

実組織活動におけるコミュニティを考慮したパワー評価手法の提案と評価  
 Proposal and evaluation of method for power centrality considering group activity in organization

○北原友恵<sup>1</sup>, 吉開範章<sup>2</sup>  
 \*Tomoe Kitahara<sup>1</sup>, Noriaki Yoshikai<sup>2</sup>

Abstract: Eigenvector centrality represents the power relation in social network analysis among nodes. This centrality is characterized by both the power of nodes themselves and these of adjacent nodes. Ordinary, the power has been decided by nominal class in the organization. When real activities in the organization has been evaluated, the objectives of analysis have been only individual activity. However, it needs to consider both individual activities and group activities. In this paper, we propose the evaluation method of power centrality in affiliation network. We also verify the effectiveness of this method by using the real data.

1. 背景

ソーシャルネットワーク(SN)によりユーザの行動を定量的にモデル化し、組織活動を具体的に把握する研究が行われている<sup>[1]</sup>。SN 分析において、組織内の有力ノードの発見のために固有ベクトル中心性<sup>[2]</sup>やハベル中心性、ボナチッチ第二モデル<sup>[3]</sup>などを利用し、評価がなされてきた。しかし、組織活動におけるパワーを評価する中心性評価に、従来は名目上の役職が用いられているため、実際の活動において中心的な人物のパワー評価が行われているとは言えない。また、組織内活動を評価する時には、個人の活動だけでなくグループも同時に評価する必要があることが明らかになっている<sup>[4]</sup>。本稿では「個人とコミュニティの2重性」を考慮したアフィリエーションネットワーク(AN)モデルを用い、コミュニティ関係を考慮したパワー評価手法の提案をし、実データを基に、その有効性を検証したので報告する。

2. 評価手法

2. 1. 全体フロー

分析は図1の手順で行う。今回、分析情報はメールのヘッダー情報を使用し、グループの特定には n-Clan を用いた。n-Clan とは n-Clique から部分グラフ内において距離が n を超えるノードを除いたものである。AN において組織間のパワーを評価するために、組織間誘導 NW に固有ベクトル中心性を適用する。また、グループ内における勢力関係を把握するためにボナチッチ第二モデルを用いる。

2. 2. アフィリエーションネットワーク

ネット上の組織的な活動状態を定量的に評価する為には、ユーザ間の繋がりと同時に、ユーザが所属するネットワークコミュニティ(グループ)の活動状態を

同時に表現する「アフィリエーションネットワーク」が有効である。ANは2部グラフ構造となり、隣接行列 A を用い、以下のように定義される。

$$X = \begin{bmatrix} O & A \\ A^T & O \end{bmatrix}$$

このとき、 $A^T$  を隣接行列 A の転置行列、O を零行列とする。

AN を生成すると、AN 上の個人間、又は組織間の関係に特化した NW も同時に生成する事が出来る。その NW を個人間又は、組織間誘導 NW と呼ぶ。組織間誘導 NW は  $X^M = A^T A$  の対角成分を 0 とした  $diag(X^M)^0$  で定義される。

2. 3. 固有ベクトル中心性

固有ベクトル中心性はノードと隣接する他のノードのパワーも含めて中心性の値を算出する。 $r_{ij}$  をノード i が j を選択する結合強度、 $c_i$  をノード i の中心性の

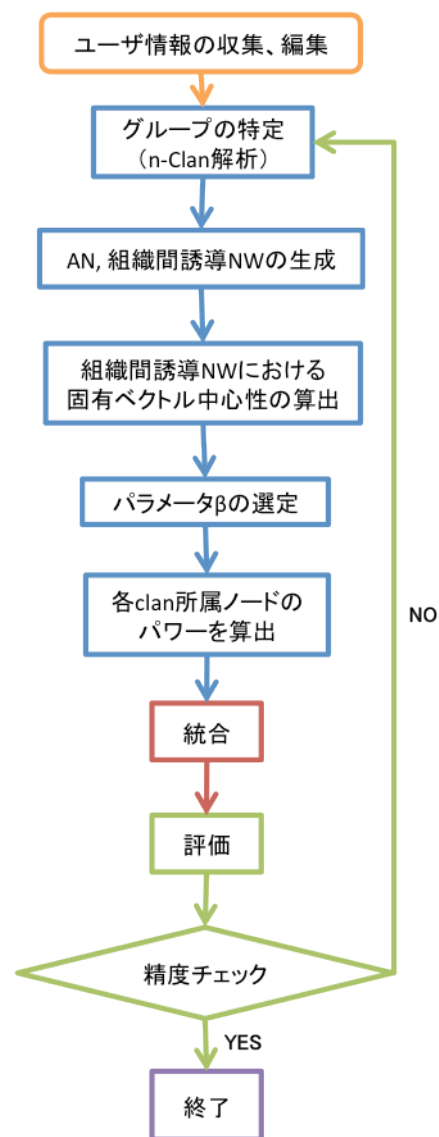


Figure 1. Evaluation flowchart

1 : 日大理工・院 (前)・数学 2 : 日大理工・教員・数学

中心性、 $\lambda$  を最大固有値とすると、固有ベクトル中心性は以下の式で求まる。

$$\lambda c_i = \sum_j r_{ij} c_j$$

2. 4. ボナチッチ第二モデル

ボナチッチ第二モデルは以下の式で定義される。

$$c_i(\alpha, \beta) = \sum_j (\alpha + \beta c_j) r_{ij}$$

ここで、 $\alpha$  は中心性のベクトルの  $c$  の平方が NW のノードの数と一致する様に選ばれるパラメータである。 $\beta$  は値が小さければローカル構造を、大きければグローバル構造を重く見れるパラメータである。 $\beta$  は  $-1 < \beta < 1$  の範囲で設定する。分析フローにおいて「パラメータ  $\beta$  の選定」は以下の手順で求める。

F1: ランクが 1 となるとクランを取り出す

F2: そのクランにおいて  $\beta$  をふって所属する各個人のパワーを求める

F3:  $\beta$  の値によって変化の出る所があれば、現実に即している値の範囲を抜き出す

F4: その範囲におけるメディアンを  $\beta$  とする

2. 5. “結合” の意味と方法

フロー中の「統合」において組織間誘導 NW における固有ベクトル中心性と各 Clan において求めたボナチッチ第二モデルの値を使い、以下の手順で求める。

G1: 各クランにおいて、クランの持つ固有ベクトル中心性値と各個人のパワー値の積をそれぞれ求める。

G2: 個人が複数のクランに属する場合は、各クランにおいて F1 で求めた値の平均を算出する

G3: 各個人の平均化された値のランク付を行う

3. ケーススタディ

今回、データは、日本大学内のある研究科における 2006 年度の電子メールのヘッダー情報を用いた。3 つの専攻が存在し、教員、学生含めて 68 名から成る NW となる。

分析結果におけるランキング上位 10 位までを表 1 に示す。In power とは自分から情報を発信する上でのパワーであり、out power は情報を受け取る上でのパワーとなる。表 1 において、従来手法では発見出来なかったノード S2, S7, S4 といった学生が発言においてパワーを持っている事が分かる。これら上位に入った学生は自分の所属する専攻の教員に対し多くの情報を発信していたためランキングが上がったと考えられる。こ

のように名目上の組織全体でのパワー評価のみでは分からなかったものがコミュニティを作成しここでのパワー評価を考慮する事でより実際の情報発信のパワーを把握する事が出来る。また、ノード H11 が提案手法によりランキングを上げたのはグループの影響を受けているためと考えられる。H11 はクラン内の中において最もパワーのあるノードであり、かつ所属しているグループも組織間誘導 NW において高いパワーを持っているためランキングの変動があったと考えられる。このようにグループ活動することでグループ内での有力ノードが組織全体においてもパワーを持っている事が分かった。

Table 2. Ranking of in-power & out-power

| IN POWER |      |      | OUT POWER |      |      |
|----------|------|------|-----------|------|------|
|          | 提案手法 | 従来手法 |           | 提案手法 | 従来手法 |
| Rank     | Node | Node | Rank      | Node | Node |
| 1        | L12  | L12  | 1         | L2   | L2   |
| 2        | H11  | L2   | 2         | H2   | L12  |
| 3        | L2   | L10  | 3         | H13  | H6   |
| 4        | H16  | H6   | 4         | H6   | S20  |
| 5        | H12  | S20  | 5         | L12  | L10  |
| 6        | S2   | H16  | 6         | H7   | L4   |
| 7        | S7   | E12  | 7         | H11  | H1   |
| 8        | S4   | E11  | 8         | S2   | H2   |
| 9        | L10  | H11  | 9         | H8   | E12  |
| 10       | E14  | E14  | 10        | H16  | E11  |

4. まとめ

今回はパワー評価においてアフィリエーションネットワークを適用させる事で、個人のパワー評価だけでなく活動グループのパワーも考慮したパワーの評価方法を提案した。またケーススタディでは、実組織におけるメールデータを用いて提案手法がパワーを評価するのに有効である事を示した。

5. 5. 参考文献

[1] 金光淳:「社会ネットワーク分析の基礎」, 勁草書房  
 [2] P. Bonacich : "Technique for analyzing overlapping membership", Sociological Methodology, vol.26, pp.176-185  
 [3] P. Bonacich : "Power and Centrality : A Family of Measures", American Journal of Sociology, No.92, pp.1170-1182  
 [4] T. Kitahara, N. Yoshikai : "Organization structure analysis based on an affiliation network and Verification of its effectiveness", APSITT 2010, C-6-2