

会話の流れの可視化による ビデオ会議ファシリテーションへの影響

今井 廉¹ 呉 健朗² 富永 詩音³ 木村 悠児¹ 酒井 知尋² 小島 一憲² 宮田 章裕^{1,a)}

概要: ビデオ会議システムが普及してきており、様々な場面でビデオ会議が開かれるようになった。ファシリテータによる会議の円滑化は対面会議のみならず、ビデオ会議でも行われている。一般的に対面での会議に比べビデオ会議の円滑化はファシリテータにとって困難である。我々はファシリテータによる会議の円滑化を支援するため、会議参加者の会話の流れに着目し、有向グラフを用いて会話の流れを可視化する手法を提案する。本稿では提案手法がビデオ会議の円滑化に及ぼす影響の調査を行った。

Effect of Visualization of the Flow of Conversation on Videoconferencing Facilitation

REN IMAI¹ KENRO GO² SHION TOMINAGA³ YUJI KIMURA¹ TOMOHIRO SAKAI²
KAZUNORI KOJIMA² AKIHIRO MIYATA^{1,a)}

1. はじめに

ビデオ会議システムが普及してきており、リモートワークやオンライン授業のような形でビデオ会議が開かれるようになった。一般的な会議では、参加者に発言を促したり話の流れをまとめたりして会議全体の円滑化を行う、ファシリテータという役割が設けられることが多い。ファシリテータによる会議の円滑化は、対面会議・ビデオ会議問わず行われているが、一般的にビデオ会議の円滑化は対面会議と比べて難しい。ビデオ会議の円滑化が難しい一因として、ノンバーバル情報の欠落が考えられる。特に、視線の方向や顔きの欠落により、参加者の発言や反応が誰に対するものなのかわからないといった事態が生じる。これではファシリテータは会議全体の流れを追ったり、発言をまとめたりすることは難しく、会議の円滑化は困難である。そこで我々は会議参加者の会話の流れに着目し、これを有向グラフを用いて可視化する手法を提案する。本稿では、会議参加者の会話の流れを可視化することで会議の円滑化に

どういった影響が及ぶのか調査した結果について報告する。

2. 関連研究

本研究は会議の支援を行う研究領域に属する。関連研究は大きく次のように分類できる。

2.1 発言を可視化する研究

会議参加者の発言を可視化することで、会議の支援を行う研究 [1][2][3][4][5][6] が行われている。研究 [1] では、システムが参加者の発言の単語数、合意を示す単語の使用数を可視化している。可視化によるチームワークへの良い影響が確認された。研究 [2] では、システムが会話の計測、可視化を行っている。参加者の行動により参加者のスコアが決められ、端末上に表示される。参加者の発言量を均等化する効果が見られた。研究 [3] では、会議参加者の参加度、ターンテイキングの量を可視化している。会議参加者の参加度に影響を与えることが示唆された。研究 [4] では、参加者の会議への参加度を可視化している。分散環境のグループをより空間を共有したグループに近づける効果が確認された。研究 [5] では、撮影した会議映像をもとに、発言量、発言順、インタラクション動作をネットワーク形式

¹ 日本大学文理学部

² ソフトバンク株式会社

³ 日本大学大学院総合基礎科学研究科

a) miyata.akihiro@acm.org

で可視化している。可視化により対話プロセスの評価が可能であると示唆された。研究 [6] では、会議中の言語情報をリアルタイムで可視化している。実験により会議参加者の主観的評価と議論状況の相関が確認された。

2.2 システムによる会議の円滑化を目指す研究

研究 [7] では、システムが参加者の行動をもとに、参加者に向けて指示を出す。情報交換に関するフィードバックではエンゲージメントの増加がみられた。研究 [8] では、会話エージェントによる会議の円滑化を目指し、発話意図の推定を試みている。発話テキストと音響的特徴量データを併用した推定手法が、発話テキストのみを用いる推定手法より発言意図の推定精度が高くなると示された。研究 [9] では、会議参加者の行動を分析している。この分析を通じて状況に応じたファシリテータの適切な行動を調査している。

2.3 適切なフィードバック方法を調査する研究

研究 [10] では、フィードバック条件を複数用意し、フィードバックのモダリティと提示対象が会議参加者に及ぼす影響を調査している。視覚によるフィードバックよりも、触覚によるフィードバックの方がターンテイキングを促すと示唆された。また、潜在的話者に対してフィードバックを行うよりも、全ての会議参加者、現行話者に対してフィードバックを行う方がターンテイキングを促すと示唆された。

3. 研究課題

ファシリテータにとって会議が滞ることは望ましくない。会議が滞らないように、ファシリテータは会議の円滑化を行うが、それには何らかの判断材料が必要である。例えば、オフラインの対面会議であれば、会議参加者はお互いに実空間を共有しているため、視線、姿勢、ジェスチャーといったノンバーバル情報から、ファシリテータは参加者の参加度の把握、参加意欲の推測ができる。このため会議の円滑化も比較的行きやすいと思われる。しかし、ビデオ会議となると、視線方向などのノンバーバル情報の欠落が生じてしまう。ファシリテータが会議参加者の発言、行動が誰に向けたものなのか認識することは困難である。結果的にファシリテータは判断材料が乏しい状態で会議の円滑化に努めなければならない。この問題に対して、関連研究で行われているように、発言の可視化 [1][2][3][4][5][6] を行うことでファシリテータに判断材料を提供することも可能である。研究 [1][2][3][4] では主に発言量やインタラクション行動が可視化されるため、ファシリテータは会議参加者の会議への参加度を把握し、これに基づいて参加者の参加度の均等化が行える。しかし、参加者の発言関係までは把握できないため、一部の会議参加者間のみ発言のやり取りが多くなってしまうことが危惧される。研究 [5] では発言

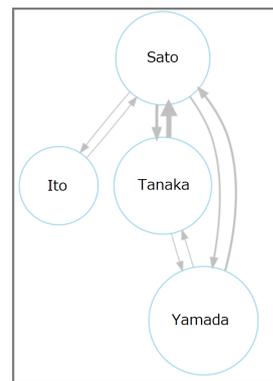


図 1 提案手法により生成されたグラフ

量、発話順、頷きといった身体動作を含めて可視化しているが、会議の場でのリアルタイムの運用には至っていない。研究 [6] では、発言量の他に無音率、話者交代回数を可視化している。話者交代の可視化により会議の流れを把握できると思われるが、ビデオ会議における行動、発言が誰に向けたものなのかという問題の解決には至らないと思われる。システムによる会議の円滑化を目指す研究 [7][8][9] では、参加者の発言をもとに、システムが会議の円滑化を行うが、現在はまだ人間のファシリテータと同程度の会議の円滑化が行えるかは定かではない。

本章の冒頭で示したように、ビデオ会議では一部のノンバーバル情報が欠落するため、ファシリテータは会議の円滑化を容易に行えないという問題が存在する。そこで我々は、以下の要件を満たすファシリテータの会議の円滑化を支援するシステムの構築を研究課題とする。

- 会議参加者の発言関係を可視化する。
- 会議参加者の発言量を可視化する。

4. 提案手法

本稿ではユーザの発言方向・発言回数・発言時間を総じて会話の流れと定義する。会話の流れを可視化することで3章末尾で述べた要件を満たすことができると考える。3章で設定した研究課題を達成するため、我々は会話の流れを可視化する方法として有向グラフに着目した。有向グラフでは、エッジが方向性を保持している。また、エッジの重みによってエッジの表現する対象の量を表すことができる。このため、有向グラフは会議参加者の発言方向、発言回数、発言時間を一度に可視化できると考えられる。以上より、本稿では会話の流れを有向グラフを用いてリアルタイムに可視化する手法を提案する。有向グラフでは、発言者からその発言の相手に対してエッジを描く。この手法により、会話の流れの可視化が行われ、ファシリテータは会議参加者間でどの程度会話が行われているか、会議参加者のうち誰が発言過多・発言過少であるか、といった会議の円滑化のための判断材料を獲得できると考えられる。

表 1 ファシリテータへのアンケート項目

質問番号	質問内容
Q1	会議は円滑に進んだと感じましたか
Q2	会議進行を上手く行えたと感じましたか
Q3	参加者の発言量を把握できたと感じましたか
Q4	参加者の会話の関係性を把握できたと感じましたか
Q5	参加者に発言機会を均等に与えられたと感じましたか
Q6	会議で妥当な結論に到達できたと感じましたか

表 2 一般参加者へのアンケート項目

質問番号	質問内容
Q1	会議は円滑に進んだと感じましたか
Q2	ファシリテータが会議進行を上手く行えていると感じましたか
Q3	発言機会を満身に与えられたと感じましたか
Q4	自分の発言量を意識しましたか
Q5	他者の発言量を意識しましたか
Q6	会議で妥当な結論に到達できたと感じましたか

5. 実装

4章の提案手法の効果を検証するため、プロトタイプシステムの実装を行う。このシステムはサーバクライアントシステムとして実装する。様々なビデオ会議システムと併用できるよう、Webブラウザ上で動作するようにする。システムは、ユーザの発言によりグラフを生成する。生成したグラフをシステムがWebブラウザ上に表示することで、ユーザに可視化内容を提示する。提案手法により生成されたグラフを図1に示す。グラフのノードは参加者を表しており、エッジの向きは誰に対する発言かを、エッジの太さは発言量を表している。

システムの構成は次のとおりである。クライアント部では、音声の取得、発言開始時刻の送信、グラフの出力を行う。サーバ部では、発言開始時刻の受信、グラフの生成、グラフの送信を行う。5.1節にてクライアント部、5.2節にてサーバ部の詳細な説明を行う。

5.1 クライアント

Webブラウザ上でマイクからユーザの発言開始時刻・発言終了時刻を取得する。音声を取得した際に、無音区間が200msec以下の場合には連続音声区間として判定する。連続音声区間の開始時刻を発言開始時刻、終了時刻を発言終了時刻、長さを発言時間とする。取得した発言開始時刻・発言終了時刻・発言時間をサーバへと送信する。サーバへの送信後、レスポンスとしてサーバからグラフ画像が送信される。受信したグラフ画像をWebブラウザ上に表示する。

5.2 サーバ

サーバはクライアントから発言開始時刻・発言終了時刻を受信する。受信後、グラフの生成を行う。グラフには、サーバに接続しているクライアントをノードとして描画す

る。各ノードがどのクライアントのものか区別するため、ノードの中にはクライアントの名前を表示する。会話の流れを表現するため、グラフに有向エッジを描画する。プロトタイプシステムではユーザが発言を行った場合、直前に発言したユーザに対して発言を行ったものとみなし、現在の発言者ノードから直前の発言者ノードに対して有向エッジが描かれるようにする。発言量を表現するため、有向エッジを発言回数で重みづけを行う。また、長い発言と短い発言が等価なものであるとは考えにくいいため、発言時間でも重みづけを行う。エッジの重みはエッジの太さとして反映する。最後に、サーバは生成したグラフをクライアントへ送信する。

6. 実験

6.1 実験の目的

提案手法がビデオ会議の円滑化に与える影響を明らかにすることを本実験の目的とする。

6.2 実験条件

本実験は、既存のビデオ会議システムを用いて行った。実験参加者は20代の大学生8名(男性7名、女性1名)である。実験は4人1組、計2組に対して行った。本実験では次の2手法を用いた。

M1 提案手法を用いずビデオ会議を行う。

M2 提案手法を用いてビデオ会議を行う。

定量評価指標として、会議参加者の発言時間・発言回数を用いた。定性評価指標として、5段階のリッカート尺度で回答するアンケートを用いた。

6.3 実験手順

本実験は以下のような手順で行った。

Step1 実験者が実験参加者に実験に関する説明を行う。

表 3 実験参加者の発言時間 (sec)

手法/実験参加者 ID	1	2	3	4	5
M1	190	250	132	24	254
M2	162	132	91	70	204

表 4 実験参加者の発言回数 (回)

手法/実験参加者 ID	1	2	3	4	5
M1	109	5	70	12	149
M2	89	74	52	28	107

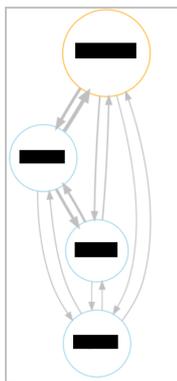


図 2 実験時に生成されたグラフ

Step2 実験参加者はランダムに決定した1つの手法

(M1 または M2) を用いて 20 分間の会議を行う。

Step3 実験参加者はアンケートに回答する。

Step4 異なる手法で Step2, Step3 を繰り返す。

Step1 で実験者が実験参加者に説明した内容は、会議時間、議題、実験参加者の役割である。議題は「B3 メンバの研究テーマについて」とした。実験参加者の役割は、ファシリテーションの経験を考慮して最年長者をファシリテータ、それ以外を一般参加者とした。Step2 の会議の際には、会議終了 3 分を目安に議論内容をまとめ会議の結論を出してもらった。M1 条件では、ビデオ会議システムのウィンドウが PC 画面に最大表示されるよう配置してもらった。M2 条件では、ビデオ会議システムのウィンドウと提案システムのウィンドウが、PC 画面を左右に 2 分割するよう配置してもらった。Step3 で用いたアンケートは、ファシリテータに向けたものと一般参加者に向けたものの 2 つを用意した。ファシリテータへのアンケートは、6 つの質問項目と 1 つの自由記述項目からなる。質問項目を表 1 に示す。自由記述項目には会議で感じたことを記述してもらった。一般参加者へのアンケートは、6 つの質問項目 1 つの自由記述項目からなる。質問項目を表 2 に示す。自由記述項目には会議で感じたことを記述してもらった。アンケートの質問項目は自由記述項目を除き 5 段階のリッカート尺度 (1: 全く感じなかった~5: とても感じた) で回答してもらった。

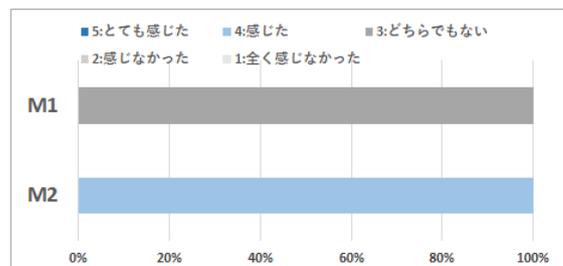


図 3 ファシリテータへのアンケート Q1 の回答 (N=2)

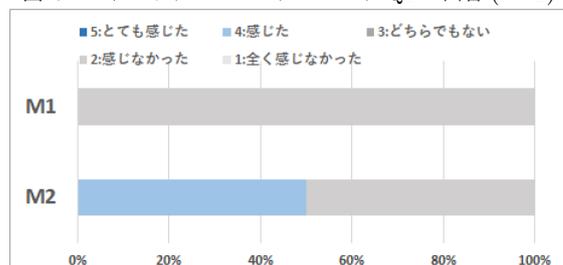


図 4 ファシリテータへのアンケート Q2 の回答 (N=2)

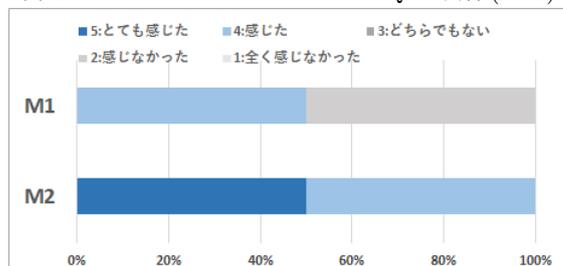


図 5 ファシリテータへのアンケート Q3 の回答 (N=2)

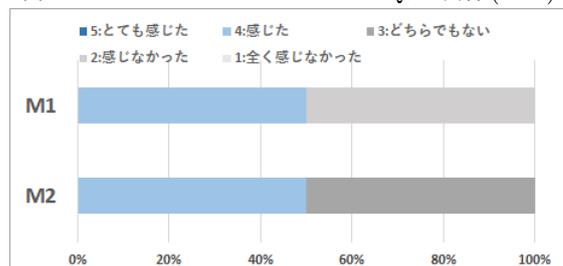


図 6 ファシリテータへのアンケート Q4 の回答 (N=2)

6.4 実験結果

実験の際に生成された有向グラフを図 2 に示す。輪郭がオレンジで着色されているノードはその時点における発言者を表している。

6.4.1 発言時間・発言回数

実験参加者 8 名中、3 名の発言時間・発言回数は計測不備

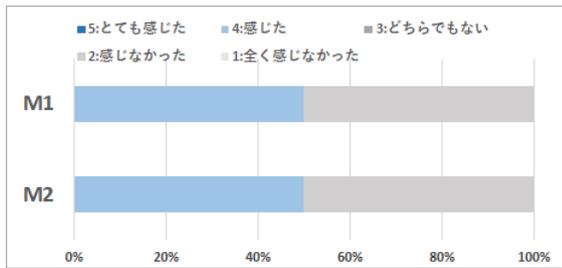


図 7 ファシリテータへのアンケート Q5 の回答 (N=2)

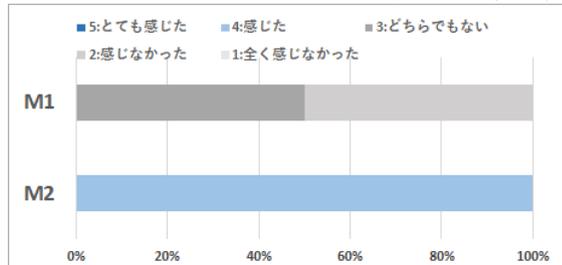


図 8 ファシリテータへのアンケート Q6 の回答 (N=2)

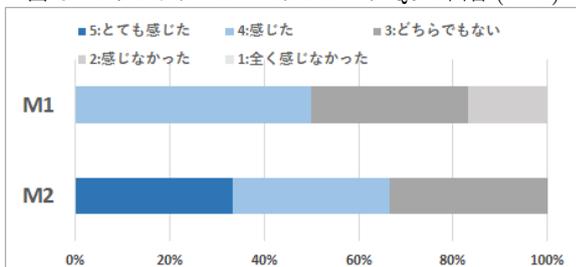


図 9 一般参加者へのアンケート Q1 の回答 (N=6)

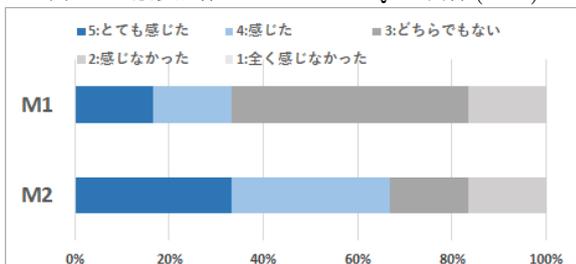


図 10 一般参加者へのアンケート Q2 の回答 (N=6)

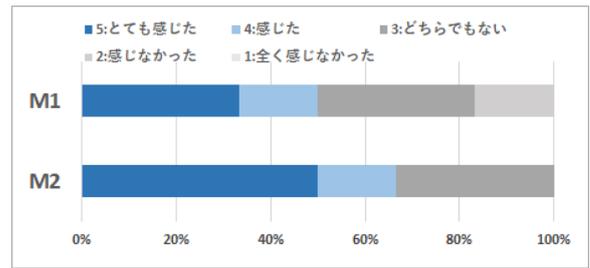


図 11 一般参加者へのアンケート Q3 の回答 (N=6)

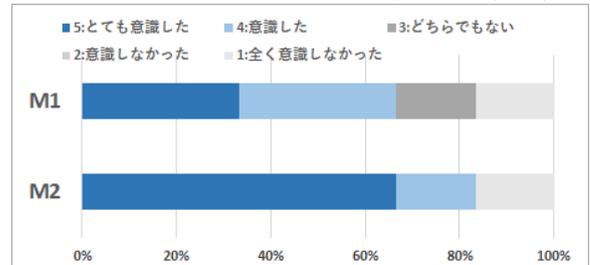


図 12 一般参加者へのアンケート Q4 の回答 (N=6)

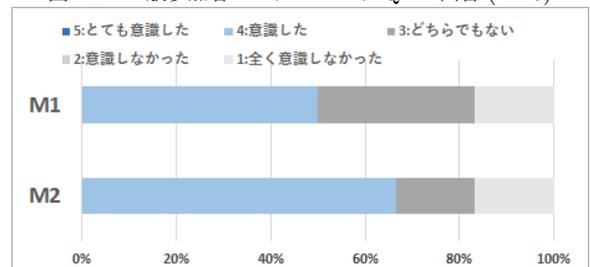


図 13 一般参加者へのアンケート Q5 の回答 (N=6)

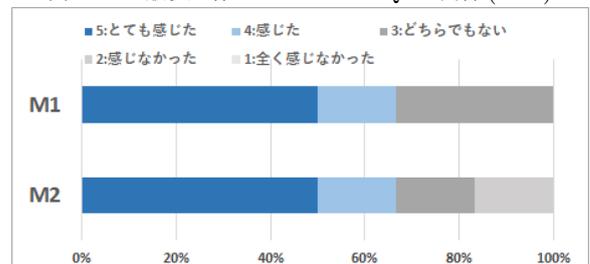


図 14 一般参加者へのアンケート Q6 の回答 (N=6)

のため取得できなかった。このため、計測不備のなかった実験参加者 5 名の計測結果を掲載する。実験参加者 ID1, 2 がファシリテータ, 実験参加者 ID3, 4, 5 が一般参加者である。各手法における, 実験参加者の発言時間を表 3 に示す。M1 条件における, 発言時間の分散は 9154 となった。M2 条件における発言時間の分散は 2902.2 となった。各手法における発言時間に対し, F 検定を行ったところ有意差は確認できなかった。各手法における, 実験参加者の発言回数を表 4 に示す。M1 条件における, 発言回数の分散は 3836.5 となった。M2 条件における発言回数の分散は 958.5 となった。各手法における発言回数に対し, F 検定を行ったところ有意差は確認できなかった。

6.4.2 ファシリテータへのアンケート

Q1 の回答結果を図 3 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上 (とても感じた, 感じた) となった割合は

M1 で 0%, M2 で 100%であった。Q2 の回答結果を図 4 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上 (とても感じた, 感じた) となった割合は M1 で 0%, M2 で 50%であった。Q3 の回答結果を図 5 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上 (とても感じた, 感じた) となった割合は M1 で 50%, M2 で 100%であった。Q4 の回答結果を図 6 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上 (とても感じた, 感じた) となった割合は M1 で 50%, M2 で 50%であった。Q5 の回答結果を図 7 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上 (とても感じた, 感じた) となった割合は M1 で 50%, M2 で 50%であった。Q6 の回答結果を図 8 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上 (とても感じた, 感じた) となった割合は M1 で 0%, M2 で 100%であった。

6.4.3 一般参加者へのアンケート

ファシリテータへのアンケートと同様にアンケート結果に対して Wilcoxon の符号順位検定を行った。Q1 の回答結果を図 9 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上(とても感じた, 感じた)となった割合は M1 で 50%, M2 で 67%であった。回答結果に対して Wilcoxon の符号順位検定を行ったところ, 手法間で有意差は確認できなかった。Q2 の回答結果を図 10 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上(とても感じた, 感じた)となった割合は M1 で 33%, M2 で 67%であった。回答結果に対して Wilcoxon の符号順位検定を行ったところ, 手法間で有意差は確認できなかった。Q3 の回答結果を図 11 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上(とても感じた, 感じた)となった割合は M1 で 50%, M2 で 67%であった。回答結果に対して Wilcoxon の符号順位検定を行ったところ, 手法間で有意差は確認できなかった。Q4 の回答結果を図 12 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上(とても感じた, 感じた)となった割合は M1 で 67%, M2 で 83%であった。回答結果に対して Wilcoxon の符号順位検定を行ったところ, 手法間で有意差は確認できなかった。Q5 の回答結果を図 13 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上(とても感じた, 感じた)となった割合は M1 で 50%, M2 で 67%であった。回答結果に対して Wilcoxon の符号順位検定を行ったところ, 手法間で有意差は確認できなかった。Q6 の回答結果を図 14 に示す。各手法における実験参加者の回答が 4 以上(とても感じた, 感じた)となった割合は M1 で 67%, M2 で 67%であった。回答結果に対して Wilcoxon の符号順位検定を行ったところ, 手法間で有意差は確認できなかった。

6.5 考察

6.5.1 発言時間・発言回数

発言時間の結果を見ると, M1 条件で発話時間の長かった実験参加者の発言時間が M2 条件では短くなっている。一方で, 発言時間の短かった実験参加者の発言時間は長くなっている。そこで発言時間の分散を比較を行うと, どちらも M2 条件の方が小さい値となっている。よって, 提案手法により会議参加者の発言時間の均等化が行われたのではないかと考えられる。発言回数の結果を見ると, M1 条件で発話回数の多かった実験参加者の発言時間が M2 条件では少なくなっている。一方で, 発言回数の少なかった実験参加者の発言回数は多くなっている。そこで発言回数の分散を比較を行うと, どちらも M2 条件の方が小さい値となっている。よって, 提案手法により会議参加者の発言回数の均等化が行われたのではないかと考えられる。

6.5.2 ファシリテータ

ファシリテータへのアンケート項目に手法間での有意差は見られなかったものの, 自由記述項目に M1 条件では発

言していない人を把握しづらかったという記述があった。M2 条件では発言していない人を把握できたという記述があった。そのことから, 提案手法がファシリテータの発言していない人の把握を容易にしたのではないかと考えられる。ファシリテータによる発言していない人の把握が容易になった理由としては, 提案手法により発言量の可視化が行われたためであると考えられる。

6.5.3 一般参加者

一般参加者へのアンケート項目に手法間での有意差は見られなかったものの, 自由記述項目に M1 条件ではビデオ会議ということで沈黙時間が生じてしまうことが気になったという記述があった。M2 条件では沈黙時間が少なかったように感じたという記述があった。そのことから, 提案手法が会議中の沈黙時間を減少させたのではないかと考えられる。沈黙時間が減少した理由としては, 提案手法によりファシリテータが会議参加者に対して発言の促しを行う頻度が高くなったためではないかと考えられる。

7. おわりに

本稿では会話の流れを有向グラフを用いてリアルタイムに可視化するシステムを提案し, 会議の円滑化に与える影響の調査を行った。実験結果より提案手法による, 会議参加者の発言時間・回数の均等化を行う効果, ファシリテータの発言していない人の把握を容易にさせる効果, 会議中の沈黙時間を減少させる効果が示唆された。今後は実験参加者数を増やし, 引き続き検証を行っていく予定である。

参考文献

- [1] Gilly L., Diego P., Jeffrey T. H., et al.: Visualizing real-time language-based feedback on teamwork behavior in computer-mediated groups, Proc. CHI'09, pp.537-546(2009).
- [2] Hiroyuki A., Seiko M., and Nobutaka S.: ScoringTalk: a tablet system scoring and visualizing conversation for balancing of participation, Proc. SA'15, pp.1-5(2015).
- [3] Samiha S., Ru Z., Jeffery W., et al.: CoCo: Collaboration Coach for Understanding Team Dynamics during Video Conferencing, Proc. the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, Vol.1, No.4, pp.1-24(2018).
- [4] Taemie K., Agnes C., Lindsey H., et al.: Meeting Mediator: Enhancing Group Collaboration with Sociometric Feedback, Proc. CSCW'08, pp.357-466(2008).
- [5] 根本啓一, 高橋正道, 堀田竜士, 林直樹: 時間区間ごとの発話順序ネットワーク構造に着目したワールドカフェ型のダイアログの計測と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.1, pp.248-259(2016).
- [6] 岡澤大志, 大山涼太, 石川誠彬, 望月俊男, 江木 啓訓: 発言状況のリアルタイム可視化が議論への参加意欲に及ぼす影響, GN Workshop 2018 論文集, Vol.2018, pp.1-6(2018).
- [7] Yla R. T., and James W. P.: Improving teamwork using real-time language feedback, Proc. CHI'13, pp.359-468(2013).
- [8] 河野進, 相原健郎: グループ会話における発話意図の推定システム, 情報処理学会論文誌, Vol.58, No.5, pp.1113-

1123(2017).

- [9] 大本義正, 戸田泰史, 植田一博, 西田豊明: 議論への参加態度と非言語情報に基づくファシリテーションの分析, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.12, pp.3659-3670(2011).
- [10] 市野順子, 八木佳子, 西野哲生, 小澤照: グループディスカッション支援のための振動によるフィードバックの提示, 情報処理学会論文誌, Vol.60, No.4, pp.1171-1183(2019).