

情報リンク分析による会議の定量的評価と管理

Quantitative Evaluation and Management of Meetings by Information Link Analysis

石井信明[†] 大場允晶[‡]
Nobuaki Ishii[†] Masaaki Ohba[‡]

[†] 神奈川大学 工学部

[‡] アフターデジタルDX研究所

[†] Faculty of Engineering, Kanagawa University.

[‡] After Digital DX Institute

要旨

近年、我が国における経済成長停滞の原因の一つとして、先進国間での相対的な労働生産性の低下が指摘されている。なかでも、ホワイトカラーの生産性が低いと言われている。そこで本報では、労働時間の多くを占める会議の生産性に着目し、生産性の高い会議を行うための会議の定量的評価と支援システムの提案を試みる。すなわち、会議を人と人とのコミュニケーションからなる社会ネットワークととらえ、情報リンク分析を応用して会議参加者間のコミュニケーション状況を指標化する。さらに、指標の変化を参加者に逐次知らせることで会議の状況を可視化し、適切な会議の進行管理に役立てることを提案する。

1. はじめに

日本生産性本部の労働生産性国際比較 2021(<https://www.jpc-net.jp/research/detail/005625.html>)によると、2021 年度における我が国の時間当たり労働生産性は 49.5 ドルで、OECD 加盟 38 カ国中 23 位となり、1970 年以降最も低い順位とのことである。労働生産性が低迷する理由は単純ではないが、原因の一つとして、「年間労働時間の長さ」が指摘されている。労働時間の短縮には社会の意識変化も必要と言えるが、ICT の活用も欠かせない。長時間労働は人間性の疎外ともいえることから、ICT 活用による労働時間短縮と労働生産性の向上は、人間中心の情報システムが担うべき重要なテーマの一つと言える。

そこで本報では、労働時間の多くを占める会議の生産性に着目し、ICT 活用により会議の進行を定量的に評価し、生産性を向上する「支援システム」を提案する。なお本報では、会議における発言の内容、品質については考慮をしていない。実際のところ、発言の品質以前に、長時間に及ぶ会議、特定の人が必要以上に長時間発言するなど、会議の生産性を下げる要因は多い。これらを定量的に評価し可視化することで、会議の生産性向上を支援出来ると考える。

会議の生産性向上には、議題に沿って必要な人が発言し、関係者間で適切なコミュニケーションをはかることが必要と言える。そこで本報では、会議を「会議参加者間のコミュニケーションの場」とし、会議参加者をノードとする社会ネットワークととらえ、社会ネットワーク分析手法の一つである PageRank[1], [2]を応用して、会議参加者それぞれのあるべき発言割合を求める。そして、あるべき発言割合と会議中の実際の発言割合との差などから、会議の進行について定量的な評価を行う。提案する支援システムは、収集および計算した会議の進行状況を示す評価値をダッシュボードとして会議のファシリテーター、あるいは参加者に逐次提示し、必要に応じて会議の進行の是正を促す。

なお現在、音声認識技術により、会議参加者の発言を記録し文字起こしができるシステムが広まりつつあり、会議中に各参加者の発言量を計測・保存・分析することは、技術的に可能と言える。

2. 関連研究

会議の効率化は古くからの関心事であり、多数の報告がある。しかし、国内文献の多くは、会議内容の記録と活用による知的活動の支援を取り上げたものと言える。たとえば土田ら[3]は、知識活動を行う上で重要なプロセスである議論の内容を会議コンテンツとして記録し、効率的に再利用することによって、より多くのアイデアが生み出される仕組みの実現を目的とした研究を報告している。また仙石ら[4]は、会議の知的インタラクションに着目し、成果指標 (KPI) および各種の行動指標 (KAI) を調査し

た上で、統計学的検証により KPI-KAI 間の有意な相関・因果関係を複数抽出し、構造方程式モデリングによる結果の解釈を試みている。さらに土井ら[5]は、要求獲得会議を対象としたユーザ指向要求獲得手法を提案している。手法は、会議を支援するオンライン法と会議を分析するオフライン法からなり、それらを相互に繰り返しながら要求を獲得していく。しかし、会議そのものを支援するオンライン法の具体的な提案は限定的と言える。さらに、会議に関する図書は多数出版されているが、多くは解説的な内容であり、会議の生産性向上を目的とした研究は少数と言える。

これらのことから本報では、会議のオンラインでの支援を目的に、社会ネットワーク分析[2]の手法を用いた会議の定量的評価と支援システムの提案を試みる。

3. 情報リンク分析による会議のモデル化と評価方法

3.1. 会議のモデル化

本報では、会議を、会議参加者、および、とりまとめ役のファシリテーター間のコミュニケーションを通じて目的を達成する場ととらえ、図 1 のように、情報リンク構造として会議をモデル化する。モデルでは、会議参加者とファシリテーターを情報リンク構造のノードととらえ、情報を得る先のノードとの繋がりを矢印で示すものとする。たとえば図 1 の会議モデルでは、会議参加者である S1 からファシリテーター F に向かう矢印は、S1 が F の持つ情報を参照することを示している。すなわち、会議において、S1 が F の発言を聞いている状況を示している。

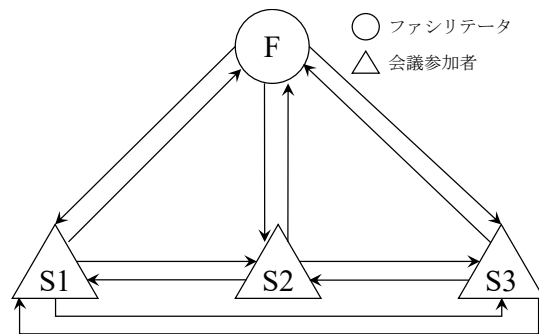


図 1 情報リンク構造による会議モデルの例

3.2. 会議評価用指標の計算

会議モデルは、ソーシャルネットワークにおける Web ページとハイパーリンクからなるグラフととらえることが出来る。そこで支援システムでは、Web ページの重要度を求める、すなわちランク付けを行う方法の一つである PageRank[1], [2]を応用し、(1)式により、会議参加者それぞれの重要度を求める。

ここで、式(1)を満たすベクトル R は、会議参加者それぞれの会議での発言割合を示すものと言える。 M は、ファシリテーターを含む会議参加者間のコミュニケーション割合を示す正方行列（コミュニケーション行列呼ぶ）であり、(2), (3)式により求める。また c は、(1)式の固有値である。

行列 M の要素 $m_{v,u}$ は、会議参加者 u が v の情報を参照する割合を示しており、(2)式により求める。これは、会議において、会議参加者 u が発言した後に、 v の発言を聞く割合を示したものである。 N_u は、 u が参照している会議参加者の人数であり、 n は会議参加者の全人数である。また $W_{v,u}$ ($0 \leq W_{v,u} \leq N_u$) は、 u が v を参照する相対的な度合いであり、(3)式を満たす値である。

$$R = cMR \quad (1)$$

$$m_{v,u} = W_{v,u}/N_u \quad (u, v=1 \text{ to } n) \quad (2) \quad \sum_{v=1, n} W_{v,u} = N_u \quad (u=1 \text{ to } n) \quad (3)$$

仮に図 1 の会議モデルにおいて、会議参加者 S1, S2, S3 が F の情報を参照する割合が 1/5, 他は等しい割合で参照する、すなわち、等しく話を聞くとすると、 M , および R は、下記のように求まる。すなわ

ち M は、F が会議参加者 S1, S2, S3 の情報を等しい割合で参照するため 1/3, S1 は F に対しては 1/5, S2, S3 に対しては等しい割合, すなわち F を除いた値である 2/5 の割合でそれぞれ情報を参照することを示している. また R は、会議を通じて、F は 0.1667, S1, S2, S3 はそれぞれ 0.2778 の割合で情報が参照されている. すなわち、発言していることを示している.

$$M = \begin{matrix} & F & S1 & S2 & S3 \\ \begin{matrix} F \\ S1 \\ S2 \\ S3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1/5 & 1/5 & 1/3 \\ 1/3 & 0 & 2/5 & 2/5 \\ 1/3 & 2/5 & 0 & 2/5 \\ 1/3 & 2/5 & 2/5 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad R = \begin{matrix} F \\ S1 \\ S2 \\ S3 \end{matrix} \begin{pmatrix} 0.1667 \\ 0.2778 \\ 0.2778 \\ 0.2778 \end{pmatrix}$$

図2 コミュニケーション行列 M と会議参加者の発言割合を示すベクトル R

支援システムでは、このように求めた R と、会議の議題に則して会議参加者それぞれの「あるべき発言割合」との差から、会議の進行状況を評価する. そのための指標として、「会議参画度総合指標」を、(4)式により求める. ここで、 r_j は、ベクトル R の要素であり、会議参加者 j のあるべき発言割合を示している. また er_j は、会議参加者 j の実際の発言割合を示している. (4) 式は 0~1 の実数として求め、会議の進行が理想的な場合は 1 に近づき、問題がある場合は 0 に近づく.

また(5)式は、ファシリテーターを含む会議参加者間のコミュニケーション割合を示すコミュニケーション行列 M と、会議のある時点における実際のコミュニケーション割合との差を示す指標である「コミュニケーション量差異指標」を求める式である. ここで $m_{v,u}$ はあらかじめ想定するコミュニケーション行列 M の要素であり、 $em_{v,u}$ は、会議のある時点における会議参加者間の実際のコミュニケーション割合を示している. さらに(6)式は、特定の参加者に着目した会議への参画度を示す「個別会議参画度指標」を求める式である.

$$1 - \sum_{j=1}^n |r_j - er_j| \tag{4}$$

$$\sum_{u=1}^n \sum_{v=1}^n |m_{v,u} - em_{v,u}| / \{n(n-1)\} \tag{5}$$

$$1 - |r_j - er_j| \quad (j=1 \sim n) \tag{6}$$

3.3. コミュニケーション行列の作成

会議には、報告、情報収集、承認、方針検討、問題解決など、さまざまな種類があり[6]、参加者の役割もそれぞれ異なる. 設定するコミュニケーション行列 M も、それぞれの会議により異なる. 仮に、ファシリテーター F に加えて会議参加者が S1, S2, S3 の場合で、発言の参照が下記の割合を想定する場合、会議モデルである情報リンク構造、コミュニケーション行列、発言割合は、図 3, 4, 5 の様になる.

<会議参加者間の発言割合の想定>

- ・ 会議参加者 S1, S2, S3 がファシリテーターを参照する割合は、それぞれ 1/10.
- ・ ファシリテーターは、S1, S2, S3 を 1 : 1 : 2 の割合で参照.
- ・ S3 は、S1, S2 から、それぞれ S1 と S2 間の 2 倍の割合で参照される.

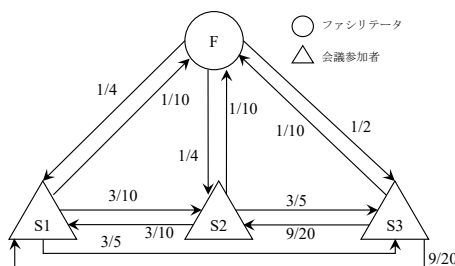


図3 会議モデルの情報リンク構造

$$M = \begin{matrix} & F & S1 & S2 & S3 \\ \begin{matrix} F \\ S1 \\ S2 \\ S3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1/10 & 1/10 & 1/10 \\ 1/4 & 0 & 3/10 & 9/20 \\ 1/4 & 3/10 & 0 & 9/20 \\ 1/2 & 3/5 & 3/5 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

図4 コミュニケーション行列 M

$$R = \begin{matrix} F \\ S1 \\ S2 \\ S3 \end{matrix} \begin{pmatrix} 0.091 \\ 0.270 \\ 0.270 \\ 0.369 \end{pmatrix}$$

図5 発言割合 R

4. 支援システムの利用

本報では、提案する会議支援システムを、図6に示す環境で利用することを想定している。すなわち、支援システムでは、会議中、会議参加者の発言時間、発言の割合、参加者間の発言の順序をリアルタイムで記録し、「会議参画度総合指標」などの評価指標を逐次算出する。各種指標の算出には、会議の目的、参加者の特性などから作成した会議モデルを利用する。ここで会議モデルとは、§3.1に示した情報リンク構造を指す。また指標算出アルゴリズムとは、式(4)～(6)の各種指標の算出方法を指す。

算出した各種指標は、図7に示す様なダッシュボードに逐次表示し、ファシリテーター、あるいは参加者に提示する。ファシリテーターは、ダッシュボード上の指標の推移を見ながら、議事の進行をコントロールする。たとえば、「会議参画度総合指標」が低い場合、想定に比べて発言が少ない参加者に発言を促す。あるいは、「個別会議参画度指標」を参考に、想定より多くの発言を繰り返す参加者の発言を抑制するように会議を進行する。また参加者は、ダッシュボードに示された指標から会議と各自の会議への参加状況を知ることにより、各自が取るべき対応を知ることが出来る。

これらのことから、提案する支援システムは、会議の生産性向上に貢献できると考える。また、現在一般化しているリモート会議では、会議参加者の状況がわかりづらくなっている。提案システムは会議の状況を可視化するものであり、特にリモート会議の進行に有用と考える。

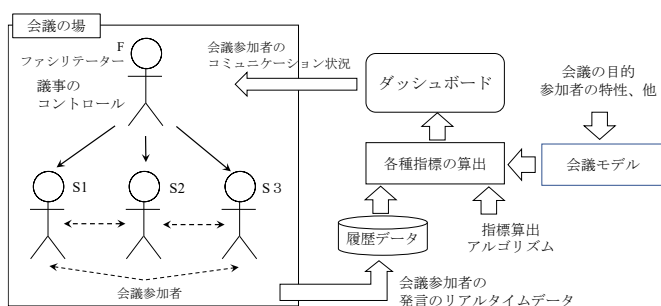


図6 想定する利用環境

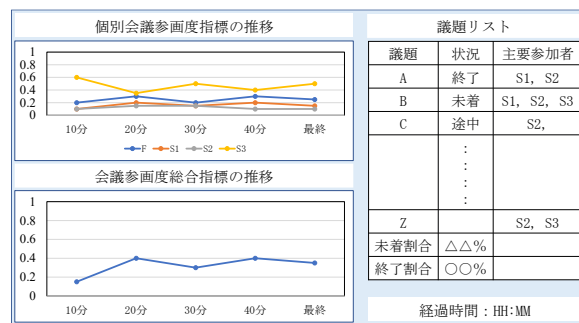


図7 ダッシュボードの例

5. まとめと今後の課題

本報では、会議の生産性向上を目的とし、会議の定量的評価の方法と支援システムの提案を行った。すなわち、会議を社会ネットワークとらえ、WebPageの評価などに利用される情報リンク分析を応用して会議参加者間のコミュニケーション状況を定量化する指標として、「会議参画度総合指標」、「個別会議参画度指標」を示した。

今後の課題として、会議の目的と参加者に応じたコミュニケーション行列の作成方法、指標の妥当性の検証、会議の生産性向上に対する支援システムの効果の検証が挙げられる。

参考文献

- [1] Brin, S., Page, L., Motwani, R., Winograd, T., The PageRank citations ranking: bringing order to the web, Technical report, 1999-0120, Computer Science Department, Stanford University, 1999.
- [2] Langville, A. N., Meyer, C. D., Google's PageRank and Beyond: The Science of Search Engine Rankings, Princeton University Press, 2006.
- [3] 土田貴裕, 友部博教, 大平茂輝, 長尾 確, ”会議コンテンツの効率的な再利用に基づく知識活動支援システム”, 人工知能学会 第21回全国大会論文集, ID: 2H5-1, 2007.
- [4] 仙石慎太郎, 注連隆夫, 國枝和雄, 山田敬嗣, 末松千尋, “会議・打合せ活動の生産性評価と管理: トランザクション・ベースド・マネジメントの試み”, 経営情報学会 2009年春季全国研究発表大会要旨集, ID: B4-4, 2009.
- [5] 土井晃一, 蓬菜尚幸, 渡部 勇, 片山佳則, 園部正幸, “要求獲得会議を分析することによるユーザ指向要求獲得法”, 情報処理学会論文誌, 2003, Vol. 44, No. 1, pp. 48-58.
- [6] 榊巻 亮, 世界で一番やさしい会議の教科書 実践編, 日経 BP, 2018.