ベイズ推定による組織集団のコミュニケーションネットワーク分析

越智, 宏朗
九州大学大学院人間環境学府行動システム専攻

平成 30 年度

修士論文題目

ベイズ推定による組織集団の
コミュニケーションネットワーク分析

九州大学人間環境学府　行動システム専攻

心理学コース　平成 29 年度　入学　2HE17205M

越智 宏朗

1. イントロダクション

1.1　組織集団におけるコミュニケーションと信頼と共感性

1.1.1 コミュニケーションと信頼、共感性との関係

組織集団において何か協力して物事を行う際には、所属するメンバー間でコミュニケーションを取ることが不可欠である。メンバー間で相互にコミュニケーションを取ることで、それぞれの持つ知識や能力を組織内で共有することができる(Savolainen, Lopez-Fresno, & Ikonen, 2014)。メンバーの持つ知識や能力を、コミュニケーションを通じてチーム全体で共有し、それを有効に活用することができれば、そのチームの持つパフォーマンスを最大限に発揮することができると考えられる。このように、コミュニケーションの量や質がその集団のパフォーマンスに何かしらの影響を与えていることが考えられるが、そのコミュニケーションの形成に影響を与える要因の一つとして、信頼(trust)が考えられる。

組織集団のメンバー間での信頼感の形成は、コミュニケーションの基盤として考えることができる(Savolainen et al., 2014)。信頼はコミュニケーションの形成以外に関しても、コラボレーション、モチベーション、革新性、維持等のように組織集団において非常に多くの点で重要な要素であるとされている(Savolainen, 2011)。また、コミュニケーションと信頼の量と質が仕事の満足度と業績に密接に関連してることが明らかになっている(Mayer, Davis & Schoorman 1995; Lewicki, Tomlinson & Gillespie 2006, Savolainen, 2008)。

組織集団は、所属しているメンバーの専門的な知識や才能、能力によって成り立っている(Savolainen et al., 2014)。また組織集団における信頼は、メンバー間での関係性を形成する上で重要なリソース、管理者とメンバー間のリーダーシップとしても扱うことができる(Willemyns, Gallois, & Callan, 2003)。このようなことから、メンバー間の信頼の関係性によって組織集団としての活動の機能が影響を受けると考えられる。多くの先行研究によって、二者間の信頼の高低がコミュニケーションに対して与える何らかの影響が存在していることは明確になっている(Zeffane et al., 2011)。また、近年では、コミュニケーション

と信頼の関係性がどのようなものであるのかを調査した研究も存在する(e.g., Ruppel & Harrington, 2000; Welch & Jackson, 2007)。しかしながら、これらの研究では、コミュニケーションが信頼の発達に対して影響を与えることを示唆した結果(Wong, 2002; Thomas et al., 2009)と、対照的に信頼がより効果的なコミュニケーションを構築するとしている結果(Chory & Hubbell, 2008)がそれぞれ報告されており、これらの関係性は相互的なものであることが考えられる。以上のように、信頼とコミュニケーションの間には、相互的かつ、非常に密接な関係性があることが示唆される。

次に、信頼とコミュニケーションと関係の強い概念として、共感性(empathy)がある。共感性は、他者に対する理解を深め、円滑な対人関係を築くことに不可欠なものであり、援助行動を動機付けし(Eisenberg, & Miller, 1987)、攻撃行動を抑制したりする機能がある(e.g., Miller & Eisenberg, 1988)。特に共感性は大きな一つの目的を共有している組織集団において、重要な役割を持っている。なぜなら、共感は、他のメンバーの抱えている問題や目的の共有や理解を円滑に行うための助けとなるからである。実際に、組織集団における共感性と

パフォーマンスとの関連性に焦点を当てている研究は数多く存在する。例えば、Goleman(2001)では、他のメンバーのことを理解する能力としての共感性は、組織集団におけるリーダーが正しい決断をし、それらを首尾よく実行する上で不可欠なものであるとしている。さらに、共感性はリーダーとメンバーのどちらにしても目的の共有や問題の解決に対して重要なものである。このように多くの有用な点が多くあることから、共感性は多くの研究がなされてきたが、その中に信頼との関係に焦点を当てた研究がある(Preece, 2004)。信頼と同様に共感性もコミュニケーションに対して重要な役割を持つ。また、コミュニケーションもメンバー間の共感性に大きく依存していることは、いくつかの研究で明らかにされている(lckes, et al. 1990; lckes, 1997)。したがって、コミュニケーションと信頼との関係性を研究する際には、同時に共感性も変数として取り入れることが必要であると考えられる。

また、信頼と共感性をコミュニケーションと結びつける理論として、社会的交換理論(Social exchange theory)がある。社会的交換理論とは、非常に多くの分野における様々な現象の説明に利用されている理論である。組織行動の分野

においても、多くの研究が、社会的交換理論をもとに説明されてきた。例えば、組織コミットメント(Bishop, Scott & Burroughs 2000)や、組織市民行動(Organ, 1988)などは、社会的交換理論を背景として概念モデルが成り立っているとされる(Anthony & Hall, 2017)。社会的交換理論は、社会生活を営む2人以上の当事者間の一連の資源の取引であるとされる(Cropanzano & Mitchell, 2005)。社会的な資源は、相互的な何かしらのプロセスを踏んで交換され、ある資源を受け取った者は、それに相当する資源を発信したものへ返す傾向がある(Gouldner, 1960)。このような交換関係は、交換する二者の持つ態度や特性の質によって影響を受けることが明らかになっている(Blau, 2017)。また、個人特性の中でも信頼の高低は、交換が、第三者からの監視等を伴って行われる経済的なやりとりと異なる社会的なやり取りであった場合において強く影響することが明らかとなっている(Organ, 1988)。これは、上述した信頼の高低がコミュニケーションの量に影響を与えるという先行研究の結果をさらに補足するものであると考えられる。

以上の議論から、信頼と共感性は、社会的交換理論から、コミュニケーションを通してまさしく交換されるものだと考えられる。信頼と共感性の高い傾向のある人はコミュニケーションを活発に行い、また、その交換として、コミュニケーションし返されることが示唆される。上述したとおり、組織集団において、コミュニケーションの量と質はそのパフォーマンスや維持、人間関係に対して非常に大きな影響を与えている。したがって、組織集団におけるコミュニケーションを理解することは様々な点で重要なことであると考えられる。しかし、従来の研究では、集団におけるコミュニケーションを調査する場合、単に二者の間で行われるコミュニケーションと同質なものとして取り扱っている場合も多い。組織集団で行われている様々なコミュニケーションは、所属しているメンバー間で非常に複雑な関係性の構築として発生しており、二者間のみでのコミュニケーション関係ではとらえきれない。そこで、本研究においては、先行研究において、コミュニケーションと大きな関わりがあると考えられているメンバー間の信頼と共感性に対象を絞って、この2変数と組織集団全体としてのコミュニケーションの構造との関わりをより詳細に検討していく。そうす

ることによって、本研究は、組織集団におけるコミュニケーションと、メンバーそれぞれの持つ信頼感や共感性との関係に焦点を当てた従来の研究に対して新たな知見を提供できると考えられる。

また、本研究では、すでに組織としてある程度成熟している集団を対象としていることから、コミュニケーションによって信頼関係が成り立つことでなく、信頼関係の高低によってコミュニケーションにどのような影響を与えるのか、また、コミュニケーションの構造がどのようなものとなるのかを検討する。さらに、共感性がコミュニケーションの構造にどのような影響を与えているのかを検討する。

1.1.2　信頼の定義

信頼という言葉は、非常に多くの定義が存在し、明確に一つに定まっていない(McEvily et al., 2003)。そこで本研究では、信頼を他者との関係性としてとらえていることから、Mayer et al. (1995)における、「相手がその相手のことを観測したり、制御したりする能力に関係なく、相手が自分にとって重要な特定の行

動を実行するという信念に基づいた意思」という定義を採用する。信頼とは、他者からの評価であり、Mayerはさらに、コミュニケーションの反復を通じて互いに関する情報が更新され、時間が経過することによって信頼は増減するものであるともしている。

また、Ebert(2009)では、信頼を個人と個人の間に生じるもの、組織集団と組織集団の間に生じるもの、個人と組織の間に生じるものの3種類に区分している。本研究では、信頼とコミュニケーションの関係性に焦点を当てていることから、個人と個人の関係性としての信頼関係を検討していく。

1.1.3 共感性の定義

従来の共感性の定義は、他者の心理状態を正確に理解する点を重視している認知的定義と他者の心理状態に対する代理的な情動反応という情動的定義が存在していたが、近年では認知的側面と情動的側面を統合した多次元的な概念だとされている(Davis, 1983; Feshbach, 1975; Gladstein, 1983)。したがって、本研究においても共感性を多次元的な概念として扱う。

1.1.4　コミュニケーションの定義

信頼と同様に、コミュニケーションについても多くの研究が存在し、それらによってそれぞれコミュニケーションの定義づけが異なっている。しかし、それら多くの定義ほぼすべてに関して、コミュニケーションを「ある過程によって片方に伝達され、その逆の過程によって伝わる情報」であるというものとして定義している点で共通しているとされる(Savolainen et al., 2014)。例えば、Losee(1999)では、コミュニケーションを、話すという処理によって情報を伝達し、聴覚による聞くという処理によって受け取られるものであるとしている。

本研究におけるコミュニケーションの定義については、組織集団における信頼と関連させるという点から、Zeffane rt al. (2011)の「公式、非公式にかかわらず、個人と個人との間で何かしら意味のある情報を共有する過程」という定義を採用する。この定義は、広くコミュニケーションをとらえており、情報の共有という組織集団における信頼の役割とも関連している。

1.2　ネットワーク分析

1.2.1 ネットワーク分析の有用性

組織内でのコミュニケーションに関する研究は、集団を対象とした様々な研究分野で非常に多く行われてきた(Boies, Fiset, & Gill, 2015)。しかし、コミュニケーションを対象とした従来の研究では、調査・分析の際に単純に研究対象である組織集団の発話量やそれらの平均値、合計値といったものを変数として扱うものが多かった。このような処理の方法では、本来その組織集団の持っている情報量がかなりの割合で抜け落ちてしまっており、その集団内でのダイナミクスとしての詳細な関係性まで捉えることができない。近年、このような問題点を解消した調査・分析方法がいくつか開発されており、その中の一つに集団内のコミュニケーションを一つのネットワークとしてとらえた研究がある(Borgatti & Foster, 2003)。

コミュニケーションネットワークをはじめとした社会的ネットワークを用いた研究は、1970年代から使われ始め、以降も集団の持つ社会的プロセスやリー

ダーシップ、パフォーマンスとの関係性などの理解に有用であることから現在も非常に広い分野で用いられている(Shumate & Palazzolo, 2010)。

社会的ネットワークをはじめとしたネットワークグラフは、グラフの頂点に当たる部分である「ノード(node)」とそれらを互いにつなぐ線である「エッジ(edge)」から構成される。社会的ネットワークの場合、ノードの種類としてネットワークに所属している個人(e.g., Gorman, 1990; Yuan & Gay, 2006)、小規模な集団(e.g., Barnett & Danowski, 1992; Doerfel & Barnett, 1999)、国(e.g., Rogers & Antola, 1985)、雑誌(e.g., Reeves & Borgman, 1983; Rice, Borgman, & Reeves, 1988)などが用いられる。また、エッジとしてコミュニケーション関係を仮定している場合、単に会話量というだけでなく、友人関係(e.g., Beinstein, 1977)や信頼関係(e.g., Prell, 2003)などの現実空間における関係性を調査しているものから、電話による会話量(e.g., Monge & Matei, 2004)やネット上での接触に絞ったもの(e.g., Shumate & Dewitt, 2008; Shumate & Lipp, 2008; Tateo, 2005)などの仮想空間における関係性を調査しているものまで、非常に多くの種類のものが用いられている。また、ネットワークのエッジとして、方向性の有る

ものと無いものの2種類がある。例えば、同級生という関係性をネットワークとしてとらえている場合、あるノードからあるノードにエッジが存在している場合、その逆方向にも必ず関係性のエッジが存在していると考えられる。したがって、このようなネットワークは、エッジの方向を考慮する必要がないことから、無向グラフ(undirected graph)と呼ばれる。次に、好意という関係性をネットワークとしてとらえている場合、片方のノードからもう片方のノードへエッジが存在する場合でも、その逆方向にもエッジが存在しているとは限らない。このようなネットワークは関係性に向きが存在することから、有向グラフ(directed graph)と呼ばれる。

1.2.2 従来のネットワーク分析の問題点

ソーシャルネットワークの分析法は過去30年間の間に、非常に多く開発されてきた。単純にネットワークを可視化するためのもの(Reeves & Borgman, 1983)から推移性の変化等のダイナミクスにより焦点を絞ったもの(Danowksi & Edison-Swift, 1985)などがある。

しかし、従来のネットワーク分析では、計算量の問題から、大きなネットワークに対して用いることが難しかったという点と、データがほぼ単一の組織集団のものであるため、相互依存性が非常に高くなってしまい、エッジの相互性や複雑なネットワーク構造をモデルに組み込むことができないという2つの問題点があった。そのため、従来の研究では、観測してきたデータを一部削除することや、相互的でなく一方的なエッジのみを想定したモデルとすることでこれらの問題を回避してきた(Shumate & Palazzolo, 2010)。実際に、ネットワークの基本的な統計量である中心性や密度、推移性等をさらなる分析に使用したり、それらのみで完結している分析では、ネットワークデータが本来持っている豊富なデータを無視することになってしまっている。また、従来のネットワーク分析の大きな問題点としては、ノードの属性とエッジ等の構造を同時にモデルに組み込むことができなかったという点もある。例えば、ネットワーク構造を分析する手段として用いられてきたMRQAP(multiple regression quadratic assignment procedure)やQAP(quadratic assignment procedure)では、ノードの属性と

ネットワーク構造を同時に分析するためには観測されたデータに対していくつかの操作を行うことが必要であった。

しかし、これらの問題点の多くを解消することが可能である分析法として、局所的なものから全体的なもの含めたネットワークの構造に焦点を当て、それらをモデル化することで全体を数理的に理解しようとする分析法であるExponential Random Graph Models(ERGMs)がある。

1.2.3 EXPONENTIAL RANDOM GRAPH MODELS

ネットワークはノードとエッジで構成された一つのグラフとして表現されるデータであり、それらの構造的特徴を確率的にとらえようとするモデルがいくつか提案されている。その中でも近年、様々な分野のコミュニケーションネットワークを対象にした研究において、Exponential Random Graph Models(ERGMs)が広く用いられるようになってきている(Shumate & Palazzolo, 2010)。

ネットワークデータはn個のノードとm個のエッジから構成され、ノードiとj間のエッジの有無を0(無し)1(有り)で示すことで、n×nの隣接行列*Y*として表現

することができる。そこで、基本的な統計モデリングの手法では、エッジの有無を観測されたノードの持つ属性等のデータからロジスティック回帰モデルのように表現しようとする。しかし、ネットワークデータにおけるエッジの有無は、他のエッジの有無等から受ける自己相関の影響が非常に大きく、単純なモデルでは表現することができない。だが、ERGMsはネットワーク構造の持つ特徴をネットワーク統計量としてモデルに組み込むことでこの問題点を回避している。このようにすることで、基本的な確率モデルでは簡単にモデル化できない複雑な依存パターンやネットワークデータの推移性などの構造的特徴を表現することができる。

ERGMsでは、ネットワークを構成する構造について、それがどの程度の確率で表出するかについて評価するモデルである。ネットワークの各エッジが観測される確率が完全にランダム、つまり50%よりも高いか低いかによって観測されたネットワークデータが観測される確率が偶然であったかそうでないのかを検討することができる。もし指定されたネットワーク構造が50%よりも頻繁に観測される場合、その構造ネットワーク内に存在しているとされ、50%よりも

低い確率でしか観測できなかった場合、その構造はネットワーク内には存在していないとされる。

ネットワークデータをn×nの隣接行列Yとし、yをYが観測される確率としたうえで、ERGMsを数式にした場合、以下のように表現される。

$$\pi(y|\theta) = \frac{q_\theta(y)}{z(\theta)} = \frac{exp\{\theta^t s(y)\}}{z(\theta)}$$

この時、$s(y)$はエッジの数やkトライアングル等のネットワーク構造を示す統計量、$z(\theta)$は正規化定数、θはこのモデルのパラメーターである。ERGMsでは、このパラメーターを推定することが目的とされる。このパラメーターは、モデルに組み込まれているネットワーク構造が完全にランダムなものと比較してどの程度観測されるかという値であり、言い換えれば、そのネットワーク構造が観測される確率をランダムグラフと比較した対数オッズである。

1.2.4 パラメーターの推定法

多くのERGMsを用いた研究では、パラメーターの推定法として、大きく分けて最尤推定法によるものとモンテカルロ法による最尤推定法(Monte Carlo

maximum likelihood estimation: MC-MLE)によるものの2つが用いられている。しかし、これらの方法では正規化定数の計算が困難であるという問題から、あまり複雑で大きなネットワークデータを取り扱うことができなかった。また、ネットワーク構造として、より複雑なものを仮定しているようなモデルも同様に現実的な時間での推定が不可能であった。しかし、これらの問題点は推定法にベイズ推定を採用することで解消される(Caimo & Friel, 2011)。そこで本研究では、パラメーターの推定法としてベイズ推定を用いる。また、ベイズ推定をパラメーターの推定法として用いることには、他にも非常に多くの利点が存在する。第一に、ベイズ的な枠組みでの分析を行うことで、各種パラメーターに対して先行研究等で分かっている情報を事前確率分布(事前分布)として含めることができるという点がある。このようなベイズにおける情報の組み込みというが可能という柔軟な点は、研究者のもつサンプルと先行研究におけるデータや専門家による判断(事前分布)を両立することができるという大きな利点となる。例えば、先行研究におけるデータがあれば、それらを無理なく推定に取り込むことや、パラメーターが全く未知であっても、ある程度の制約を加えるこ

とによって事前分布を割り当てることが可能である。第二に、事後確率分布(事後分布)を使用することができるという点がある。例えば、本研究でも用いるERGMsに対してMCMCアルゴリズムを用いると、各種パラメーターの事後予測分布の推定値をえることができる。この事後分布は*p*値による分析ことと比較して、いくつかの点で有用である。例えば、*p*値を用いた帰無仮説検定よりも直感的に理解することができるという点がある(Caimo & Friel, 2011)。また、多くの*p*値を用いた分析の場合、*p*値が.05未満であることをもって有意としているが、事後分布を用いることで、有意か、そうでないかといった解釈でなく、推定値がどの程度の確率でどのような値を取るかという解釈が可能となるという点においても有用であるといえる。以上の理由から、本研究では、推定法としてベイズ推定も用いることとする。

2. 目的・仮説

2.1 目的

先行研究より、組織集団において、メンバー間の信頼関係、共感性の高低とコミュニケーションの量や質との間に密接な関係があることが確認されている。しかし、それらの多くはコミュニケーションを単に集団内での平均値や、発言量の合計等の集団レベルの変数として扱っているものがほとんどである。本来コミュニケーションは組織集団における複雑な対人関係によって生じるダイナミクスとして扱われるべきものであることから、このような扱い方では、組織集団内におけるコミュニケーションという現象を本質的に理解できているとは言えない。

そこで、本研究では、組織集団内でのコミュニケーションを社会的ネットワークとして構造的に扱うことによって従来の研究の問題点を解消し、それぞれのメンバーの信頼・共感性がコミュニケーションネットワークの構造にどのような影響を及ぼしているかを、ネットワーク分析として有用なモデルであるERGMsのパラメーターをベイズ推定することで検討する。

2.2 仮説

本研究における主な仮説は、以下のとおりである。

1. 社会的交換理論から、二者関での双方向コミュニケーションが生じやすい。

2. 他者への信頼感の値が高いほど、コミュニケーションを取られやすい。

3. 他者への信頼感の値が高いほど、コミュニケーションを取りやすい。

4. 他者への共感性の値が高いほど、コミュニケーションを取られやすい。

5. 他者への共感性の値が高いほど、コミュニケーションを取りやすい。

3. 方法

3.1 調査参加者

医療施設におけるリハビリテーション部門に所属するスタッフ74名を対象として調査を実施した。そのうち、未回答、および回答に不備があった者13名を分析対象から除いた合計61名を分析対象とした。また、対象者のうち男性は28名、女性は33名であった。平均年齢は30.54歳(*SD*=7.81)であった。

3.2手続き

本研究は、質問紙法によって調査を行った。質問紙の内容としては、フェースシートとコミュニケーションネットワークを調査したもの、信頼の強度を調査する質問項目から構成された。フェースシートでは、回答者の性別、年齢、勤続年数を回答させた。

次に、コミュニケーションネットワークについて調査するために、回答者自身を除く、組織内の全メンバーのリストに対して「以下のうち、あなたが普段よく会話する人すべてにチェックを記入してください」という内容の質問に回

答させた。さらに、そのコミュニケーションの強度についても調査するために、「また、その人との会話の頻度はどのくらい多いか」についても回答させた。この質問項目は、「多い(1)」から「非常に多い(5)」の5件法で評価させた。

次に、信頼を測定するために、一般的信頼尺度(Yamagishi & Yamagishi, 1994)の6項目版を回答させた。主な項目内容としては、「ほとんどの人は基本的に正直である」「私は人を信用する方である」などがあった。また、いずれの項目についても「全くそう思わない(1)」から「非常にそう思う(5)」の5件法で評価させた。

次に、共感性を測定するために、多次元共感性尺度(桜井 1988)全28項目を回答させた。これは、共感性を「視点取得」「空想」「共感的配慮」「個人的苦悩」の4次元でとらえた尺度である。主な項目内容としては、視点取得では「他の人の立場にたって、物事を考えるのは困難である」、空想では「素晴らしい映画を見るとすぐに自分を主役の登場人物に置き換えてしまう」、共感的配慮では「自分よりも不幸な人達には、やさしくしたいと思う」、個人的苦悩では「緊急事態で、ひどく援助を必要とする人を見ると、とりみだしてしまう

ほうである」などがあった。また、いずれの項目についても「全くそう思わない(1)」から「非常にそう思う(5)」の5件法で評価させた。

4. 結果

4.1 基本的なネットワーク構造の諸指標(Table1)

4.1.1 密度(density)

ネットワーク密度は、グラフにおいて、理論上貼ることのできる全てのエッジに対して、観測されたネットワークにおける実際のエッジの数の比率である。したがって、全てのノード間にエッジが存在するグラフで合った場合1となり、全く存在しない場合は0となる。本研究において観測されたネットワークにおける密度は.31であった。

4.1.2 推移性(transitivity)

ネットワークにおいて、ノード*i*とノード*j*との間、およびノード*j*とノード*k*との間にエッジが存在し、ノード*i*ノード*k*との間にも同様にエッジが存在しているとき、このような三角形にあたる関係性のことを推移的とよぶ。また、ネットワーク内部において、推移的な関係が成り立っている程度を比率であらわしたものを推移性と呼ぶ。本研究において観測されたネットワークにおける推移性は.53であった。

4.1.3 相互性(mutuality)

有向グラフにおける2つのノード間でのエッジの張り方には図にある4つのパターンが存在する。この時、両方のノードからエッジが伸びているような状態を相互的と呼び、ネットワーク全体でどの程度の比率で相互的な関係性が存在するのかを示したものが相互性である。本研究において観測されたネットワークにおける相互性は.39であった。

Table.1 ネットワーク構造

ネットワーク構造の諸指標	
密度	.31
推移性	.53
相互性	.39

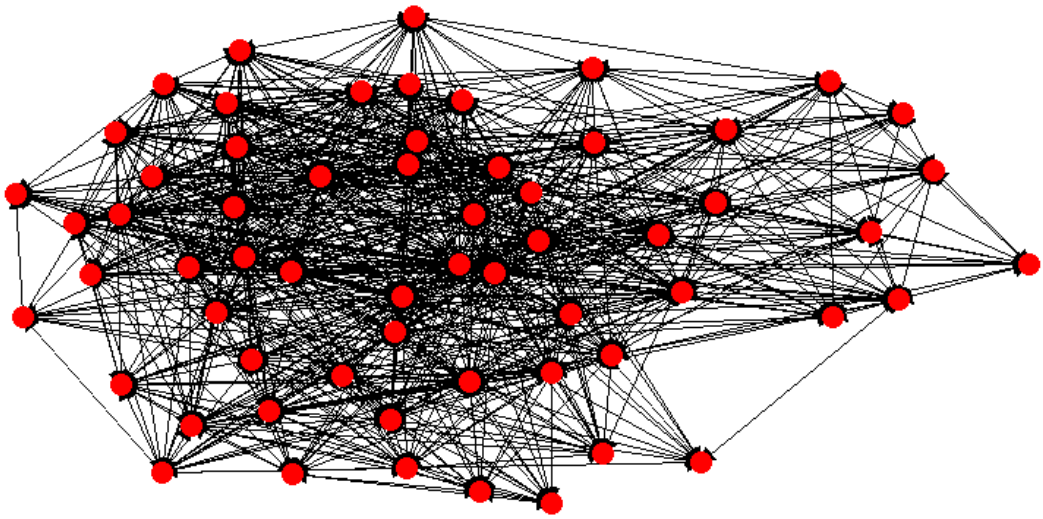

Figure1. 観測されたネットワーク

4.2 分析の概要

本研究におけるモデルでは、上述した仮説を検証するために、3つのモデルを立て、それぞれのパラメーターを推定していく。その後、それぞれのモデルを比較する。

また、分析ソフトはR(version 3.5.2)を使用した。

4.2.1 検討したモデル

4.2.1.1 モデル1(ベースラインモデル)

第一のモデルでは、ネットワーク構造として、「エッジ」と「相互性」のみを仮定した。

ネットワーク構造としての「エッジ」とは、ネットワークのサイズが与えられた際に単にエッジの数が完全にランダムなものと比較してどうであったかをモデルに含めるための推定値である。このモデルは、必要最低限のネットワーク構造をパラメーターとして含めることで、他の仮説検討用のモデルと比較するためのベースラインとしてのモデルとなる。

4.2.1.2 モデル2

第二のモデルでは、本研究における　4つの仮説を検討するために、ネットワーク構造として、「エッジ」「相互性」に加え、ノードの特性としての信頼性得点における「入エッジ」「出エッジ」「類似性」、共感性得点における「入エッジ」「出エッジ」「類似性」をモデルに含めた。

ネットワーク構造としての「入エッジ」とは、指定したノード特性が高いノードに対して入方向のエッジの数の量が完全にランダムなものと比較してどうであったかをモデルに含めるための推定値である。また、「出エッジ」というネットワーク構造も同様に、指定したノード特性が高いノードに対して出方向のエッジの数の量が完全にランダムなものと比較してどうであったかをモデルに含めるための推定値である。

従って、本研究にける仮説の1は本モデルにおける相互性のパラメーターから検証できる。また、仮説の2は信頼性における入エッジというネットワーク構造のパラメーターをもって検証することができる。同様に仮説3は信頼性における出エッジ、仮説4は共感性における入エッジ、仮説5は共感性における出エッジのそれぞれのパラメーターをもって検証する。

4.2.1.3 モデル3

第三のモデルでは、モデル2のネットワーク構造に加えて、コミュニケーションに影響を持つと考えられる各種変数を統制変数として投入したモデルであ

る。具体的には、ノード特性としての性別における「エッジ」、「類似性」と、年齢における「エッジ」、「類似性」、勤続年数における「エッジ」、「類似性」を投入した。年齢、性別は多くのコミュニケーションに関係する先行研究において影響力を持つとされてきた変数である。また、勤続年数は、本研究において調査を行った企業では年齢との関係性が非常に深いものであったことから同様に統制変数として投入した。

ここで、「類似性」とは、ネットワーク分析では、同類選好ともよばれる現象を表した最も一般的に用いられるネットワーク構造であり、指定したノード特性の値が近いものほど、方向に関わらずエッジの量が完全にランダムなものと比較してどうであったかをモデルに含めるための推定値である。

4.2.2 分析の内容

4.2.2.1 事前分布

ベイズ推定の利点の一つとして、先行研究にける結果から得られた情報を事前分布として活用することができるという点がある。しかしながら、先行研究

による情報が不足している場合、なるべく弱い情報を組み込むことが必要となる。そこで、そのような研究におけるERGMsでは、モデルの各パラメーターに対して、正規分布$\theta \sim N_d(\mu, \Sigma)$が用いられることが多い。ここで、$d$はパラメーターの数、$\mu$は平均値のベクトル、$\Sigma$は$d \times d$の共分散行列である。

本研究では、事前に扱うことの出きる有用な情報が不足していることから、平均値が0、分散が100の正規分布を各種パラメーターの事前分布として採用した。

4.2.2.2 各モデルの推定結果

上述した3つのモデルに対して、それぞれのネットワーク構造パラメーターのベイズ推定を行った。その結果算出された事後予測分布の平均値、および95%信頼区間を以下に示す(Table2,3,4)。

Table2 モデル1の推定結果

パラメーター	平均値	0.025	中央値	0.975
θ1(エッジ)	-1.40	-1.51	-1.40	-1.29
θ2(相互性)	1.65	1.44	1.65	1.85

Table3 モデル2の推定結果

パラメーター	平均値	0.025	中央値	0.975
θ1(エッジ)	-1.21	-2.14	-1.21	-.32
θ2(相互性)	1.49	1.24	1.49	1.74
θ3(信頼性−入エッジ)	.15	.02	.15	.29
θ4(信頼性−出エッジ)	.11	.01	.11	.21
θ5(共感性−入エッジ)	-.26	-.53	-.26	-.01
θ6(共感性−出エッジ)	.00	-.25	.00	.25

Table4 モデル3の推定結果

パラメーター	平均値	0.025	中央値	0.975
θ1(エッジ)	-1.18	-4.83	-1.18	2.49
θ2(相互性)	.28	-.27	.28	.82
θ3(信頼性−入エッジ)	.33	.06	.33	.61
θ4(信頼性−出エッジ)	.26	-.01	.26	.53
θ5(共感性−入エッジ)	-.33	-1.09	-.33	.43
θ6(共感性−出エッジ)	.03	-.50	.03	.55
θ7(性別−エッジ)	-.57	-.95	-.57	-.20
θ8(性別−類似性)	.51	.11	.51	.92
θ9(年齢−エッジ)	-.01	-.05	-.01	.03
θ10(年齢−類似性)	.52	-.80	.52	1.84
θ11(勤続年数−エッジ)	.35	.25	.35	.45
θ12(勤続年数−類似性)	.70	.24	.70	1.17

ERGMsでは、各パラメーターは対数オッズであるため、解釈するために津城の確率に変換した。具体的には、各パラメーターの値に対して$\frac{exp(\theta)}{1+exp(\theta)}$を当て

はめた。例えば、モデル1におけるエッジのパラメーターの事後予測分布の平均値は$\frac{exp(-1.40)}{1+exp(-1.40)}$＝0.19となる。この値は、ネットワーク構造としてのエッジが観測される条件付き確率が非常に低いことを意味している。

ここで、本研究における仮説を検討するためのモデルであるモデル2の各パラメーターに焦点を当てる。このモデルの各パラメーターの推定結果はTable3にて報告したとおりであるが、上述の通り、ここでの値は対数オッズであるため、通常の観測確率に変換した。その結果を以下に示す(Table5)。

Table5 モデル2の各パラメーターの推定値の変換値

パラメーター	平均値	0.025	中央値	0.975
θ1(エッジ)	.23	.11	.23	.42
θ2(相互性)	.82	.78	.82	.85
θ3(信頼性−入エッジ)	.54	.50	.54	.57
θ4(信頼性−出エッジ)	.53	.50	.53	.55
θ5(共感性−入エッジ)	.43	.37	.43	.50
θ6(共感性−出エッジ)	.50	.44	.50	.56

4.2.2.3 各モデルの適合度

ベイズ的なネットワーク分析の枠組みではモデルの適合度を比較するために、観測されたネットワークを推定したモデルパラメーターの事後予測分布か

らシミュレーションしたネットワークと比較する。この比較によって、パラメーターの事後予測分布が観測されたネットワークの一般的な構造的特徴をどの程程度再現できるのかを検討することができる。この方法はBGOF(Bayesian goodness-of-fit)と呼ばれる。また、一般的に用いられるネットワーク構造としては、入エッジ、出エッジ、頂点間最短距離、辺単位他者共有がある。頂点間最短距離とは、ある2つのノード間の最短経路距離の長さの分布である。辺単位他者共有とは、主に推移性の影響力を測定するために使用されるネットワーク構造であり、ノードiとノードjとエッジでつながれた共通のノードの数の分布である。モデル評価では、観測されたネットワークデータYにおける上記のネットワーク構造の分布と推定された事後予測分布から算出されたサンプルに基づいてシミュレーションされたネットワークにおける分布と比較する。

推定された各モデルのパラメーターを基にBGOFを算出した(Figure2,3,4)。

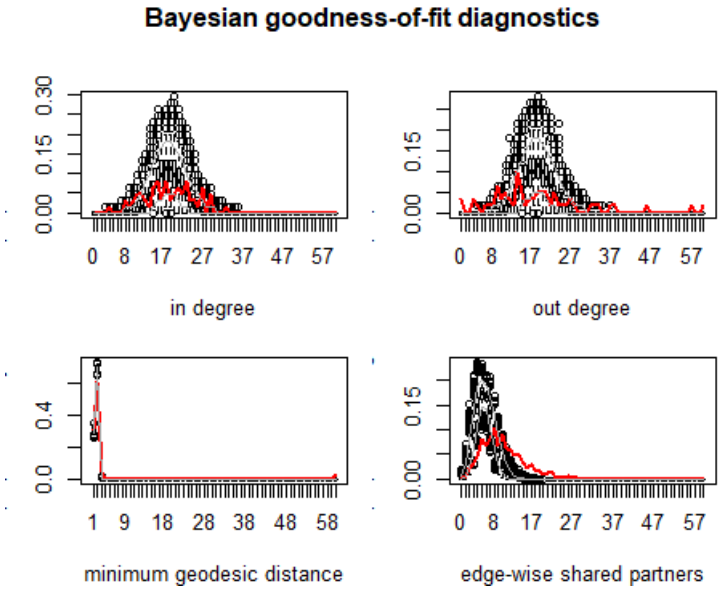

Figure2 モデル1のBGOF

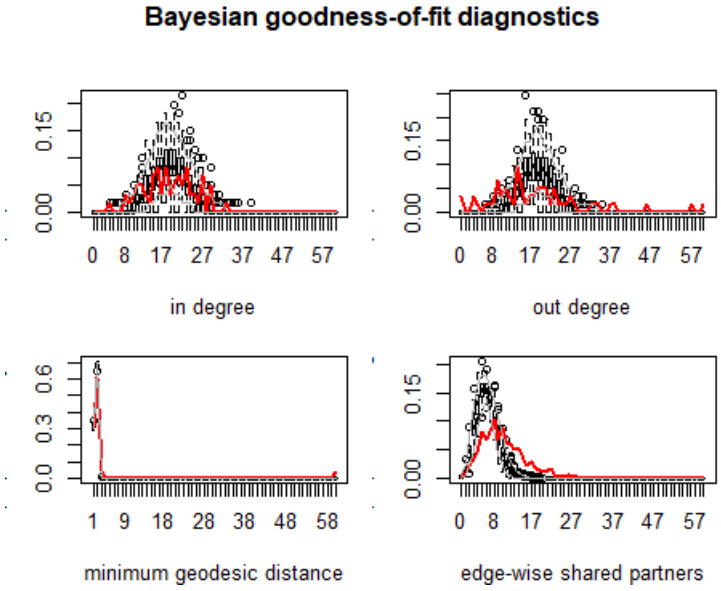

Figure3 モデル2のBGOF

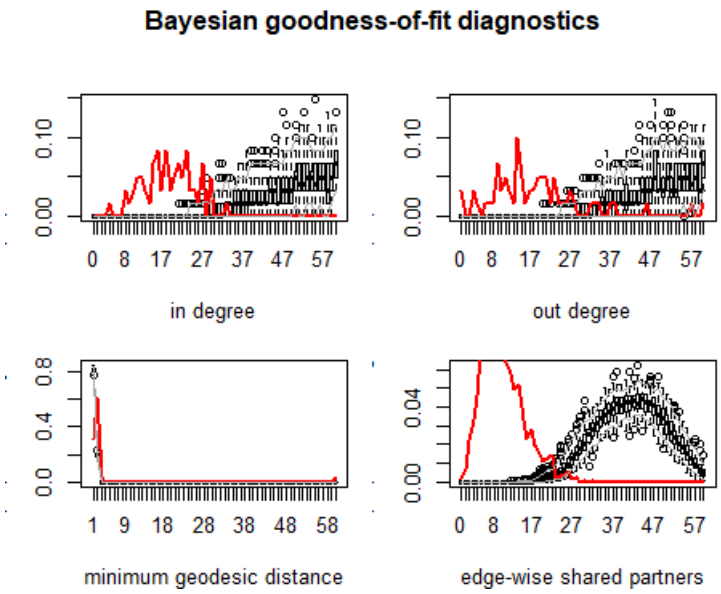

Figure4 モデル3のBGOF

Figure2、3、4における赤い線は観測されたデータの分布を表し、図中の白い点は事後予測分布からサンプリングされた値に基づいてシミュレーションされた100個のネットワークデータにおける適合度の分布となっている。また、薄い灰色の実線は95%区間を示す。従って、赤い線がこの白い点によって作られている線とどの程度重なっているかを、薄い灰色の線の範囲内にあるかどうかを目安にすることによってそのモデルの当てはまりを考えることができる。

Figure2、3、4から、モデル1、2、3をそれぞれ比較すると、モデル2が観測されたネットワークへの適合という点で最も優れているといえる。実際に、

Figure2、4における赤い線は多くのネットワーク統計量において95%区間から大きく外れていることがわかる。

以上から、本研究において検討した3つのモデルでは、モデル2が最も妥当性が高く、観測されたネットワークへの適合度も高いことから、本研究ではモデル2を採用した。

5. 考察

本研究の目的は、組織集団におけるメンバーの持つ信頼を共感性がコミュニケーションに対してどのような影響を与えるのかをネットワーク構造分析であるERGMsを用いて実証することであった。そのため、各種ネットワーク構造を組み込んだモデルを3つ組み、それらのパラメーターに対してベイズ推定を行った。その後、各モデルの適合度を算出した。その結果、モデル2が採用された。

モデル2における各パラメーターの事後予測分布から、仮説1は支持されたが、仮説2,3,4,5はいずれも支持されなかった。

仮説1は、社会的交換理論から、二者関での双方向コミュニケーションが生じやすいというものであったが、モデル2における相互性の事後予測分布の平均値は.82であり、これはノード間でのエッジの相互関係が成り立っていることを示している。したがって、仮説1を支持する結果であったといえる。ここから、一つの目的をもって行動する組織集団においては、コミュニケーションは単方向的なものでなく、双方向的なものによって成り立っていることがわかる。この結果は仮説1を支持すると同時に、コミュニケーション関係における社会的交換理論を支持するものでもある。社会的交換理論をネットワーク構造の観点から研究している例は少ないことから、本研究から得られた知見は今後のコミュニケーションネットワークや社会的交換理論の研究において、非常に有用なものであると考えられる。

次に、モデル2におけるネットワーク構造である信頼性の入エッジ、出エッジ、共感性の入エッジ、出エッジはいずれも確率が完全にランダム(50%)のを

ほとんど上回らなかった。この結果は、仮説2,3,4,5を否定するものであった。この結果から、組織集団において、単純に組織内でのコミュニケーションの量を増加させるには信頼や共感性の高さはあまり関係しないことが示唆された。このような結果となった理由として、まず、本研究で調査対象とした組織集団は一般的な企業であり、相手に対して信頼、共感をしている、していないにかかわらず、コミュニケーションを取らざるを得なかった可能性がある。本研究では、コミュニケーションを可能な限り広範にとらえるため、行われているコミュニケーションが業務上必要なものであるのか、それとも必要でないプライベートなものであるのかを区別していなかった。そのため、もしコミュニケーションをフォーマルなものとそうでないものの2種に区別することができれば、信頼、共感の高さがコミュニケーションに何らかの影響力を持っていた可能性が示唆される。そのため、将来の研究では、コミュニケーションをフォーマルなもの、インフォーマルなものに区別して調査、分析を行う必要がある。フォーマルな場においてのコミュニケーションネットワーク構造をその組織集団の持つ目的等の特性によって比較することができれば、その目的によってど

のようなコミュニケーション構造が適しているのかを明らかにすることが可能である。

次に、今回観測されたネットワークの密度がネットワークサイズに対してかなり高かったことがあげられる。ネットワーク密度は単純にノードの数が十倍になったとき、同じ密度を保つためにはエッジの数が百倍必要となってくる。そのため、サイズの大きい集団で高い密度を保持するのは非常に稀である。しかし、本研究の調査対象では、すでに長い時間をかけて人間関係を築き、実際に仕事を行っている組織集団であったことから、密度が高くなったのだと考えられる。密度が高いことはすなわちノードに対するエッジの数自体が多いことであるため、本研究で調査した信頼性や共感性の高さによってコミュニケーションのエッジが生じる、生じないといった段階の集団ではなくなっていた可能性が高い。したがって、信頼と共感が組織としてどの程度の段階にあればコミュニケーションネットワークに対して影響力を持ったかについても検討していく必要があると考えられる。信頼や共感性とコミュニケーションとの関係性を調査した先行研究では、対象としている集団の発達段階に関しては触れられて

おらず、研究ごとに異なっている。しかし、信頼や共感性、コミュニケーションといったものは、時系列的に変動していくものであることから、将来の研究では、対象とする組織集団において、いくつかの時点でネットワークデータを取得し、それぞれの段階でのネットワークと信頼・共感性との関係性を比較し、それらの変動を時系列的に分析することで、より詳細に集団におけるダイナミクスを取り扱うことができると考えられる。

引用文献

Anthony, E. L., & Hall, A. V. (2017). Social Exchange Theory : A Critical Review with Theoretical Remedies SOCIAL EXCHANGE THEORY : A CRITICAL REVIEW WITH THEORETICAL REMEDIES, (January). https://doi.org/10.5465/annals.2015.0099

Barnett, G. A., & Danowski, J. A. (1992). The structure of communication: A network analysis of the International Communication Association. Human Communication Research, 19(2), 264-285.

Beinstein, J. (1977). Friends, the media, and opinion formation. Journal of Communication, 27(4), 30-39.

Blau, P. (2017). Exchange and power in social life. Routledge.

Cropanzano, R., & Mitchell, M. S. (2005). Social exchange theory: An interdisciplinary review. Journal of management, 31(6), 874-900.

Caimo, A., & Friel, N. (2011). Bayesian inference for exponential random graph models. *Social Networks*, *33*(1), 41–55. https://doi.org/10.1016/j.socnet.2010.09.004

Chory, R. M., & Hubbell, A. P. (2008). Organizational Justice and Managerial Trust as Predictors of Antisocial Employee Responses, *56*(4), 357–375. https://doi.org/10.1080/01463370802448121

Danowski, J. A., & Edison-Swift, P. (1985). Crisis effects on intraorganizational computer-based communication. Communication Research, 12(2), 251-270.

Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. Journal of personality and social psychology, 44(1), 113.

Doerfel, M. L., & Barnett, G. A. (1999). A semantic network analysis of the International Communication Association. Human communication research, 25(4), 589-603.

Ebert, T. A. (2009). Facets of trust in relationships–a literature synthesis of highly ranked trust articles. Journal of business market management, 3(1), 65-84.

Eisenberg, N., Miller, P. A., Eisenberg, N., & Miller, P. A. (1987). The Relation of Empathy to Prosocial and Related Behaviors The Relation of Empathy to Prosocial and Related Behaviors, (February). https://doi.org/10.1037/0033-2909.101.1.91

Eisenberg, N., & Strayer, J. (Eds.). (1990). Empathy and its development. CUP Archive.

Feshbach, N. D. (1975). Empathy in children: Some theoretical and empirical considerations. The Counseling Psychologist, 5(2), 25-30.

Gladstein, G. A. (1983). Understanding empathy: Integrating counseling, developmental, and social psychology perspectives. Journal of counseling psychology, 30(4), 467.

Goleman, D. (2001). An EI-based theory of performance. The emotionally intelligent workplace: How to select for, measure, and improve emotional intelligence in individuals, groups, and organizations, 1, 27-44.

Gorman, S. R. (1990). A model of perceived communication in collective networks. Human Communication Research, 16(4), 582-602.

Gouldner, A. W. (1960). The norm of reciprocity: A preliminary statement. American sociological review, 161-178.

Ickes, W., Stinson, L., Bissonnette, V., & Garcia, S. (1990). Naturalistic social cognition: Empathic accuracy in mixed-sex dyads. Journal of personality and social psychology, 59(4), 730.

Ickes, W. J. (Ed.). (1997). Empathic accuracy. Guilford Press.

Lewicki, R. J., Tomlinson, E. C., & Gillespie, N. (2006). Models of interpersonal trust development: Theoretical approaches, empirical evidence, and future directions. Journal of management, 32(6), 991-1022.

Losee, R. M. (1999). Communication defined as complementary informative processes. Journal of Information, Communication and Library Science, 5(3), 1-15.

McEvily, B., Perrone, V., & Zaheer, A. (2003). Trust as an organizing principle. Organization science, 14(1), 91-103.

Mayer, R. C., Davis, J. H., & Schoorman, F. D. (1995). An integrative model of organizational trust. Academy of management review, 20(3), 709-734.

Monge, P., & Matei, S. A. (2004). The role of the global telecommunications network in bridging economic and political divides, 1989 to 1999. Journal of Communication, 54(3), 511-531.

Organ, D. W. (1988). Issues in organization and management series. Organizational citizenship behavior: The good soldier syndrome. Lexington, MA, England: Lexington Books/D. C. Heath and Com.

Preece, J. (2004). Etiquette , Empathy and Trust in Communities of Practice : Stepping-Stones to Social Capital 1, *10*(3), 294–302.

Prell, C. L. (2003). Community networking and social capital: early investigations. Journal of computer-mediated Communication, 8(3), JCMC831.

Reeves, B., & Borgman, C. L. (1983). A bibliometric evaluation of core journals in communication research. Human Communication Research, 10(1), 119-136.

Rice, R. E., Borgman, C. L., & Reeves, B. (1988). Citation networks of communication journals, 1977–1985 cliques and positions, citations made and citations received. Human communication research, 15(2), 256-283.

Ruppel, C. P., & Harrington, S. J. (2000). The relationship of communication, ethical work climate, and trust to commitment and innovation. Journal of business Ethics, 25(4), 313-328.

桜井茂男. (1988). 大学生における共感と援助行動の関係―多次元共感測定尺度を用いて―. 奈良教育大学紀要 (人文・社会科学), 37, 149-154.

Savolainen, T. (2008). Sharing tacit knowledge in a project-based organization: Perspective of Trust. Research reports in Industrial Engineering and Management, Oulu, 2(2008), 676-688.

Savolainen, T. (2011). Leadership by trust in renewing human intellectual capital. Aineeton pääoma organisaation voimavarana. UNIpress. Printed in EU.

Savolainen, T., Lopez-Fresno, P., & Ikonen, M. (2014). Trust-Communication Dyad in Inter-Personal Workplace Relationships – Dynamics of Trust Deterioration and Breach Spanish Association for Quality , Spain. *Electronic Journal of Knowledge Management*, *12*(4), 232–240.

Shumate, M., & Dewitt, L. (2008). The north/south divide in NGO hyperlink networks. Journal of Computer-Mediated Communication, 13(2), 405-428.

Shumate, M., & Lipp, J. (2008). Connective collective action online: An examination of the hyperlink network structure of an NGO issue network. Journal of Computer-Mediated Communication, 14(1), 178-201.

Shumate, M., & Palazzolo, E. T. (2010). Exponential random graph (p*) models as a method for social network analysis in communication research. *Communication Methods and Measures*, *4*(4), 341–371. https://doi.org/10.1080/19312458.2010.527869

Tateo, L. (2005). The Italian extreme right on-line network: An exploratory study using an integrated social network analysis and content analysis approach. Journal of Computer-Mediated Communication, 10(2), JCMC1022.

Thomas, G. F., Zolin, R., & Hartman, J. L. (2009). The central role of communication in developing trust and its effect on employee involvement. The Journal of Business Communication (1973), 46(3), 287-310.

Welch, M., & Jackson, P. R. (2007). Rethinking internal communication: a stakeholder approach. Corporate Communications: An International Journal, 12(2), 177-198.

Willemyns, M., Gallois, C., & Callan, V. (n.d.). The International Journal of Human Trust me , I ' m your boss : Trust and power in supervisor – supervisee communication, (October 2014), 37–41. https://doi.org/10.1080/09585190210158547

Wong, A., & Sohal, A. (2002). An examination of the relationship between trust, commitment and relationship quality. International Journal of Retail & Distribution Management, 30(1), 34-50.

Yamagishi, T., & Yamagishi, M. (1994). Trust and commitment in the United States and Japan. Motivation and emotion, 18(2), 129-166.

Yuan, Y. C., & Gay, G. (2006). Homophily of network ties and bonding and bridging social capital in computer-mediated distributed teams. Journal of Computer-Mediated Communication, 11(4), 1062-1084.

Zeffane, R., Tipu, S. A., & Ryan, J. C. (2011). Communication, commitment & trust: Exploring the triad. International Journal of Business and Management, 6(6), 77.

謝辞

本研究を進めるに当たり、指導教官の山口裕幸教授、副指導教官の池田浩准教授からは多大な助言を賜りました。厚く感謝を申し上げます。また、本論文の執筆にあたって、東京大学大学院教育学部教育学研究科北條大樹さん、専修大学大学院文学部心理学専攻池田孝恒さん、玉川大学大学院脳科学研究科杉本祐樹さんには感謝とお礼を申し上げます。ありがとうございました。