

自主防災会におけるリスクコミュニケーションの成立可能性に 関するゲーム論的研究

横松宗太

要 旨

自然災害リスクの認知には大きな個人差があり、それらはとりわけ地域住民が協力して自主防災活動に取り組む過程で問題となる。しかし鳥取市と米子市の住民と自主防災会会長を対象にアンケート調査を実施したところ、多くの自主防災会において、活動内容に関する議論やリスクコミュニケーションはなされていないことが明らかになった。本研究では、ゲーム理論を応用して自主防災会の防災会長と住民の間のコミュニケーションの過程をモデル化し、自主防災活動の始動が急務であることが十分なリスクコミュニケーションにとって障害となる場合があることを示す。

キーワード：リスクコミュニケーション，リスク認知，自主防災活動，交渉ゲーム

1. はじめに

自然災害への防災対策には様々な方策が存在するが、近年、それらは実施する主体によって「自助」「公助」「共助」と大別されている。「自助」は保険の購入や家屋の耐震化など個々人の対応を意味し、「公助」は堤防の整備や災害情報の提供、被災後の支援金の支給など政府により行われる方策に相当する。そして「共助」は、地域コミュニティが地域住民の被害を軽減するために協力して取り組む防災活動であり、初期消火、被災者の救出・救護、避難誘導、避難所の運営などが含まれる。1995年の阪神淡路大震災では、倒壊家屋などから救出された人の約6割が近所の人々により救出された。地域住民が「共助」の主体となる自主防災会を結成し、日ごろから防災活動を展開していくことは重要である。

一方、防災の分野で未解決で重要な問題のひとつに、人々が自然災害の可能性や危険性を正しく認識しない問題、すなわち自然災害リスク認知の問題が存在する。自然災害リスク認知を促すために多くの自治体で防災教育の強化や地震・洪水ハザードマップの公開などが進んでいるが、現時点において災害の危険性や防災対策の重要性に関する認識には大き

な個人差が存在する。例えば2004年の地震保険の世帯加入率は全国で18.5%であり、最も高い愛知県でも28.7%に過ぎない((社)日本損害保険協会ホームページ, 2006)。また、近年は、一個人の中で危険性の認識が防災行動に結びつかない問題も指摘されている。例えば読売新聞が2003年に実施した調査によると、東京都と大阪府において、将来大地震が起きると思っている人は77%いるのに対して、自宅の耐震工事を実施している人は5%にとどまっている(読売新聞, 2004年1月15日)。社会心理学の分野では、リスクを認知しようとしないう人々、行動をおこそうとしないう人々に対して公共や専門家がどのような方法や姿勢によってリスク情報を発信することが効果的で、どのような場合に失敗するのかを分析する研究が行われている。

このようなリスク認知の個人差が周囲に最も大きな影響をもつ局面が「共助」である。よって、地域住民にとって、自主防災会の結成過程や自主防災活動の成立過程においてリスクコミュニケーションを行う動機付けが大きいと考えることができる。自主防災活動においては、リスクコミュニケーションを通して住民が地域のリスクについて正しい認識を共有することが、適切な活動を実施していく上で重要

となる。

しかしながら十分なリスクコミュニケーションを図るには時間を要する。また、個々人のリスク認知の動機も様々であることから、時間をかければ地域住民が確実に共通のリスク認知に至るという方法も判明していない。その一方で、いまや防災対策は「待ったなし」の状況と言われている。リスクを十分に認知している住民にとっては、認知しない人を時間をかけて説得するよりも、取り急ぎリスクを認知している人たちが中心となって活動体制を整えることが合理的である場合もある。

本研究では、自主防災会を舞台に行われる地域リスクと防災活動分担に関するコミュニケーションの過程を表すモデルを作成する。モデル化に先立って、本研究では2000年の鳥取県西部地震により被災した米子市と、1943年の鳥取大地震以来約60年間地震が発生していない旧鳥取市（平成16年11月の合併前の鳥取市。以後「鳥取市」と略記する。）の二つの地域を対象としてアンケート調査を実施して、自主防災会におけるリスクコミュニケーションの実施状況について調査した。2.にアンケート調査の概要を示す。3., 4., 5.において、リスクコミュニケーションが行われにくい防災会における構成員の意思決定構造と戦略的相互依存関係の一断面を記述するモデルを定式化する。

2. 鳥取市、米子市におけるアンケート調査

2.1 アンケート調査概要

2004年12月下旬から2005年1月中旬にかけて、さらに2005年2月中旬の2回にわたって、旧鳥取市（合併前、以後「鳥取市」と略記する）と米子市の住民と自主防災会の会長を対象にアンケート調査を行った。被験者となる住民は鳥取市・米子市共に電話帳からの無作為抽出により選抜した。被験者となる防災会長については、鳥取市では総務部危機管理課から提供していただいた会長名簿からの無作為抽出により選抜した。米子市では総務部総務課危機管理室より直接郵送していただいた。米子市では自主防災会の組織数が少ないために全防災会へ送付することとした。アンケート方法はアンケート調査票を一定の期日までに返信してもらう郵送調査法をとった。2回の調査を通じて、鳥取市住民に348通、鳥取市会長に200通、米子市住民に248通、米子市会長に91通を送付し、回収率はTable 1のようになった。なお自主防災会の組織率は旧鳥取市（合併前）では88%であり、米子市では27.8%である。

Table 1 Questionnaire survey facts

調査対象地域	鳥取県旧鳥取市（鳥取県東部地区） 鳥取県米子市（鳥取県西部地区）
調査期間	2004年12月27日～2005年1月10日 2005年2月10日～2005年2月20日
調査方法	電話帳、会長名簿より無作為に抽出し、 郵送配布・郵送回収
回収数/ 配布数 (回収率)	鳥取市 会長：103/200 (51.5%) 鳥取市 住民：117/348 (33.6%) 米子市 会長：63/91 (69.2%) 米子市 住民：83/248 (33.5%)

Table 2 Participation in community associations

	自主防災会が 存在		存在 せず	わから ない	合計
	参加	不参加			
鳥取市	57	21	16	23	117
米子市	9	12	22	40	83

住民に対する調査では、居住地区での自主防災会の存在・参加の有無、参加する動機など自主防災会での活動状況に関する質問や町内・近隣の住民とのコミュニケーションの度合いなどに関する質問を行った。防災会長に対する調査では、会発足の経緯や活動内容の合意過程に関する質問、住民と同様に町内・近隣の住民とのコミュニケーションの度合いなどに関する質問を行った。

2.2 鳥取市・米子市の住民に対するアンケート集計結果の概要

回答者は、鳥取市では50歳以上60歳未満、米子市では60歳以上70歳未満が一番多く、年齢が下がるに従って減少する年齢構成となった。鳥取市・米子市の住民に対して「自主防災会が居住地域に存在しますか？」また、「存在する場合には参加していますか？」と尋ねたところTable 2のような結果になった。自主防災会が存在するのに参加していない人がいる理由のひとつには、自主防災会の参加形態がさまざまであることが挙げられる。防災会長に

対する「防災会の参加メンバーはどのように決めていますか？」という質問に対して、鳥取市・米子市の会長の中で「町内全員参加」と答えたのはそれぞれ37/103人(35.9%)・13/63人(20.6%)、「自主参加」は14/103人(13.6%)・13/63人(20.6%)、「リーダーが選定した住民が参加」は26/103人(25.2%)・14/63人(22.2%)であった。

鳥取市・米子市で自主防災会に参加している住民57人・9人に「もともと地域防災活動の必要性を感じていて、防災会で積極的に活動しようと考えていましたか？」と尋ねたところ、「はい」がそれぞれ37人・7人、「いいえ」が17人・2人となった。また、「いいえ」を選択した被験者へ「どのような理由で参加するに至りましたか？」と尋ねたところ、「自治会・町内会より参加の要請があった」が最も多く、次いで「地域コミュニティから逸脱することを危惧した」が多かった。また、「自主防災会への参加を通じて、災害の危険性や地域防災活動の効力に関する認識の変化はありましたか？」と尋ねたところ、それぞれ「あった」が33人・6人、「特にない」が18人・2人、「わからない」が3人・1人であった。

自主防災会に参加していない鳥取市・米子市の住民21人・12人に対して「参加されていない理由は何ですか？」と尋ねたところ、「忙しくて時間がない」(7人・4人)と「地域住民とあまり付き合いがない」(4人・4人)が比較的大きな割合を占めた。

居住地区に自主防災会が存在しない鳥取市・米子市の住民16人・22人に「自主防災会の必要性を感じていますか？」と尋ねたところ、「感じている」が10人・15人で最も多く、「まったく感じていない」と回答した被験者はいなかった。サンプル数は少ないものの、住民の間で自主防災会が存在しないことに関する不安はあると考えてよいかもしれない。

さらに「居住地区に自主防災会があるのかわからない」と答えた鳥取市・米子市の住民23人・40人に「自主防災会は必要だと思いますか？」と尋ねたところ、鳥取市・米子市それぞれ「思う」が75.0%・91.9%となった。「わからない」と回答した人数が回収数の約半分となった米子市では、多くの被験者が今回のアンケート調査によってはじめて自主防災会の存在を知り、必要性を認識した可能性もある。

また住民に「町内または近隣でどこに災害弱者が住んでいるか把握していますか？」と質問したところ、「自主防災会がない」「わからない」と回答した被験者は、「自主防災会があり参加している」と回答した被験者と較べると、「把握していない」と答える割合が多いことがわかった。鳥取市では、自主防

災会に参加している被験者の中で災害弱者が住んでいる場所を「把握している」被験者は69.1%であり、それに対して「わからない」と答えた被験者の中では「把握していない」が76.2%という結果が得られた。また米子市では自主防災会に参加している被験者の中で災害弱者が住んでいる場所を「把握している」被験者が87.5%、逆に「わからない」と答えた被験者の中では67.5%が「把握していない」という結果となった。この結果を、自主防災会のコミュニケーションを通じて災害弱者が住んでいる場所などの情報が共有されたと考えるべきか、あるいは、もともと地域のことを良く理解している人が自主防災会に参加していると考えられるべきか、今後詳細に分析する必要がある。いずれにしても「自主防災会がない」「わからない」と答えた被験者は、地域の災害弱者の事情等について十分に把握していないことが明らかになった。

2.3 鳥取市・米子市の自主防災会会長に対するアンケート集計結果の概要

防災会長に対して「あなたの自主防災会はどのような経緯で結成されましたか？」と尋ねたところ、鳥取市・米子市ともに「市からの指導・助言」が最も多く、次いで「結成当時の町内会長の使命感」が多かった。「あなた自身の活動の動機は何ですか？」との質問に対しては、両市とも「地域住民のため」が一番多く、次いで「町内会長だから」が多かった。町内会長、防災会長としての使命感が強いことが伺える。「鳥取大地震や鳥取西部地震の被災経験の伝承・反省はされていますか？」と尋ねたところ、「頻繁にしている」が鳥取市・米子市でそれぞれ6.1%・11.9%、「特にしてない」がそれぞれ58.6%・49.2%となった。また、「被災経験者や専門家のアドバイスを受ける機会はありますか？」と尋ねたところ、「ある」がそれぞれ4.1%・5.2%、「ない」が52%・50%となった。研究熱心さや危機感については自主防災会の間で温度差があると推測することができる。

そして、「自主防災会のリーダーや地域住民が地域防災活動の内容にどのような過程で合意したのかを調査することによって、災害危険性や地域防災活動に対する住民間の認識の差異や、活動を通じた認識の変化について研究したい」という本研究の焦点を説明した上で、最初の質問として「活動内容について意見が分かれることはありますか？」と尋ねたところ、鳥取市・米子市で「よくある」がそれぞれ1人・2人、「たまにある」が19人・11人、「ない」が77人・36人という回答結果を得た。その後の活動

内容への合意過程に関する種々の質問に対しては多様な回答結果は得られなかった。

3. 自主防災会におけるリスクコミュニケーションモデルの定式化

個人間で災害リスクの認知の程度に差異がある事実は多くの調査によって報告されている。また保険加入率や耐震工事の実施状況など、そのことを裏付けるデータが多数存在する。災害に対する備えはリスクの認識のレベルに依存する。個人の金銭的資源、時間やエネルギーが希少である以上、小さいと認識するリスクに対して高いレベルの備えは行わないものである。その一方、前章のアンケート調査では、自主防災会において必ずしも活発な議論がなされているとはいえないことが明らかとなった。リスクの認識にギャップがあるにも関わらず、ほとんどの防災会において、地域リスクのレベルに関する情報交換や、適切な活動レベルに関する議論は行われていなかった。本章ではこのようなアノマリーを説明するモデルの定式化を試みる。

1人の防災会長（プレイヤー A）と1人の地域住民（プレイヤー B）で構成される防災会を考える。災害は Poisson 到着すると仮定し、A・Bが認識する1期間当たりの災害到着率（主観的災害生起確率）をそれぞれ μ_A, μ_B により表す。初期時点である0期における両プレイヤーの主観的災害生起確率をそれぞれ μ_A^0, μ_B^0 と表し、 $0 \leq \mu_B^0 \leq \mu_A^0 \leq 1$ を仮定する。すなわち防災会長 A が住民 B よりもリスク認知の程度が高い状況を対象とする。

各プレイヤーは每期1の所得を得る。両者ともリスク中立的であるとし、各期の効用は消費水準に一致し、事前の期待効用は期待消費水準に一致すると考える。また、地域で防災会による自主防災活動 G が実施されていれば災害時に被害を回避することができるが、実施されていなければ2人とも死亡すると仮定する。死亡は消費の終了、すなわち以後の期の効用がゼロであることにより表現する。一方、每期、自主防災活動 G が実施される限り、プレイヤーは永遠に生存すると仮定する。なお、ここでは表現の簡単化のために被災後の効用が永遠にゼロとなる状況を「死亡する」と呼ぶが、厳密には必ずしも生命としての死のみが本モデルの対象であるわけではない。被災によって生活レベルが不可逆的に低下する状況も該当する。活動 G はプレイヤー A, B によって $G = g_A + g_B$ のように分担されるとする。ひとたび防災活動が始まれば、以後同じ活動分担 (g_A, g_B)

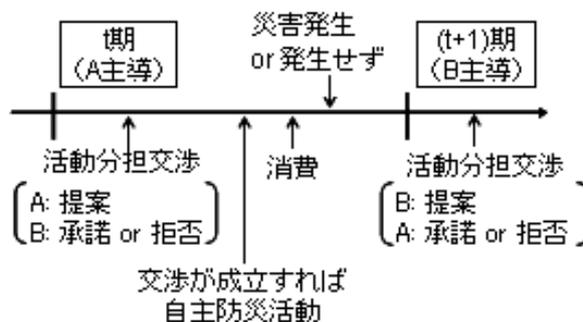


Fig.1 Sequence of events (after Period 2)

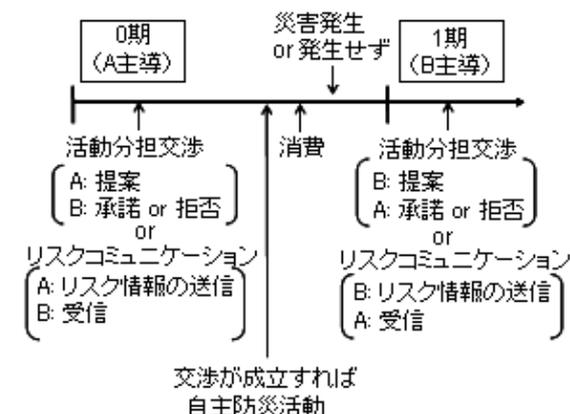


Fig.2 Sequence of events (Period 0 and Period 1)

が永遠に継続すると仮定する。労力 g_A, g_B は金銭単位に換算できるものとする。よって自主防災活動 G が実施される場合、各プレイヤー $i (i = A, B)$ は每期1の所得を得て、自主防災活動における支出の残り $(1 - g_i)$ を消費することになる。ある期の期初に評価した、每期自主防災活動が行われる場合と行われない場合の期間効用と（期待）生涯効用は以下のように表される。

自主防災活動が行われる場合：

$$\text{期間効用} = 1 - g_i, \text{生涯効用} = \left(1 + \frac{1}{r}\right)(1 - g_i) \quad (1a)$$

自主防災活動が行われない場合：

$$\text{期間効用} = 1, \text{期待生涯効用} = 1 + \frac{1 - \mu_i}{r + \mu_i} \quad (1b)$$

r はリスクがない場合の割引率である。効用の終端時点が Poisson 到着する random stopping 問題は、到着率を含む主観的割引率を用いた無限消費問題と等価になる (Yaari, 1965)。式 (1b) に示すように、主観的割引率 $R_i = (r + \mu_i)/(1 - \mu_i)$ をもつ主体が無限に消費 1 を継続する場合の生涯効用と等しくな

る。このとき $\partial R_i / \partial \mu_i > 0$, すなわちリスク認知が高い主体ほど主観的割引率 R_i は高くなる。

モデルの期間構造を Fig.1, Fig.2 により表す。コミュニケーションの過程は Rubinstein(1982) タイプの bargaining game を適用する。Rubinstein(1982) の bargaining game では、プレイヤーが順番に提案をして、提案が承諾された時点でゲームが終了する。一方のプレイヤーの提案ともう一方のプレイヤーの返答には 1 期間の時間を要する。Fig.1 に示すように、 t 期 ($t \geq 2$) において A が自主防災活動の役割分担 (g_A, g_B) について提案し、それを B が承諾または拒否する。拒否した場合には ($t+1$) 期に B が提案を行う。交渉は合意に至るまで無限に繰り返される。なお交渉が合意されない期においては自主防災活動は実施されず、両プレイヤーは死亡リスクに曝される。以上のような無限交渉ゲームを通じて、活動 G の分担に関する均衡解 (g_A, g_B) を導出する。

また、活動分担の交渉に先立って、0 期と 1 期においては両プレイヤーにリスクコミュニケーションの機会が与えられる。リスクコミュニケーションのための情報伝達過程に関しても、bargaining game に倣って、ひとつの期間では一方向の情報の送受信のみが行われると仮定する。すなわち 0 期では防災会長 A が情報を伝達して、住民 B はそれを受信するのみとする。0 期の期初において、双方の認知水準 (μ_A^0, μ_B^0) は共有知識であるとする。防災会長 A は (μ_A^0, μ_B^0) を観察した上で、0 期をリスク情報の伝達に費やすか、即交渉に入るかを選択する。 A がリスク情報の伝達行動を選択した場合、1 期の期初の主観的災害生起確率は次式で与えられるとする。

$$\mu_A^1 = \mu_A^0 \quad (2a)$$

$$\mu_B^1 = (1 - \theta_B)\mu_A^0 + \theta_B\mu_B^0, \quad 0 \leq \theta_B \leq 1 \quad (2b)$$

同様に 1 期において住民 B も活動分担に関する提案を行うか、自身のリスク情報を伝達するかを選択することができる。 B がリスク情報の伝達行動を選択した場合、2 期の期初の主観的災害生起確率は次式で与えられる。

$$\mu_A^2 = \theta_A\mu_A^1 + (1 - \theta_A)\mu_B^1, \quad 0 \leq \theta_A \leq 1 \quad (3a)$$

$$\mu_B^2 = \mu_B^1 \quad (3b)$$

θ_i はプレイヤー i の自身の認知に対する信念の強さを表している。 θ_i は相手のプレイヤーにとって確率変数であり、 $0 \leq \theta_i \leq 1$ の範囲で、確率密度関数 $f_i(\theta_i)$ に従って分布していると仮定する。また、パ

ラメータの大きさについて以下の仮定をおく。

$$\mu_A^0 \leq r, \quad G \leq \frac{2\mu_A^0}{r + \mu_A^0} \leq 1 \quad (4)$$

左の条件式は認知される死亡確率が割引率ほど大きくはないことを意味し、右の条件式は仮に自主防災活動を 1 人で実施することになったとしても、 G を毎期の 1 の所得制約で賄えることを意味する。仮定 (4) より、任意の (μ_A, μ_B) について以下の関係が従う。

$$\mu_A\mu_B \leq r^2, \quad G \leq \frac{r(\mu_A + \mu_B) + 2\mu_A\mu_B}{r(\mu_A + \mu_B) + \mu_A\mu_B + r^2} \leq 1 \quad (5)$$

4. 活動分担に関する交渉ゲームの均衡

リスクコミュニケーションの機会が与えられた 0 期、1 期の問題と、その可能性がない 2 期以降の問題は構造が異なる。まずは 2 期以降のある期の問題を考えよう。ここでは両プレイヤーの主観的災害生起確率 (μ_A, μ_B) は与件であり、以後修正されることはない。 t 期においてプレイヤー A が活動分担について提案する問題は以下のように表される。

$$\max_{g_A(t), g_B(t)} \left(1 + \frac{1}{r}\right)(1 - g_A(t)) \quad (6a)$$

subject to

$$\left(1 + \frac{1}{r}\right)(1 - g_A(t)) \geq 1 + \frac{1 - \mu_A}{r}(1 - g_A^*(t+1)) \quad (6b)$$

$$\left(1 + \frac{1}{r}\right)(1 - g_B(t)) \geq 1 + \frac{1 - \mu_B}{r}(1 - g_B^*(t+1)) \quad (6c)$$

$$g_A(t) + g_B(t) = G \quad (6d)$$

($g_A^*(t+1), g_B^*(t+1)$) は、 t 期において交渉が決裂して ($t+1$) 期に持ち込まれたときに、($t+1$) 期にプレイヤー B が提案して合意される活動分担を表す。条件式 (6b)(6c) の右辺は t 期の交渉問題における各プレイヤーの留保効用を表している。留保効用の第 1 項は t 期の消費 1、第 2 項は次期以降の期待生涯効用である。 $(1 - \mu_i)$ は次期を生存して迎える確率を表す。式 (6b)(6c) は A, B の誘因整合性条件に相当する。

紙面の制約上、均衡解の導出過程の記述は省略する。交渉ゲームがプレイヤー A の提案で開始される場合、均衡は開始時点において A が以下の (g_A, g_B) を提案して B がそれを承諾するという結果になる。

$$g_A(\mu_A, \mu_B) = \frac{(1+r)(r+\mu_B)G + (1-\mu_B)\mu_A - (1+r)\mu_B}{(1+r)^2 - (1-\mu_A)(1-\mu_B)} \quad (7a)$$

$$g_B(\mu_A, \mu_B) = \frac{(r+\mu_A)(1-\mu_B)G - (1-\mu_B)\mu_A + (1+r)\mu_B}{(1+r)^2 - (1-\mu_A)(1-\mu_B)} \quad (7b)$$

一方、交渉ゲームが B の提案で開始される場合には、均衡は開始時点で B が以下の (g'_A, g'_B) を提案して A がそれを承諾するかたちになる。

$$g'_A(\mu_A, \mu_B) = \frac{(r + \mu_B)(1 - \mu_A)G - (1 - \mu_A)\mu_B + (1 + r)\mu_A}{(1 + r)^2 - (1 - \mu_A)(1 - \mu_B)} \quad (8a)$$

$$g'_B(\mu_A, \mu_B) = \frac{(1 + r)(r + \mu_A) + (1 - \mu_A)\mu_B - (1 + r)\mu_A}{(1 + r)^2 - (1 - \mu_A)(1 - \mu_B)} \quad (8b)$$

以後、「 Γ 」はプレイヤー B が最初にオファーする交渉ゲームの解を表す。無限交渉ゲームでは交渉の機会が無限に与えられているにもかかわらず、交渉は開始時点における提案と承諾によって終了する。この均衡は、実際にほとんどの防災会で活動内容について議論が発生することがなく、住民が防災会長の提案に即同意しているという（冒頭のアンケート調査結果が示す）事実を説明している。

均衡解の性質について調べよう。仮定 (4) の下では以下の関係が成立している。

$$g_A(\cdot) \leq g'_A(\cdot), \quad g_B(\cdot) \geq g'_B(\cdot) \quad (9)$$

すなわち双方のプレイヤーにとって、交渉の開始時点において提案する権利をもつ場合に自分の負担をより小さくすることができる。両者の差は先にオファーする機会の価値に相当する。またリスク認知水準と均衡貢献水準の間には以下の関係が存在する。

$$\frac{\partial g_A(\cdot)}{\partial \mu_A} > 0, \quad \frac{\partial g_A(\cdot)}{\partial \mu_B} < 0, \quad \frac{\partial g_B(\cdot)}{\partial \mu_A} < 0, \quad \frac{\partial g_B(\cdot)}{\partial \mu_B} > 0 \quad (10a)$$

$$\frac{\partial g'_A(\cdot)}{\partial \mu_A} > 0, \quad \frac{\partial g'_A(\cdot)}{\partial \mu_B} < 0, \quad \frac{\partial g'_B(\cdot)}{\partial \mu_A} < 0, \quad \frac{\partial g'_B(\cdot)}{\partial \mu_B} > 0 \quad (10b)$$

自身のリスク認知水準が高いほど、自主防災活動において大きな貢献を提供することになる。また、相手のリスク認知が低いほど自分はより多く負担せざるをえなくなる。このことは活動分担交渉において、リスク認知が低い主体がより大きな bargaining power を有することを示している。換言すると、災害リスクをより大きく認識する主体ほど自主防災活動の緊急性をより強く感じる結果、自分が大きな負担をすることになるとしても、より早期に活動を開始することを優先させることになるのである。そして上述のように、交渉は瞬時に終了する。認知の低い主体は、認知の高い主体のそのような動機付けを利用して、より小さな負担で活動に参加することができる。交渉開始時点で評価した各プレイヤーの生

涯効用は次式で与えられる。

$$U_A(g_A(\cdot)) = (1 + \frac{1}{r})(1 - g_A(\cdot)),$$

$$U_B(g_B(\cdot)) = (1 + \frac{1}{r})(1 - g_B(\cdot)) \quad (11a)$$

$$U_A(g'_A(\cdot)) = (1 + \frac{1}{r})(1 - g'_A(\cdot)),$$

$$U_B(g'_B(\cdot)) = (1 + \frac{1}{r})(1 - g'_B(\cdot)) \quad (11b)$$

5. リスクコミュニケーションの成立可能性

5.1 「住民」からのコミュニケーションの不成立

0期と1期にはプレイヤー A とプレイヤー B が相手にリスク情報を伝達する機会をもつ。リスク情報の伝達後の各プレイヤーの認知水準は式 (2a)(2b) (3a) (3b) に従って変化する。0期から2期の主観的リスクの間には以下の大小関係が存在する。

$$0 \leq \mu_B^0 \leq \mu_B^1 = \mu_B^2 \leq \mu_A^2 \leq \mu_A^1 = \mu_A^0 \leq 1 \quad (12)$$

0期のプレイヤー A からプレイヤー B への情報伝達によって μ_B は上昇し、1期の B から A への情報伝達によって μ_A は減少する。 B は A に対して、自分達の地域は A が認識しているよりも安全であるという情報を伝達することになる。また、前述のように情報伝達の効果 (θ_A, θ_B) は事前には不確実である。

後ろ向き帰納法によって均衡解を求めよう。いま、0期にプレイヤー A がリスクコミュニケーションを選択したとしよう。それによって0期に交渉が行われずに1期が訪れたとする。このとき B の意思決定問題と生涯期待効用水準は次式のように与えられる。

$$V_B(\mu_A^1, \mu_B^1) = \max [U_B(g'_B(\mu_A^1, \mu_B^1)),$$

$$1 + \frac{1 - \mu_B^1}{1 + r} \int_0^1 U_B(g_B(\mu_A^2, \mu_B^2)) f_A(\theta_A) d\theta_A] \quad (13)$$

右辺の第1式は活動分担に関する提案を行った場合の効用を、第2式はリスク情報の伝達を行った場合の期待効用を表す。 B が1期にリスク情報の伝達を行なった場合、次の2期では A が活動の提案を行なうため、第2式では分担水準が $g_B(\cdot)$ となる。均衡貢献水準の性質 (9)(10a)(10b) と式 (12) を考慮すると、

$$g'_B(\mu_A^1, \mu_B^1) \leq g_B(\mu_A^2, \mu_B^2) \text{ for any } \theta_A \quad (14)$$

さらに仮定 (4) を考慮すると次式を得る（証明略）。

$$V_B(\mu_A^1, \mu_B^1) = U_B(g'_B(\mu_A^1, \mu_B^1)) \quad (15)$$

すなわち任意の (μ_A^1, μ_B^1) とリスクコミュニケーションの効果に関する確率密度関数 $f_A(\theta_A)$ の下で、プレイヤー B はリスクコミュニケーションを図らない。 B は必ず活動分担の提案を行い、自主防災活動を開始させることを選択する。なぜならば B にとっては、 A がリスクを高く (B の視点からしたら「過剰に」) 認知してくれていたほうが都合がよい。 A がリスクをより高く認識するほど、 A は自主防災活動のより大きな割合を引き受けてくれるため、あえて μ_A を減少させることはないからである。さらに本モデルでは、 B にとって1期でリスクコミュニケーションを選択することは、交渉におけるオファーの権利を手放すことを意味する。以上の2つの要因によってリスクコミュニケーションを選択することは確実に B の活動の負担を増加させ、効用を低下させることになる。

5.2 「防災会長」からのコミュニケーションの成立可能性

最後に0期におけるプレイヤー A の行動について考えよう。 A の意思決定問題と生涯期待効用水準は次式のように表される。

$$V_A(\mu_A^0, \mu_B^0) = \max [U_A(g_A(\mu_A^0, \mu_B^0)), 1 + \frac{1 - \mu_A^0}{1 + r} \int_0^1 U_A(g'_A(\mu_A^1, \mu_B^1)) f_B(\theta_B) d\theta_B] \quad (16)$$

右辺の第1式は活動分担に関する提案を行った場合の効用を、第2式はリスク情報の伝達を行った場合の期待効用を表している。ここでは1期のプレイヤー B の問題とは異なって、プレイヤー A にとってはリスク情報を伝達することに価値がある場合がある。なぜならば B の認知を上昇させることによって、自主防災活動における自身の負担を軽減させることができるからである。よって A によるリスクコミュニケーション行動は、 B のリスク認知向上による活動分担の改善の利益と、活動の開始を1期間先延ばしにし、さらに交渉のオファーの権利を手放すことによる費用を比較考量して決められることになる。

ここでは簡単な数値事例を通じて均衡解の性質を調べよう。0期におけるプレイヤー A の意思決定とリスクコミュニケーションの成立可能性は初期の認知水準 (μ_A^0, μ_B^0) とリスクコミュニケーションの効果に関する確率密度関数 $f_B(\theta_B)$ に依存している。パラメータを $G = 0.4$, $r = 0.2$ とする。また確率密度関数を $f_B(\theta_B) = 1$ すなわち一様分布に特定化する。リスクコミュニケーションの効果について事

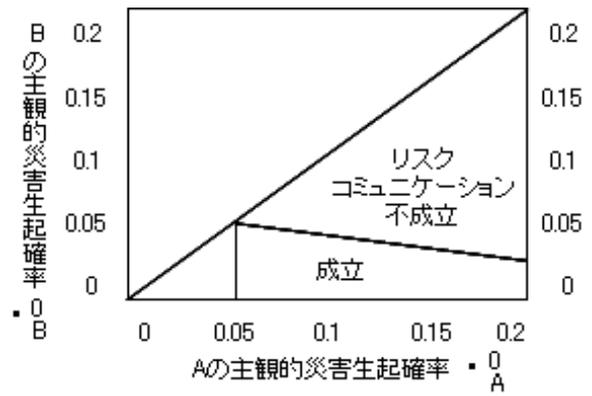


Fig.3 Initial level of risk perception and implementation of risk communication

前には全く予測できない場合を考える。 (μ_A^0, μ_B^0) の組み合わせと0期の行動は Fig.3 のような関係となる。なお、 (μ_A^0, μ_B^0) の定義域は $\mu_B^0 \leq \mu_A^0 \leq r$ と仮定 (4) を満足している必要がある。Fig.3 の左下の三角の領域は (μ_A^0, μ_B^0) が仮定 (4) の右式の条件を満たしていない部分である。

Fig.3 より、定義域の上部にリスクコミュニケーションが行われない領域が広がっていることがわかる。リスクコミュニケーションが行われない理由は2つに大別される。第1に、「リスクコミュニケーション不成立」の領域の対角線に近い部分では、両者のリスク認知がほとんど変わらないためコミュニケーション後の変化は期待されない。換言すると、両者が既にリスクに関する認識を共有しているため、リスクコミュニケーションの必要がない。それに対して、「リスクコミュニケーション不成立」の領域の右下の部分では、防災会長であるプレイヤー A と住民であるプレイヤー B の認知がかけ離れているにも関わらずリスクコミュニケーションは行われない。すなわち μ_A^0 が非常に大きく、かつ μ_B^0 が極端に低い領域においてリスクコミュニケーションが行われないという逆説的な結果となる。その理由は、第1に非常に小さい μ_B^0 がある大きさまで上昇するかどうか不確実であるため、第2に μ_A^0 が大きくなるほどプレイヤー A は自主防災活動の成立を急ぐようになり、1期分の時間を消費することを回避する動機が強くなるためである。

6. おわりに

本モデルを用いて、防災会長のリスク認知水準が高いほど、また会長と住民の間のリスク認知のギャップが大きいほどリスクコミュニケーションが行われ

ない可能性が高いことを説明することができた。すなわち、リスクを十分に認知している住民にとっては、認知しない人達を時間をかけて説得するよりも、取り急ぎリスクを認知している自分達が中心となって活動体制を整えることが合理的である場合がある。

しかし自然災害に対する真の地域防災力を高めるためにはやはり全ての住民がリスク水準と防災活動に対して共通の理解をもつことが不可欠である。本モデルの分析より、リスクコミュニケーションの成立可能性において所要時間がひとつの要因となることが判明した。対策として、例えば防災会長が短期間で住民の認知を向上させる効果があると考えられるような、地域防災活動マニュアルやビデオを公共が用意する方法などが考えられる。

また、本モデルでは住民同士が「この地域で大きな災害が起こる確率は何十年のうちに何%」といった単純な量的情報のみを交換するタイプのリスクコミュニケーションを対象とした。今後は、住民が互いのリスク認識の根拠までを伝達し合う場合や、活動のコストを小さくする知恵を提供し合うようなコミュニケーションについてモデル化し、成立可能性について検討する必要がある。

参考文献

- 吉川肇子(1999): リスクコミュニケーション, 福村出版.
- (社) 日本損害保険協会ホームページ (2006): <http://www.sonpo.or.jp/index.html>
読売新聞 2004年1月15日
- Renn, O.(2005): Risk Governance towards an integrative approach, International Risk Governance Council White Paper No. 1.
- Rubinstein, A.(1982): Perfect equilibrium in a bargaining model, *Econometrica*, Vol.50, pp.97-109.
- Yaari, M. E.(1965): Uncertain lifetime, life insurance, and the theory of the consumer, *Review of Economic Studies*, Vol. 32, pp.137-150.
- Viscusi, K.W.(1992): *Fatal Tradeoffs: Public and Private Responsibilities for Risk*, New York, Oxford University Press.
- Vives, X. (1997): Learning from Others: A Welfare Analysis, *Games and Economic Behavior*, Vol.20, pp.177-200.

A Game Theoretic Analysis of Risk Communication in Disaster Prevention Activity

Muneta YOKOMATSU

Synopsis

There exists a large difference in perception of disaster risk among residents, which exclusively comes to a head in local community associations that are aimed at community-based disaster prevention. However questionnaire surveys in Tottori city and Yonago city made clear that in most associations, residents did not exchange information about regional risks and did not discuss on appropriate risk management activities. The purpose of this study is to analyze possibility of implementation of risk communication in community associations. A game theoretical model is formulated to investigate a determination process where loads in a community-based disaster prevention activity are allotted to residents as well as a process where they exchange risk information. It is described that a strong demand for urgent start on the activity prevents residents from communicating sufficiently.

Keywords : risk communication, risk perception, community-based disaster prevention activity, bargaining game