

オンライングループワーク中の合意形成における 消極的発話者を対象にした視線情報の分析

Analysis of Eye-Gaze Information for Passive Speakers in Consensus Building During Online Group Work

山本 江應[†], 三浦 寛也[‡], 竹川 佳成[†], 平田 圭二[†],
Kimitaka Yamamoto, Hiroya Miura, Keiji Hirata, Yoshinari Takegawa

[†] 公立はこだて未来大学, [‡] 理化学研究所 革新知能統合研究センター
Future University Hakodate, RIKEN AIP
g2122073@fun.ac.jp

概要

オンラインによる多人数ビデオ会議は、対面の場合と比較して、円滑なコミュニケーションを築くことが困難であることが多い。本研究では、意思決定を目的とした3者間ビデオ会議における消極的発話者の視線情報に着目した合意形成に至るまでの非言語の特徴やプロセスの分析を行なった。消極的発話者の視線の動きや視線の滞留時間から賛成意見の付箋を反対意見の付箋よりも見ていることや、選好順位と視線滞留時間との間に相関が見られることがわかった。

キーワード：3者間会話、視線、消極的発話者

1. はじめに

近年、オンラインビデオ会議システムの普及により、会議の意図や目的によってオンラインや対面などの形態を自由に選択できるようになった。しかし、多人数ビデオ会議は、対面の場合と比較して、円滑なコミュニケーションを築くことが困難であることが多い。たとえば、参加者の身振り手振りや視線といった非言語情報が読み取りづらいことから、話者同士の会話衝突や沈黙が発生する。また、合意形成を目的とした議論において、一部の参加者の意見に偏ってしまう課題も挙げられる。一般的な議論の場においては、参加者全員が万遍なく意見を出し合い、合意形成をすることが望ましい。しかし、発言頻度や発言時間が著しく低く、議論への積極性や主体性に欠ける参加者（以後、“消極的発話者”[1]と呼ぶ）が存在する場合、適切に合意形成を図ることは難しい。たとえば、消極的発話者が自身の意見を発言することができずに合意形成され、一部の参加者の意見に偏ってしまうことがある。さらに、オンラインの場合では、対面の場合よりも消極的発話者の非言語情報が読み取りづらく、簡単な意図が予測できず、問いかけや発言の促しがなく合意形成されるといった課題が生じる場合がある。

本研究の目的は、意思決定を目的とした多人数ビデオ会議における消極的発話者の視線情報に着目した合意形成に至るまでの非言語の特徴やプロセスの分析である。我々は、オンラインビデオ会議においても、消極的発話者の簡単な意図が視線に表出されると考える。本研究によって、消極的発話者の視線情報に関する特徴を明らかにし、そこでの知見を活用することで、視線情報を用いた多人数ビデオ会議システムおよびその効果的なユーザインタフェース (UI) の再設計が実現できるだろう。一般に、多人数ビデオ会議では、視線情報は読み取ることができないものであるが、我々は、議論進行や議論の質を高めるためには参加者がどこに注目しているかを把握できることが重要であると考える。

2. 関連研究

対面での会話における話者交替では、視線情報が重要な役割を果たすことが知られている。具体的には、発話者を相手に移動させるための行動として、発話末で現発話者が非発話者を注視し、非発話者は現発話者を注視することや、発話末に現発話者が非発話者に注視が行われない場合は、非発話者の発言や応答が遅れることが明らかとなっている [2]。また、複数人対話に関する話者交替においても、現発話者から非発話者に発話が移動する場合、現発話者が非発話者を注視し、非発話者が発話を開始する場合、現発話者に視線を向けるという傾向がある [3]。このように、対面での話者交替では、発話末における視線の遷移が話者交替に大きな影響を与えている。

オンライン会議において、非言語情報を用いた話者交替に関する研究は多くある。玉木ら [4] は、ビデオ会議において、人が発話前に行う発話予備動作を検出し、次に発話する可能性が最も高い参加者を強調表示することにより、円滑な話者交替を支援する手法を提

案した。Okadaら [5] は3人でのビデオ会議において等身大の相手画像と視線を一致させ、スクリーンに投影することにより、参加者が机を囲んでいる感覚を再現可能なビデオ会議システムを開発した。飯塚ら [6] は円滑な話者交替を目的とし、ビデオ会議において参加者の視線配布を共有し、各参加者の参与役割の理解を促す手法を提案した。ファシリテーション支援に関する研究では、議論参加者の参加度合いを共有する研究 [7] や、発言量の少ない消極的発言者の発言を支援するための研究 [1] があるが、これらはいずれも対面での会議を対象としたものである。

3. オンライングループワークの収録実験

3.1 実験内容

本研究では、多人数ビデオ会議における消極的発言者の視線情報に着目した合意形成に至るまでの非言語的特徴やプロセスを分析する。そこで我々は、ビデオ会議システム (Zoom)¹ とオンラインホワイトボードツール (Miro)² を用いて、“夏休みの旅行計画の立案”を主題とし3者間の会議を収録した。3者間での会議は、会話分析に関する研究で広く用いられていることから3者間での会議とした。併せて、我々は、3人の中の1人に視線計測装置 (Tobii Eye Tracker 4C)³ とビデオ収録ツールの Open Broadcaster Software OBS⁴ を導入することで、ビデオ会議の発言内容、画面映像、視線情報を記録・収集した。

実験参加者は15人であり、5グループのビデオ会議 (各約20分、計約100分) である。なお、消極的発言者を意図的に設定するため、予め視線情報を取得した1人に議論中は質問に回答すること以外の発言をしないよう指示した。また、消極的発言者の意見や興味関心の内容を把握するために、議論中のマイクがミュート状態の時でも常に考えていることを発言するよう指示した。議論終了後に、実験参加者にはMiroに貼られた各付箋に対して賛成、反対、どちらともないの内で当てはまるものを答えるアンケートを回答させた。さらに、消極的発言者には賛成意見の付箋の中から選好順位をつけるアンケートに回答させた。

3.2 仮説

仮説設定は最終目標の視線情報を用いた多人数ビデオ会議システムの提案に有効活用できるものにする。

¹ZOOM: <https://explore.zoom.us/ja/products/meetings>

²Miro: <https://miro.com/ja/online-whiteboard>

³Tobii: <https://www.tobii.com/ja/products/eye-trackers>

⁴OBS: <https://obsproject.com/ja>

視線情報を議論指標とすることやカメラ映像のUIに活用することで、効率的で満遍なく議論ができることが考えられる。よって、参加者の意見や選好順位と視線情報に関する仮説とカメラ映像に対する視線の動きに関する仮説を以下のように設定した。

- 仮説1：賛成意見の付箋は反対意見の付箋と比べて視線滞留時間が長い
- 仮説2：付箋の選好順位と視線滞留時間には相関関係がある
- 仮説3：反対意見の発言は相手に評価されるものであることから、カメラ映像を注視する

3.3 データの整形・タグ付け

データ整形のために、5つの収録したビデオ会議映像をELAN⁵を用いて消極的発言者の視線の位置をタグ付けし、視線情報を収集した。データ整形者が1人であることによるデータの偏りが発生しないようにするため、2者でタグ付けを行った。タグの種類は各付箋、画面内に表示されているUI、マウスカーソル、話し手、聞き手とした。

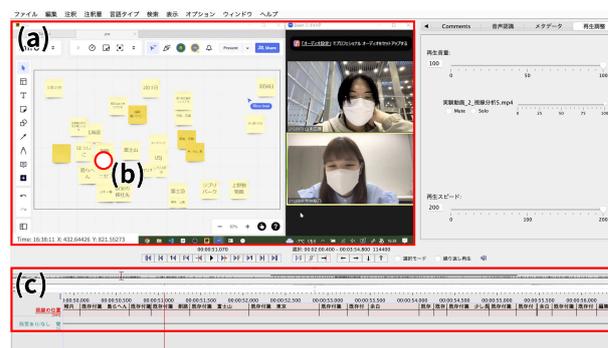


図1 ELANを用いた視線の位置のタグ付け：(a) 収録映像、(b) 収録映像に記録された視線情報、(c) 視線滞留の記録およびタグ付け

4. 分析結果

本章では、3.2節で記述した3項目の仮説に対する検証をそれぞれ4.1節、4.2節、4.3節で言及する。

4.1 賛成・反対意見の付箋と視線滞留時間の関係

各付箋の視線滞留時間と議論時間から、議論時間と比べた議論中の視線滞留時間の割合を算出した議論時

⁵ELAN: <https://archive.mpi.nl/tla/elan>

間はその話題が始まる時間から結論が出るまでか、結論が出ないままだった場合、次の話題に切り替わるまでの時間とした。5つのビデオ会議で付箋は合計133枚貼られた。ここで、グループ5における賛成意見の付箋中で視線滞留時間上位5枚と反対意見の付箋の視線滞留時間と議論時間と比べた割合を表1に示す。各グループにおいても賛成意見の付箋の方が視線滞留時間と割合が比較的に値が大きかった。

グループにおける賛成・反対意見の付箋の視線滞留時間と議論時間と比べた視線滞留時間の割合の平均を表2に示す。グループ1~3は賛成意見の付箋の方が反対意見の付箋よりも視線滞留時間の平均値が長かった。しかし、グループ4・5では反対意見の方が視線滞留時間の平均値が長い結果となった。一方、割合の平均値は全てのグループにおいて、賛成意見の付箋の方が反対意見の付箋よりも値が大きかった。

表1 各5枚の賛成・反対付箋に関する議論時間と比べた視線滞留時間の割合

付箋	意見	視線滞留時間(秒)	割合(%)
二泊三日	賛成	48.7	23.0
USJ		30.2	3.35
奈良, 京都		22.7	5.36
大阪関西		18.5	22.0
富士急		17.9	14.5
福岡	反対	22.5	6.45
食べ物~		18.1	4.31
三泊四日		11.0	6.43
東京~		3.81	0.00
沖縄		3.81	12.1

表2 各グループにおける賛成・反対付箋の議論時間と比べた視線滞留時間の割合の平均値

グループ	意見	視線滞留時間(秒)	割合(%)
グループ1	賛成	13.5	3.58
	反対	11.2	0.00
グループ2	賛成	20.5	8.14
	反対	17.4	2.97
グループ3	賛成	42.0	6.96
	反対	15.1	1.94
グループ4	賛成	24.8	5.77
	反対	25.7	5.57
グループ5	賛成	13.1	9.36
	反対	16.0	6.45

4.2 各付箋の視線滞留時間と消極的発話者の選好

消極的発話者が賛成意見の付箋に選好順位をつけるアンケートから各付箋の視線滞留時間と選好順位の相関関係を評価した。各グループにおける視線滞留時間、議論時間と比べた割合のそれぞれに対する選好順位の相関係数の絶対値を表3に示す。視線滞留時間と選好順位の相関関係を Pearson の積率相関係数で計算した結果、各グループの相関係数の絶対値は順に $r=0.459$ ($t=2.068$, $p=0.055$, $ad.p=0.055$), $r=0.296$ ($p=0.192$), $r=0.406$ ($t=1.986$, $p=0.06$, $ad.p=0.06$), $r=0.114$ ($p=0.663$), $r=0.336$ ($p=0.22$) であり、グループ1・3では優位な相関が見られ、グループ2・4・5では優位な相関が見られなかった。

次に議論時間と比べた割合と選好順位の相関関係を Pearson の積率相関係数で計算した結果、各グループの相関係数の絶対値は順に $r=0.183$ ($p=0.453$), $r=0.278$ ($p=0.221$), $r=0.422$ ($t=2.181$, $p=0.04$, $ad.p=0.04$), $r=0.121$ ($p=0.644$), $r=0.227$ ($p=0.416$) であり、グループ3では優位な相関が見られ、グループ1・2・4・5では優位な相関が見られなかった。

表3 各グループにおける視線滞留時間、議論時間と比べた割合と消極的発話者の選好順位の相関係数

グループ	相関係数の絶対値	
	視線滞留時間	割合
グループ1	0.459	0.183
グループ2	0.296	0.278
グループ3	0.406	0.422
グループ4	0.114	0.121
グループ5	0.336	0.227

4.3 ビデオ会議における視線の動きの特徴

賛成、反対意見に関わらず、新たな提案や評価的な発言をした場合、視線の動きが早くなり、様々な箇所を見る傾向が見られた。さらに、非話者よりも現話者の方が見ている傾向があるが、非話者についても見る機会が少なくないことがわかった。話者交替時には、現話者を注視した後に非話者を見る傾向が見られた。

5. 考察

本章では、前章で得られた分析結果をもとに、3.2節で掲げた3項目の仮説に対する考察を述べる。

視線滞留時間と議論時間と比べた割合

4.1 節での分析結果から、反対意見の付箋よりも賛成意見の付箋のほうがより長く見られていることがわかった。しかし、議論時間が長くなるほど、視線滞留時間の値が大きくなり、議論時間と比べた議論中の視線滞留時間の割合は低くなる課題がある。また、全てのグループにおいて視線滞留時間が上位になるものが3人の総意となっていた。具体的には、表1の上位4件は3人の総意と一致した。そのため、視線滞留時間が上位のものが3人の総意になることが推測できる。

消極的発話者の選好順位と視線滞留時間の関係

4.2 節での分析結果から、グループ3では優位な相関関係が見られ、グループ1・2・4・5では弱い相関が見られた。賛成意見の付箋の中でも消極的発話者の選好順位が高いものをより見ていることがわかり、消極的発話者の発言からは認識できない意見を推測できる可能性がある。弱い相関関係になった理由として、性格的なものや議論の進行の仕方によって大きく変化する可能性がある。たとえば、議論の進行に関しては、司会のような立場として会話を進め、各付箋ごと満遍なく議論する議論となった場合は、視線滞留時間と消極的発話者の選好順位との相関関係は低いことが推測できる。従って、議論が満遍なく進んでいるものには選好順位との相関はなく、議論が一部の参加者に偏っているものには選好順位との高い相関があることが推測できる。

ビデオ会議における視線の動き方の特徴

4.3 節での分析結果から、対面の視線の動き方と類似している点が多く見られた。しかし、非話者に関しても見る機会は少なくなく、相手の反応や仕草を確認し状況を把握することに集中している。評価的な発言に関しても同様に、相手の反応や仕草を確認し状況を把握していることから視線の動きが速くなり、様々な箇所を見ていると考える。現発話者の非言語情報が認識できず、次発話者や発話タイミングを推測できないことで発生する衝突や沈黙を回避するように視線を動かしている。

以上の結果から、消極的発話者が発言することができなかつた場合に、視線情報を用いることで興味関心や意見を可視化し、議題進行促進や満遍なく議論することができるシステムへの応用が考えられる。また、視線情報をカメラ映像のUIに活用することで、参加者の視線を可視化し円滑な話者交代への貢献が期待できる。具体的には、発話者に視線が集まることの可視化として視線が集まるほどカメラ映像を大きく表示す

ることで、視線を認識し発話タイミングや意図を推測できることが考えられる。また、発話後に相手の非言語情報を認識しやすいようにカメラ映像を大きく表示することも効果的であると考えられる。

6. おわりに

本研究では、意思決定を目的とした多人数ビデオ会議における消極的発話者の視線情報に着目した合意形成に至るまでの非言語の特徴やプロセスの分析を行った。具体的な取り組みとして、我々は1人を意図的に消極的発話者を設定した3者間のビデオ会議を収録し、ビデオ会議の発話内容、画面映像、視線情報を記録・収集した。

実験結果から、賛成意見の付箋の方が反対意見の付箋よりも長く見られ、賛成意見の付箋の中の消極的発話者の選好順位と視線滞留時間に相関関係が見られた。また、ビデオ会議の視線の特徴として、対面の視線の動き方と類似している点が多く見られた中で、非発話者に関しても見る機会が多く、相手の反応や仕草を確認し状況を把握することに集中していることがわかった。今後は、本研究で得られた知見を活かし、視線情報を活用した、議題進行促進や議論の質を向上することができるシステムの提案と評価を行う。

文献

- [1] 鍋谷航平, 村岡泰成, 石川誠彬, 江木啓訓, (2021) “消極的発話者の発言率向上を目的とした音声による個別指示議論支援システムの開発”. マルチメディア、分散、協調とモバイルシンポジウム (DICOMO) 論文集, pp.766-773.
- [2] Adam Kendon, (1967) “Some functions of gaze-direction in social interaction”, *Acta psychologica*, Vol.26, pp.22-63.
- [3] Kristiina Jokinen, Masafumi Nishida, and Seichi Yamamoto, (2009) “Eye-gaze experiments for conversation monitoring. In Proceedings of the international universal communication symposium, pp.303-308.
- [4] 玉木秀和, 東野豪, 小林稔, 井原雅行, 岡田謙一, (2012) “遠隔会議における発話衝突低減手法”, *情報処理学会論文誌*, Vol.53, No.7, pp.1797-1806.
- [5] Ken-Ichi Okada, Fumihiko Maeda, Yusuke Ichikawa, and Yutaka Matsushita, (1994) “Multiparty videoconferencing at virtual social distance: Majic design”, In Proceedings of the ACM conference on Computer supported cooperative work, pp.385-393.
- [6] 飯塚陸斗, 川口一画, (2022) “多人数ビデオ会議における話者交替のための参与役割の提示手法”, *研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)*, Vol.2022-HCI-199, No.31, pp.1-8.
- [7] Joan Morris DiMico, Anna Pandolfo, and Walter Bender, (2004) “Influencing group participation with a shared display”, In Proceedings of the ACM conference on Computer supported cooperative work, pp.614-623.