

災害リスクの不認知に起因する外部経済性に関する研究

システム計画学研究室 江崎史昭

1. はじめに

社会が発展するほど、自然災害による被害は間接被害として多方面へと帰着することになる。このため個々の家計による事前の災害保険の購入や安全な地域への立地行動が、社会全体の経済活動の被害軽減にとって重要になっている。家計のリスク管理行動は多様な外部経済性をもたらす。

昨今、地方自治体によるハザードマップの公開や、政府によるマスコミを通じた巨大地震の被害想定公表が盛んになされている。一方で、地震保険の加入や、家屋の耐震改修を行う家計の割合は依然として低い。本研究では災害リスク情報が提供されているにもかかわらず、家計が災害リスクを認知しない行動について分析する。そして家計のリスク不認知行動が市場を通じて他の主体に及ぼす外部経済性について分析する。本研究では2.で家計のリスクの「無知」に関するリスク不認知を、3.で家計のリスクの「無視」に関するリスク不認知をそれぞれ分析する。

2. 学習費用と保険市場

本章では災害リスク情報の学習費用と保険市場の均衡について分析する。危険地域（地域F）の家計 $i(i=1, \dots, N_F)$ はリスク情報を保険市場で知ることができると考える。家計 i は保険を購入する過程で学習費用 $c \cdot i$ を負担して、真の災害生起確率 q を知る。家計番号 i が大きいほど学習費用は大きくなる。また学習しない家計は保険を購入せず、主観的な災害生起確率 $q' (< q)$ をもつとする。家計 i が保険市場でリスク情報を学ぶ場合、家計 i の保険購入問題は以下のように表される。

$$\begin{aligned} \max_{x_{0F}^i, x_{1F}^i, m_i} \quad & EU_A^i = (1-q) \log x_{0F}^i + q \log x_{1F}^i \\ \text{s.t.} \quad & x_{0F}^i = w_F - \theta m_F^i - ci \\ & x_{1F}^i = w_F - \theta m_F^i - l + m_F^i - ci \end{aligned} \quad (1)$$

x_{0F}^i, x_{1F}^i はそれぞれ平常時及び災害時の状況依存的富を表す。 l は災害時の富の水準、 θ は保険料率、 m_F^i は保険購入水準を表す。保険購入問題(1)より最適保険購入水準 $m_F^i(\theta, q)$ を得る。一方、災害保険市場は完全競争的であると仮定し、災害リスクは最終的に安全地域（地域S）の N_S 人の家計によって引き受けられると考える。すなわち本モデルで安全地域の家計は保険の供給者の機能を果たすことになる。安全地域の家計にリスクの学習費用はかからないとする。問題(1)と同様の問題より、安全地域の家計の最適保険供給水準 $m_S^*(\theta, q)$ が得られ

る。いま、危険地域の家計1から家計 n までが保険市場に参加するとき、市場均衡条件は次式で与えられる。

$$\sum_{i=1}^n m_F^i(\theta, q) = N_S m_S^*(\theta, q) \quad (2)$$

上式より均衡保険料率 $\theta^*(n, q)$ を得る。いま、遡って家計の学習行動は以下のように表される。

$$\tilde{V}^i(n) = \max[\tilde{V}_A^i(n), EU'_B] \quad (3)$$

$$\tilde{V}_A^i = \int_0^1 EU_A^i(\theta^*(n, q)) dq = \tilde{V}_A^i(n) \quad (4)$$

$\tilde{V}_A^i(n)$ は家計がリスク q を知る前に想定する、学習した場合の期待効用水準を表す。 EU'_B は学習と保険購入を行わないときの主観的期待効用水準である。均衡保険購入者数 n^* は以下の学習均衡条件により決まる。

$$\tilde{V}_A^i(n^*) \geq EU'_B \quad \text{for } i=1, \dots, n^* \quad (5)$$

$$\tilde{V}_A^i(n^*) < EU'_B \quad \text{for } i=n^*+1, \dots, N_F \quad (6)$$

両地域の家計数及び富水準が等しいことを仮定して数値計算を行った(図1, 図2参照)。学習費用が大きな環境では市場参加者数は減少し、保険需要水準が低下する。このとき保険市場で分散されるリスクの量が減少するため、危険地域全体の厚生水準は低下する。ただし、一方で保険料率が下がるため、市場に残った危険地域の家計の学習費用が小さい家計の効用は増大する。また、安全地域の厚生水準が低下した。

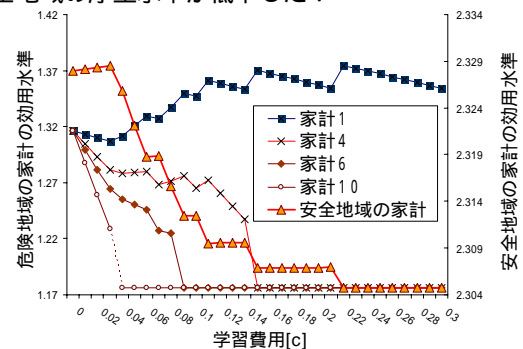


図1 学習費用と各地域の家計の効用水準の変化

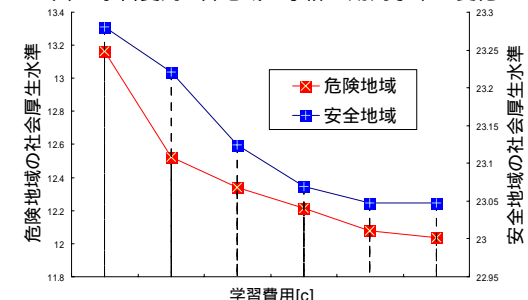


図2 学習費用と社会厚生水準の変化

3. 居住地選択と防災政策

本章では家計の居住地選択と政府の防災投資政策について分析する。M 人の家計が、水害が発生する恐れのある危険地域（地域 F）と安全地域（地域 S）の間で居住地を選択する問題を考える。危険地域に居住する家計数を m 、安全地域に居住する家計数を $(M - m)$ で表す。各地域の生産は家計の労働と土地を投入して行われる。土地は各地域の地主に所有されており、地域に固定された資本である。水害が生起すると、危険地域の労働生産性が低下する。危険地域の生産関数は次式で表される。

$$f(m, \theta) \equiv (a - \theta)m - \frac{b}{2}m^2, \theta = \begin{cases} 0 & \text{for prob.}(1-p) \\ \delta(>0) & \text{for prob. } p \end{cases} \quad (7)$$

水害の生起確率を p とする。家計の労働所得は労働の限界生産性 $(a - \theta - bm)$ である。全ての家計はリスク中立的であり、期待効用は労働所得の期待値に一致するとする。

$$v_F \equiv (1-p)(a - bm) + p(a - bm - \delta) = a - bm - p\delta \quad (8)$$

危険地域の土地のレントは次式となる。

$$R_F \equiv f(m, \theta) - f_L(m, \theta)m = \frac{b}{2}m^2 \quad (9)$$

安全地域は危険地域と等しい生産技術をもつと仮定する。生産関数、労働所得、レントはそれぞれ $f(M - m, 0)$ 、 $v_S \equiv a - b(M - m)$ 、 $R_S \equiv b(M - m)^2/2$ となる。社会厚生関数を次式で定義する。

$$SW = mv_F + (M - m)v_S + R_F + R_S \quad (10)$$

政府は SW が大きくなるように事前に防災政策を決定してアナウンスする。費用 c を投じて堤防整備を行えば（戦略 B）危険地域の水害生起確率は 0 となり、行わなければ（戦略 N）確率は p のままとする。環境によっては「堤防整備を行わずに家計に危険地域に住ませない」ことが社会的最適解である場合がある。図 3 に本モデルを展開型ゲームにより表す。

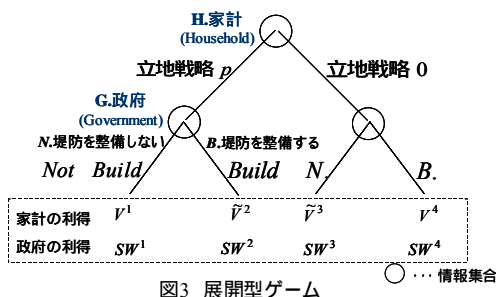


図3 展開型ゲーム

政府による防災政策のアナウンスの後にゲームが始まる。先手は家計であり、地域間の居住地選択を行う。家計の戦略は水害リスクを 0 と想定して居住地選択をするか（戦略 0）、水害リスクを p と想定して居住地選択をするか（戦略 p ）のいずれかとなる。このとき家計が政府によってアナウンスされた防災政策に反するリスクの想定に基づいて行動する、すなわち政府によ

るリスク情報を無視した行動をとる可能性がある。立地均衡 $(m, M - m)$ は想定した水害生起確率の下で両地域の期待効用が一致する状態で与えられる。立地均衡後に政府は再度、堤防整備の決定をする。防災投資費用が両地域の家計が等しく負担する場合 (Case) のゲームの均衡解を図 4 に（家計の戦略、政府の戦略）の組み合わせによって示す。

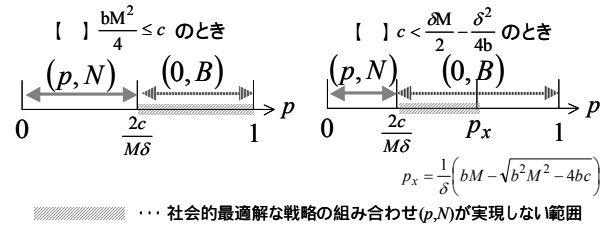


図4 堤防整備費用と実現する均衡解

水害リスク p が大きな範囲で $(0, B)$ の均衡が生起する。また、 p が大きいほど社会的最適解が「堤防整備をせずに、少数の家計しか危険地域に住まない」であるにもかかわらず、家計がリスクを無視して半数の家計が危険地域に立地し、その結果政府が堤防を整備せざるを得ないという非効率な均衡が実現する。水害リスクが大きくなるほど政府の堤防整備の費用対効果が改善される、事業を実地しやすくなることを家計が合理的に予測するためである。また、技術進歩等により堤防整備費用が安くなる場合にも費用対効果が改善される。図 4【】のように防災技術の向上が家計のリスク不認知を誘発することになる。

次いで、防災投資費用を危険地域の家計と地主が負担する場合 (Case) に家計のリスク不認知が矯正されるか検討した。このとき家計には安全地域に居住して堤防整備費用の負担を回避しようとする動機が生じる。整備費用に関する家計の負担割合を増加させると、リスク不認知が発生する p の範囲も狭くなっていくことが判明した (表 1 参照)。

表1 均衡解が社会的最適解 (p, N) とならない範囲

家計の費用負担割合	Case	リスク不認知の範囲	Case	リスク不認知の範囲
0	$0.7500 < p < 0.8014$	0.0514	$0.7500 < p < 0.8014$	0.0514
0.5	$0.7500 < p < 0.8014$	0.0514	$0.7628 < p < 0.8161$	0.0533
1	$0.7500 < p < 0.8014$	0.0514	$0.8715 < p < 0.8715$	1.0×10^{-15}

4. おわりに

本研究では 2 通りのリスク不認知行動と他の主体への影響について分析した。リスク学習を回避する合理的無知に対しては、有効なリスクコミュニケーションを適用していく必要がある。リスク情報の無視に対しては、防災投資の費用負担ルールを通じて危険地域への立地を回避するインセンティブを与えることが有効であることが示された。