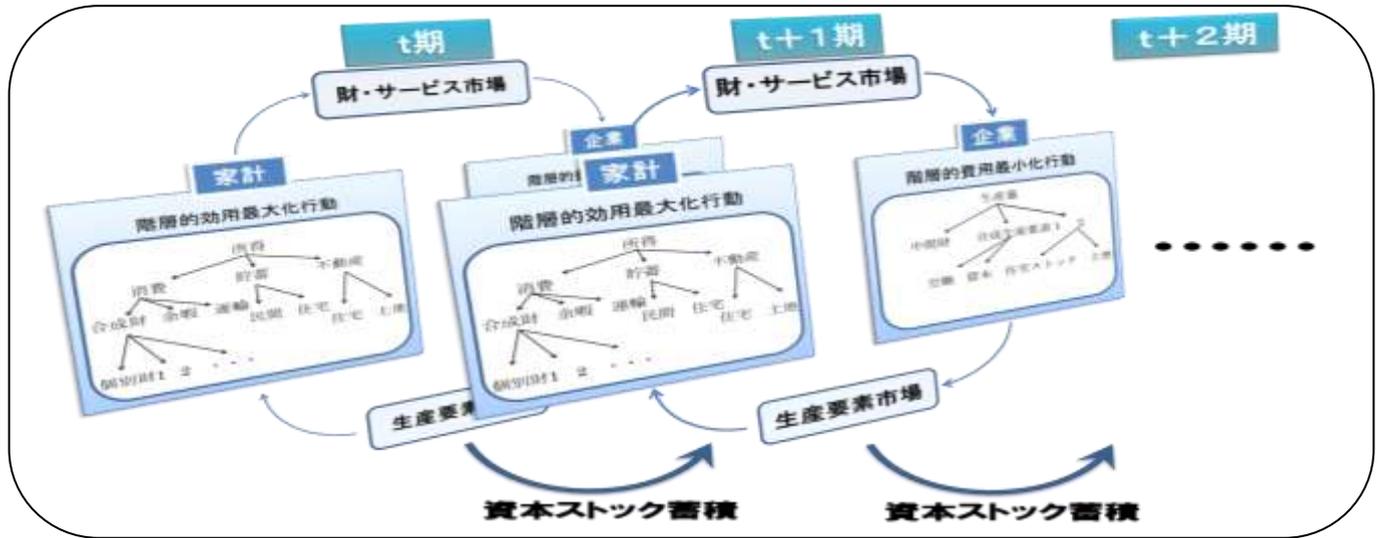


図-1 モデル概要図

とし、中間投入財、合成生産要素 1、2 の投入量を決定する。

$$C_m = \min_{fz_m, x_m^{m'}} c_m \cdot fz_m + \sum_{m'} P_m \cdot z_m^{m'}$$

$$s. t. y_m = \min_{fz_m, x_m^{m'}} \left[\frac{fz_m}{a_m^0}, \dots, \frac{z_m^{m'}}{a_m^{m'}} \right]$$

ただし、 m : 企業を表す添字 ($m=1,2,\dots$)、 fz_m : 合成生産要素投入量、 $x_m^{m'}$: 企業 m から企業 m' への中間財投入量、 y_m : 生産量、 c_m : 合成生産要素の単位費用 (合成生産要素の価格とみなせるものであり、第二段階の最適化問題より導出される)、 P_m : m 財価格、 a_m^0 : 合成生産要素投入係数、 $a_m^{m'}$: 中間投入係数、 C_m : 生産費用

【第 2 段階 : 労働・資本・

住宅ストック・土地投入】

第二段階では、CES 型生産技術制約下で、生産費用を最小化するよう行動するものとし、労働、資本、住宅ストック、土地の投入量が決定する。ここでは、住宅ストック、土地の投入量についてのみ示す。

$$c'_m = \min_{F_j, A_j} r^F (1 - \delta) F_m + r^A A_m$$

$$s. t. fz_m^2 = \eta_m [a_m^F F_m^{-\rho} + a_m^A A_m^{-\rho}]^{-\frac{1}{\rho}}$$

ただし、 F_m, A_m : それぞれ住宅ストック、土地投入量、 η_m : 効率パラメータ、 a_m^F, a_m^A : 分配パラメータ (なお、 $a_m^F + a_m^A = 1$ として技術に対し『規模に関して収穫一定の技術』を仮定する)、 $\rho = (1 - \sigma)/\sigma$ 、 σ : 代替弾力性パラメータ

(2) 家計の行動

家計の行動モデルの枠組みは全家計共通とし、効用最大化行動をとるものとする。

【第 1 段階 : 現在消費・貯蓄・不動産】

まず、CES 型効用関数を用いて所得を現在消費、貯蓄、不動産のどう消費するかを第一段階で決定する。

$$V = \max_{x_H, x_F} \left[\beta_H^{\frac{1}{\sigma_1}} x_H^{v_1} + \beta_{RE}^{\frac{1}{\sigma_1}} x_{RE}^{v_1} + (1 - \beta_H - \beta_{RE})^{\frac{1}{\sigma_1}} x_F^{v_1} \right]^{\frac{1}{v_1}}$$

$$s. t. p_H x_H + p_F x_F + p_{RE} x_{RE} = (w\Omega + rK_s)(1 - \tau_D) [= I_1]$$

ただし、 x_H, x_{RE}, x_F : それぞれ現在消費量、不動産消費量、貯蓄量、 p_H, p_{RE}, p_F : それぞれ現在消費材価格、不動産消費財価格、貯蓄財価格、 Ω, K_s : それぞれ総利用可能時間、資本ストック保有量、 I_1 : 総所得、 τ_D : 直接税率、 β_H : 分配パラメータ、 $v_1 := (\sigma_1 - 1)/\sigma_1$ 、 σ_1 : 代替弾力性パラメータ、 V : 効用水準

【第 2 段階 : 合成財・余暇・運輸 (交通) 消費、

民間投資・住宅投資】

次に、CES 型効用関数を用いて現在消費から合成財、余暇、運輸の各消費量を決定する。また、貯蓄から民間投資・住宅投資を下のように決定する。

$$x_C^* = \max_{x_{IK}, x_{IF}} \left[\beta_{IK}^{\frac{1}{\sigma_3}} x_{IK}^{v_3} + \beta_{IF}^{\frac{1}{\sigma_3}} x_{IF}^{v_3} \right]^{\frac{1}{v_3}}$$

$$s. t. p_{IK} x_{IK} + p_{IF} x_{IF} = I_1 - p_H x_H - p_{RE} x_{RE} [= I_2]$$

ただし、 x_{IK}, x_{IF} : それぞれ民間資本投資消費量、住宅資本投資消費量、 p_{IK} : 民間資本投資財価格、 p_{IF} : 住宅資本投資財価格、 β_{IK}, β_{IF} : 分配パラメータ (ただし $\beta_{IK} + \beta_{IF} = 1$)、 $v_3 := \sigma_3 - 1/\sigma_3$ 、 σ_3 : 代替弾力性パラメータ、 x_C^* : 貯蓄に係わる効用水準

【第 3 段階 : 個別財消費】

最後に、コブ・ダグラス型効用関数を用いて合成財

消費から個別財の消費財を決定する。

$$x_z^* = \max_{x_m} \prod_m x_m^{\beta_m} \quad (m = 1, 2, \dots)$$

$$s. t. \sum_m p_m x_m = I_2 - w^* s^* + q_T^* x_T^* [\equiv I_4]$$

ただし、 x_m ：個別財 m の消費量($m = 1, 2, \dots$)、 p_m ： m 財価格、

p_{i_F} ：住宅資本投資価格、 β_m ：分配パラメータ（ただし

$\sum_m \beta_m = 1$)、 x_z^* ：合成財消費に係わる効用水準

(3) 市場均衡条件

本モデルにおける市場均衡条件は以下のように表わされる。ここでは土地と住宅ストックのみを示す。

$$\text{土地：} A_z = \sum_m \alpha_m^0 y_m D_{A,m}$$

$$\text{住宅ストック：} F_z = \sum_m \alpha_m^0 y_m D_{F,m}$$

3. 地震災害時の被害設定

(1) 対象地域

静岡県を対象として動学的応用一般均衡モデルにより、(A)東海地震が5期目に発生する場合(B)地震が30期目に発生する場合の二つを対象として40期分のシミュレーション計算を行う。

(2) 被害データの取り扱い

民間資本、住宅資本、社会資本それぞれの損傷を考慮する。まず、災害時には静岡県の全体の半分が被災するものとし、その中で損傷率は、民間資本約18.7%、道路資本約10%と設定した。住宅資本は、耐震化率耐震化住宅を決定し、耐震化住宅以外が損壊するとして被害設定を行った。耐震化率は、基準年を70%とする。なお、社会資本は道路の損傷のみを考える。

4. 地震災害による被害計測

以上の設定の下で地震被害を計測した。ここでは、資本ストック、住宅ストックの動きを図-2、図-3に示す。総被害額は5期目の地震(WithoutA)では約26兆円、30期目の地震(withoutB)では約8兆円の被害となった。住宅耐震化率は基準年の70%のまま変化しない、また、災害復興についても考慮されていないものとして計算した。

5. 政策の設定

続いて、耐震化政策とその推進のための補助政策の

効果を検討する。まず、耐震化政策とは、啓蒙活動等により、自発的に耐震化住宅の購入が進められるようなものを想定する。その際の耐震化費用については、従来の住宅価格の1割負担とした。これは、既存データより求めた値である。補助については、その耐震化費用について、半額補助、全額補助のケースを想定し、補助の財源は政府税収からまかなわれ、その分政府サービスが減少するものとした。

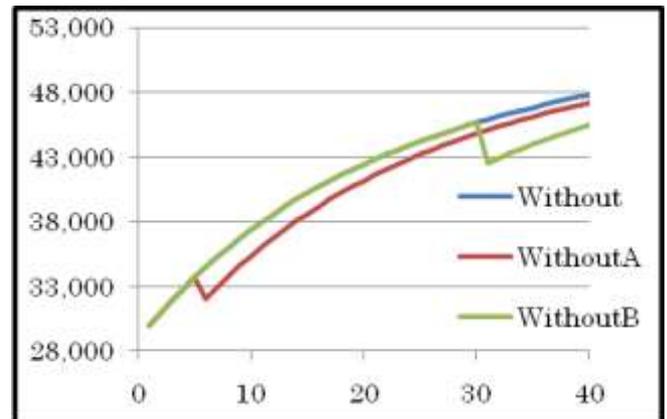


図-2 Without 資本ストック(10 億円)

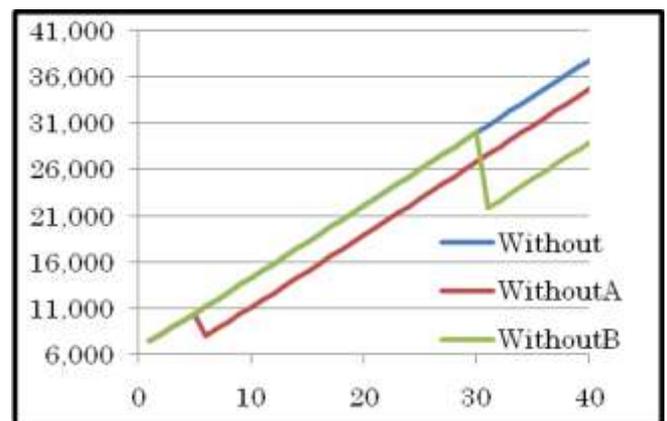


図-3 Without 住宅ストック(10 億円)

6. シミュレーション結果

耐震化補助は補助しない場合、半額補助、全額補助の3パターンを想定した。

まず、政策シミュレーション結果を示す。ここでは、耐震化補助なしを(With0)、半額補助を(With0.5)、全額補助を(With1)とし、地震なし(文字なし)、5期目に発生する場合(A)、30期目に発生する場合(B)として、地震、耐震化、補助のすべてがない場合(Without)と比較する。その結果を図-4~7に示す。

With0では、住宅耐震化によって、住宅価格が上昇した結果、Withoutに比べ、住宅投資が減り民間資本へ投資されたと考えられる。そして、図-4~7より、補助を出すほど、住宅ストックが増え、耐震化のスピ

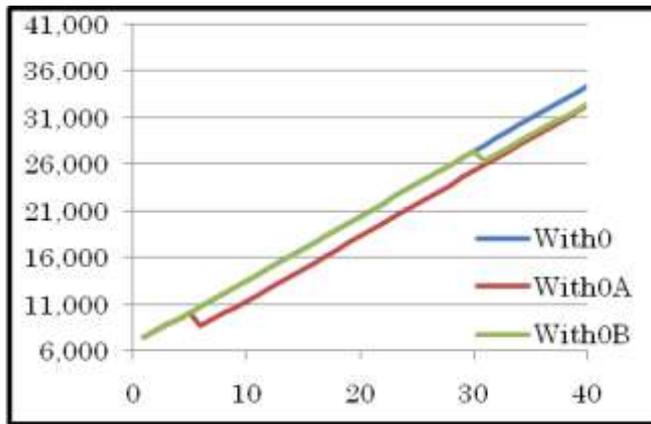


図-4 With0 住宅ストック (10 億円)

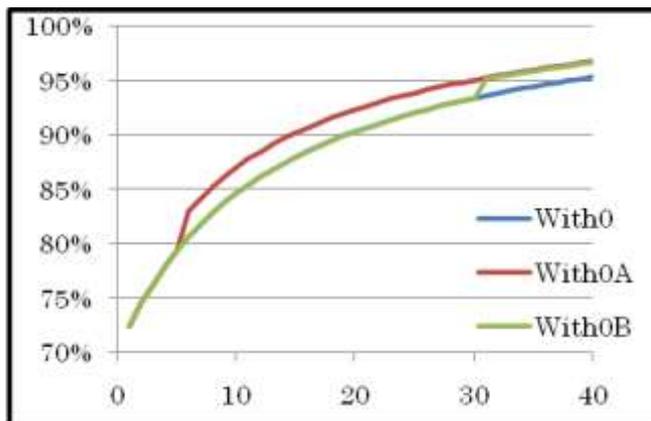


図-5 With0 住宅耐震化率

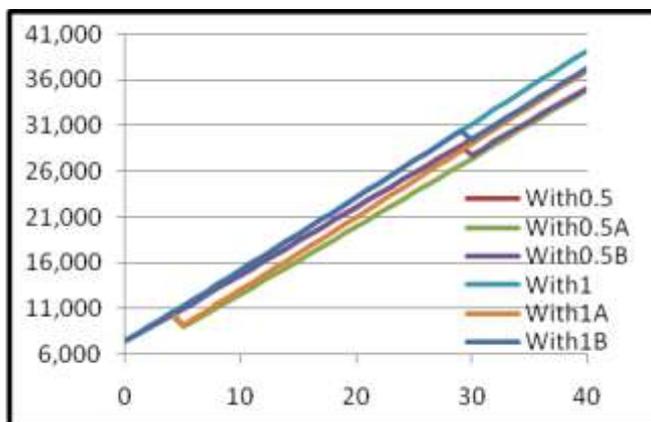


図-6 With0.5, With1 住宅ストック (10 億円)

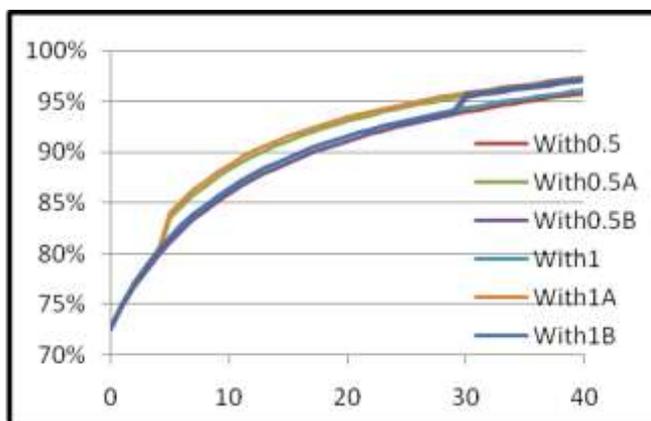


図-7 With0.5, With1 住宅耐震化率

ードも速くなることが示された。

最後に、それぞれの便益をグラフにした図-8より、補助を支給することにより、経済的被害額が減少していることが分かる。これは、補助支給により耐震化が促進され、被害が抑制されたものと考えられる。ただし、もう少し詳細に検討すると、この中には補助により住宅価格が低下したことによる効果がここには含まれていることが分かる。実はこの効果が比較的大きい効果となっているのであるが、それは、住宅ストックの減耗率が正確ではないために、長期に亘り過剰に住宅ストックが蓄積されてしまうような計算となったことに原因のある可能性がある。

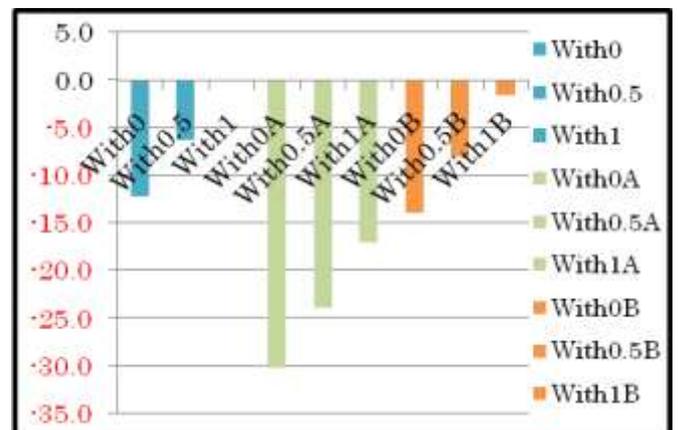


図-8 それぞれの総便益 (兆円)

7. まとめ

本研究では、地震による資本ストック、住宅ストック、道路ストックの被害を計測し、政策として住宅耐震化を行った際の補助の有無による便益計測を行った。その結果、住宅耐震化を進める補助政策の有効性が示された。

しかし、住宅資本の減耗率が正確ではなく、地震後の復興についても考慮できていない。これらについて考慮した結果については講演時に示す。

【参考文献】

- 1) 多々納裕一、高木朗義(2005)：防災の経済分析 - リスクマネジメントの施策と評価、勁草書房。
- 2) 藤見俊夫、枝廣篤、多々納裕一(2007)：コンジョイント分析による住宅復興政策の定量評価、土木計画学研究・講演集、Vol. 35, No. 235。
- 3) 武藤慎一(1999)：環境政策評価への計量厚生分析の適用、岐阜大学博士学位論文。