

働き方と生産性の相互作用分析のためのミーティング検知手法

Meeting Detection Method for Interaction Analysis between Work Style and Productivity

矢田 昇平¹ 加藤 大望¹ 倉橋 節也¹

Shohei Yada¹ Daimotsu Kato¹ Setsuya Kurahashi¹

¹筑波大学大学院 ビジネス科学研究科 経営システム科学専攻

¹University of Tsukuba

Abstract: Labor shortage due to population decline is a social issue in Japan.

On the other hand, in April 2019, the “Work Style Reform Laws” was enacted, and diversification of work styles and improvement of productivity can be seen as a management issue for Japanese companies.

In this paper, we propose a method to detect various work situations and meeting occurrences of employees, in order to find out the relationship of interaction between "work style" and "productivity", using location information data obtained from in-house Wi-Fi connection. In addition, by analyzing the network based on the information of the detected meeting, the network in the organization can be visualized.

In this way, we aim to identify a model that maximizes organizational productivity by visualizing the way employees work styles.

1. 研究の背景

日本は少子高齢化や人口減少に伴う労働力不足が深刻化している。[1] 加えて就業時間あたりの労働生産性も著しく低く、OECD の発表によると日本は主要先進 7 カ国の中で 1970 年以降常に最下位となっている。[2] こうしたことから日本経済は「量」「質」共に危機的状況にあり、このことは社会課題ともいえるであろう。

一方で、2019 年 4 月には『働き方改革関連法』が施行され、生産性向上とともに就業機会の拡大や意欲・能力を存分に発揮できる環境をつくることが求められており、企業側からみるとこのことは経営課題とも捉えられる。

このように、働き方の多様性を受け入れながらも組織レベルでの生産性を高めていかなければならないなかで、組織経営は未だに経験・勘・慣習などといった非科学的なアプローチが中心ではないだろうか。

2. 研究の目的

本論文の目的は「個人の働き方」と「組織の生産性」との相互作用の関係を見出すために、オフィス内での従業員間のさまざまなミーティングの発生状況を検出することにある。そして、その結果を用いて組織の生産性を最大化するモデルを特定することを目指す。

ミーティングの発生状況を検知するために、オフィス内における従業員の位置情報を利用する。本研究対象の環境は、東京都内にあるオフィスビルの執務フロア内であり、基本的には全てのフロアでフリーアドレス制が導入されている。従業員はノート PC とスマートフォンが支給されており、フロア内においては Wi-Fi 接続によって業務を行うのが標準である。この Wi-Fi 接続情報を用いてフロア内における位置情報を取得し、さまざまなタイプの異なる執務状況やミーティングの発生状況を検出する。

3. 先行研究との比較

執務エリア内での位置情報や対面情報を用いた先行研究としては、名刺型のウェアラブルセンサーデバイスを用いて日立研究所が実施した研究[3]や、Wi-Fi の接続情報を用いてヤフー株式会社の山下らが実施した研究[4]があるが、本研究は後者の研究を発展させる形で行うものである。山下らの研究では、執務フロア内の位置情報から離合集散モデルに基づくミーティング発生の検知手法を提案しているが、本研究における発展性は主に以下 2 点である。

一つ目は、ミーティングがオフィス内のどのようなエリアで発生しているのかを特定している点である。これは、座標系の位置情報データに、フロアレイアウトのエリア区分を重ね合わせて計測することで実現する。

二つ目は、検知したミーティングを従業員間のネットワークと捉え「ネットワークの中心性」を特徴量抽出している点である。

4. 研究手法

本研究の対象とする環境は、東京都内にあるオフィスの執務フロア内であり、基本的には全てのフロアでフリーアドレス制が導入されている前提である。従業員の位置情報の取得には、オフィス内の位置情報システム「pozyy」のログを用いる。[5]

現在この位置情報データは、フリーアドレス環境下で従業員の居場所を検索したり、各フロアの混雑状況を確認したりといった執務のうえで必要な形で利用されているが、本研究においてはこの位置情報データから個人を特定できる情報を一切排除することで匿名性を担保しつつ、ミーティングの検出とネットワークの中心性を抽出する。以降で、研究の具体的な手法を記す。

4.1. 執務場所の特定

まずはオフィスのレイアウトデータを分析環境に読み込む。全てのフロアは233 Feet(約71メートル)四方の間取りである。このフロアレイアウトを二次元のXY軸座標平面として扱い、左上の座標軸(0,0)地点から最大(233, 233)まで正の値を持たせる。

このフロアレイアウトに対し、エリア区分を付加することでその地点の属性を得ることができる。エリア区分は、実際のオフィスの利用状況に応じて「*formal meeting area*」「*informal meeting area*」「*concentration working area*」それ以外を「*free working area*」とする4区分であり、その概念を図1に記す。

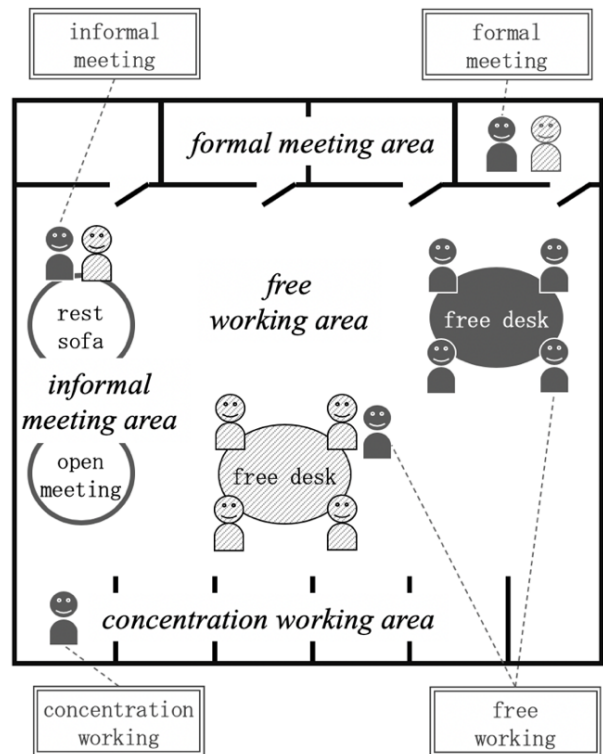
こうして特定したエリア区分付きのフロアレイアウトに対して、各従業員の位置情報データを重ねることで位置情報データにエリア区分を付加し、フリーアドレス環境下において「どういった場所で業務を行なっているか」といった働き方を表現する特徴量を抽出する。

4.2. ミーティングの検出

山下らの先行研究におけるミーティング検出の定義設定は、人数2人以上で上限なし(1対1の立ち話等も考慮)、場所はフロア内であればどこでも、時間は5分以上60分以内で、複数デバイスの離合集散の動きからミーティングの発生を検知しネットワークグラフ化することで、コミュニケーションの可視化を試みたが、本研究ではこの先行研究のミーティン

グ検知手法を踏襲しつつ、4.1で用いたエリア区分を、ミーティングが発生した位置情報においても適応することで、「どういった場所でミーティングが行なわれているか」といった働き方に関する特徴量を抽出した。ここまでで説明したエリア特定概念を示したのが図1である。

図1：エリア区分の概念図



4.3. ネットワークの中心性の抽出

先の通り 4.2 で検出したミーティングデータを用いて、組織内における中心的な役割を定量的に算出するために、2種類のネットワークの中心性を抽出する。1つ目は「次数中心性(*dgc*)」である。これは、それぞれの従業員をネットワークのノードと捉えたときに、多くのノードと隣接しているノードを中心的とする指標である。次数とは各ノードに隣接しているエッジ数のことであり、ノード*v*の次数を $deg(v)$ としたとき、次数が高いノードほど重要とする。

$$dgc(v) = deg(v)$$

もう1つは、ノードの2点間を結ぶ経路上にしばしば現れるノードを中心的とする「媒介中心性(*bwc*)」である。任意のノードペア間の最短パスのうち、媒介しているパスの割合によりノードをランキ

ングするものであり、 $\sigma_{s,t}$ はノード s, t 間の最短パス数、 $\sigma_{s,t}(v)$ はノード v を通るノード s, t 間の最短パス数としたとき以下の式で表すことができる。

$$bwc(v) = \sum_{s \in V} \sum_{t \in V} \frac{\sigma_{s,t}(v)}{\sigma_{s,t}}$$

なお、これらの中心性については、ミーティングが発生した「*formal meeting area*」「*informal meeting area*」「*free working area*」別に合計で6パターン算出することとした。その理由は、会議室で行われるミーティングだけではなく、開放的な場で行われるオープンなミーティングや、突発的に発生する立ち話のようなコミュニケーションがもたらす効果も検証するためである。

5. 分析結果

今回の分析に利用したデータの期間は、2019年11月1日から11月7日までの一週間の位置情報データである。この期間で抽出された全従業員の5分おきの位置情報のデータ数は5,060,524レコード、ミーティングの発生回数は、ミーティングであると検知するデバイス間の距離を10Feet（約3メートル）と設定した場合で24,835レコードであった。

5.1. 執務場所特定の精度

サンプルとして、あるひとりの従業員の執務場所検知結果と、実際の当時のスケジュールを比較してみたところ、検知された49のミーティング実施エリアでのデータ数に対して83.7%にあたる41のデータが当時のスケジュール内に収まる結果となった。ただしこれは、あくまで検知されたデータに対する検証であるため、本来であれば当時の正確なスケジュールすべてに対する検証が必要である。これは検証数の向上と合わせてさらに分析を進める予定である。

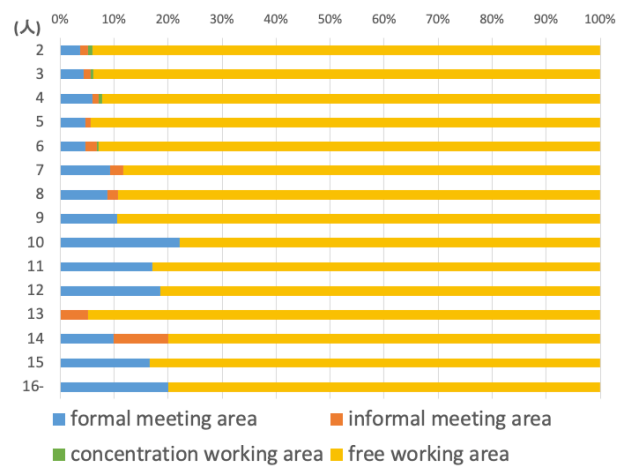
5.2. ミーティング発生状況

該当期間における集合人数別のミーティング発生回数をみると、全体の66%にあたる16,315回が2名によるミーティング（1対1のミーティング）であった。研究対象組織においては上司と部下による定期的な「1on1」が組織文化的に推奨されており、この結果にはある程度納得ができる。

また、この集合人数別のミーティング発生回数を、エリア区別にみても図2のようになった。6名程度までの比較的少人数のミーティングは、ほとんどが「*free working area*」で発生しており、10名を超

えたあたりから、「*formal meeting area*」での発生比率が高まっていることが見て取れる。

図2：集合人数別/エリア区分別 MTG 発生比率

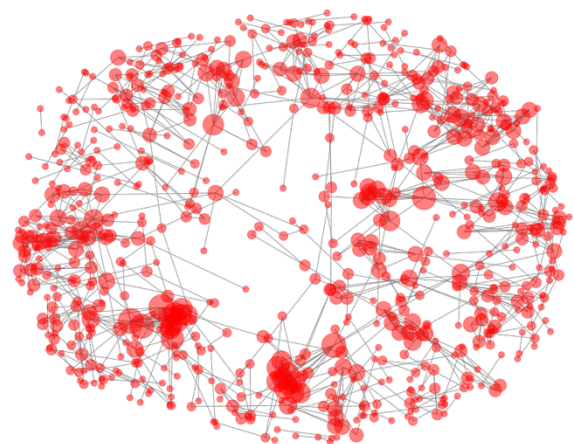


5.3. ミーティングネットワークの中心性

該当期間における「*informal meeting area*」で発生したミーティングを次数中心性によってネットワークグラフにしたものが図3である。それぞれの従業員を赤い円（ノード）、コミュニケーションのパスを灰色の線（エッジ）で表しており、ノードの大きさはここでは次数中心性に応じて変化させている。

これをみるとネットワークの所々で次数中心性の高いノードが点在していることがわかる。

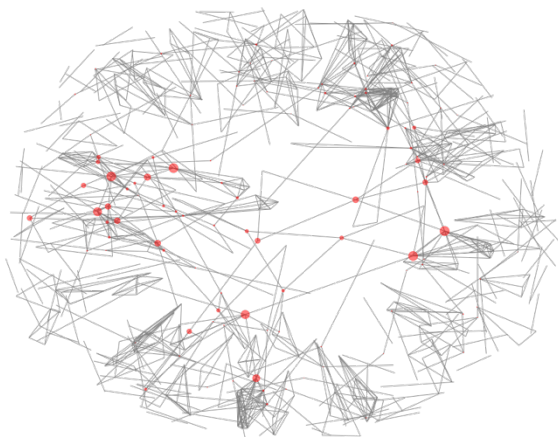
図3：次数中心性によるネットワークグラフ



次に、同じ「*informal meeting area*」で発生したミーティングを媒介中心性によってネットワークグラフにしたものが図4である。媒介中心性の値が高いノードがまばらに発生しており、次数中心性とは異なる分布があるように思われる。

ただし、定義が異なる中心性間で、中心性の強さを単純比較することはできないため、この差が意味するところを、今後分析を進める予定である。

図4：媒介中心性によるネットワークグラフ



6. 今後の展望

この結果を踏まえて本研究は以下の通り発展させていく計画をしている。

6.1. 目的変数及び媒介変数の考慮

これまでに抽出した「働き方」のデータを説明変数として扱い、これに対する目的変数として「生産性」を加えることで「働き方」と「生産性」の関係性を明らかにできると考えている。この「生産性」には半期ごとに実施する個人および組織の11段階業績評価を用いることを検討している。業績評価を生産性として扱う理由としては2点ある。

1点目は全従業員を一律で相対比較できる評価指標が存在しないからである。営業職から技術職まで幅広く在籍する企業においては致し方ない側面である。2点目の理由は、業績評価の設定思想が、全社の定量的な業績目標を組織・個人までブレイクダウンするという設計思想になっているためである。

続いて、個人の「働き方」が例えば職位や年齢、性別、またはモチベーションといった外的要因からの影響を受けている可能性も無視できない。そのため「個人の属性」や「組織満足度」といった媒介変数を加えることで、組織として生産性を最大化する組織形成モデルを明らかにしたいと考えている。

6.2. 働き方と生産性の因果推論

ここまでの研究過程においては、変数間に有意な相関がみとれたとしても、その因果関係に言及することは難しい。そこでベイジアンネットワークを用いて「組織の生産性」を向上する「働き方」を導出することを試みる。

6.3. シミュレーションモデル化

ここまですら検証できるのは、あくまで個人の働き方が、当人の生産性にどう寄与しているかであるが、本来は働き方の多様性が組織の生産性をどのように高めるかを明らかにしたいと考えている。

またこれらが相互作用の関係にあると仮定すると、個人の働き方を「ミクロの行動パターン」として、組織の生産性を「マクロの社会現象」として階層的に捉え、今回の分析結果をパラメータとして用いることで、エージェントベースモデルによるシミュレーションが設計可能では無いかと考えている。

そうすることで、ミクロ・マクロループが引き起こす構造変化のメカニズムを創発的に発見する発展的な研究を計画している。

7. 参考文献

- [1] 内閣府: 平成30年版 高齢社会白書, 第1章 第1節 生産年齢人口の将来推計
- [2] 公益財団法人 日本生産性本部: 労働生産性の国際比較 2019
- [3] Satomi Tsuji, Nobuo Sato, Kazuo Yao, et al (2019). "Employees' Wearable Measure of Face-to-Face Communication Relates to Their Positive Psychological Capital, Well-Being"
- [4] 山下 達雄, 寺岡 照彦, 田口 拓明 (2020). Wi-Fi 接続による屋内位置情報を用いた人間関係の抽出.
- [5] ヤフーの社内システムを紹介します, Yahoo! JAPAN Tech Blog, 2016年12月5日 . <https://techblog.yahoo.co.jp/advent-calendar-2016/pozzy/>
- [6] 村田 剛志 (2019年). Python で学ネットワーク分析, オーム社
- [7] 和泉 潔 他 (2017年). マルチエージェントのためのデータ解析, コロナ社
- [8] 出口 弘 (2004). エージェントベースモデリングによる問題解決—エージェントベース社会システム科学としての ABM 一, オペレーションズ・リサーチ, 2004年3月号, p161-167
- [9] 伏見 卓恭 他 (2012年). ノード集合に対する媒介中心性の提案.