

グラフ理論を用いた相互扶助モデルの試み

地域計画 地域生活サービス ソーシャル・キャピタル
 グラフ理論 スモールワールド

正会員○ 泊 和哉*1

同 友清 貴和*2

同 本間 俊雄*3

1. 研究の背景と目的

かつての日本には、血縁や地縁による自発的な協働規範が存在し、深い近所付き合いがあった。しかし、近年の急速な核家族化や生活スタイルの多様化といった様々な要因により、こうした規範が薄れ、地域コミュニティの果たす役割は減少している。一方で、少子高齢・人口減少時代へ突入し、質の高い住民生活を守るためには、既存の行政サービスに代わるNPOやボランティア活動等の住民同士の連携が重要視されてきている。

こうした現況下で、欧米で生まれた「ソーシャル・キャピタル(以下、SCと略す)」という概念が近年、我が国でも注目されている。SCは、社会関係資本と訳され、地域のネットワークによりもたらされる規範と信頼の枠組みを意味し、地域共通の目的に対する協働モデル概念を指す²⁾。SCを構成する要素は、コミュニティにおける信頼関係が互酬の規範に基づく慣行を普及させ、その結果ネットワークが強化し、さらに信頼を生む相互補強的な関係にある(図1)。今後の持続可能な地域計画を進める上でSCは重要な役割を担うと考える。

本報告は、地域生活サービスとSCの関係性を明らかにすると共に、新たなサービスの枠組み構築に目的をおき、ネットワーク形態の視点からよりよい相互扶助関係を探るモデル化を試みる。

2. モデルの構築

2-1. グラフ理論の導入

モデル構築にあたって、数学の一分野である「グラフ理論³⁾」を用いる。グラフ(Graph)とは、ノード(Node)と呼ばれる点とそれらを結ぶリンク(Link)と呼ばれる線の集合をいう。グラフを用いた考え方の特徴は、点と点の「つながり方」に着目し、それらの関係性を可視化できる点にある。グラフ理論は、コンピュータのデータ構造やアルゴリズム等に広く応用されている。建築計画の分野では、図書館ネットワークや施設配置論といった領域で利用例が見られる。

グラフにおける特徴量は、次に示す2つの指標により定義する⁴⁾。1つは平均頂点間距離(L)である。「距離」とは、任意の2つのノード間を渡る際の最小のリンク数を指し、 L はグラフ中の全ノード対についての距離の平均をいう。

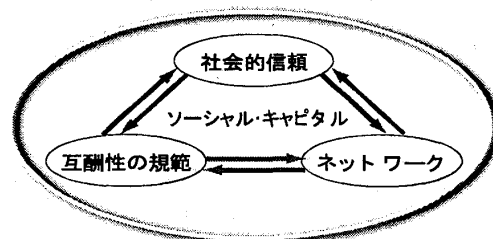
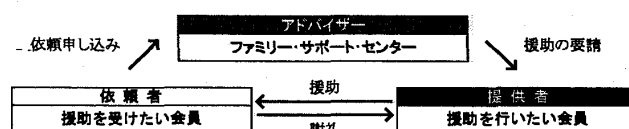
図1. ソーシャル・キャピタル概念イメージ²⁾

図2. ファミリー・サポート・センターの仕組み

2つ目はクラスター係数(C)である。ノードAが他の k 個のノードとリンクで結ばれているとき、 k 個のノード間に存在し得る $kC_2 = k(k-1)/2$ 本のエッジのうち、実際にリンクが存在する割合をノードAについてのクラスター係数 C_A と呼び、全ノードの C_A の平均を C とする。これら(L , C)の量的関係により、対象とするネットワークの状態が判別できる。

2-2. モデルの概要

2-2-1. 対象

相互扶助モデルの設定において、「相互扶助の実現には、既存の行政圏ではなく、住民生活に密着している町丁目単位や町内会単位等の狭域圏が適切である」という仮説を立てる。

対象モデルは、市町村単位で設置されている「ファミリー・サポート・センター(図2)」のサービス事例を取り上げる。想定圏域は町内会単位の狭域圏とする。また、施設は置かず、援助の依頼者と提供者をノードに置き、両者の関係をリンクに対応させる。

2-2-2. 評価手法

図3にモデルの概念を示す。地域全体の結束力や近所付き合いの親密さに相当する指標を「総信頼量」とし、予め任意の数値を与える。総信頼量は個々のノード間の信頼の度合いに応じ0~4の5段階で各リンクに分配し、これを「信頼量」と呼ぶ。信頼量は0~1に置き換え、依頼者 i と提供者 j の間でサービス授受が成立する確率とし

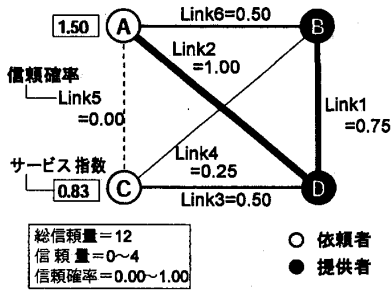


図3. モデル概念図

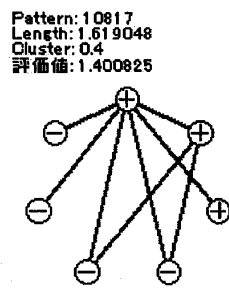


図4. 解析結果の一例

てリンクの「信頼確率 B_{ij} 」を設定する。サービス提供の際に経由する各リンクの B_{ij} と経由リンク本数を考慮した「距離ペナルティ λ_{ij} ((1)式)」を用い、式(2)より依頼者の「サービス指数 σ_i 」を算出する。最終的な評価は、式(3)で示す「ネットワーク評価値 δ 」により与える。各依頼者ノードのサービス指数が大きく、かつばらつきが小さいほど評価は高くなる。

$$\lambda_{ij} = -\frac{(d_{ij} - 1)^2 + 1}{l^2} \quad (1)$$

$$\sigma_i = \sum_{j=1}^n \sum_{r_y=1}^m (B_{ij} \lambda_{ij}) \quad (2)$$

$$\delta = \bar{\sigma} - \frac{\alpha}{n} \sum_{i=1}^m (\sigma_i + \bar{\sigma})^2 \quad (3)$$

d_{ij} : i, j 間の経由リンク数
 l : 有効とする最大経由リンク数
 r_y : i, j 間を結ぶ経路数
 $\bar{\sigma}$: 平均サービス指数
 α : 分散重み係数
 n : 依頼者側ノード数
 m : 提供者側ノード数

3. 解析と考察

モデルの有効性を検証するため、極めて単純なモデルでの全数調査解析を実施する。図4は解析から得られたネットワーク形態とその数値結果の一例である。ノード数はそれぞれ依頼者4、提供者3とし、総信頼量は8と設定する。数値結果は図5、6に示す。

図5は、 L と C を評価値 δ の高い順に左側から並べたものである。近似曲線を見ると、評価が高くなるにつれて L は小さくなり、 C は0.25前後である。

図6は、最も評価値の高いパターン(図4)における次数分布である。次数とは、1つのノードが持つリンク本数である。図より、次数が小さくなるにつれノード数は多くなるという結果を得た。

一般に、多くのリンクを持つ少数のノードと少ないリンクを持つ多数のノードから構成されるネットワークでは、次数分布はベキ則に従い、ハブが存在することを意味する⁴⁾。このような小さい L, C および次数のベキ分布が得られるモデルとして A.-L.Barabasi が提案する優先的選択型成長モデル⁵⁾がある。このモデルでは、新しくネットワークに加わったノードは、次数の大きなノードにつながりやすい性質を持つ。今後、地域のネットワークで

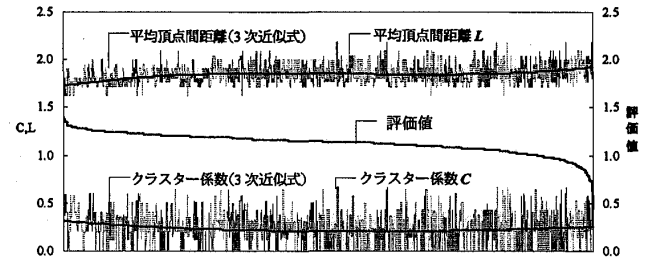


図5. 評価値と L 及び C の関係

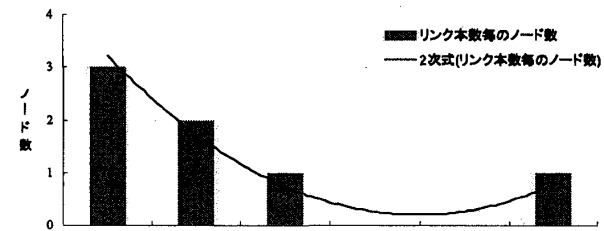


図6. 次数分布

ハブが果たす役割を明らかにすることは、地域生活サービスの効率的な運用に大きく関わる。ここでは7ノードで解析した。本来の対象モデルを想定したノード数にすると、前述の傾向がより明確に現れると考えている。

4. 総括

グラフ理論を用いた相互扶助関係の簡単なモデル化の概念構築について述べてきた。ノードに個人属性、リンクに個人間の関係性を与えることで、モデルへの社会概念導入が可能であり、ネットワークの状態の考察に有効であるとの知見を得た。一方で、最適かつ多様なネットワーク形態の探索に必要なネットワーク評価値 δ を効率的に得るため、遺伝的アルゴリズム(GA)等の発見的最適化手法を取り入れた解析手法の導入が必要である。

今後は、さらにモデルを発展させると同時に、ノード数を増やした解析を行い、ネットワークモデルが優先的選択型成長モデルに関連したスモールワールド⁶⁾の特徴を備えていることを明らかにし、地域生活サービスの提供に対して、SCが有効であることを示したい。

【付記】

本研究は平成17年度科学研究費基盤研究(C)(2)(課題番号17560552)の補助を受けたものである。記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 古川 恵子, 友清貴和: 農村地域の高齢者福祉を視野に入れた交際関係の分析, 農村計画論文集, 3, 145-150, 2001.12
- 2) NPO ホームページ(内閣府国民生活局): 平成14年度内閣府委託調査「ソーシャル・キャピタル—豊かな人間関係と市民活動の好循環を求めて」, <http://www.npo-homepage.go.jp/index.html>, 2003.6.
- 3) 金光淳: 社会ネットワーク分析の基礎, 勁草書房, 2003
- 4) 松尾豊: スモールワールドとチャンス発見, 人工知能学会誌, 18(3), 288-294, 2003.5
- 5) 増田直紀, 今野隆紀: 複雑ネットワークの科学, 産業図書, 2005.2
- 6) D.J.Watts: スモールワールド・ネットワーク, 阪急コミュニケーションズ, 2004.10

*1 鹿児島大学大学院理工学研究科 修士課程

*2 鹿児島大学工学部建築学科 教授・工博

*3 鹿児島大学工学部建築学科 助教授・工博

*1 Graduate School, Dept. of Architecture, Kagoshima University

*2 Prof., Dept. of Architecture, Kagoshima University, Dr. Eng.

*3 Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Kagoshima University, Dr. Eng.