

取引関係を活用したネットワーク分析手法に関する考察 A Study on Centrality in Networks Using Business Relationship

安藤 優平[†] 立床 雅司[†] 樋口 毅[†]

Yuhei Ando Masashi Tatedoko Tsuyoshi Higuchi

1. はじめに

近年、IoT などデータを活用して新たな価値を産み出す取組みが活発になっている。たとえば、金融分野では、企業間の取引情報を活用して新しい取引先を開拓する研究が報告されている。本研究では、広い角度から新しい取引先を開拓するために、企業間の取引情報の分析で用いられる手法を整理し、取引先の開拓という分野において得られる結果の違いを実際の取引関係のデータを用いて評価した。

2. 関連研究

大西による関連研究[1]では、企業がどの企業と取引しているかに関する大規模な有向ネットワークを分析し、ネットワークにおける中心性(ノードの重要度の指標)のひとつである PageRank と企業の売上高成長率に有意な正の相関があることを明らかにした。PageRank は Page らにより提唱されたアルゴリズムであり、式 1 で定義される[2]。ここで、 $PR(A)$ はノード A の PageRank(0 以上の実数)、 $PR(T_i)$ はノード A にリンクしているノード T_i の PageRank、 $C(T_i)$ はノード T_i のリンクの総数、 d は減衰比 ($0 \leq d \leq 1$ 、関連研究[1]では 0.85) を表す。PageRank はネットワークのノードをランダムに巡回するランダムウォーカーが定常状態においてあるノードに滞在している確率を示す。ランダムウォーカーは確率 d でランダムに選んだリンク先に進み、確率 $1-d$ で全てのノードからランダムに選んだノードにジャンプする。

$$PR(A) = (1-d) + d \sum_{i=1}^n \frac{PR(T_i)}{C(T_i)} \quad (式 1)$$

PageRank は、以下 3 つの場合に値が高くなる[3]。これを図示したものが図 1 であり、ノードの大きさは PageRank の大きさを表す。

- ① 中心性を求めるノードが多くリンクを受け取る場合
- ② 中心性を求めるノードが中心性の高いノードからリンクを受け取る場合
- ③ 中心性を求めるノードにリンクを伸ばしているノードが伸ばしているリンクの総数が少ない場合

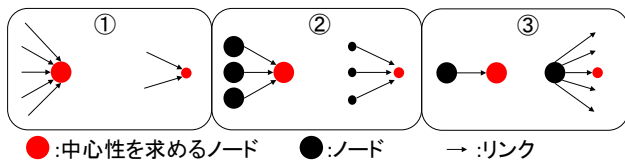


図 1 PageRank の概念

3. ネットワークの中心性

本研究では、ネットワークの中心性により企業間の取引情報からどのような企業が抽出されるかを評価した。今回は、前述の PageRank に加え、代表的な中心性である次数中心性、近接中心性、媒介中心性を対象とした。それぞれの説明を表 1 に示す。

表 1 中心性の分類

名称	説明	特徴
次数中心性	そのノードの受け取るリンクの本数の総和	ネットワーク全体の構造とは無関係に、受け取るリンクの本数が多いノードの中心性が最も高くなる。
近接中心性	他のノードとの最短距離の総和の逆数	全てのノードから近いノードの中心性が最も高くなる。
媒介中心性	他のノード同士の最短経路に含まれている割合	ネットワークのハブとなるノードの中心性が最も高くなる傾向にある。

4. 評価

4.1 評価目的

企業間の取引情報に対して各中心性を計算した場合、表 1 に挙げた特徴、および PageRank の場合は 2 章に記載した PageRank の値が高くなる条件と合致した企業が抽出されるという仮説が立てられる。この仮説が正しいことを検証する。また、具体的にどのような企業が抽出されるかを確認する。

4.2 評価方法

関連研究[1]と同様に、企業をノード、取引関係をお金の流れの向き(買い手→売り手)にとる有向リンクとした有向ネットワークを構築する。構築したネットワークに対し、表 1 に示したそれぞれの中心性および PageRank の値を求め、どのような企業が上位となる傾向にあるかを調査する。中心性ごとの結果の違いを見るために、他の中心性と異なる結果が現れる企業に着目する。

4.3 評価データ

評価データは、東京商工リサーチ社より購入した日本の企業 5,768 社の企業データとする。5,768 社の選定の際、業

[†] 三菱電機株式会社 情報技術総合研究所
Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

種ごとの企業数に偏りが出ないように、業種ごとの企業数の分布が母集団である約 140 万社のものと等しくなるよう選定した。PageRank の減衰比は関連研究[1]と同様に 0.85 とした。

4.4 評価結果

評価結果を表 2 および表 3 に示す。表 2 は、全 4 種類の中心性のうち 3 種類以上で上位となった企業およびその企業の各中心性における順位を PageRank の順位の昇順に並べたものである。表 3 は、1 種類の中心性でのみ上位となった企業のうち、各中心性で最上位となった企業をピックアップしたものである。紙面の都合上、「上位」は 15 位以内とし、上記の条件に該当しない企業についての記載は省略する。

表 2 中心性の順位

企業名	順位			
	Page Rank	次数中心性	近接中心性	媒介中心性
総合商社 A	1	1	1	1
総合商社 B	2	2	3	2
総合商社 C	3	6	7	5
総合商社 D	4	3	24	4
エネルギー会社 A	5	14	37	15
総合商社 E	6	7	17	6
総合商社 F	8	11	27	12
協同組合 A	9	12	26	8
電機メーカー A	10	5	11	3
電機メーカー B	19	9	10	9
自動車メーカー A	28	4	2	7

表 3 1 種類の中心性でのみ上位となった企業

企業名	順位			
	Page Rank	次数中心性	近接中心性	媒介中心性
鉄鋼専門商社 A	7	36	182	30
食品専門商社 A	91	8	42	20
カード会社 A	3,987	58	4	21
金融会社 A	2,175	339	52	13

5. 考察

本章では、4.3 節で得られた調査結果の考察を述べる。まず、全体の結果について考察する。

表 2 を見ると、全 4 種類の中心性のうち 3 種類以上で 15 位以内となる企業が 11 社ピックアップされたこと、15 社すべての次数中心性が 15 位以内となったことから、取引先の多い企業がどの中心性においても高い値を示す傾向があることがわかる。一方で、表 3 に示す通り、1 種類の中心性のみの順位が高い企業も各中心性に存在する。以降では、各中心性の結果の違いを見るために、表 3 について考察する。

PageRank の結果では、鉄鋼専門商社 A が 7 位に位置している。同社の PageRank が高い理由として、同社を主力な取引先としている(同社にのみリンクを伸ばしている)企業が複数あり、図 1 の③のように希少なリンクとなるとい

うことが挙げられる。このように、その企業を主力な取引先としている企業が多い企業は PageRank が高くなる傾向にあると考えられる。ただし、自動車メーカー A については同社を主力な取引先としている企業は多いものの、これらは最終顧客と取引を行っている販売会社であり企業からの入金を受けていないため、PageRank は低い。PageRank の低い企業からのリンクは図 1 の②のように影響が小さいため、自動車メーカー A は相対的に PageRank が低くなっている。

次数中心性の結果では、食品専門商社 A が 8 位に位置している。同社も自動車メーカー A と同様に最終顧客と取引を行う小売業者からの影響が小さくなっているため PageRank が相対的に低くなっているが、取引先の数が多いため次数中心性が高くなっている。

近接中心性の結果では、カード会社 A が上位に位置している。これは、最終顧客と取引を行っているクレジットカード会社のような企業は企業からの入金がないためネットワークの始点に位置することが多く、始点を中心にネットワークが広がるためと考えられる。

媒介中心性の結果では、金融会社 A が 13 位に位置している。同社を挟んで媒介中心性 14 位の自動車メーカー B と 15 位のエネルギー会社 A の取引の流れがある、といったように、媒介中心性の高い企業は媒介中心性の高い企業の間にある傾向があり、この傾向から媒介中心性により大規模な企業間取引の発見が可能であると考えられる。

各中心性から抽出される企業の特徴を表 4 に整理する。結論として、少なくとも 1 種類の中心性でのみ上位となった企業については、4.1 で挙げていた仮説が正しいことが検証された。

表 4 各中心性から抽出される企業の特徴

中心性	導出される企業の特徴
PageRank	その企業を主力な取引先としている企業が多い企業
次数中心性	取引先の数が多い企業
近接中心性	最終顧客と取引を行っているような企業
媒介中心性	大規模な企業間取引に属している企業

6. おわりに

本研究では、実際の取引関係を用いて各中心性から抽出される企業の特徴を評価した。PageRank の値では、最終顧客と取引を行う企業の影響を受けることを明らかにした。今後は、その影響度合について評価していく。

参考文献

- [1] 大西立頭, “企業間取引の大規模ネットワーク構造からみた企業の特徴”, スーパーコンピューティングニュース, Vol.12, No.7 (2010).
- [2] Page, L, Brin, S, Motwani, R and W, Terry, “The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web”, technical Report. Stanford InfoLab(1998)
- [3] 増田直紀, “中心性: 誰が重要なのか”, <http://www.logos.ic.i.u-tokyo.ac.jp/~chik/InfoTech12/08%20Masuda.pdf> (2017/06/27 参照)