

企業内コミュニケーション・ネットワークが生産性に及ぼす影響

— ウェアラブルセンサを用いた定量的評価* —

中島賢太郎・上原克仁・都留康

本稿は、企業内の社員間コミュニケーション・ネットワークの構造、およびそれが業務成果に与える影響について定量的に分析することを目的とする。ウェアラブルセンサによって、法人顧客向けソフトウェア・サポート業務を行う企業の2つの事業所の社員同士の対面コミュニケーション行動データを収集した。このデータを用い、まず、ソシオグラムによってコミュニケーション・ネットワークの構造を明らかにした。次いで、各社員の成果データ(生産性)を用い、コミュニケーションが個人および事業所の生産性に与える影響を分析した。その結果、コミュニケーション・ネットワークにおける媒介中心性の上昇は事業所の成果に頑健に正で有意な影響を持つことが示された。このことは、知的業務におけるコミュニケーションが知識・情報交換であるがゆえに、直面した問題に対し、適切に他の社員からコミュニケーションによって情報収集することが重要であることを示唆する。

JEL Classification Codes: M15, M54

1. はじめに

職場における非公式な人間関係が職場満足や職務遂行に影響を与えることは、1920~30年代のホーソン実験以来(Homans(1951)など)研究されてきたテーマである。そこでは、個人の能力だけでなくチームのメンバー間のつながりやコミュニケーションも組織の生産性に影響を及ぼすことが指摘されてきた。

特に知的業務においてコミュニケーションは重要である。知的生産のためには他者の知識に学ぶことは必須であるし、日々生じる問題の解決を情報交換によって図ることができる。事実、Ichniowski and Shaw(2009)では、このような情報交換のためのコミュニケーション関係を、ある種の「社会関係資本(connective capital as social capital)」とみなし、現場の問題解決において重要な役割を果たしていることを指摘した。

しかし、コミュニケーションについての定量的把握は困難であり、聞き取り調査や質問紙調査によるデータの収集がこれまで中心となってきた。こうした調査方法では、主観に左右されないデータを得ることは難しい。また、聞き取

り調査や質問紙調査では、一時点の横断面データによる分析であることがほとんどであり、コミュニケーションおよび成果指標の両者に相関する個人の観測されない特性の統計的制御はきわめて困難であった。

近年、センサ技術の向上により、個人間のコミュニケーション行動のリアルタイムでの収集が可能となった。その端緒となったのは日立製作所によって開発されたウェアラブルセンサであり、これを用いたコミュニケーションの状況把握や、それが生産性に与える影響への研究が行われるようになってきている¹⁾。本研究では、法人顧客向けソフトウェア・サポート業務を行うA社の、所在県の異なる2事業所を対象に、日立製作所のウェアラブルセンサによって社員間のコミュニケーションの計測をそれぞれ20日間行った(後出の図2参照)。そして、得られたコミュニケーションの客観的データとA社から入手した詳細な業務成果データに基づき、社員間のコミュニケーションが、社員個人、および事業所の生産性に与える影響について、実証的に明らかにすることが本稿の目的である。

結果を先に示そう。まず、コミュニケーション・ネットワークの構造を描いたグラフから、

紐帯の本数や密度など、2事業所間で大きな違いが観察された。これは、非正規社員を含む社員のA社での勤続年数の違い、および事業所が担当する製品の特徴の違いなどがその要因として挙げられる。また、正規、非正規を問わず、対面コミュニケーションにおいて媒介的な役割をしている担当者が各事業所に存在することが確認された。

さらに、得られたコミュニケーションデータおよびA社より提供された各社員の業務成果データを用い、コミュニケーションが業務成果に与える影響について社員の固定効果を制御した推定を行った。その結果、社員のコミュニケーション・ネットワークにおける中心性、特に、コミュニケーション・ネットワークの結節点に位置していることを示す指標である「媒介中心性」の上昇が、その社員が主導する業務の成果を向上させることが示された。このことは、知的業務におけるコミュニケーションが知識・情報交換であるがゆえに、直面した問題に対し、適切に他の社員からコミュニケーションによって情報収集することが重要であるとの解釈を示唆する。

本稿は、コミュニケーションと社員の業務成果についての研究という意味で、次節で詳述する社会ネットワーク研究の流れの中に位置づけられる。だが、以下の点でこれまででない新たな貢献がある。

まず、ウェアラブルセンサによるコミュニケーションの定量的把握を行った点である。これによって、聞き取り調査や質問紙調査では得られない、正確かつ大量のコミュニケーションについての情報を得ることができた。次に、各社員についての正確な業務成果情報が入手できた点である。この結果、社員の成果についての正確な客観的指標を得ることができた。さらに、これらのコミュニケーションデータ、および業務成果データが社員個人に関して、一定程度の頻度で一定期間取得可能であったため、固定効果推定法などによる、より精度の高い統計的因果推論の方法を適用できた。したがって、本稿で得られた結果は、これまでの質問紙調査など

で得られた結果に対し、飛躍的に高い信頼性があると考えられる。

また、本稿の分析対象企業の主たる事業が、法人向けソフトウェア・サポートサービスという知的業務である点も既存研究とは大きく異なる。Ichniowski and Shaw (2009)で提示された、「社会関係資本」としてのコミュニケーションをまさに本稿は捉えたものであるとも解釈できよう。

2. 先行研究の展望と仮説の設定

社会ネットワークの研究は、Henttonen (2010)にもあるように、かつては、Cohen (1961)やLeavitt (1951)、Guetzkow and Simon (1955)など、数人から数十人ほどの学生を被験者とした実験室での実験、Baldwin, Bedell, and Johnson (1997)やGlückler and Schrott (2007)などの学生のグループを対象にした研究が主だった。やがて、企業内の研究開発などを行うプロジェクト・チームを対象にしたフィールドワークが現れはじめた。

このようなフィールドワークにおいては、観察者による観察や質問紙調査によるネットワーク関係の把握が多く用いられてきた(Brass (1981) (1984), Burt (2004), Mehra, Kilduff, and Brass (2001), 若林・金坂 (2012)など)。近年には、電子メールなどのログを用いてネットワーク構造を明らかにする研究もなされてきた(Ahuja, Galletta, and Carley (2003), Bulkley and Van Alstyne (2006), 安田・鳥山 (2007), Zhang and Venkatesh (2013)など)。安田・鳥山 (2007)は、電子メールログによって、あるコンサルティング企業のコミュニケーション・ネットワークを可視化し、ハイパフォーマーのネットワーク構造を明らかにした。加えて、管理職の送信メールのうち部内に送られた割合(部内コミュニケーション比率)が高いほど、各部の売り上げに関する数値でみたパフォーマンスが高くなるという結果を得た。Zhang and Venkatesh (2013)は大手電気通信会社の104人のオンライン(電子メールやインスタントメッセージ、携帯電話のテキストメッセージなど)

とオフライン(対面による)のコミュニケーション・ネットワークが、パフォーマンスに相互に作用して影響を及ぼす補完的な資源であることを明らかにした。

さらに、本稿で用いるウェアラブルセンサなど、モバイル端末の普及やセンサ技術の発達で人の行動を長期的に計測することが可能になり、この分野の研究も進んだ²⁾。渡邊ら(2013)は、アウトバウンド型の2つのコールセンターでセンサを用いてコミュニケーション量を計測し、休憩中の職場の活発度が生産性に影響を及ぼすことを明らかにした。田原・山口(2017)は、社会心理学の観点から、センサを使って企業の研究開発業務を行うプロジェクトチームを対象に11か月間にわたり対面情報を記録し、チーム・コミュニケーションの発達過程と業績パフォーマンスの関連を明らかにした³⁾。

こうした既存のコミュニケーション、あるいは社会ネットワークの研究において注目されてきたのが、「ネットワーク中心性」という概念である。ネットワーク中心性は、行為者の社会ネットワークにおける位置づけを示すもので(安田(1997))、行為者がどの程度多くの結合関係をもっているかを捉える(Wasserman and Faust(1994))。

しかし、中心性にもさまざまな指標があり、それぞれの指標によって示される行為者の結合関係は異なる。本稿では特に、「次数中心性」および「媒介中心性」と呼ばれる指標に注目した分析を行う。

次数中心性は最も素朴な中心性の指標であり、各人が何人とコミュニケーションをもったかという、コミュニケーション相手の総数である。それに対し、媒介中心性は、その社員がネットワークにおける結節点となっているかどうかを示す指標で、任意の2点を最短経路でつなぐ際に、その点が経由される程度として定義される。

これら2つの中心性の違いを理解するうえで図1が視覚的にわかりやすい。図1のパネル(a)は、あるネットワークの例である。各円が個人を、その間の線(紐帯)が個人間のコミュニケーションがある状況であるとする。ここで、

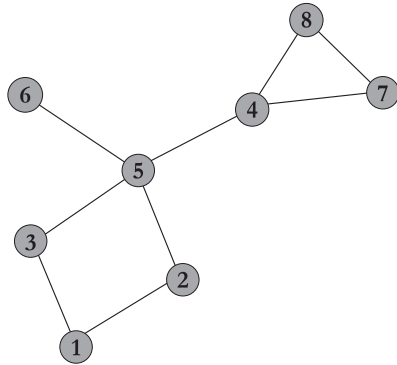
各個人の次数中心性を求め、その大きさを円の大きさを示したものがパネル(b)である。個人5や個人4は多くのコミュニケーション相手を持ち、次数中心性が高いため、円が大きく描かれている。続いて媒介中心性によって円の大きさを示したのがパネル(c)である。この図において個人5と個人4が非常に大きな媒介中心性指標をもっていることがわかる。これは、このネットワーク関係において、左下(個人1,2,3,5)と右上(個人4,7,8)にネットワークのクラスターが存在しており、それぞれのクラスターをつなげる上で、個人5と個人4を必ず経由しなくてはならない。つまり、媒介中心性の高い個人は、仮にネットワークを通じた情報交換がなされているとするなら、それぞれのクラスターで交換された情報いずれにも容易にアクセスできる位置にいるといえるのである⁴⁾。

こうした中心性の指標を用いてネットワークと企業や個人のパフォーマンスとの関連を分析した研究が存在する⁵⁾。Ahuja, Galletta, and Carley(2003)は2時点で作られた電子メールログに基づいて、次数中心性からパフォーマンスの予測が可能である結果を示した。Mehra, Kilduff, and Brass(2001)は、あるハイテク企業の従業員の社会ネットワークを聞き取り調査で捉え、各従業員のパーソナリティ、および業務パフォーマンスとの関係を定量的に分析した。ここでは、中心性指標として、次数中心性、および媒介中心性に注目した分析を行っている。Bulkley and Van Alstyne(2006)は、中規模の管理職専門人材斡旋会社を対象に、ネットワークのより中心的な位置にいることとその者のパフォーマンスに正の相関があることを示した。またCross and Cummings(2004)は、聞き取りや観察記録などを基に、コンサルタントやエンジニアのデータから、自分のグループ外への紐帯をもち、そこでの媒介中心性の高さが個人の業績評価の高さに一定の効果を与えることを明らかにした。

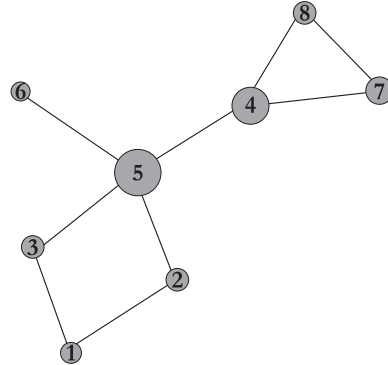
しかしながら、これまでの研究は、質問紙調査による社会ネットワークについての分析が中心である。こうした研究の限界として、分析が

図1. 度数中心性と媒介中心性

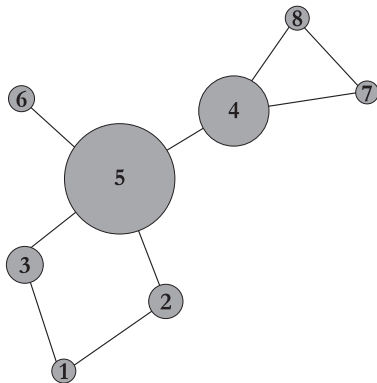
(a) 考察するネットワーク例



(b) 度数中心性による重み付け



(c) 媒介中心性による重み付け



横断面分析に限定されることで、ネットワークの特性と個人の成果との関係を分析する際に、個人の観測できない特性とそれぞれの指標との間の相関もたらす内生性の問題に対処することが困難である点が挙げられる。たとえば、能力の高い個人はより多く他人とコミュニケーションを取る傾向にあり、かつ、その能力の高さゆえ、コミュニケーションとは独立に成果が高いという関係は十分に考えられる。それに対し、本稿では、高頻度で収集されたコミュニケーションデータ、および成果指標によって、パネルデータ分析を行った。したがって、個人固定効果によって各社員の観測されないさまざまな特性を制御することができる。

以上の先行研究を背景に、本稿は、コミュニケーション・ネットワークが社員個人および事

業所の生産性に与える影響について検証する。特にこれまで研究で注目されてきた中心性指標に注目した分析を行う。したがって、具体的に本稿で検証する仮説は以下の通りとなる。

仮説：ネットワーク中心性の増加は生産性を上昇させる。

3. 調査対象企業と調査の概要

実施した聞き取り調査⁶⁾と得られた資料に基づき、本節では、調査対象企業 A 社の属性と業務内容、ならびに A 社で用いられている業績指標について概観する。あわせて、実施した調査の概要を記す。

表 1. A 社の調査対象事業所と調査の概要

事業所		A I 事業所						A II 事業所										
調査実施期間		2016年1月8日から2月5日までの20日間						2016年2月10日から3月9日までの20日間										
対象社員区分	調査対象人数 A I + A II	調査対象人数	OS W				管理職	調査対象人数	OS X				OS Y		OS Z		管理職	
			QA	トラブル	TA	リーダー			QA	トラブル	TA	リーダー	担当	TA	リーダー	担当		TA
社員	26	12	6 2.3	2 21.8	2 24.8	1 23.8	1 30.8	14	0 —	1 10.8	2 8.4	1 17.8	1 0.3	2 14.8	1 16.8	4 5.6	0 —	2 26.8
派遣社員	73	38	13 4.7	19 7.4	6 7.1	0 —	0 —	35	10 1.0	9 4.8	1 15.3	0 —	5 7.9	0 —	0 —	8 8.3	2 15.3	0 —
計	99	50	19	21	8	1	1	49	10	10	3	1	6	2	1	12	2	2

注) 調査対象期間は、期間中の土日祝日を除く20日間である。

社員は正社員と契約社員である。派遣社員は派遣元会社に無期雇用されている派遣労働者である。

社員区分の行の上段は人数、下段は調査開始月時点での A 社での平均勤続年数を表す。

TA とはテクニカルバイザーの略である。A II 事業所の OS Y と OS Z では、QA とトラブルに分かれていないため、担当とした。

3.1 調査対象企業

3.1.1 属性

分析対象企業 A 社の主たる業務は、顧客が使用しているソフトウェア(ミドルウェアを含む)の安定稼働のためのサポートで、それを円滑に実行するために、全国に10以上の事業所を展開する、正社員数300人未満の企業である。われわれは、所在県の異なる A 社の2事業所で、2016年1月から同年3月にかけて各事業所で20日間ずつ、のべ99人⁷⁾の社員を対象に、日立製作所が開発した名札型ウェアラブルセンサと赤外線ビーコンを用いてコミュニケーションの定量的測定を行った。

実際の計測期間と対象者の数および社員区分は表1の通りである。みられるように、A 社では、地域とサポートを担当するオペレーティング・システム(OS)ごとに事業所が異なる。事業所では、担当するOSごとにグループを構成し、豊富なサポートノウハウをもった専門技術者が基本的な設定および使用方法からトラブル解決まで対応している。規模が大きい OS W と OS X のグループは顧客からの問い合わせ内容で QA とトラブル⁸⁾のチームを構成している。

ひとつの事業所には事業所全般を管轄する管理職とその下にグループを管轄するグループリーダーが存在する⁹⁾。いずれも組織のまとめ役で、品質管理や事務処理(派遣会社との対応、

契約)、顧客からのクレーム対応を主たる業務としている。さらに、各グループにはグループリーダーのサポートとメンバーのフォロー役を兼ねるテクニカルアドバイザー(以下 TA と略記する)がいる。TA はディスパッチテーブル¹⁰⁾をみてメンバーの作業状況を把握し、必要に応じアドバイスを行うとともに、メンバーからのインスタントメッセージやチャットでの問い合わせに迅速に対応する。管理職、グループリーダーさらに TA は、顧客からの案件を直接担当することはない。TA とメンバーさらにはメンバー間でコミュニケーションがとりやすいように、事業所内の座席は、おおよそ、グループやチームごとにまとまっている。また、2事業所で調査に協力いただいた対象社員の7割強(73人)は派遣社員である。管理職とリーダーはすべて正社員であるものの、派遣社員にも技術力が高い者が多く存在し、TA の半数以上は派遣社員であるなど、正規、非正規間でサポート業務の内容に大きな差はない。

対象社員区分の行は2段からなるが、上段が人数、下段が調査開始月時点での A 社での平均勤続年数を表している。担当者の大半を占める派遣社員の各チームやグループの A 社での平均勤続年数を見ると、A II 事業所の OS X の QA 担当(10人)のそれが1.0年と極端に短いものの、A I 事業所の OS W の QA 担当(13人)は4.7年、A II 事業所の OS X のトラブル担当

(9人)が48年、それ以外のグループはいずれも7年以上と、派遣社員も長期にわたりA社で従事していることがわかる。

3.1.2 業務の流れと成果指標

2事業所のグループリーダーとTAクラスの正社員に行った聞き取り調査に基づいて、顧客からの問い合わせから担当者の対応、回答にいたる一連の業務の流れ、さらにはA社における成果指標について概説する。

顧客からの問い合わせからインシデントの配分まで まず、製品を使用する法人顧客からサポートセンターに電話やメール、ウェブで問い合わせがくる。それを確認したオペレーターが顧客から使用しているOSと問い合わせ内容(QAかトラブルか、そしてその概要)を把握し、インシデント番号を発行して担当事業所のTAにメールで通知をする。通知を受けたTAはメンバーの作業状況等を示すディスパッチテーブルと個々の社員の対応可能な製品情報を基に、正規非正規の区分を問わず、最後の割当てから最も時間が経っている者にインシデント番号を配分する¹¹⁾。それと同時に、配分されたメンバーのパソコン画面にはその旨が表示される。このことは、割り当てられるインシデントの難易度はインシデントごとに異なるとはいえ、ランダムに与えられているということの意味する。つまり、技術の高い社員に対し、高難度のインシデントが優先的に割り当てられるということはない。

担当者の対応 TAからインシデント番号を割り振られた担当者は、一定時間以内に法人顧客担当者に電話もしくはメールで連絡し、具体的な問い合わせ内容を確認する(ファーストコールバック)。そのうち、担当者は対応策を検討し、検証機¹²⁾で検証したのち顧客へメールもしくは電話で回答する。担当する案件に関し、TAやチームの他のメンバーにアイデアを募りたい場合は、直接の会話やインスタントメッセージ、チャットなどを通じて解決を図る。それでも解決できない場合は、開発元やベンダーに問い合わせる。このように、インシデントへの

対応は、TAやチームの他のメンバーへの相談を行うとはいえ、基本的には担当者個人に割り当てられるものであり、チーム全体に対して割り当てられるものではない。

成果指標¹³⁾ A社では月1回、各事業所のグループリーダークラス以上の社員が出席して品質会議が開催される。毎月、担当者ごとにくつかの指標の月間の数値が計算され、グループ全体および個人の品質と生産性に関する数値の報告と理由説明がなされる。グループや事業所単位の成果指標の数値は担当者のそれを足し合わせて計算される¹⁴⁾。主たる成果指標は以下の通りである。

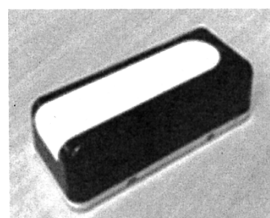
1. 電話もしくはメールでの問い合わせ内容の確認(ファーストコールバック)までの所要時間(個人の生産性)
2. 顧客へ所定時間内に最終回答できた問い合わせ件数の割合(個人および事業所の生産性)
3. 事業所内で解決できた問い合わせ件数の割合(事業所の生産性)

なお、A社では、2の期限内解決と3の事業所内解決では、顧客満足度の観点から2の期限内解決を優先している。事業所内解決や期限内解決にはインシデントを割り当てられたメンバーの能力とともに、仕事の進め方も重要になってくるという。スキルがあればその人が事業所内解決できる可能性が高くなる。難易度が高く解決できない場合は顧客との相談(交渉)、対応、メンバーとの連携、担当する他のインシデントとの時間配分のコントロールなどが鍵となり、これらが上手くできないと、成果指標の基準である所定時間を過ぎてしまう。そうならないよう、それをチェックするのもTAの重要な仕事であるという。

3.2 対面コミュニケーションの計測

2事業所内での社員の対面情報を基にしたコミュニケーション・ネットワーク分析を行うため、日立製作所製のウェアラブルセンサを用い

図2. 名札型ウェアラブルセンサと赤外線ビーコン



出所) 日立製作所社内資料

てコミュニケーション量を計測した。調査期間中、社員には、出張等長時間にわたり外出する除き、出勤時から退勤時まで、図2上のような名札型センサを首から提げて業務に従事してもらった。ウェアラブルセンサには、組織内のコミュニケーション量を測定する赤外線センサと、動きとコミュニケーションの質(活動量)を測定する加速度センサが搭載されている。さらに、事業所内の机上などに赤外線ビーコン(図2下)を設置することで、いつでも誰と誰が何分間対面したかという位置情報を得ることができる。

4. 事業所におけるコミュニケーション・ネットワーク

本節では、ウェアラブルセンサを用いて計測された結果に基づき、コミュニケーション・ネットワークを示す重み付きの無向グラフ(ソシオグラム)を描き、ネットワークの基本特性を測るいくつかの指標を計算して、A社の社員間のコミュニケーションの実態を明らかにする。

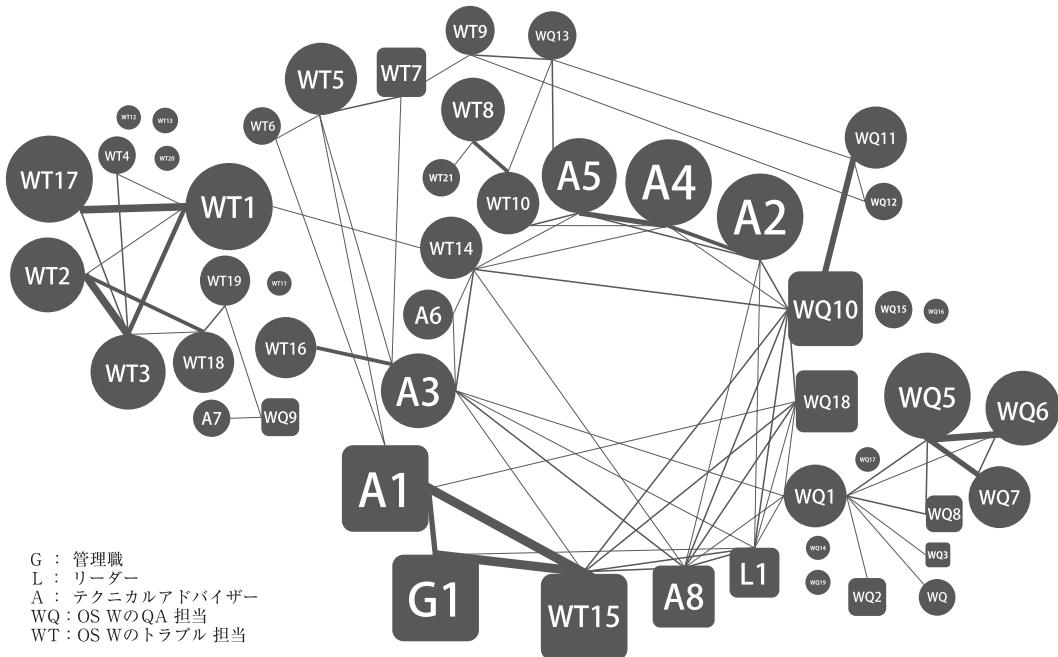
ここで、無向グラフ(ソシオグラム)の見方を説明しよう(図3, 図4)。図中のノード(本稿では図形)は被験者を表し、その大きさは20日間にわたるウェアラブルセンサ装着時間、すなわち、事業所内での勤務時間に占める他の社員と

の対面時間の割合で6つの大きさに区分している。図形の形は社員区分を、図形の内部のアルファベットは担当業務および担当OSを、数字は個々の社員番号を表している。個々の社員を示す図形を結ぶ紐帯の太さは両者間での対面時間の長さを反映している。しかし、紐帯が描かれていないということは、必ずしも対面時間が0分ということではない。ここでは20日間で100分以上、平均すると1日5分以上対面した場合に紐帯を描いている。

計測結果を基に図3と図4に描かれたソシオグラムを眺めてみよう。図中の個々の社員を示す図形の位置はおおよそ事業所内での座席の位置を反映し、図は紐帯で描かれるネットワークが明確になるよう描かれている。A I事業所(図3)では、既述の通り、全員が同じOS Wを担当しているが、座席の位置も関係して、QAとトラブルなど担当業務が異なると対面によるコミュニケーションの頻度が少ない。また、後述するA II事業所に比べ、個々の図形から放たれている紐帯の数がきわめて少なく、平均すると1人当たり1.8本にすぎない。あるネットワークにおいて紐帯がどれだけ濃密に存在するかを示すネットワークの密度¹⁵⁾も0.064と低い。20日間で100分以上対面した相手のいない孤立点も9つ(9人)存在する¹⁶⁾。1つの図形に何本の紐帯が接続しているかを示す次数も10(図3中の右下のWQ1)が最大である。

もう少し詳細にみると、先にも述べたように、A I事業所内では担当業務ごとに小さなネットワークが形成されていることがわかる。QA担当(図形内のアルファベットがWQの者)の多くは、最も次数が高いWQ1につながっている。サポートとメンバーのフォロー役を務めるTAやトラブル業務を担当するメンバーとのコミュニケーションもWQ1を介して行われている。このことからWQ1は情報伝達のハブ、すなわち図1にいう媒介中心性の高い業務上のキーパーソンの存在と考えられる。WQ10もWQ1と同様の役割を担っていよう。トラブル(図形内のアルファベットがWTの者)を担当する者においても、QA担当者より紐帯がみられるもの

図3. AI事業所のコミュニケーション・ネットワークを示すソシオグラム



注) ソシオグラムの見方(図4も含む)

図中の図形は被験者を表す。図形は社員区分を表し、○は派遣社員、□は社員を表す。図形の中の英文字は個々の被験者の担当業務を表し、A I事業所のWはOS W、QはQA、Tはトラブル、Gは管理職、Lはリーダー、Aはテクニカルアドバイザーである。A II事業所のX、Y、ZはそれぞれOS X、OS Y、OS Zを意味する。図形の大きさは、ウェアラブルセンサ装着時間、すなわち、事業所内での勤務時間に占める他の社員との対面時間の割合で6つの大きさに区分している。具体的に、他の社員との対面時間の割合が25%以上の者を最も大きな円で示し、15~24%、9~14%、6~8%、3~5%、3%未満と割合が低くなるほど図形の大きさを小さくしている。紐帯は20日間で100分以上、平均すると1日5分以上対面した場合に描かれ、太さは20日間で100~249分対面した社員間の紐帯が最も細く、250~499分、500~999分、1000~1499分、1500~2999分、3000分以上と対面時間が長くなるほど紐帯の太さを太くしている。

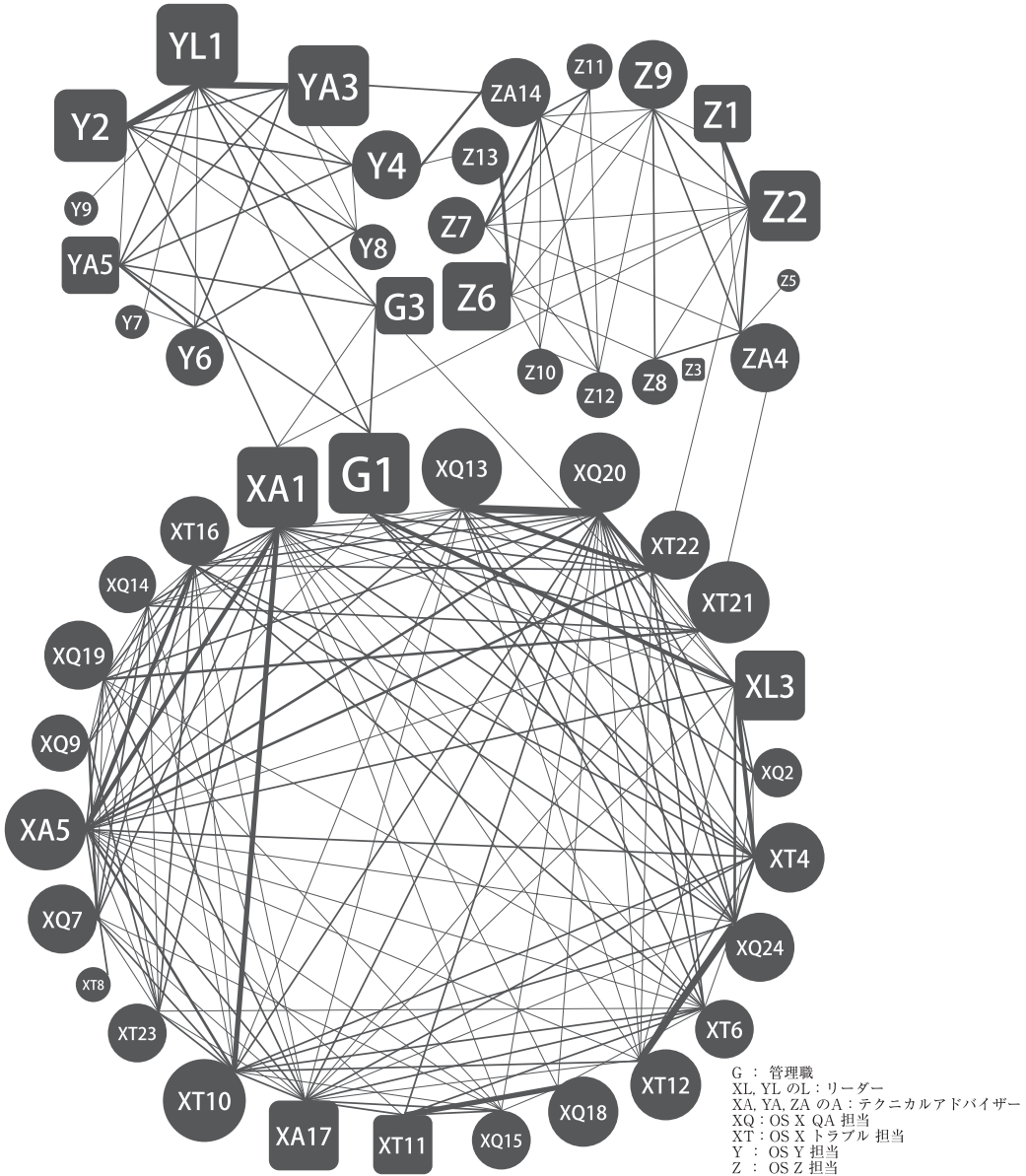
のコミュニケーション・ネットワークの密度は高くなく、WT14やWT10が媒介中心的個人の役割をしている。先に見たQA担当より、TA(A)との対面コミュニケーションを表す紐帯の本数も多くなる。媒介的な役割をしている担当者から問い合わせやサポートの依頼を受けるTAおよびリーダー(L)、管理職(G)間では紐帯によって直接結合の関係で結ばれている者が多くみられる。それでも次数は低く(次数の平均は5.1)、対面時間を表す紐帯の太さも細い。次数が高く、直接結合の関係が多くみられるのは、図形が四角の正規社員であるケースが多い。太い紐帯は座席が近隣の者との間で多くみられる。A I事業所のソシオグラムから、業務上のキーパーソンは正規社員に限らず、むしろ、次数が高く太い紐帯で結ばれているのは派遣社員で、業務の中心を担っている様子が見え

る¹⁷⁾。

A II事業所のソシオグラムに目を移したい(図4)。A II事業所のそれは、A I事業所のそれと比較し、個々のメンバーから放たれている紐帯の本数が総じて多く(次数の平均は8.4)、密度の高いネットワークが形成されていることがうかがえる(ネットワーク密度は0.1743)。孤立点も1つ(1人)しか存在しない。しかし、TA(A)やリーダー(L)も担当OSごとに存在することもあって、担当業務が異なる者を結ぶ紐帯はほとんどみられず、担当するOSごとにコミュニティが形成されている傾向がA I事業所より顕著である。

OS Xを担当するグループ(図形内のアルファベットがXではじまる者)では、紐帯によって直接結合の関係にあるケースがほとんどで、ネットワークの密度が高いことがわかる。24

図 4. AII 事業所のコミュニケーション・ネットワークを示すソシオグラム



人のメンバーで次数が 20 を超える TA もいて (図 4 中の XA5), グループの次数の平均は 1 人当たり 11.58, ネットワーク密度も 0.48 と高い. 対面時間が長いことを示す太い紐帯も A I 事業所に比べ数多く描かれている. 次数中心性が高い者が多く, A I 事業所でみられた顕著に媒介性が高いリーダー的存在の者はグループ内には存在しない. OS Y や OS Z グループのコミュニケーション・ネットワークのコミュニ

ティも同様の傾向にある. OS Y グループの次数の平均とネットワーク密度は 5.4 と 0.56, OS Z グループのそれらは 4.9 と 0.34 で, グループのメンバー全員と直接結合の関係にある次数中心性が最高のグループリーダー (YL1) も存在する.

担当する OS が異なる者との紐帯はほとんどみられない中で, 異なる OS のメンバー間で紐帯が描かれ直接結合の関係にあるのは管理職者

(G1, G3)やTAで、この者たちが異なるOSグループとのコミュニケーション・ネットワークを維持している。さきに示したXA5やYL1、さらにはOS XのTAでありながらOS YとOS Zグループのメンバーと紐帯で結ばれているXA1は回数中心性のみならず媒介中心性も高く、業務遂行上重要な働きをしていると考えられる。

A I事業所のグラフ(図3)に描かれた紐帯の数はA II事業所のそれ(図4)に比べて少なかった。その理由を考える際、社会心理学の知見が参考になる。すなわち、集団(チーム)の形成期から一定期間が過ぎて安定期に入るとメンバー間の対面等直接的なコミュニケーションは、減少して一定水準に収束、固定化される(古川(1989))。表1でもみたように、A II事業所、とりわけOS XグループのメンバーはA II事業所での業務経験が短い者が多かった。このような場合、メンバー間の相互作用が不十分なため、課題遂行に必要な情報共有や目標・役割の明確化などに多くの直接的なコミュニケーションが必要と思われる。A I事業所でみられたメンバー間のコミュニケーションの少なさはメンバー間の認知の共有が進んだ結果の現象と思われる。心理的側面からみたチームワークの研究における概念のひとつに共有メンタルモデルがある。チームが取り組む課題の内容や遂行の仕方、チームやメンバーの特性に関する知識やイメージがメンバー間で共有されているので、チームのメンバーはコミュニケーションを行わずともチーム活動に対して共通の理解や知識を持つ(山口(2008))。メンバーによる認知共有を意味するこのモデルは、チーム・パフォーマンスと正の関連性があることが実証されている(DeChurch and Mesmer-Magnus(2010))。さらに、長期にわたり同じメンバーと協働することでトランスアクティブメモリーシステム¹⁸⁾が構築され、組織内の‘who knows what’をメンバーが共有している状態にあるものと思われる。A I事業所のコミュニケーション・ネットワークは、田原・山口(2017)において示された高いパフォーマンスを示しているグループのコミュニ

ケーション・ネットワーク、すなわち、密度は低いものの、特定の相手との効率的なコミュニケーションがとられている様相に類似していると思われる。

あるいはIchniowski and Shaw(2009)の理論的整理に基づく、コミュニケーションの量を決定づけるのは、その職場で利用されている技術の先進度、チーム志向の人事政策・慣行である。A I事業所で扱われているOSに比べてA II事業所で扱われているOS、特にOS Xは、さまざまなOSとの相互作用が生じる特徴をもち、より同僚のもつ知識に頼るべき状況が多いことから、コミュニケーションがより密であるとも考えられる。

また、いずれの事業所のソシオグラムにおいても、わずかに見られた太い紐帯は、コミュニケーションコストが低いと思われる、座席の隣や対面といったきわめて近隣の位置にいる者との間で描かれる傾向が示された。

5. 計量経済分析

本節においては、得られたコミュニケーション・ネットワークデータ、社員、および事業所の成果指標を用いて、第2節において提示された仮説の検証を行う。

5.1 分析戦略

まず、計量経済分析のためのデータの構築方法について述べる。本稿で用いたデータを収集した期間は各事業所について20日間である。また、業務情報については分レベルで利用可能である。このような情報を各社員について平日5日間(1週間)で集計し、各社員について3週間分のパネルデータを構築する。このデータによって、前節で提示した仮説に基づいて、事業所 o に所属する、雇用形態が s の社員 i の週 t におけるパフォーマンスを以下の回帰式によって分析する。

$$y_{iost} = \alpha + \beta \chi_{iost} + \eta_i + \xi_{ost} + \varepsilon_{it}$$

ここで、 χ_{iost} は社員 i の週 t におけるコミュニケーション・ネットワークの中心性指標、 η_i

表 2. 分析に使用した変数の要約統計量

	A I 事業所 観測数：101		A II 事業所 観測数：113		計 観測数：214	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
コミュニケーション時間	89.648	106.310	179.150	162.117	136.909	145.366
リーダーとのコミュニケーション時間	15.492	36.803	34.110	31.600	25.323	35.324
次数中心性	2.693	2.331	7.558	4.822	5.262	4.550
媒介中心性	30.638	51.027	24.951	45.579	27.635	48.196
コールバック	0.974	0.054	0.973	0.070	0.974	0.063
メール返信	0.962	0.148	0.891	0.263	0.925	0.217
期限内解決	0.725	0.180	0.761	0.220	0.744	0.202
事業所内解決	0.985	0.044	0.950	0.099	0.967	0.080

は社員固定効果, ε_{it} は誤差項である。また, その週の事業所における同一雇用形態の社員の平均パフォーマンスを制御するため, 自分を除いた同一事業所の同一雇用形態社員の平均パフォーマンスを ξ_{ost} として導入した。この変数は, 事業所×雇用形態×週ダミーを作成することで制御できるショックの制御のために導入されたものである。つまり, ある週における, ある事業所のある雇用形態の従業員固有のショックについてここで制御されていると解釈できる。

成果指標 y_{iost} については, 以下の通り, 週レベルでの集計を行った。A 社では, 土曜・日曜の休業日をまたいで解決業務を行うことは業務の円滑化の観点から好まれていないため, 基本的にはその週に発生したインシデントはその週の中で解決することを原則としている。この原則を考慮し, 各社員について, 週 t にその社員に割り当てられたインシデントについて, 各成果の達成率をその社員の週 t の成果と定義した。たとえば, ある社員が週 t に 6 つのインシデントが割り当てられ, うち 5 件について時間内コールバックを達成できた場合, その社員の週 t における時間内コールバック指標は $5/6$ となる。

次に, コミュニケーション・ネットワークの中心性指標 χ_{iost} について説明しよう。本研究では, 第 2 節で紹介した次数中心性, および媒介中心性をそれぞれ中心性指標として用いた。紐帯を結ぶための閾値は, それぞれの週において 1 日平均 5 分以上のコミュニケーションを行った社員同士に紐帯を結んだ¹⁹⁾。したがって,

この中心性の指標も週ごとに定義され, 変化する指標となる。以上の推定式を固定効果法によって推定する。

変数の要約統計量は表 2 において示される。本稿で対象とした A I 事業所と A II 事業所のそれぞれにおける記述統計, および両事業所をプールした結果を示している。調査対象者の週当たりの平均コミュニケーション時間は 137 分間だが, その標準偏差も非常に大きく, A I 事業所のそれ (89.648 分) は A II 事業所のそれ (179.150 分) の半分でしかないなど, 社員間および事業所間でコミュニケーション時間に大きな差があることがわかる。

こうした推定戦略において, 以下のような内生性の懸念が考えられる。まず, コミュニケーションにおける指標が, 成果と相関する社員の特性と相関しているというものである。たとえば, コミュニケーション・ネットワークにおいて中心的な位置にいる社員はそもそも能力が高く, さまざまな同僚からアドバイスを求められているというようなケースがそれにあたる。本稿では, パネルデータを用いて個人の固定効果を制御しているため, 時間を通じて変化しない個人の能力については明示的に制御されているといえる。また, わずか 3 週間のデータであるため, 個人の能力がその期間で劇的に変化することも考えられない。このことから, 本稿ではこのような内生性の懸念については対処できているといえよう。加えて, こうした懸念の対応はこれまでの質問紙調査による横断面分析では困難であった点であり, 本研究の貢献で

表3. ネットワーク中心性が業務成果へ及ぼす影響の推定結果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	コールバック	コールバック	メール返信	メール返信	期限内解決	期限内解決	事業所内 解決	事業所内 解決
回数中心性	-0.00212 (0.00521)		-0.00676 (0.00770)		0.0223 (0.0158)		-0.00469 (0.00390)	
媒介中心性		0.000107 (0.000108)		-0.0000797 (0.000436)		-0.000108 (0.000615)		0.000504* (0.000266)
log(コミュニケーション時間)	0.0137 (0.0157)	0.00727 (0.00792)	-0.00955 (0.0188)	-0.0217 (0.0258)	-0.0900* (0.0472)	-0.0368 (0.0364)	-0.00345 (0.0124)	-0.0184 (0.0126)
定数項	1.745*** (0.545)	1.747*** (0.540)	0.295 (0.279)	0.341 (0.290)	0.915*** (0.279)	0.764*** (0.276)	3.409*** (0.880)	2.766*** (0.709)
週固定効果	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
事業所/雇用形態/週疑似固定効果	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
社員固定効果	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
自由度修正決定係数	0.040	0.041	0.153	0.149	0.117	0.089	0.087	0.140
観測数	213	213	162	162	145	145	214	214

注) 括弧内はクラスターロバスト標準誤差であり、*は5%水準で、***は1%水準で統計的に有意であることを意味する。

ある。

次に、インシデントが選択的に個人に割り当てられていることについての懸念である。たとえば、難易度の高いインシデントが能力の高い社員に選択的に割り当てられ、かつ社員の観測されない能力とコミュニケーション・ネットワークとの間の相関がある場合、やはり内生性の問題が生じると考えられる。しかし、第3節で述べた通り、OSと担当可能業務を制御した上ではインシデントの難易度はランダムに各社員に割り当てられていることから、この問題も生じていないと考えられる。

さらに、特定の事業所のみ特定の週に忙しくなったり、あるいは特定の事業所の特定の雇用形態の社員に対して困難なインシデントが大量に発生したりするというような懸念もある。これについては、前述の通り自分を除いた同一事業所の同一雇用形態社員の平均パフォーマンスを ξ_{ost} として明示的に制御することで対応している。

最後に、従業員がコミュニケーションを取るかどうかの意思決定は、そもそも割り当てられた問題の難易度に依存していることが考えられる。この場合、問題の難易度を制御しないと、問題の難易度の高さがコミュニケーションに影響し、難易度の高さがその問題の解決率に影響するというものである。このような問題に対処

するため、問題難易度と相関が高いと考えられる、総コミュニケーション時間を制御変数として導入して分析を行う。

以上のように、本稿の分析戦略は、内生性の問題に対処するように設定されている。

5.2 推定結果

推定結果は表3に掲げられている。まず、列(1)は成果指標として期限内コールバックを、中心性指標として回数中心性を用いて推定を行った結果である。回数中心性の係数は有意に0と異ならず、期限内コールバックによって示される成果に影響しないことが示された。続いて列(2)は成果指標として期限内コールバックを、中心性指標として媒介中心性を用いて推定を行った結果である。同様に、媒介中心性の係数は有意に0と異ならず、期限内コールバックによって示される成果に影響しないことが示された。以上のことから、期限内コールバックで示されるような個人の単純な成果に対し、中心性は影響しないといえる。

次に、成果指標として期限内メール返信を用いた結果を列(3)および列(4)で示した。列(3)は中心性指標として回数中心性を、列(4)は媒介中心性を用いたものである。回数中心性および媒介中心性はいずれも期限内メール返信という成果指標に対し有意な影響をもたないという

表 4. ネットワーク中心性が業務成果に及ぼす影響の推定結果(事業所別)

	事業所内解決			
	(1) A I 事業所	(2) A II 事業所	(3) A I 事業所	(4) A II 事業所
次数中心性	-0.00277 (0.00613)	0.0000706 (0.00431)		
媒介中心性			0.000222* (0.000131)	0.000813* (0.000446)
log(コミュニケーション時間)	0.00959 (0.0118)	-0.0288 (0.0314)	0.000314 (0.0114)	-0.0329 (0.0278)
定数項	0.880* (0.438)	4.132*** (1.338)	0.547 (0.417)	2.628** (1.164)
週固定効果	yes	yes	yes	yes
雇用形態/週 疑似固定効果	yes	yes	yes	yes
社員固定効果	yes	yes	yes	yes
自由度修正決定係数	0.081	0.064	0.109	0.163
観測数	101	113	101	113

注) 括弧内はクラスターロバスト標準誤差であり，* は 10% 水準で，*** は 1% 水準で統計的に有意であることを意味する。

ことがわかった。

さらに、成果指標として期限内解決を用いた結果を列(5)と列(6)で示した。列(5)は中心性指標として次数中心性を、列(6)は媒介中心性を用いたものである。いずれの中心性指標の係数も有意に 0 と異なるという結果を得た。つまり、中心性指標は期限内解決という個人およびチームの成果にも影響しないことがわかった。

最後に、成果指標として事業所内解決を用いた結果を列(7)と列(8)で示した。列(7)は中心性指標として次数中心性を用いたものであるが、中心性の係数は有意に 0 と異ならなかった。それに対し、列(8)は媒介中心性を中心性指標として用いたものである。ここで、中心性の係数は正で有意な結果が得られた。また、その効果の大きさであるが、媒介中心性の 1 標準偏差分の上昇は、事業所内解決率を 0.34 標準偏差分上昇させることが示された。媒介中心性は、その個人が主導するインシデントの事業所内解決率に対し、有意な正の効果をもつと考えられる。

このように、媒介中心性が成果に対して影響をもたらすことが確認されたが、そもそも A I 事業所と A II 事業所とでサポートを行っている製品は異なる。実際に表 2 で示された要約統計量においても、ネットワーク指標、および

成果指標について平均値に違いがみられる。このような特性の異なる可能性のある 2 つのいずれの事業所においても媒介中心性は成果に影響するのであろうか。この問いに答えるため事業所別の推定を行った。

表 4 は、成果指標に事業所内解決を用い、それぞれ事業所別に、各中心性の影響を分析した結果である。列(1)は、中心性指標に次数中心性を用い、A I 事業所を対象に推定を行った結果である。表 3 と同様、次数中心性の係数は有意に 0 と異ならなかった。列(2)は列(1)と同様の分析を、A II 事業所を対象に行った結果である。やはり、同様に次数中心性の係数は有意に 0 と異ならなかった。列(3)、列(4)は、中心性指標に媒介中心性を用い、それぞれ A I 事業所、A II 事業所を対象に推定を行った結果である。いずれの事業所においても、媒介中心性の係数は正で有意であった。このことは、扱う製品やチーム編成が異なっても、媒介中心性が業務成果に対して正の効果をもつといえる。

5.3 考察

ここまでの結果を整理すると以下の通りとなる。次数中心性で示される中心性は業務成果に影響しないのに対し、媒介中心性が、事業所内解決という、事業所全体の成果と解釈される成

果指標に対して頑健に正で有意な影響をもつことが示された。このことは、次数中心性で示されるような、コミュニケーション相手の数に基づく指標で示されるコミュニケーションは成果に影響しないのに対し、媒介中心性で示されるような、コミュニケーション・ネットワークの結節点に位置することが事業所の成果に影響するというを示すものであるといえる。つまり、社員間コミュニケーション・ネットワークにおいて、単に多数の社員とコミュニケーションを取ることは成果にとって有意な効果をもたらさない。しかしながら、適切な同僚から問題解決にとって適切な情報を能動的に獲得することが、その社員が主導するインシデントの解決に寄与するのである。

これらの結果はどのように解釈されるであろうか。まず、個人の成果にとって最も重要なのはやはり個人のスキルであろう。業務は個別の社員に割り当てられ、基本的には個人でその業務を遂行する。したがって、通常の業務遂行プロセスにコミュニケーションは必要なく、その業務の成功は個人のスキルによるところが大きいと考えられる。

しかし、いったんその業務の難易度が個人の手余るほどの大きさになる、あるいはその個人がもっていないスキルを必要とするものである場合、他の社員とのコミュニケーションが必要になってくると考えられる。その際、適切な相手から適切な情報を獲得することが重要となる。このような情報獲得を最も適切に行うことができることが、このコミュニケーション・ネットワークにおいて媒介中心的な位置に立つということなのである。なお、その成果のカウンターの仕方は、あくまでも解決を主導した個人単位である。しかしながら、問題解決においては、他の社員からの情報獲得がきわめて重要であったことから、成果としては事業所内解決という指標に表れたのではないかと考えられる。

より実務的な観点から述べよう。難易度が高く、従業員個人の能力のみで解決することが困難な問題が発生した場合、その問題に詳しい社員との適切なコミュニケーションによって知識

と情報を得ることが求められる。なぜなら、ベンダーなどの外部知識に頼らずに問題を自己解決できることは、A社のようなサポート業務にとって決定的に重要だからである。このため、会社も社員個人も、可能な限り効率的な情報収集に努めると考えられる。こうした組織行動が、差し当たり個人単位で定義される媒介中心性を押し上げ、結果として事業所全体の生産性の向上に寄与するというのが、われわれの解釈である。

6. おわりに

本稿では、ウェアラブルセンサによって定量的に収集されたコミュニケーションデータと生産性データとを用いて、コミュニケーションが社員の成果、およびそれを通じた事業所全体の成果に与える影響を定量的に分析してきた。その結果、コミュニケーション・ネットワークにおける従業員の媒介中心性の高さが、その従業員が主導するインシデントの事業所内解決に寄与するという結果を得た。

本稿の結果を先行研究に照らして評価しよう。face-to-faceのコミュニケーションが、チームおよび個人の成果に与える影響について、センシングデータによるコミュニケーションの定量的把握および詳細な業務成果データによって精密な定量的知見を与えたのは本稿が最初の研究といえる。その中で、単純なコミュニケーション量でなく、媒介中心性に代表される、コミュニケーション・ネットワークの中で適切な位置取りを行うことがその社員の主導するインシデントの成功につながるという結果は、経営的観点からも重要な含意をもつ。

しかし、同時に残された課題も多くある。まず、観察不能な問題難易度がコミュニケーション・パターンおよび業務成果の両者と相関することから生じる内生性の問題である。これについては、本稿では問題難易度が総コミュニケーション時間に影響するという観点から総コミュニケーション時間を問題難易度の代理変数として解釈することで分析を行った。しかし、今後社員の欠勤や出張などコミュニケーション・パ

ターンへの外生的変動を利用してより精密な分析を行うことが考えられる。また、本稿の分析では、コミュニケーションはすべて対称的であり、どちらがどちらに知識を提供しているかということについての情報は無い。このような、知識の提供の向きについての考慮も重要な課題であるといえよう。センシングデータおよび詳細な社内業務成果情報を用いた本稿のようなアプローチは、今後さまざまな実務的施策の検証に有効であると考えられる。

(一橋大学イノベーション研究センター
・ 静岡県立大学経営情報学部
・ 一橋大学経済研究所)

注

* 本研究の構想段階において、森脇紀彦氏(日立製作所)、ならびに西野史子准教授(一橋大学)にご尽力いただいた。また、本研究の実施に際して、中島は日本学術振興会・科学研究費補助金・基盤研究S(課題番号25220502, 2013~2017年度, 研究代表者・植杉威一郎)、および村田学術振興財団助成金(2016年度)の研究助成を受けた。また、上原は、日本学術振興会・科学研究費補助金・基盤研究C(課題番号26380369, 2014~2016年度)、都留は、同基盤研究C(課題番号17K03676, 2017~2019年度)、カシオ科学振興財団(2015年度)、ならびに日本証券奨学財団(2016年度)の研究助成を受けた。さらに、中島、上原、都留は、一橋大学経済研究所内戦略経費(2015~16年度)によるご支援を受けた。本稿の草稿は、一橋大学経済研究所定例研究会(2017年6月28日)で読まれ、討論者の町北朋洋氏(アジア経済研究所)をはじめ、多くの参加者から有益なコメントを得た。以上の機関ならびに個人に深甚の謝意を表する。

1) ウェアラブルセンサとは何か、それを用いてどのような問題を解明できるかは、矢野(2014)において詳述されている。

2) 海外で用いられている sociometric badges については Kim *et al.*(2012)や Olguin Olguin *et al.*(2009)などを参照。また、Chaffin *et al.*(2017)はウェアラブルセンサで計測されるデータを検証して技術の有用性を確認し、センサの使用で生じる潜在的なエラーの注意を喚起している。

3) このほか、森脇ら(2013)は、国内中規模ホームセンターにおいて、顧客、店員の位置、対面、動きに関する行動データとPOSデータを併せて分析し、店員の滞在時間が店舗全体の顧客単価の増加に大きく影響する「ホットスポット」が存在することを発見したことは特筆に値する。実際にホットスポットに店員を配置することで顧客単価が15%増加したことを確かめた。

4) Wasserman and Faust(1994)では、次数中心性を $C_B(n_i) = \sum_j x_{ij}$ (ただし、 x_{ij} : 行為者 i と j の間の

紐帯の数)、媒介中心性を $C_B(n_i) = \frac{\sum_{j < k} g_{jk}(n_i)}{g_{jk}}$ (ただし、 g_{jk} : 行為者 j と k を結ぶ全ての経路(紐帯)の数、 $g_{jk}(n_i)$: それに行為者 i が介在する経路(紐帯)の数)と表している。

5) Zhang and Venkatesh(2013)で関連する先行研究が紹介されている。

6) 聞き取り調査はA I事業所においては2016年1月25日と12月5日、2017年5月26日に、A II事業所においては2016年2月16日と12月27日、2017年2月15日と5月29日に、いずれもA社の正社員に対して実施した。

7) A I事業所の管理職1名がA II事業所での計測期間中にA II事業所に異動し、計測期間の途中からA II事業所でもセンサを装着したため、のべとした。また、毎日、出張等で不在の者が散見され、常時99人が装着しているわけではない。

8) QAとは単なる質問で、トラブルは何らかのエラーメッセージが出て通常と異なることが起こっていることに対する問い合わせをいう。

9) A II事業所のOS Zを担当するグループのように、グループによっては、管理職がリーダーを兼務するケースもある。

10) ディスパッチテーブルには、個々のメンバーへのインシデント番号の配分とその時点での対応状況(難件を多く抱えていて新規問い合わせに対応できないことを示す「緊急」の表示等)が表示されている。

11) インシデント番号を配分する際、個々の社員のスキル・レベルや問い合わせ内容の難易度は問わない。そのような事情を考慮していると、TAが迅速にインシデント番号を配分することができないためである。配分された者にとって問い合わせ内容が難しく対応できない場合はTAに対処方法を相談したり、TAが他のメンバーに配分し直したりする。ただし、インシデント番号を配分し直すケースはまれであるという。また、一部のグループでは、TAによる手動ではなく、ディスパッチ自動配分システムを導入し運用している。

12) 検証機とは、問い合わせの対応策を検討してその結果を顧客に回答する際に、問い合わせ内容を基に顧客のシステムの現状と同一の状態にして、その回答で顧客の問い合わせ内容が上手く解決できるか検証するための機械である。

13) A社においては、割り当てられたインシデントにより難易度が異なり、成果指標の数字だけで担当者の業績を判断するのは難しいことから、ここで示した成果指標と個々の人事考課を切り離して考えている。数字には表れない周囲のフォロー(ヘルプや育成など、周りの面倒をみること)等の貢献度を人事考課の際は重くみているという。

14) 本文で記した3つの成果指標のほか、無作為に抽出された顧客へのアンケート結果(個人および事業所の生産性、10段階評価で最高評価の10か9を獲得した件数の割合、5未満の評価はグループで対策を検討)、顧客からの何らかのクレームや指摘の受理件数(個人および事業所の生産性)などがある。

15) 紐帯の重みを考えない無向グラフのネットワーク密度は、紐帯の数/ネットワーク内の人数×(ネ

ネットワーク内の人数-1)÷2} で求められる(安田(1997)).

16) 本文でも述べたように、紐帯が描かれていなくても全くコミュニケーションをとっていないわけではない。また、特にQA担当者に多くみられるが、担当者のスキルが高度化し、問い合わせ内容に関し、誰にも相談することなく対応が可能であること、さらには、対面による会話ではなく、チャットや掲示板を使って他のメンバーとのコミュニケーションがとられている可能性がある。

17) 社員メンバー同士での会話の内容は、ちょっとした相談や雑談、メールの査読の依頼と対応が考えられる。TAとメンバーでは、メンバーからの相談、問い合わせ、個人で対応することが困難な問題の報告、メールの査読の依頼と対応などが考えられる。TAと管理職では、メンバーから受けた個人で対応することが困難な問題の報告と対応策の検討が考えられるという。

18) 日本語では、交換記憶あるいは対人交流的記憶、越境する記憶と訳される。個人レベルでは解決困難な事柄に遭遇した場合でも、チーム内の他のメンバーのもつ知識によって補完することができれば、チーム活動として多様な問題解決が可能となる。ただしそのためには、メンバーが個々に独自の情報や知識を獲得し専門性を高めるだけでなく、メンバー間で誰がどんな専門性をもっているのかについて共通認識を得ておくことが必要になってくる。このような集団による情報の分有システムをいう(田原(2014)).

19) 頑健性のチェックのために、この閾値を3分にして分析も行ったが、結果は変わらなかった。

参考文献

古川久敬(1989)「ネットワーク退化と職場集団の硬直」『組織科学』Vol. 23, No. 1, pp. 27-38.

森脇紀彦・大久保教夫・早川幹・佐藤信夫・福岡晋一・矢野和男・小野貴司・妹尾大(2013)「人間行動ビッグデータを活用した店舗業績向上要因の発見」『日本統計学会誌』第43巻第1号, pp. 69-83.

田原直美(2014)「職場におけるチーム・コミュニケーションがトランスアクティブメモリーシステム及びチームワークへ及ぼす影響の検討—コミュニケーション・ネットワークの視点から」『西南学院大学人間科学論集』第9巻, 第2号, pp. 149-165.

田原直美・山口裕幸(2017)「職場におけるチーム・コミュニケーションの発達過程とチーム・パフォーマンスとの関連に関する検討」『西南学院大学人間科学論集』第12巻第2号, pp. 63-74.

若林隆久・金坂秀雄(2012)「職場におけるパーソナル・ネットワークとパフォーマンス—中心的な位置にいる従業員の昇格によるパフォーマンスの向上」MMRC Discussion Paper Series No. 417, 東京大学ものづくり経営研究センター。

渡邊純一郎・藤田真理奈・矢野和男・金坂秀雄・長谷川智之(2013)「コールセンタにおける職場の活発度が生産性に与える影響の定量評価」『情報処理学会論文誌』Vol. 54, No. 4, pp. 1470-1479.

山口裕幸(2008)『チームワークの心理学—よりよい集

団づくりをめざして』サイエンス社。

矢野和男(2014)『データの見えざる手—ウェアラブルセンサが明かす人間・組織・社会の法則』草思社。

安田雪(1997)『ネットワーク分析—何が行為を決定するか』新曜社。

安田雪・鳥山正博(2007)「電子メールログからの企業内コミュニケーション構造の抽出」『組織科学』Vol. 40, No. 3, pp. 18-32.

Ahuja, Manju K., Galletta, Dennis F., and Carley, Kathleen M. (2003) "Individual Centrality and Performance in Virtual R&D Groups: An Empirical Study," *Management Science*, Vol. 49, No. 1, pp. 21-38.

Baldwin, Timothy T., Bedell, Michael D., and Johnson, Jonathan L. (1997) "The Social Fabric of a Team-based M.B.A. Program: Network Effects on Student Satisfaction and Performance," *Academy of Management*, Vol. 40, No. 6, pp. 1369-1397.

Brass, Daniel J. (1981) "Structural Relationships, Job Characteristics, and Worker Satisfaction and Performance," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 26, No. 3, pp. 331-348.

Brass, Daniel J. (1984) "Being in the Right Place: A Structural Analysis of Individual Influence in an Organization," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 29, No. 4, pp. 518-539.

Bulkley, Nathaniel and Van Alstyne, Marshall (2006) "An Empirical Analysis of Strategies and Efficiencies in Social Networks," MIT Sloan Research Paper No. 4682-08.

Burt, Ronald S. (2004) "Structural Holes and Good Ideas," *American Journal of Sociology*, Vol. 110, No. 2, pp. 349-399.

Chaffin, Daniel, Heidl, Ralph, Hollenbeck, John R., Howe, Michael, Yu, Andrew, Voorhees, Clay, and Calantone, Roger (2017) "The Promise and Perils of Wearable Sensors in Organizational Research," *Organizational Research Methods*, Vol 20, Issue 1, pp. 3-31.

Cohen, Arthur M. (1961) "Changing Small Group Communication Networks," *Journal of Communication*, Vol. 11, Issue 3, pp. 116-124.

Cross, Rob and Cummings, Jonathon N. (2004) "Tie and Network Correlates of Individual Performance in Knowledge Intensive Work," *Academy of Management Journal*, Vol. 47, No. 6, pp. 928-937.

DeChurch, Leslie A. and Mesmer-Magnus, Jessica R. (2010) "Measuring Shared Team Mental Models: A Meta-Analysis," *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, Vol. 14, No. 1, pp. 1-14.

Glückler, Johannes and Schrott, Gregor (2007) "Leadership and Performance in Virtual Teams: Exploring Brokerage in Electronic Communication," *International Journal of E-Collaboration*, Vol. 3, Issue 3, pp. 31-52.

Guetzkow, Harold and Simon, Herbert A. (1955) "The Impact of Certain Communication Nets upon

- Organization and Performance in Task-oriented Groups," *Management Science*, Vol. 1, Issues 3-4, pp. 233-250.
- Henttonen, Kaisa (2010) "Exploring Social Networks on the Team Level? A Review of the Empirical Literature," *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 27, Issues 1-2, pp. 74-109.
- Homans, George C. (1951) *The Human Group*, London: Routledge and Kegan Paul Ltd.
- Ichniowski, Casey and Shaw, Kathryn (2009) "Connective Capital as Social Capital: The Value of Problem-Solving Networks for Team Players in Firms", NBER Working Paper, No. 15619.
- Kim, Taemie, Erin, McFee, Olguín Olguín, Daniel, Waber, Ben, and Pentland, Alex "Sandy" (2012) "Sociometric Badges: Using Sensor Technology to Capture New Forms of Collaboration," *Journal of Organizational Behavior*, Vol. 33, Issue 3, pp. 412-427.
- Leavitt, Harold J. (1951) "Some Effects of Certain Communication Patterns on Group Performance," *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, Vol. 46, Issue 1, pp. 38-50.
- Mehra, Ajay, Kilduff, Martin, and Brass, Daniel (2001) "The Social Networks of High and Low Self-Monitors: Implications for Workplace Performance," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 46, Issue 1, pp. 121-146.
- Olguín Olguín, Daniel, Waber, Benjamin N., Kim, Taemie, Mohan, Akshay, Ara, Koji, and Pentland, Alex (2009) "Sensible Organizations: Technology and Methodology for Automatically Measuring Organizational Behavior," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics PART B: CYBERNETICS*, Vol. 39, No. 1, pp. 43-55.
- Wasserman, Stanley and Faust, Katherine (1994) *Social Network Analysis: Methods and Applications*, New York, NY: Cambridge University Press.
- Zhang, Xiaojun and Venkatesh, Viswanath (2013) "Explaining Employee Job Performance: The Role of Online and Offline Workplace Communication Networks," *MIS Quarterly*, Vol. 37, No. 3, pp. 695-722.