

京都大学工学部 学生会員 ○角元恵理歌
 京都大学大学院 正会員 横松宗太
 京都大学大学院 正会員 岡田憲夫

1 はじめに

地域防災において、体系化された知識をより地域に適合するように活用するためには、地域固有の特性を考慮した知識の存在が不可欠である。本研究では体系化された知識（一般知識）と地域固有の知識（地域知識）が組み合わせられた防災知識の構造とその形成過程を定式化する。とりわけ災害調査が災害時にしか得られない知見を効果的に獲得できる機会であることを指摘する。そして災害に強い地域の発展を実現するために生産や防災の間で労働資源を配分する条件について分析する。さらに本研究では住民が意見や知識を交換する際のコミュニケーションツールとして対話に着目する。他者との対話には常に新しい状況想定や対策のオプションを発見する可能性が潜む。対話を重ねることにより地域独自の対策はより充実したバラエティに富んだものとなる。このような対話が進んでいる地域とそうでない地域を比較し、対話の効果を検討する。

2 基本モデル

本モデルでは動学的モデルを扱い、投資率を一定とする Solow model の枠組みを用いる。また労働資源は生産部門、研究部門、調査部門で配分するとし、その配分率を一定とする。さらに地域 j ($j = 1, \dots, J$) での災害発生は平均到着率 λ_{1j} のポアソン過程 q_{1j} に従うものとする。以下では指定のない限りすべて地域 j に着目した定式化を行う。また各変数の時点は t として、 (t) の標記を省略する。

2.1 一般知識

一般知識は、各地域で専門家が主体となって形成した知識が学会活動などを通じて集約されたものとする。この構造は以下のように表される。

$$dX_j = L_{sj}dt + a_x L_{sj} \Theta_j^\gamma dq_{1j} - \delta_x X_j dt \quad (1)$$

$$A = \epsilon_2 \left[\sum_j X_j \sigma_2 \right]^{\frac{1}{\sigma_2}} \quad (2)$$

但し、 δ_x ($0 < \delta_x \leq 1$) は知識の減耗率、 ϵ_2 ($0 < \epsilon_2 \leq 1$) は知識の集約率、 σ_2 ($\sigma_2 \leq 1$) は知識の代替弾力性に関連した指標を表す。また a_x, γ ($0 < \gamma \leq 1$) はパラメータとする。式(1)で専門家が形成する知識を X_j とすれば、その蓄積は、平常時に労働 L_{sj} （研究部門）を投じて得られる知識、災害時に L_{sj} と資金 Θ_j を投じて得られる知識、そして知識の陳腐化のように表される。ここで Θ_j について、 $\Theta_j = \omega K_j$ ($0 < \omega \leq 1$) のような関係式を仮定する。これは災害時の研究のために生産資本 K_j から一定割合 ω の分だけ費やすことを意味する。このように、 X_j は集約されて、式(2)で表される一般知識 A となる。

2.2 地域知識

地域知識は、住民が主体となって形成した知識がワークショップなどを通じて集約されたものとする。この構造は以下のように表される。

$$dY_{2j} = (L_{y2j} - \delta_y Y_{2j}) dt \quad (3)$$

$$du_l = b_1 dq_{1j} + b_3 Y_{2j} dt - \delta_u u_l dt \quad (4)$$

$$Y_{1j} = \epsilon_1 \left[\sum_l u_l \sigma_1 \right]^{\frac{1}{\sigma_1}} \quad (5)$$

但し、 δ_y ($0 < \delta_y \leq 1$)、 δ_u ($0 < \delta_u \leq 1$) は知識の減耗率、 b_1 は1回の災害経験から得る知識、 b_3 ($0 < b_3 \leq 1$) は地域事情の把握率、 ϵ_1 ($0 < \epsilon_1 \leq 1$) は知識の集約率、 σ_1 ($\sigma_1 \leq 1$) は知識の代替弾力性に関連した指標を表す。式(3)で地域事情に関する知識を Y_{2j} とすれば、その蓄積は、平常時に労働 L_{y2j} （調査部門）を投じて得られる知識、知識の減耗のように表される。また式(4)で住民 l ($l = 1, \dots, L_{y1j}$) が形成する知識を u_l とすれば、その蓄積は、災害経験から得た知識、地域事情の把握、知識の忘却のように表される。こ

のように u_i は集約されて、式 (5) で表される地域知識 Y_{1j} となる。

2.3 防災力と生産資本

防災力 M_j について一般知識 A と地域知識 Y_{1j} の果たす役割に着目し、次式のように仮定する。但し、 $\beta(0 < \beta \leq 1)$ はパラメータとする。

$$M_j = A^\beta Y_{1j}^{1-\beta} \quad (6)$$

また、生産資本を K_j とすれば、その構造は以下のように表される。

$$dK_j = sL_j^{1-\alpha} K_j^\alpha dt - \delta_k K_j dt - \Gamma(M_j) K_j dq_{1j} - \Theta_j dq_{1j} \quad (7)$$

但し、 $s(0 < s \leq 1)$ は投資率、 $\delta_k(0 < \delta_k \leq 1)$ は資本減耗率を表す。また $\alpha(0 < \alpha \leq 1)$ はパラメータとする。式 (7) で生産資本 K_j の蓄積は、労働 L_j (生産部門) を投じる生産活動からの投資、資本価値の減少、災害時の資本倒壊、災害時の研究に充てられる資本のように表される。ここで $\Gamma(M_j)$ について、 Γ は資本倒壊率を意味し、防災力 M_j が向上することで小さくなるように設定される。つまり、 $\Gamma'(M_j) < 0$ 、 $\Gamma''(M_j) \geq 0$ 、 $0 < \Gamma(M_j) \leq 1$ の関係式が成立する。

3 最適資源配分

各地域、各住民はすべて対称であると仮定する。そこで以下では、各変数、各パラメータの添え字 j や l を省略して表記する。

定常状態における初期時点で評価した期待消費量を C^* とする。ここで各変数の定常状態を (変数)* のように表すものとする。本モデルでは、社会の目的関数を C^* とし、労働資源の配分問題を以下のように定式化する。なお l は各地域での総労働資源数を意味する。

$$\begin{aligned} \max_{L_s, L_{y2}, L, \omega} \quad & C^* = (1-s) \left[\frac{s}{\delta_k + \lambda_1 (\Gamma(M^*) + \omega)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} L \\ \text{s.t.} \quad & L + L_{y2} + L_s = l \end{aligned}$$

数値解析の結果、住民の知識がバラエティに富むほど、さらに災害経験の風化が抑制されるほど、地域防災力は強固であり地域の発展も目覚ましいことがわかった。よって、知識を共有する必要性と、危機意識を保持する重要性が示された。

4 対話の効果

知識を共有するための手段として対話を考え、対話を通じて得られる知識の可能性をモデルに組み込む。その際、下表で与えられる対称集団ゲームを考える。各欄は、自分と相手の戦略に依る効用を表す。

表：対称集団ゲーム

自分\相手	対話する	対話しない
対話する	$b_2 dq_2 - \tau dt$	$-\tau dt$
対話しない	0	0

ここで、「対話する」を「対話の場に参加する」と定義する。 τdt は対話の場に参加するためのコストを意味する。 $b_2 dq_2$ は自分と相手に対話する場合に、新たに獲得できると期待される知識を意味する。知識が獲得できるか否かは、自分の持つ知識 u に依存した平均到着率 $\nu(u)dt$ のポアソン過程 q_2 に従うものとする。ここで $\nu(u)$ について、自分の知識量が増加すれば新たな知識に遭遇する主観的な期待も高まるとして、 $\nu'(u) > 0$ 、 $0 < \nu(u) \leq 1$ の関係式が成立すると考える。また、過去 N 期間、 N 人とゲームを実施したときに相手に対話する確率を $p(t)$ とする。相手に対話する場合には $dp(t) = +1/N$ 、対話しない場合には $dp(t) = -1/N$ として、 $p(t)$ は每期更新されるものとする。

自分に対話するを選択する条件式は、 $p(t) \geq \frac{\tau}{b_2 \nu(u)}$ のように表される。そしてこのとき、獲得すると期待される知識 $b_2 dq_2$ を基本モデルの式 (4) の右辺に加え、コストに住民数を乗じた $\tau \tilde{L}_{y1} dt$ を式 (7) の右辺から引いて修正することとする。一方対話しないを選択する場合は、期待効用は常に 0 であり基本モデルを修正する必要はない。

以上より $p(t)$ の時間推移を測ると、定常状態において、地域は対話する社会と対話しない社会に 2 極化することが示された。さらに両者の定常状態の期待消費量を比較すると、対話する社会の方が値が大きくなり、地域の発展が進むとわかった。そこで対話を促進するような対策を検討しそれらが施されたならば、一度対話しない社会へ移行しつつあった地域でも、対話する社会を実現することが可能であり、より早急な対応が必要であるという結論が得られた。

5 おわりに

本研究では地域防災や地域経済を考えるにあたり、対話の果たす役割とその効果を分析した。対話の役割は、上述のように知識共有の手段としての役割が存在する。そしてさらに、本紙では紙面の都合上割愛したが、危機意識を保持するための手段としての役割がある。後者の特徴が「防災」における対話をより効果的にすると考えられる。このことについては発表時に詳細を説明する。今後は、防災力について知識の果たす役割だけでなく、防災施設のコントロールを含めたモデルを構築する必要がある。