

## 地域防災活動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理論的考察

鳥取大学工学部 正会員 横松宗太  
(株)山陰合同銀行 安食貴志

## 1. はじめに

自然災害リスクの認知には大きな個人差があり、それらとは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。一方、心理学等においてリスクコミュニケーションは同様の環境や動機付けをもつ住民間で行われる場合にもっとも効果的であることが指摘されている。よって自主防災会はリスクコミュニケーションの媒体としても期待されている。しかし実際には多くの自主防災会で十分なリスクコミュニケーションが行われていないという指摘もある。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議論の過程を理論的に分析する。そして自主防災会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。

## 2. モデル

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 $\mu_A, \mu_B$ 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 $\mu_A^0, \mu_B^0$ と表し、 $0 \leq \mu_B^0 \leq \mu_A^0 \leq 1$ を仮定する。

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。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( $g_A, g_B$ )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。ある期の期初において、每期自主防災活動が行われる場合

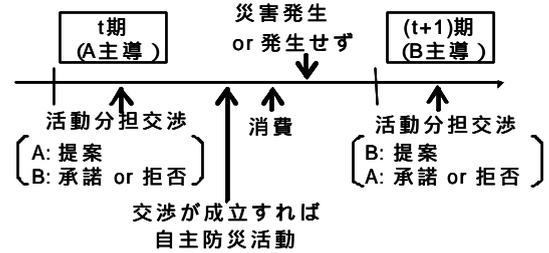


図-1. モデルの期間構造 (2期以降)

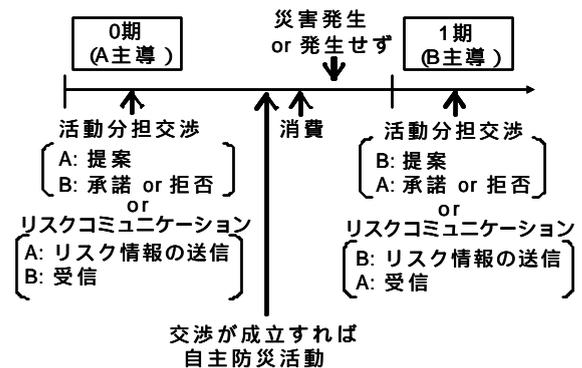


図-2. モデルの期間構造 (0期, 1期)

の期間効用は $1 - g_i$ 、生涯効用は $(1 + 1/r) \cdot (1 - g_i)$ 、一方、行われぬ場合の期間効用は1、期待生涯効用は $1 + (1 - \mu_i)/(r + \mu_i)$ となる。ただし $r$ はリスクがない場合の割引率である。以上のように、不確実性下の期待効用は、到着率 $\mu_i$ を含む主観的割引率 $R_i = (r + \mu_i)/(1 - \mu_i)$ 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価になる。 $\partial R_i / \partial \mu_i > 0$ 、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図-1、図-2に表す。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。プレイヤーは順番に提案を行い、提案が承諾された時点でゲームは終了する。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。 $t$ 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。

また、活動分担の交渉に先立って、0期と1期では両プ

災害リスク、リスク認知、リスクコミュニケーション、自主防災活動

〒680-8552 鳥取市湖山町南4-101, TEL 0857-31-5311, FAX 0857-31-0882

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。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 $(\mu_A^0, \mu_B^0)$ は共有知識であるとする。防災会長Aは $(\mu_A^0, \mu_B^0)$ 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。防災会長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。

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

同様に1期において住民Bも活動分担の提案を行うか、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。住民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。

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

$\theta_i$ はプレイヤー*i*の自身の認知に対する信念の強さを表す。 $\theta_i$ 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、 $\mu_A^0 \leq r, G \leq 2\mu_A^0/(r + \mu_A^0) \leq 1$ を仮定する。

### 3. 活動分担交渉の均衡

2期以降の問題から後ろ向きに考える。いま $(\mu_A, \mu_B)$ は与件である。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。

$$\max_{g_A(t), g_B(t)} (1 + \frac{1}{r})(1 - g_A(t)) \quad (3a)$$

subject to

$$(1 + \frac{1}{r})(1 - g_A(t)) \geq 1 + \frac{1 - \mu_A}{r}(1 - g_A^*(t+1)) \quad (3b)$$

$$(1 + \frac{1}{r})(1 - g_B(t)) \geq 1 + \frac{1 - \mu_B}{r}(1 - g_B^*(t+1)) \quad (3c)$$

$$g_A(t) + g_B(t) = G \quad (3d)$$

$(g_A^*(t+1), g_B^*(t+1))$ 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。制約条件式(3b)(3c)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。紙面の制約上、均衡解の導出過程と均衡解の記述は省略する。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 $(g_A(\mu_A, \mu_B), g_B(\mu_A, \mu_B))$ を提案して、Bがそれを承諾するという結果に決まる。一方、交渉ゲームがプレイヤーBの提案で開始される場合には、均衡は開始時点でBが $(g'_A(\mu_A, \mu_B), g'_B(\mu_A, \mu_B))$ を提案して、Aがそれを承諾するというかたちになる。'r'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。従って、交渉は開始時点における提案と承諾によ

て終了する。防災会で活動内容について議論が発生することはなく、住民が防災会長の提案に即同意する。均衡解に関して、 $g_A \leq g'_A, g_B \geq g'_B$ 、さらに $\partial g_i / \partial \mu_i > 0, \partial g_i / \partial \mu_j < 0$  ( $g'_i$ についても同様)が成立する。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。交渉開始時点で評価した各プレイヤーの生涯効用は $U_i(g_i(\cdot)) = (1 + 1/r) \cdot (1 - g_i(\cdot))$ で与えられる ( $g'_i$ についても同様)。

### 4. リスクコミュニケーションの成立可能性

0期と1期にはプレイヤーA, Bは相手にリスク情報を伝達する機会をもつ。式(1)(2)より、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。

$$0 \leq \mu_B^0 \leq \mu_B^1 = \mu_B^2 \leq \mu_A^2 \leq \mu_A^1 = \mu_A^0 \leq 1 \quad (4)$$

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する。プレイヤー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。

$$V_B(\mu_A^1, \mu_B^1) = \max [U_B(g'_B(\mu_A^1, \mu_B^1)), 1 + \frac{1 - \mu_B^1}{1 + r} \int_0^1 U_B(g_B(\mu_A^2, \mu_B^2)) f_A(\theta_A) d\theta_A] = U_B(\cdot) \quad (5)$$

中辺の右側はリスク情報の伝達を行った場合の期待効用を表す。均衡においてプレイヤーBはリスクコミュニケーションを図らない。プレイヤーAがリスクを高く認識するほど自主防災活動の大きな割合を引き受けてくれるため、あえて $\mu_A$ を減少させることはないからである。遡って、0期においてプレイヤー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。

$$V_A(\mu_A^0, \mu_B^0) = \max [U_A(g_A(\mu_A^0, \mu_B^0)), 1 + \frac{1 - \mu_A^0}{1 + r} \int_0^1 U_A(g'_A(\mu_A^1, \mu_B^1)) f_B(\theta_B) d\theta_B] \quad (6)$$

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期間先延ばす費用と交渉のオファーの権利を手放すことによる費用の和を比較考量して決められる。

### 5. おわりに

リスクコミュニケーションの成立にとって所要時間がひとつの要因となる。よって対策として、防災会長が短期間で住民の認知を向上させる効果をもつマニュアルやビデオ等を公共が用意する方法などが考えられる。発表時に数値計算事例を紹介する。

### 参考文献

- [1] Rubinstein, A.: Perfect equilibrium in a bargaining model, *Econometrica*, Vol.50, pp.97-109, 1982.