

内生的知識、異質性選好と社会ネットワークの動学：  
共助のポテンシャルに関する基礎的考察

Endogenous Knowledge, Heterophily, and Social Network Dynamics:  
Implication for the Research on the Community Based Disaster Prevention

○小谷仁務・横松宗太

○Hitomu KOTANI, Muneta YOKOMATSU

Recent practical researches on community based disaster prevention encourage a wide variety of stakeholders (e.g., elderly persons, children, foreign residents) to get involved in community activities and collaborate with each other. With an aim to elucidate the potential for mutual aids during disasters that is realized by communities constituting a variety of stakeholders, this study develops a model with the assumption that (1) some players have homophilous preferences and others have heterophilous preferences for knowledge of players and (2) the knowledge is endogenously determined through networks. By means of numerical simulations, we examine the social network dynamics, emergent networks in the long run, and the distribution of knowledge in a community where players with distinct preferences exist (117 words).

1. 社会ネットワークモデルへの異質性選好と内生的知識の導入

近年の地域防災活動では、地域の高齢者や若者、在留外国人などの様々な住民が参加し連携することが求められるようになってきた。また、その様な活動を支援する実践的な研究も行われつつある。では、多様な主体が関わる地域コミュニティはこういった点で地域防災に寄与するのだろうか。本研究は、ゲーム理論を基礎とした社会ネットワーク形成モデルを用い、多様な住民によって構成される地域コミュニティがもつ災害時の共助のポテンシャルを理論的に分析する。上記のコミュニティの実現を促す地域防災活動やそれに関する実践的研究に対して理論的な示唆を与えることを目的とする。

これまでの社会ネットワーク理論においては、人種による分住 (e.g., Schelling 1971) のように、似たような属性をもつ人同士がつながっていく構造の分析が中心であった。すなわち、人種や年齢のような「外生的に与えられた属性」と「同類性選好 Homophily」(e.g., McPherson et al. 2001) に着目した分析である。

それに対して、本研究は、(1) 地域コミュニティには多様な選好をもつ人々が存在することに着目する。つまり、「同類性選好」をもつ個人だけでなく、「異質性選好 Heterophily」をもつ個人が存

在することに着目する。さらに、本研究では、(2) 個人がもつ外生的に与えられた個性ではなく、「内生的に決まる知識や経験」に着目する。人間関係の本質は、外生的に決まる相手の個性よりも、相手の知識や経験に接したいという点にあると考えるからである。そして、この知識や経験は、自身の人間関係の中で、つまり、自身がつながる相手から得られるものとする。したがって、自分と相手の知識や経験の同質性や異質性もネットワークの中で決まっていく。

以上を踏まえ、本研究は、プレイヤー間の知識や経験の同質性と異質性がネットワーク内で内生的に決まり、この同質性と異質性に対する選好の多様性を考慮した社会ネットワークモデルを定式化する。そして、異なる選好をもつプレイヤーが存在することによって生まれる、ネットワークの動学や長期に現れるネットワークの構造、知識の分布を分析する。これらを通じ、社会ネットワークの視点から、異なる選好をもつプレイヤーによって構成されるコミュニティから実現する災害時の共助のポテンシャルを考察する。

2. 基本モデル

あるコミュニティ内の有限なプレイヤーによる社会ネットワーク形成の問題を考える。

ネットワーク  $g$  において、各ノードはプレイヤ

ーを意味し、各ノードをつなぐリンク  $ij$  はプレイヤー  $i$  と  $j$  が互いに知り合いであり、コミュニケーションをとっていることを意味する。

各プレイヤー  $i$  は、地域の社会ネットワークとは独立な、自身  $i$  に固有の知識や経験  $K_{ii} (= 1)$  (以降、単に「知識」と呼ぶ) をもつものとする。つまり、 $n$  人のプレイヤーが存在する地域ではネットワークとは独立に  $n$  種類の知識が存在する。そして、各プレイヤー固有の知識は、直接につながるプレイヤーへだけでなく、その相手が別のプレイヤーとコミュニケーションをとることで、直接につながらないプレイヤーへも伝達されるものとする。例えば、プレイヤー  $i$  が  $j$  とリンクをつなぐことで、 $i$  は  $j$  がもつ固有の知識を得ることができる。さらに  $j$  が  $k$  と直接にリンクをつなげば、 $j$  が  $i$  に「 $k$  という人と友だちになって、彼がこんなことを言っていたよ」と知識を伝え、 $i$  は直接につながらない  $k$  がもつ固有の知識を得られる。このような伝達を通じて、各プレイヤーは、直接的または間接的につながるプレイヤーがもつ固有の知識を得て、自身の内生的な知識  $K_i$  (以降、単に「内生的知識」と呼ぶ) を形成するものとする。この内生的知識を次のようにベクトルにより定式化する。

$$K_i = (K_{i1}, \dots, K_{ij}, \dots, K_{in}).$$

ベクトルの要素  $K_{ij}$  は  $i$  が  $j$  から得る  $j$  固有の知識の量を意味する。なお、ネットワーク上で伝達される知識の量は、ネットワーク内の距離に応じて減衰するものとする。ここでは、プレイヤー間の最短距離が 1 増える毎に  $\delta \in [0,1]$  だけ減衰することを仮定する。

以上のような設定の下では、プレイヤー  $i$  と  $j$  の内生的知識の異質性と同質性もネットワーク  $g$  の中で変化する。この異質性  $D_{ij}$  と同質性  $S_{ij}$  を次のように定式化する。

$$D_{ij} = \sum_{k \in \{N_i^{n-1}(g) \cup N_j^{n-1}(g)\}} |K_{ik} - K_{jk}|,$$

$$S_{ij} = \sum_{k \in \{N_i^{n-1}(g) \cup N_j^{n-1}(g)\}} \{1 - |K_{ik} - K_{jk}|\}.$$

$N_i^{n-1}(g)$  は  $i$  がネットワーク  $g$  において直接的または間接的につながる全てのプレイヤーの集合を意味する。自分と相手の内生的知識の各構成要素の差が大きい程、異質性は大きくなり、同質性は小さくなる構造になっている。

さらに、上記の内生的知識に対する選好がプレイヤー間で異なることを仮定する。つまり、自身と相手の内生的知識の同質性を選好するプレイヤーと、その異質性を選好するプレイヤーが共に存在するものとする。したがって、ネットワーク  $g$  の下でプレイヤー  $i$  が同質性選好をもつ場合の効用関数  $u_i^{\text{Homo}}(g)$  と異質性選好をもつ場合の効用関数  $u_i^{\text{Hetero}}(g)$  をそれぞれ次のように定式化する。

$$u_i^{\text{Homo}}(g) = \left( \sum_{k \in N_i(g)} S_{ik} \right) - c(d_i) \cdot d_i,$$

$$u_i^{\text{Hetero}}(g) = \left( \sum_{k \in N_i(g)} D_{ik} \right) - c(d_i) \cdot d_i.$$

$N_i(g)$  は  $g$  においてプレイヤー  $i$  が直接つながるプレイヤーの集合、 $d_i$  は  $i$  のもつリンクの本数、 $c(d_i)$  は 1 本のリンクを維持するのにかかる費用を意味する。

以上の内生的知識とプレイヤーの選好の異質性を考慮し、ネットワークの動学を分析する。動学過程では、每期、ランダムに選ばれた 1 組のプレイヤー  $i$  と  $j$  のみがリンク形成のゲームを行う。ここでは、リンクをつなぐには双方のプレイヤーの合意が必要であるが、リンクの削除には一方の合意のみで十分であるリンク形成原理 (Jackson and Watts 2002) に従うものとする。このリンク形成ゲームが繰り返される過程でのネットワークの動学や、その結果、長期に現れるネットワークの構造、内生的知識の分布構造が分析の対象である。

上記のモデルのパラメータや関数形を特定し、動学過程を数値シミュレーションにより分析する。分析結果の詳細は発表講演時に示す。

#### 参考文献

- Jackson, M. O., & Watts, A. (2002). On the formation of interaction networks in social coordination games. *Games and Economic Behavior*, 41(2), 265-291.
- McPherson, M., Smith-Lovin, L., & Cook, J. M. (2001). Birds of a feather: Homophily in social networks. *Annual Review of Sociology*, 27(1), 415-444.
- Schelling, T. C. (1971). Dynamic models of segregation. *Journal of Mathematical Sociology*, 1(2), 143-186.