

Social Network におけるユーザ影響度の測定*

杉原 一臣^{*1}, Thanchanok Laopromsukon^{*2}, 藤原 明広^{*1}, 野際 大介^{*1}

Measurement of Influence for Users in Social Networks

Kazutomi SUGIHARA^{*1}, Thanchanok LAOPROMSUKON,

Akihiro FUJIHARA and Daisuke NOGIWA

^{*1} Department of Management and Information Sciences, Faculty of Environmental and Information Sciences

In this paper, a new measurement in directed networks is proposed. Our measurement provides an evaluation of each edges as influence in consideration of not only the number of incoming edges to a referred vertex but also outgoing edges from a referring vertex under setting assumptions. These assumptions are quite reasonable to compare the influence of the various vertices in the directed network. The index quantified by the measurement of influence is called “Weighted Distance”. The concept of our measurement is that lower value in Weighted Distance means higher degree of influence. In addition, we explain about the properties of our measurement by proofs and a numerical example. Furthermore, the use of our measurement and the outlook of our research are mentioned later.

Key Words : Social Influence, Directed Networks, Centrality Measurement, Weighted Distance

1. 緒 言

情報通信技術 (ICT) の発展は、コミュニケーションを促す様々なサービスを生み、ブログやメーリングリストの他、mixi, Facebook, Twitter 等のソーシャルメディア (Social Media) が急速に普及している。これらソーシャルメディアの特徴は、友達やフォロワーで構成される人のネットワークが基本であり、このネットワーク上を情報が流れるという点である⁽¹⁾。このような情報流通の形態は、「口コミ」と呼ばれる比較的狭いコミュニケーションに見られたが、ソーシャルメディアの普及により、コミュニケーションの範囲は拡大している。元来、口コミによる情報の拡散はコスト面において非常に優れており、マーケティング分野においては、新しい製品やサービスの宣伝、顧客の獲得といった営業活動をソーシャルメディア上の口コミにより展開する「バイラルマーケティング (Viral Marketing)」⁽²⁾ という手法が既に提唱されている。この手法の提唱者セス・ゴードン (Seth Godin) は、マーケティングの成功例は偶然の産物ではなく、人為的に誘発できる可能性があることを述べており、注目されるメッセージの特性の理解やブレイクを誘発する環境を整えることの重要性を主張している⁽²⁾。同様の考え方は、「インバウンドマーケティング (Inbound Marketing)」⁽³⁾ や「パーミッションマーケティング (Permission Marketing)」⁽⁴⁾ にも見られ、いずれも、ユーザの消費動向の変化を正確に捉えることに言及し、将来の顧客となり得るユーザの発見と彼らへの適切な働きかけを求めている。また、先行研究において、広告の出演タレントの好感度が商品への関心やその後の購買意図に影響を与えていることが示唆されている⁽⁵⁾⁽⁶⁾。こういったマーケティング戦略に関する提案や報告を踏まえ、著者らは、個々のユーザの情報波及力を活用する方策を検討しており、各ユーザの他のユーザに対する影響度の測定にも強い関心を持っている。

本論文では、ソーシャルメディア上のネットワーク (Social Network) に着目し、各ユーザの影響度を測定するための尺度を提案する。尺度の提案にあたっては、Social Network のモデルを構築する。ネットワークは、構成物の関係を表すために、様々な分野でよく用いられており、日常生活における電力網やインターネッ

* 原稿受付 2017 年 2 月 27 日

^{*1} 環境情報学部経営情報学科

^{*2} 大学院工学研究科社会システム学専攻経営情報学コース

E-mail: sugihara@fukui-ut.ac.jp

ト、生物学における神経回路網、経営学における企業の組織構造等、その使用例は多数存在する。一方、情報理論 (Information Theory) においては、ネットワークのパス長 (Path Length)、中心性 (Centrality)、次数分布 (Degree Distribution)、クラスタリング係数 (Clustering Coefficient) 等、ネットワーク構造を測定するための尺度が提案されている⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。著者らの取り組みは、こういった先行研究に関連するが、ネットワークの持つ幾何学的構造のみに捉われず、人間関係等、社会の実状を表す道具としてのネットワークの可能性を追求するものである。ネットワークのモデルにおいては、各ユーザの関心の方向性を表現し、関心の集まるユーザを可視化する。同時に、ネットワークを行列で表現し、ユーザ間の距離を定義する。本論文では、距離の大きさと影響度の高さは逆の関係にあると認識し、距離が大きく (小さく) になると、影響度は低く (高く) なるという考えを前提として議論を進めている。定義に際しては、最短経路 (Shortest Path) の距離を考慮しつつ、3つの仮定を踏まえて、各ユーザの周辺状況を距離の重み付けに用いている。このことにより、ユーザのネットワーク内での関係を距離に反映することが見込まれている。具体的には、関心の集中するユーザの影響度をより高くし、関心が多方面に及ぶユーザに対する影響度をより低くすること等を想定し、これらの反映が現実のユーザ間の関係に即したものになると考えている。

本論文の構成は以下の通りである。第1章では、本論文の背景と目的を示す。第2章においては、各ユーザの関心を有向グラフで表現する Social Network のモデルを説明する。第3章は、ネットワークモデルにおける各ユーザの影響度を測定する尺度の定義、及び複数のユーザ間の距離に焦点を当てた測定尺度の特徴に関する考察であり、第4章にその数値例を記す。第5章では提案した測定尺度の活用並びに即時性の高いマーケティング手法の概要について触れ、第6章で本論文の総括を行う。

2. 有向グラフを用いた Social Network のモデル化

グラフ理論 (Graph Theory) では、ネットワークは頂点 (Vertex) と辺 (Edge) で構成されるグラフとみなされる。この理論において、有向グラフは $G(f, V, E)$ で表され、 f は $f: E \rightarrow V \times V$ とする関数、 V は頂点 (Vertex) の集合、 E は辺 (Edge) の集合を指す。本論文では、頂点を「ユーザ」、辺を「あるユーザの他のユーザに対する関心」を表すものとする。SNSにおいて、「Follower (フォローする人)」と「Followee (フォローされる人)」の間をつなぐものが関心であり、「有名人の投稿内容をフォローする」という事例を考えると、関心が方向性を有することは妥当である。つまり、Social Network は方向性を持つ関心の集合と考えることができる。その上で、著者らは、先行研究⁽⁵⁾⁽⁶⁾を踏まえ、「個人もタレントと同様に影響力を持ち、他者の商品への関心等に影響を与えられる」と考え、「関心が集まるユーザには、他のユーザへの影響力がある」という立場から、ユーザの影響度を測定することを試みている。

Social Network のモデルを数学的に扱うために、このネットワークを行列で定義する。あるネットワークの行列 $A = [a_{ij}]$ について、その要素 a_{ij} を以下のように定義する。

$$\forall i, j \in V, [a_{ij}] = \begin{cases} a_{ij} = 1 & (\text{頂点 } i \text{ から } j \text{ に辺が存在する}) \\ a_{ij} = \infty & (\text{頂点 } i \text{ から } j \text{ に辺が存在しない}) \\ a_{ii} = 0 & (\text{ループは存在しない}) \end{cases} \quad (1)$$

先述の前提から、この行列は対称性を持たない (Asymmetry)。例えば、Fig.1 に示す Social Network について、その行列は Table1 のように表される。グラフ理論におけるネットワークの行列表現としては、隣接行列 (Adjacency Matrix) がよく知られているが、定義された行列は隣接行列とは異なるものであり、むしろ、距離行列 (Distance Matrix) に類似するものである。

3. 影響度測定のための尺度

3.1 測定尺度構築のための仮定

各頂点 (ユーザ) の影響度を測定するために、その周辺状況に着目する。着目した点は、「Follower」と「Followee」の関係にある2つの頂点 (それぞれ、「参照点 (Referring Vertex)」と「被参照点 (Referred Vertex)」と呼ぶ

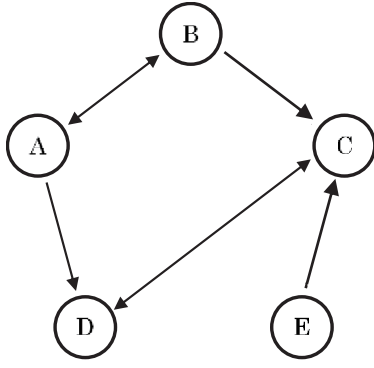


Fig.1 Social Network の例

Table 1 Fig.1 のネットワーク行列

	A	B	C	D	E
A	0	1	∞	1	∞
B	1	0	1	∞	∞
C	∞	∞	0	1	∞
D	∞	∞	1	0	∞
E	∞	∞	1	∞	0

において,

- ①被参照点に接続している辺の数
- ②参照点から伸びている辺の数

である. これらの着眼点は, 影響度測定に関する以下の 3 つの仮定に起因している.

【仮定 1】接続している辺の数が増えると, ある参照点に対する被参照点の影響度は高くなる

【仮定 2】ある参照点から伸びている辺の数が増えると, その参照点に接続されている被参照点の影響度は低くなる

【仮定 3】接続している辺が 1 つも無い被参照点は, 他のどの頂点にも影響を及ぼすことはない

これらの仮定を現実の事例に置き換えると,

【仮定 1】多数の Follower からフォローされる Followee の影響度は高い \Rightarrow 「人気のある Followee」

【仮定 2】多方面に関心のある Follower にフォローされても, その Follower に対する Followee の影響度は低い \Rightarrow 「移り気な Follower」

【仮定 3】誰にも関心を持たれていないユーザの影響度は皆無である \Rightarrow 「孤立しているユーザ」

となる. SNS における Follower の多いユーザの発言は新聞やニュース等で取り上げられる (【仮定 1】) 等の事例を考えると, 以上の仮定は現実的に妥当であると言える. これらの仮定を踏まえて, 次の測定尺度を提案する. なお, 同様の尺度が既に提案されている⁽¹¹⁾ が, 本論文の提案尺度はその改訂版である.

3.2 提案する測定尺度

n 個の頂点からなるネットワーク $A = [a_{ij}]$ について, 頂点 i から見た頂点 j の影響度を測定するために, 以下の測定尺度を定義する. 異なる 2 つの頂点 $i, j (i \neq j)$ について, 尺度 $W_a(i, j)$ を

$$W_a(i, j) = \frac{C_{Do}(i)}{C_{Di}(j)} a_{ij}^{n-1} \quad (2)$$

とする. ここで, $C_{Do}(i)$ は頂点 i から伸びている辺の数 (Out-degree), $C_{Di}(j)$ は頂点 j に接続している辺の数 (In-degree) であり, それぞれ,

$$C_{Do}(i) = \sum_{\{j \in V | a_{ij} \neq \infty\}} a_{ij} \quad (3)$$

$$C_{Di}(j) = \sum_{\{i \in V | a_{ij} \neq \infty\}} a_{ij} \quad (4)$$

Table 2 Fig.1 の数値結果

	A	B	C	D	E
A	0	2.00	1.33	1.00	∞
B	2.00	0	0.67	2.00	∞
C	∞	∞	0	0.50	∞
D	∞	∞	0.33	0	∞
E	∞	∞	0.33	1.00	0

【影響度の計算例】

$$\text{頂点 } A \rightarrow B: W_d(A, B) = \frac{c_{D_O}(A)}{c_{D_I}(B)} a_{AB}^4 = 2.00$$

$$\text{頂点 } B \rightarrow C: W_d(B, C) = \frac{c_{D_O}(B)}{c_{D_I}(C)} a_{BC}^4 = 0.67$$

$$\text{頂点 } A \rightarrow E: W_d(A, E) = \frac{c_{D_O}(A)}{c_{D_I}(E)} a_{AE}^4 = \infty$$

で求められる。また、 a_{ij}^{n-1} は頂点 i から j の最短経路の距離を表す。ただし、「 $c_{D_O}(i) = 0$ 」または「 $c_{D_I}(j) = 0$ 」または「 $a_{ij}^{n-1} = \infty$ 」のとき、言い換えると、「頂点 i から j に到達できない (unreachable)」とき、 $W_d(i, j) = \infty$ とする。なお、同じ頂点 ($i = j$) の場合、 $W_d(i, j) = 0$ とする。これ以降、式 (2) で求められる $W_d(i, j)$ を“Weighted Distance”と呼ぶ。先述の定義より、“Weighted Distance”の値が小さい (大きい) ほど、頂点の影響度が大きい (小さい) とみなせる。Fig.1 の例に式 (2) を適用した結果を Table2、影響度の計算例をその横に示す。Table2 の結果から、0 を除くと、 $W_d(D, C)$ と $W_d(E, C)$ の値が最も小さく、このことから「頂点 D に対する C の影響度 (頂点 D \rightarrow C)」と「頂点 E に対する C の影響度 (頂点 E \rightarrow C)」は相対的に大きいと言える。

3.3 “Weighted Distance” の性質

前節の定義より、 $W_d(i, j)$ は以下の自明な性質を持つ。

【特徴 1】 $W_d(i, j)$ は $c_{D_I}(j)$ と反比例の関係にある

【特徴 2】 $W_d(i, j)$ は $c_{D_O}(i)$ と比例関係にある

【特徴 3】 $W_d(i, j) = \infty$, if $c_{D_O}(i) = 0$ or $c_{D_I}(j) = 0$ or $a_{ij}^{n-1} = \infty$ (頂点 i から j に到達できない場合)

これら 3 つの特徴は【仮説 1】～【仮説 3】にそれぞれ対応する。また、この評価尺度は、3 つの頂点間において以下の定理を満たす。

【定理 1】 2 点間の最短距離が $a_{xy}^{n-1} = a_{yz}^{n-1} = a_{xz}^{n-1} = k (k > 0)$ である異なる 3 つの頂点 (x, y, z) において、 $c_{D_I}(y) \leq c_{D_O}(y)$ のとき、次の関係が成り立つ。

$$W_d(x, y) + W_d(y, z) \geq 2\sqrt{k \cdot W_d(x, z)} \quad (5)$$

(証明) 任意の 2 組の値 $W_d(x, y)$, $W_d(y, z)$ について、式 (2) より、

$$W_d(x, y) + W_d(y, z) = k \left(\frac{c_{D_O}(x)}{c_{D_I}(y)} + \frac{c_{D_O}(y)}{c_{D_I}(z)} \right) \quad (6)$$

となる。ここで、相加・相乗平均の関係より、

$$\left(\frac{c_{D_O}(x)}{c_{D_I}(y)} + \frac{c_{D_O}(y)}{c_{D_I}(z)} \right) \geq 2 \sqrt{\frac{c_{D_O}(x)}{c_{D_I}(y)} \cdot \frac{c_{D_O}(y)}{c_{D_I}(z)}} \quad (7)$$

となり、 $c_{D_I}(y) \leq c_{D_O}(y)$ より、

$$\sqrt{\frac{c_{D_O}(x)}{c_{D_I}(y)} \cdot \frac{c_{D_O}(y)}{c_{D_I}(z)}} \geq \sqrt{\frac{c_{D_O}(x)}{c_{D_I}(z)}} \quad (8)$$

を満たす。したがって、式 (6)、(7) 及び (8) より、

$$k \left(\frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(y)} + \frac{C_{D_o}(y)}{C_{D_I}(z)} \right) \geq 2k \sqrt{\frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(z)}} = 2 \sqrt{k \cdot \left(\frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(z)} k \right)} \quad (9)$$

となるから、式 (5) が成立する。(証明終了)

さらに、定理 1 を拡張し、2 点間の最短距離に関する制約を緩和すると、以下の定理が得られる。

【定理 2】 2 点間の最短距離が $a_{xy}^{n-1} = a_{yz}^{n-1}$, $a_{xy}^{n-1} + a_{yz}^{n-1} \geq a_{xz}^{n-1}$ で、かつ $C_{D_I}(y) \geq C_{D_o}(y)$ を満たす異なる 3 つの頂点 (x, y, z) において、次の関係が成り立つ。

$$W_d(x, y) + W_d(y, z) \geq \sqrt{a_{xz}^{n-1} \cdot W_d(x, z)} \quad (10)$$

(証明) 任意の 2 組の値 $W_d(x, y)$, $W_d(y, z)$ について、式 (2) より、

$$W_d(x, y) + W_d(y, z) = \frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(y)} a_{xy}^{n-1} + \frac{C_{D_o}(y)}{C_{D_I}(z)} a_{yz}^{n-1} \quad (11)$$

となる。ここで、相加・相乗平均の関係より、

$$\frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(y)} a_{xy}^{n-1} + \frac{C_{D_o}(y)}{C_{D_I}(z)} a_{yz}^{n-1} \geq 2 \sqrt{a_{xy}^{n-1} \cdot a_{yz}^{n-1} \cdot \frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(y)} \cdot \frac{C_{D_o}(y)}{C_{D_I}(z)}} \quad (12)$$

となり、 $C_{D_I}(y) \leq C_{D_o}(y)$ より、

$$\sqrt{a_{xy}^{n-1} \cdot a_{yz}^{n-1} \cdot \frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(y)} \cdot \frac{C_{D_o}(y)}{C_{D_I}(z)}} \geq \sqrt{a_{xy}^{n-1} \cdot a_{yz}^{n-1} \cdot \frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(z)}} \quad (13)$$

となる。また、 $a_{xy}^{n-1} = a_{yz}^{n-1}$ より、

$$a_{xy}^{n-1} \cdot a_{yz}^{n-1} = \frac{1}{4} (a_{xy}^{n-1} + a_{yz}^{n-1})^2 \quad (14)$$

であることから、式 (14) の条件を式 (13) の右辺に適用すると、

$$\sqrt{a_{xy}^{n-1} \cdot a_{yz}^{n-1} \cdot \frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(z)}} = \frac{1}{2} (a_{xy}^{n-1} + a_{yz}^{n-1}) \sqrt{\frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(z)}} \quad (15)$$

となる。さらに、 $a_{xy}^{n-1} + a_{yz}^{n-1} \geq a_{xz}^{n-1}$ より、式 (15) について

$$\frac{1}{2} (a_{xy}^{n-1} + a_{yz}^{n-1}) \sqrt{\frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(z)}} \geq \frac{1}{2} \sqrt{a_{xz}^{n-1} \cdot \left(\frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(z)} a_{xz}^{n-1} \right)} \quad (16)$$

を満たす。したがって、式 (12), (13), (15) 及び (16) より、

$$\frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(y)} a_{xy}^{n-1} + \frac{C_{D_o}(y)}{C_{D_I}(z)} a_{yz}^{n-1} \geq \sqrt{a_{xz}^{n-1} \cdot \left(\frac{C_{D_o}(x)}{C_{D_I}(z)} a_{xz}^{n-1} \right)} \quad (17)$$

となるから、式 (10) が成立する。(証明終了)

定理 1 の式 (5) を変形すると、

$$\frac{\{W_d(x, y) + W_d(y, z)\}^2}{4k} \geq W_d(x, z) \quad (18)$$

となる。また、定理 2 の式 (10) を変形すると、

$$\frac{\{W_d(x, y) + W_d(y, z)\}^2}{a_{xz}^{n-1}} \geq W_d(x, z) \quad (19)$$

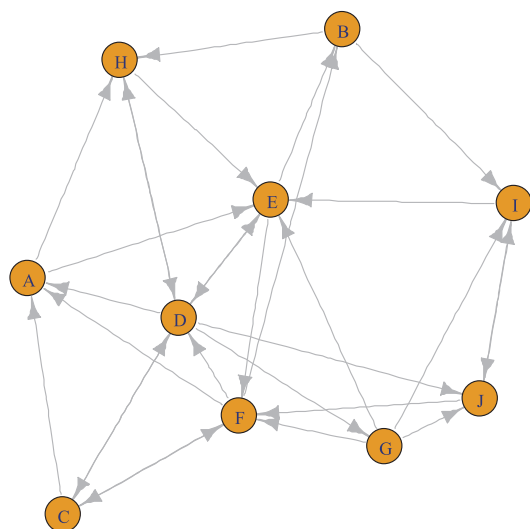


Fig.2 計算例で用いるネットワーク

Table 3 Fig.2 のネットワーク行列

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	∞	∞	∞	1	∞	∞	1	∞	∞
B	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	1	1	∞
C	1	∞	0	1	∞	1	∞	∞	∞	∞
D	1	∞	1	0	1	∞	1	1	∞	1
E	∞	1	∞	1	0	1	∞	∞	∞	∞
F	1	1	1	1	∞	0	∞	∞	∞	∞
G	∞	∞	∞	∞	1	1	0	∞	1	1
H	∞	∞	∞	1	1	∞	∞	0	∞	∞
I	∞	∞	∞	∞	1	∞	∞	∞	0	1
J	∞	∞	∞	∞	∞	1	∞	∞	1	0

Table 4 Fig.2 に関する Weighted Distance の結果

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0.00	2.00	3.00	1.00	0.40	1.00	6.00	0.67	2.00	2.00
B	2.00	0.00	3.00	1.00	0.80	1.50	6.00	0.67	0.67	1.33
C	1.00	3.00	0.00	0.75	1.20	0.75	6.00	2.00	3.00	2.00
D	2.00	6.00	3.00	0.00	1.20	3.00	6.00	2.00	4.00	2.00
E	2.00	1.50	3.00	0.75	0.00	0.75	6.00	2.00	2.00	2.00
F	1.33	2.00	2.00	1.00	1.60	0.00	8.00	2.67	2.67	2.67
G	2.67	4.00	4.00	2.00	0.80	1.00	0.00	4.00	1.33	1.33
H	1.33	2.00	2.00	0.50	0.40	1.00	4.00	0.00	2.00	1.33
I	2.00	2.00	3.00	1.00	0.40	1.00	6.00	2.00	0.00	0.67
J	1.33	2.00	2.00	1.00	0.80	0.50	6.00	2.00	0.67	0.00

が得られる．式 (18) と (19) は，それぞれ $W_d(x,z)$ の最大値を示唆している．

4. 数値例

ここでは，Weighted Distance に関する計算例を示す．Fig.2 に示す 10 の頂点と 30 の辺からなるネットワークを生成し，その計算結果を示す．また，Fig.2 のネットワーク行列を Table3 に示す．ネットワークの生成に際しては，フリーの統計ソフトウェア「R」及びインターネットで公開されているグラフ作成・解析用パッケージ「igraph」⁽¹²⁾ を併用した．Fig.2 の数値結果を Table4 に示す．Table4 の結果から，被参照点 D、E、F の値が他の頂点に比べて小さいことが分かる．Fig.2 において，これらの頂点に対し比較的多くの辺が接続しており，頂点への接続状況（密集度）と Weighted Distance の関連を示唆している（数値結果に基づく，提案尺度の特徴については参考文献 (11) を参照）．

5. 提案する測定尺度の活用

5.1 Social Network から地域コミュニティネットワークへの展開

本章では，提案した測定尺度の活用方法について述べる．本論文では，先述の通り，Social Network におけるユーザの影響度を測定することを目的としている．我々は，高い影響度を持つユーザが，多くのユーザに対

し、情報を波及する力を有していることを経験的に理解している。この能力の活用により、企業の新しい製品やサービスに関する宣伝を展開することは、オンラインコミュニケーションが主流となりつつある現代社会において、より効果的なマーケティング活動の実現を期待できる。

その一方で、地域に根差す企業の中には、オンラインとオフラインの双方のコミュニケーションを重要視する動きも見られる。こういったハイブリッド型コミュニケーションにおいては、オンラインの特徴である一方的なコミュニケーションに加え、双方向のやり取りも同程度重視される。今回は、提案尺度の説明において、有向グラフを前提として議論を進めたが、Fig.2 に示す通り、「双方のユーザが関心を持つ」状況も考慮できるため、Social Network を地域のコミュニティネットワークに置き換えることは十分可能である。

5.2 影響力のあるユーザの発見と新たなマーケティング手法の検討

前節では、Social Network からコミュニケーションネットワークへの分析対象の展開について言及した。このことを念頭に置きつつ、提案尺度により発見した影響度の高いユーザ（Influencer）の発見を通じて、新たなマーケティング手法の構築を検討したい。新たな手法の構築における本論文の意義は、比較的入手しやすい情報で、影響度の高いユーザを把握できる可能性が高いことである。近年の SNS においては、ログを詳細に調べなくても、各ユーザのプロフィール画面等で、友達や Followee 等の情報を把握することは非常に容易である。これらの情報を基に、関心のあるユーザを特定し、先述のネットワークを作成することはそれほど困難ではない。もちろん、個々のユーザの持つ関心の程度を推し量ることは決して易しくはないが、「関心の有無」というバイナリ情報を基に、影響度の分析が可能であることは 1 つの利点であると考えられる。著者らの考える新たなマーケティングでは、即時性を重視し、情報取得からネットワークの生成、影響度の高いユーザの発見、そのユーザとの宣伝活動における提携まで一連の活動が迅速に行われることで、購入見込みのあるユーザに対し、従来型のマーケティング活動よりも効果的に訴求することを期待している。

6. 結 言

本論文では、Social Network を基とするネットワークモデルを作成し、ネットワークの頂点に対応するユーザとユーザ間の接続状況（関心の方向性）から、個々のユーザの影響度を測定するための尺度（Weighted Distance）を提案した。測定尺度の定義においては、2 つの頂点（参照点と被参照点）の周辺状況が考慮され、3 つの妥当な仮定（「接続している辺の数が増えると、ある参照点に対する被参照点の影響度は高くなる」、「ある参照点から伸びている辺の数が増えると、その参照点に接続されている被参照点の影響度は低くなる」、「接続している辺が 1 つも無い被参照点は、他のどの頂点にも影響を及ぼすことはない」）を反映した計算式を提示した。また、その定義に基づき、測定尺度の持つ特徴について言及した。

我々が頻繁に目にする広告では、タレント、スポーツ選手、文化人等の有名人が多数登用されているが、制作にかかる費用は決して安くはない。一方で、世間で注目される話題の一過性がますます顕著になり、多額の費用を投じる宣伝活動は大きなリスクをはらんでいる。今後、短期間で効果的なマーケティング活動を推進していく過程で、ユーザが有する情報波及力を適宜活用するという取り組みは有効な手段の一つと思われる。

直近の課題としては、ユーザの影響度を踏まえ、採用にかかる費用を最小とする最適な採用戦略の検討がある。この課題については、先述の通り、提案した評価尺度は距離に基づく計算式で定義されており、Weighted Distance の値と影響度の大きさは逆の関係にあるが、「Weighted Distance の値が大きいユーザほど、宣伝に要する費用が大きい」という観点から、数理計画問題の構築を見込んでいる。

本論文の成果は、マーケティング手法の刷新に向けての通過点に過ぎないが、ユーザの影響度を計量する技術の発展がマーケティング分野、延いてはビジネスモデルの革新につながると確信している。

文 献

- (1) 山川 修, 徳野 淳子, 田中 武之, 菊沢 正裕, 情報リテラシー第3版メディアを手中におさめる基礎能力 (2013), 森北出版.
- (2) S. Godin, 大橋 禅太郎 (訳), バイラルマーケティング (2001), 翔泳社.
- (3) B. Halligan and D. Shah, 河北 英貴 (訳監修), 前田 健二 (訳), インバウンドマーケティング (2011), すばる舎リ
ンケージ.
- (4) S. Godin and D. Peppers, 谷川 漣 (訳), パーミッション・マーケティング (2011), 海と月社.
- (5) 牧野 幸志, 広告効果に及ぼすコンテンツ情報の影響に関する研究 (1), 経営情報研究, 第15巻, 第2号 (2007),
pp.1-12.
- (6) 牧野 幸志, 広告効果に及ぼすコンテンツ情報の影響に関する研究 (2), 経営情報研究, 第16巻, 第1号 (2008),
pp.1-11.
- (7) C. Kiss and M. Bichler, “Identification of Influencers - Measuring Influence in Customer Networks”, *Decision Support System*,
Vol.46, No.1 (2008) , pp.233–253.
- (8) S. Hakimi, “Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph”, *Operations Research*,
Vol.12 (1965) , pp.450-459.
- (9) A. Rusinowska, R. Berghammer, H.D. Swart, M. Grabisch, “Social networks: Prestige, centrality, and influence”, *Lecture Notes
in Computer Science (LNCS)* 6663 (2011) , pp.22-39.
- (10) J. Ricardo, F. Ronqui, G. Travieso, “Analyzing complex networks through correlations in centrality measurements”, *Journal of
Statistical Mechanics : Theory and Experiment*, Vol.2015 (2015) .
- (11) T. Laopromsukon, “Weighted Distance in Directed Networks for Measuring Social Influence”, 平成28年度福井工業大学大
学院工学研究科社会システム学専攻経営情報学コース修士論文 (2017) .
- (12) G. Csardi, “Network Analysis and Visualization ; Package ‘igraph’”, <https://cran.r-project.org/web/packages/igraph> (参照日
2017年2月20日) .

(平成29年3月31日受理)