

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

鍋谷 航平¹ 村岡 泰成¹ 石川 誠彬¹ 江木 啓訓¹

概要：本研究は、個人の発言量から適切な指示や助言をすることで、発言量の少ない消極的発話者の発言を支援するシステムを提案する。少人数グループによる議論を通じた学習の場面を対象とする。議論の場において、発言が一部の参加者に偏るという問題がある。議論を通じた学習の場面では、参加者全員が自分の意見を持ち、発言することが望ましい。これに対して、対象者のみに内容の伝達を行う支援手法を提案する。個々の参加者に対して音声による個別指示を行うことにより、他の参加者を意識せずに伝達された内容に基づく発言が可能となる。また、必ずしも全員に対して整合性の取れていないような働きかけも可能である。評価実験として、1グループ4人の計4グループに対して2回ずつ議論を行った。音声による個別指示を行うことで、一時的に指示対象者の発言率を向上させることができた。一方で、指示対象者の中には、個別指示の効果が表れにくい被験者が存在した。そのような被験者に共通する点として、本システムに対して非好意的であることが議論後のアンケートから分かった。

Development of Discussion Support System Using Individual Audio Instruction for Activating Passive Speakers

KOUHEI NABETANI¹ TAISEI MURAOKA¹ NARUAKI ISHIKAWA¹ HIRONORI EGI¹

1. はじめに

本研究では、議論の場において発言が少ない消極的発話者の発言率向上をはかるため、音声による個別指示支援システムを提案する。本システムを用いることで、消極的発話者の発言率を向上させ、参加者全員の意見が反映された議論を行うことを目的とする。

議論の場において、発言が一部の参加者に偏るという問題点がある。議論を通じた学習の場面では、参加者全員が自分の意見を持ち、発言することが望ましい。このようなグループによる議論を支援する際に、全体場で参加者に対して問いかけや発言の促しを行うことにより参加者が萎縮するという課題や、グループの全員に対して整合性の取れた働きかけを行う必要があるといった課題がある。

これまで、積極的に発言をする参加者の発言を抑制することで、発言の偏りをなくすことが可能であると考えた。

また、個別指示は、対象者のみに内容の伝達を行うため、他の参加者を意識せずに伝達された内容に基づく発言が可能になると考えた。

2. 関連研究

これまで、グループディスカッション支援の研究として、様々なシステムが開発されてきた。その一つに、匿名のフィードバックシステムを利用して、周囲に悟られずに自分の意見を伝える研究がある [1]。この研究ではスリッパを用いた匿名フィードバックシステムを用いて、賛成または反対の意見を机の下の足元で振動として伝えることができる。

また、振動を用いたフィードバックの提示を利用した研究がある。この方法では、触覚モダリティによって各メンバーにフィードバックを行うことで、ターンテイキングを促すことができるとしている [2]。しかし、本研究とは異なり、提示対象者が潜在的話者や現行話者に限る。また、提示方法が振動によるものであるため、限られた情報しか伝達することができない。

¹ 電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻
Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

グループディスカッションにおいて、テキストチャットシステムに発言リクエスト機能とLED点灯機を追加することで、消極的参加者に発言を求める研究がある [3]。提案システムを用いることで、利用者が人間関係の悪化を危惧するような「気兼ね」をすることなく、他者に発言を促す行為を気軽に行えたとしている。

グループディスカッション支援の手法として、様々な情報を可視化する様々な研究がある。その一つに、参加者の議論における参加度を共有する研究がある [4]。この研究ではマイクによる音声入力から、発話率をディスプレイを用いて可視化している。発言量の少ない参加者が、発言率を可視化することを有益だと感じないという結果が得られている。

インターネットを介したグループディスカッションにおいて、自身の議論における貢献の気づきを表出できる協調学習対話インタフェースを利用した研究がある [5]。この研究では、インターネットを介したテキストチャットを用いた協調学習を対象としている。自身の議論に対する貢献を「即時的な貢献」と「包括的な貢献」に分類し、参加者に対して可視化している。システムにより、発言への動機づけに役立つことが調査により示されたとある。

意思決定の会議やブレインストーミングの場を想定し、参加者の発話機会を調整する研究がある [6]。この研究では、参加者の発話加減を採点し、参加者にフィードバックすることで各自が次の発話を加減することのできるシステムを開発している。実験の結果、一部の参加者の発話量を調節することができ、アンケートからもシステムの効果を感じている参加者が多いことが分かったとしている。しかし、常にシステムが効果的であるとはいえないとしている。

3. 個別指示による発言率向上手法

議論やグループディスカッションでは参加者全員が意見を持ち、発言することが望ましい。しかし、実際にグループディスカッションを行った際、ある参加者は多くの発言をし、ある参加者は全く発言しないといったように、発言が一部の参加者に偏るといった問題点がある。

発言率が偏るといった問題点を解決する場合、議論の場ではファシリテータという存在を活用する場合がある。しかし、人間によるファシリテーションを行う場合、ファシリテータは全体の場で参加者に助言をしなければならない。他の参加者のいるままで、助言をされることに不快感を覚える参加者がいることや、ファシリテータはその場で不自然に感じない発言しかできないという問題が考えられる。

そこで、対象者のみに内容の伝達を行うことである個別指示による支援手法を提案する。個々の参加者に対して音声による個別指示を行うことにより、他の参加者を意識せずに伝達された内容に基づく発言が可能となる。個別指示には、対象者のみに内容を伝えられるという特徴がある。

全体の場での可視化のように、他の参加者と議論の状況に関する情報は共有しない。これにより、参加者が不快感を感じる数が少ないと考えられる。

また、議論の場における社会的な手抜きを防ぐ効果が期待できる。個別指示を受けた際に、自分だけを対象とした指示と認識することが考えられる。全体の場での指示に対しては、自分以外の参加者以外の行動を期待する可能性がある。個別指示を行うことによって、その内容を踏まえた行動に繋がることが期待される。

本研究は、個別指示を各参加者に行うことで、発言の少ない参加者の発言率を向上させ、発言の偏りを解消することを目的とする。

4. システム設計

4.1 ハードウェア構成

議論参加者の非言語情報の取得について以下に述べる。本システムでは、発話の有無と音量値を非言語情報として使用する。この音量値から特徴量を算出する。特徴量を算出するために、ワンボードコンピュータに指向性マイクのついたヘッドセットを接続したものを使用する。ワンボードコンピュータは、RaspberryPi 3B+を用いる。ヘッドセットは、Audio-technicaのAT810Fを用いる。ワンボードコンピュータとヘッドセットを、サンワサプライ製のUSBオーディオアダプタMM-ADUSB3で接続する。ワンボードコンピュータに指向性マイクを接続したものを、図1に示す。発話収集には、Pythonのライブラリであるpyaudioを用いる。発話収集データは、音声ファイルとして発話収集デバイスに保存される。ファイルの形式はWAVEフォーマットを用いる。音声ファイルは、モノラル、量子化精度は16bit、サンプリングレートは48000Hzである。

個々の参加者に対して、音声による個別指示を行うシステムについて述べる。音声を出力するため、ワンボードコンピュータに有線のインナーイヤー型イヤホンに接続したものを使用する。ワンボードコンピュータは発話収集デバイスと同様に、RaspberryPi 3B+を用いる。イヤホンは、YAZAWA製のTS100BKを用いる。ワンボードコンピュータにイヤホンを接続したものを、図2に示す。音声による個別指示を収録したものを、WAVファイルとしてRaspberryPi内に保存しておく。参加者に対する個別指示には、Pythonのライブラリにあるpyaudioを用いる。

4.2 発言の判定方法

参加者から発話収集デバイスを用いて収集するデータは、IPアドレス、経過時間、音量値、発言状態判定値の4つで構成されている。WiFiを通じてワンボードコンピュータとサーバを接続し、参加者のデータを収集する。IPアドレスから、参加者がどの端末を使用しているのかを判断

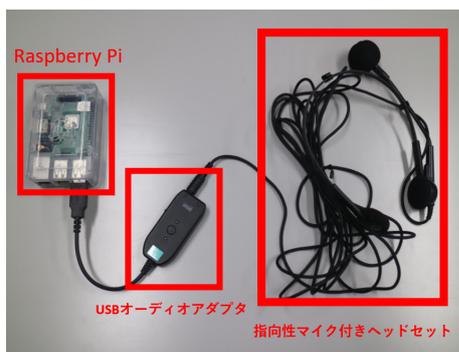


図 1 発話収集デバイス

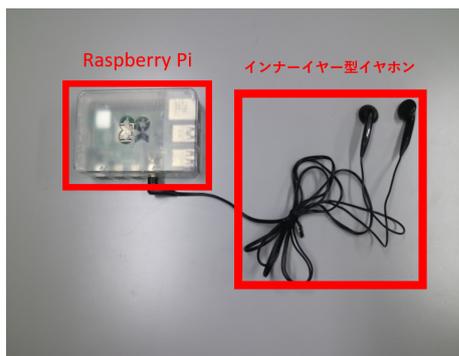


図 2 音声による個別指示デバイス

する。経過時間は、ワンボードコンピュータからサーバにデータの送信を開始してから経過した時間である。

音量値とは、指向性マイクに入力された音声の大きさを示している。各クライアントの音量値を 2048 ずつ取得する。サンプリングレートが 48000Hz であるので、取得頻度は $\frac{2048}{48000}$ 秒ごととなる。その中の最大値をその時点での音量値とする。

発言状態判定値は、参加者が発言状態であるのかを判断する数値である。サーバは、各クライアントからデータが送られてきた際に、直前の 1.0 秒区間の音量値の $\frac{3}{4}$ 以上が予め設定した一定の閾値を超えている場合に、その直後の 1.0 秒を発言状態とする。それ以外の場合は、非発言状態として記録する。マイクから入力される音声の大きさは 0 から 32767 となっており、参加者が議論の場で普通に発言した時の数値よりも低い値に閾値を設定する。参加者全員が非発言状態の時を、無音状態とする。

4.3 特徴量の算出方法

本システムで使用する特徴量の算出方法を示す。議論参加者のデータは、参加者ごとに IP アドレス、経過時間、音量値、発言状態判定値がデータベースに格納されている。各参加者の発言状態判定値を参照することで、発言率、無音率を算出する。発言率は各参加者ごとに算出し、無音率はグループごとに算出する。発話収集デバイスから収集した参加者の音声から特徴量を算出する。

各参加者の単位時間当たりの発言時間の割合を、発言率

とする。ウェアラブル端末からデータが送られてきた時、受信した IP アドレスごとに発言率を算出する。発言状態判定値が真であった時、分母と分子に 1 を足し、そうでない場合は分母のみに 1 を足す。各参加者に対応する IP アドレスごとに計算し、それぞれを参加者の発言率とする。

議論における単位時間当たりの参加者全員が発言していない時間の割合を、無音率とする。ウェアラブル端末からデータが送られてきた時、全ての IP アドレスの直前の時間の発言状態判定値が偽であれば、無音率の分母と分子に 1 を足す。それ以外の場合は、無音率の分母のみに 1 を足す。

5. 音声による個別指示

5.1 指示方法

算出された特徴量から、議論参加者の発言率を算出し、各参加者に個別指示を行う。個別指示は、RaspberryPi に接続したインナーイヤー型イヤホンを通じて行う。個別指示の音声によって、議論が妨げられることがないように、イヤホンは片方の耳のみに装着する。参加者が指示を聞き逃すことがないように、イヤホンから流れる個別指示の音量設定は 90 %にする。個別指示は 10 分間の議論中に 100 秒間隔で計 5 回行う。発話収集デバイスにより、100 秒ごとに参加者の発言率を算出し、発言率が一定の閾値以下の参加者を消極的発話者と判定する。実験者には 100 秒ごとに各参加者の発言率と、4 人の参加者の消極的発話者とそれ以外の参加者の組み合わせによって、指示番号が通知される。個別指示デバイスを WiFi を通じてサーバと接続し、各参加者の個別指示デバイスに指示番号を転送する。

また、本実験では Wizard of Oz 法を用いる。被験者が指示を聞き逃すことがないように、発話者がいないタイミングで実験者が個別指示デバイスに指示番号を転送する。指示番号を転送すると、指示番号に割り当てられた WAV ファイルが再生され、イヤホンを通じて各参加者に指示が行われる。

5.2 指示条件

音声による個別指示を行うにあたり、どのような条件下で個別指示がされるのかを決定する必要がある。5.1 節でも述べたように、100 秒ごとの各参加者の発言率を算出し、発言率が 12 %以下の参加者を「消極的発話者」と定義する。消極的発話者と判定する発言率の閾値決定のため、議論に参加する学習者の発話の有無からリアルタイムに議論状況を提示する研究 [7] を参考とした。

4 人の参加者の内、1 人以上消極的発話者がいるときに個別指示を行う。本研究では発言することが得意ではない消極的発話者を支援することを目的としているため、参加者全員が消極的発話者と判定されなかったタイミングについては、支援対象としない。この場合は、音声による個別

指示は行わない。

5.3 指示内容

音声による個別指示を行うにあたり、具体的な個別指示の内容について述べる。5.1節でも述べたように、10分間の議論で100秒おきに計5回の個別指示を行う。各参加者に行う個別指示のタイミングは共通であるが、指示内容は消極的発話者とそれ以外の参加者で異なる。各参加者に個別指示を行う際には、議論をどのように進行させるかというシナリオに沿って指示を行う。

例えば、「発言率の少ない参加者に発言してもらおう」というシナリオの時は、消極的発話者に「何でもいいので発言してみませんか」や「他の参加者の話に混ぜてもらいましょう」といったような、発言を促す指示を行う。同時に消極的発話者以外の参加者には、「発言の少ない人に話を振ってあげませんか」や「聞き役に回ってもらえませんか」といったような、消極的発話者に発言の機会を与えるような指示を行う。

また、議論の序盤に議論参加者の多くが発言していない状態が考えられる。具体的には、4人中3人以上の参加者が消極的発話者と判定された場合は、参加者が議論の内容について考えがまとまっていない状態とする。その場合、「参加者に議論についての考えをもってもらおう」というシナリオのもと、参加者全員に「1分程度で自分の意見をまとめてみましょう」という指示を行う。議論開始から500秒経過したタイミングで、各参加者に最後の指示を行う。「最後に発言率の少ない参加者に発言してもらおう」というシナリオのもと、消極的発話者に「残り時間が少ないのでグループ全員の意見を再度確認してまとめてもらえますか」という、最後の発言を促す指示を行う。同時に消極的発話者以外の参加者には「残り時間が少なくなってきました。あともう少し頑張ってください」という指示を行う。

各参加者に行う個別指示は、全て消極的発話者が少しでも多くの意見を発言し、議論に参加してもらうことを目的とした指示としている。よって本研究では、消極的発話者と判定されなかった参加者に対して、発言率向上を目的とした指示は行わない。個別指示のシナリオと、その指示が行われる条件、および個別指示の内容を図3に示す。

6. 評価実験

6.1 実験目的

本研究では、音声による個別指示支援システムを用いて、発言率の少ない消極的発話者に対して支援を行った。各参加者に個別指示を行うことによって、発言率にどのような影響があるかを調べた。また、実験終了後にアンケートを行うことによって、参加者の主観による発言率の変化とシステムに対する満足度を調べた。

シナリオ	条件	消極的発話者	それ以外の参加者
発言者に意見をもってもらおう	・消極的発話者が3人以上いる ・議論開始から100秒以内	1分程度で自分の意見をまとめてみましょう	1分程度で自分の意見をまとめてみましょう
発言率の少ない参加者に発言してもらおう	消極的発話者がいる	何でもいいので発言してみませんか	発言の少ない人に話を振ってあげませんか
"	"	・誰かの意見に賛同してみませんか ・誰かの意見にリアクションをとってみませんか	聞き役に回ってもらえませんか
"	"	話に混ぜてもらいましょう	別の視点から意見を出してみませんか
"	"	"	他の人と協力して少ない人を話に巻き込んでください
最後に発言率の少ない参加者に発言してもらおう	・議論開始から500秒以内 ・最後の指示	残り時間が少ないのでグループ全員の意見を再度確認してまとめてもらえますか	残り時間が少なくなってきました。後もう少し頑張ってください

図3 個別指示シナリオ

6.2 実験条件

被験者を集めて議論を行ってもらい、音声による個別指示システムを運用する実験を行った。個別指示システムは、議論中に各参加者の発言量をリアルタイムで算出し、それに応じて指示を行った。被験者は理工系大学の大学生および大学院生16名である。16名は4名1グループとし、計4グループで実験を行った。また、参加者の中に知人が複数人いる場合、発言率に偏りが生じる可能性がある。そのため、1グループ内で知人が2名以上とならないようグループを編成した。

議論は2回行った。1回目の議論は音声による個別指示システム無しで行い、議論を練習する目的で行った。2回目はシステム有りで行った。2回の議論時間はそれぞれ10分とした。1回目の議論のテーマは「オトナとは何か」とした。議論開始前に、10分の議論終了後に議論のテーマの答えをグループで1つに絞り、紙に書いてもらうことを告知した。2回目の議論のテーマは「コロナ禍において、飲食店を繁盛させるには」とした。1回目の議論同様、10分の議論終了後に議論のテーマの答えをグループで1つに絞り、紙に書いてもらうことを告知した。議論のテーマを記載した紙を用意し、議論中に被験者が確認できるように提示した。2回目の議論は、個別指示システムを用いて議論を行う点を除いて、1回目と同様の条件で行った。

6.3 実験手順

音声による個別指示システムを用いて、同一の形式による実験を4名1グループとした4グループを対象にそれぞれ行った。実験の前に、音声の収集の説明を行い、各参加者に発話収集デバイスを装着してもらった後、自己紹介の発声を元にマイクに正しく入力できるか確認を行った。

発話収集デバイスデバイスの動作確認を行った後、1回目の議論を行った。1回目の議論は発話収集デバイスのみを装着し、音声による個別指示は行わなかった。

1回目の議論終了後、音声による個別指示デバイスの動作確認を行った。個別指示デバイスのイヤホンを片方の耳に装着してもらい、テスト用の音声を流した。音声内容は「音声テストです。聞こえていたら手を挙げてください」と

表 1 実験手順

時間	手順
5分	実験の説明
5分	発話収集デバイスの動作確認
10分	1回目の議論
2分	1回目の議論結論記述
5分	個別指示デバイスの動作確認
10分	2回目の議論
2分	2回目の議論結論記述
10分	アンケート



図 4 実際の実験風景

し、参加者に挙手してもらうことで、正しく指示できているか確認を行った。

音声による個別指示デバイスの動作確認終了後、2回目の議論を行った。2回目の議論は、各参加者の発話収集デバイスから送られてきたデータから発言率をリアルタイムで算出し、100秒ごとに音声による個別指示を行った。5.1節で述べたように、本実験では Wizard of Oz 法を用いた。被験者が指示内容を聞き逃すことがないように、実験者は発話者がいないタイミングで指示を行った。議論終了後アンケート用紙によるアンケートと口頭でのインタビューを実施した。

評価実験の手順を表 1 に示す。また、実際の実験風景を図 4 に示す。

7. 実験結果

7.1 システム有りの議論における消極的発話者の人数と発言率の変化

グループによる議論の実験を行った結果、参加者 16 名それぞれが消極的発話者と判定された回数を図 5 に示す。

音声による個別指示が被験者にどのような影響を与えているか調べるため、発言率の変化を調査した。消極的発話者とそれ以外の被験者の 2 種類に分けた。それぞれの個別指示前後の発言率の平均を表 2 に示す。

2 回目の議論における各グループの 100 秒おきの参加者の発言率と、図 3 に示した指示内容から実際に指示した内容について検討する。一例として被験者 E から被験者 H で構成されるグループ 2 の結果を表 3 に示す。発言率向上

を目的とし、消極的発話者に行った指示を青色の文字で示し、消極的発話者以外に行った指示を赤色の文字で示す。

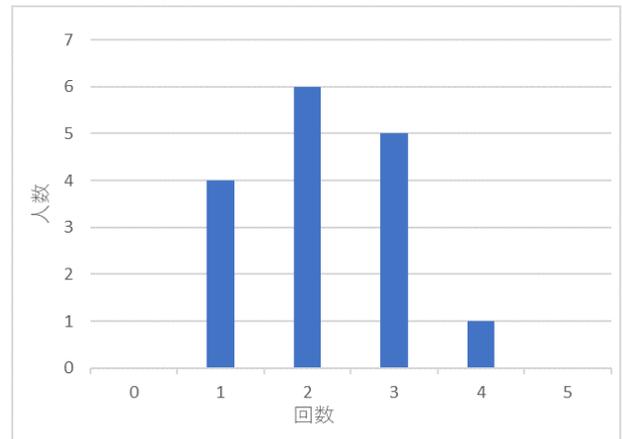


図 5 消極的発話者と判定された回数

表 2 個別指示による発言率の変化

被験者	個別指示前	個別指示後
消極的発話者	4.55 %	21.96 %
消極的発話者以外	28.98 %	13.76 %

表 3 グループ 2 における 2 回目の議論の発言率と指示内容

Time(秒)	被験者 E の発言率と指示内容 (%)	被験者 F の発言率と指示内容 (%)	被験者 G の発言率と指示内容 (%)	被験者 H の発言率と指示内容 (%)
100	9.95 他の人の話に混ざってみませんか	56.86 発言の少ない人を話に巻き込んでみませんか	0 他の人の話に混ざってみませんか	16.37 発言の少ない人を話に巻き込んでみませんか
200	29.35 発言の少ない人に話を振ってみませんか	11.61 何でもいので発言してみませんか	49.74 発言の少ない人に話を振ってみませんか	19.80 発言の少ない人に話を振ってみませんか
300	36.53 聞き役になってみませんか	42.59 聞き役になってみませんか	1.62 誰かの意見にリアクションをとってみませんか	9.25 誰かの意見にリアクションをとってみませんか
400	45.42 聞き役になってみませんか	9.68 誰かの意見にリアクションをとってみませんか	27.11 聞き役になってみませんか	10.12 誰かの意見にリアクションをとってみませんか
500	18.51 残り時間が少なくなってきました。あと少し頑張ってください	31.41 残り時間が少なくなってきました。あと少し頑張ってください	5.68 残り時間が少なくなってきました。意見をまとめてみませんか	23.33 残り時間が少なくなってきました。あと少し頑張ってください
600	21.54	42.20	17.90	19.54

表 2 および表 3 から分かるように、消極的発話者に個別指示を行うことによって、指示後の発言率向上をすることができている。また、消極的発話者以外の被験者に個別指示を行うことで、発言率が下がっていることから、発言抑制の効果があることが考えられる。しかし、消極的発話者の中には、個別指示を行ったにもかかわらず発言率が十分に向上せず、他の被験者に比べてシステムの効果が表れにくい被験者がいた。

7.2 アンケート結果

議論終了後に行ったアンケートの結果のうち、Q1 と Q2 を表 4 と表 5 にそれぞれ示す。議論後のアンケートから、音声による個別指示システムの主観的な評価を考察する。質問に対する回答は、選択肢に丸をつける方式で行った。質問は 5 件法で回答してもらった。5 件法は、「5. とても

表 4 Q1 アンケート結果の平均と標準偏差

質問	平均	S.D.
Q1-1 普通の議論の場で活発に発言をする	3.44	0.96
Q1-2 個別指示無しの議論 (1 回目の議論) で活発に発言をした	3.69	1.01
Q1-3 個別指示有りの議論 (2 回目の議論) で活発に発言をした	3.50	0.97
Q1-4 普通の議論の場であまり発言をしない	2.56	0.81
Q1-5 個別指示無しの議論 (1 回目の議論) であまり発言しなかった	2.25	1.00
Q1-6 個別指示有りの議論 (2 回目の議論) であまり発言しなかった	2.56	0.89

表 5 Q2 アンケート結果の平均と標準偏差

質問	平均	S.D.
Q2-1 個別指示無しの議論よりも自分の意見を発言できた	2.88	0.89
Q2-2 個別指示によって発言のハードルが下がったと感じた	3.00	0.97
Q2-3 個別指示によって発言を妨げられたと感じた	3.00	1.15
Q2-4 個別指示によって参加者全員の意見を聞けたと感じた	3.56	0.73
Q2-5 個別指示無しにおいて自分の意見が反映されたと感じた	3.94	0.57
Q2-6 個別指示有りにおいて自分の意見が反映されたと感じた	3.94	0.85
Q2-7 個別指示されることによってストレスを感じた	3.00	1.26
Q2-8 個別指示無しの議論よりも自分の意見を発言できなかった	2.69	0.87

そう思う」, 「4. そう思う」, 「3. どちらともいえない」, 「2. そう思わない」, 「1. 全くそう思わない」とした。Q2-4 に対して平均が 3.56, Q2-6 に対して平均が 3.94 となった。この結果から、被験者は個別指示システムに対して良い評価をもっていると考えられる。

一方で Q1-2 に対して平均が 3.69, Q1-3 に対して平均が 3.50 という結果から分かるように、議論における発言は個別指示システム有りよりも無しの方が活発である可能性が示唆された。また、Q2-1 に対しても平均が 2.88 という結果となり、システム無しの方が発言ができていたことが分かる。

Q1-1 に対して平均が 3.44 となった。この結果から、普通の議論に積極的に参加する被験者が本実験に多く参加した可能性が考えられる。本研究では議論の場で発言することに抵抗感をもつ参加者を支援対象としている。そこで、

表 6 下位群におけるアンケート結果の平均と標準偏差

質問	平均	S.D.
Q1-2 個別指示無しの議論 (1 回目の議論) で活発に発言をした	3.22	1.09
Q1-3 個別指示有りの議論 (2 回目の議論) で活発に発言をした	3.44	1.01
Q2-2 個別指示によって発言のハードルが下がったと感じた	3.22	0.97
Q2-7 個別指示されることによってストレスを感じた	3.22	1.30

表 7 上位群におけるアンケート結果の平均と標準偏差

質問	平均	S.D.
Q1-2 個別指示無しの議論 (1 回目の議論) で活発に発言をした	4.29	0.49
Q1-3 個別指示有りの議論 (2 回目の議論) で活発に発言をした	3.57	0.98
Q2-2 個別指示によって発言のハードルが下がったと感じた	2.71	0.95
Q2-7 個別指示されることによってストレスを感じた	2.71	1.25

「普通の議論の場で活発に発言をする」において 3 点以下の回答をした被験者 9 名を下位群、4 点以上の回答をした被験者 7 名を上位群としてアンケートの結果について考える。

下位群と上位群のアンケート結果の一部を表 6 と表 7 にそれぞれ示す。下位群と上位群のアンケートから音声による個別指示システムの主観的な評価を考察する。下位群に関して Q1-2 では平均が 3.22, Q1-3 では平均が 3.44 となった。この結果から、下位群において、個別指示システム無しに比べてシステム有りの方が発言しやすいという印象をもっていると考えられる。上位群に関して Q1-2 では平均値が 4.29, Q1-3 では平均値が 3.57 となり、上位群ではシステム無しの方が活発に発言できるという印象をもっていると考えられる。このことから、音声による個別指示システムは、普通の議論の場であまり発言をしない参加者の発言意欲を向上させる可能性が示唆された。

Q2-2 に対して、下位群と上位群それぞれの平均値は 3.22 と 2.71 となった。この結果からも、上位群に比べて下位群の方が個別指示システムによって発言意欲の向上がなされた可能性が示唆された。

一方で、Q2-7 に対して、下位群と上位群それぞれの平均値が 3.22 と 2.71 となった。このことから、下位群の参加者は、個別指示システムによって発言がしやすくなったという印象をもつと同時に、指示をされることにストレスを感じていると考えられる。

7.3 インタビュー結果

議論終了後、グループごとに自由に意見を出し合ってもらう形式で行った。そのため、議論参加者全員の意見が発言に反映されているわけではない。表8に「本実験の議論内容についてどのように感じたか?」の結果を、表9に「音声によって個別指示されることについてどのように感じたか?」の結果をそれぞれ示す。

表8 インタビュー結果（議論内容について）

グループ	インタビュー結果
グループ A	1 回目の議論内容の方が話すことが多かった。 みんなの意見が被らない内容の方が良いと感じた。 1 回目の議論は意見が被りにくかった。 2 回目は同じ意見がでやすかった。
グループ B	1 回目の議論の方が 2 回目の議論よりも多くの意見がでる内容だと思った。
グループ C	1 回目の議論ではたくさんの意見がでたように感じた。 1 回目の議論内容はふわっとしていて難しかった。 2 回目の議論は方向性がまとまりやすいつと感じた。
グループ D	1 回目の議論では深い話ができた。 2 回目の議論は話しやすかった。

表9 インタビュー結果（個別指示システムについて）

グループ	インタビュー結果
グループ A	個別指示されることで議論をしやすかった。 指示されることで考える事が増えた気がした。
グループ B	話そうと思った時に指示をされて戸惑う場面があった。指示されることで議論がスムーズに進んだ気がした。
グループ C	指示されることによって会話が円滑に進んだ気がした。
グループ D	指示で話すことを促されて、今自分は話してもいいんだと思えてやりやすかった。発言の手助けになっていると実感した。

表8に示した議論内容についてのインタビュー結果について考察する。「1 回目の議論内容はふわっとしていて難しかった」という回答から、1 回目に行った「オトナとは何か」の方が2 回目に行った「コロナ禍で飲食店を繁盛させるには」よりも難しい内容であるということが考えられる。また、「1 回目の議論ではたくさんの意見がでた気がした。」や「1 回目の議論では深い話ができた。」という回答から、「オトナとは何か」の内容について活発な議論が行えたことがわかる。「2 回目の議論内容は方向性がまとまりやすいつと感じた」や「2 回目の議論は話しやすかった」という回答から、話しやすい内容であることが分かる。一方で、「みんなの意見が被らない内容の方が良いと感じた。2 回目は同じ意見が出やすかった」という回答から、話しやすさではなく多様な意見がでる議論内容を求めている被験者がいることがわかった。

表9に示した個別指示システムについてのインタビュー

結果について考察する。「個別指示されることで議論をしやすかった。」や「指示されることによって会話が円滑に進んだ気がした」など、システムに対して好意的な意見が多くみられた。一方で、「指示されることで考える事が増えた気がした。」と「話そうと思った時に指示されて戸惑う場面があった。」という回答から、個別指示システムによって被験者に負担がかかる場面があったことがわかった。「指示で話すことを促されて、今自分は話してもいいんだと思えてやりやすかった」という回答から、消極的発話者に対しての個別指示の意図が、被験者に正確に伝わっていたことがわかった。

8. 考察

本システムでは、音声による個別指示を行うことで、議論における発言率向上を試みた。

本システムを用いることで、一時的ではあるが消極的発話者の発言率が向上した。この点について考察する。アンケートへの回答から、本実験には普段の議論の場で活発に発言する被験者もいれば、そうではない被験者も参加していたことがわかった。普段の議論の場で発言をあまりしない被験者は、発言することに恥ずかしさを感じることや、「自分が発言してもいいのだろうか」などを考え、自分の意見を主張することができない可能性が考える。また、発言を積極的に行っている参加者などからの問いかけや発言の促しに萎縮してしまい、自分の考えを発言することが難しくなることが考えられる。

アンケート終了後に行った個別指示システムについてのインタビューにおいて、「指示で話すことを促されて、今自分は話してもいいんだと思えてやりやすかった。」という意見があった。このことから、本システムによって自分の発話タイミングを理解し、「自分は発言してもいいのだろうか」などを考えることがなかったため、消極的発話者の発言につながったのだと考える。また、本システムの指示は、イヤホンを通じて音声で行ったため、他の参加者に自分がされた指示内容を聞かれることがなかった。全体の場で行われる指示であった場合、自分がシステムによって発言を促されていることを他者に知られることになる。この場合、参加者からの発言の促しと同様に萎縮してしまう可能性が考えられる。音声による個別指示はそのような他者からのプレッシャーなどを感じる事が少ないため、気軽に発言をすることができた可能性がある。

7.1 節において、個別指示を行ったにもかかわらず連続して消極的発話者と判定された被験者について述べた。そのような被験者にはアンケート結果に共通する点がある。「個別指示無しの議論よりも自分の意見を発言できた」という質問に対して2 点以下の回答をしている。また、「個別指示によって発言のハードルが下がったと感じた」という質問に対して同様に2 点以下、「個別指示によって発言

を妨げられたと感じた」という質問に対して4点以上の回答をする共通点がある。このことから、個別指示システムの効果が発言率に表れにくい被験者は、システムに対して非好意的であることが考えられる。

議論内容についてのインタビューから、本実験で行った議論内容について考察する。本実験において個別指示システムを用いたのは、2回目の議論である「コロナ禍で飲食店を繁盛させるには」のみであり、1回目の議論である「オトナとは何か」はシステム無しで行った。インタビューにおいて、「1回目の議論ではたくさんの意見が出たように感じた。」や「1回目の議論では深い話ができた。」など、1回目の議論は活発に議論が行われていたことが分かる。また、「2回目の議論は話しやすかった。」という意見があるのと同時に、「2回目の意見は方向性がまとまりやすと感じた。」という意見も得られた。このことから、2回目の議論では1回目の議論に比べて、まだ発言されていない新たな意見を考えることが難しかったのではないかと考える。

議論開始から時間が経つにつれて、グループ内の意見がまとまってくる。議論後半では、発言する新たな意見がなくなったため、1回目と比べて活発さを感じなかった可能性がある。消極的発話者に積極的に発言してもらうためには、多くの意見が発言され、考えられる議論内容が好ましい。今後は、個別指示システムを用いた議論内容についても、活発な議論が行われる内容か事前調査のうえで設定する必要がある。

本実験で用いた、音声による個別指示システムについて考察する。個別指示システムを用いることで消極的発話者の一時的な発言率向上を促すことができた。また、個別指示システムについてのインタビューにおいて、「発言の手助けになっていると実感した」という回答が得られた。このことから、消極的発話者に対して行った指示内容は適切であったと考えた。また、消極的発話者以外に指示を行った際、指示内容とは異なる反応を示した被験者がみられた。今後は、被験者が実行に移すことのできる、消極的発話者の発言率向上を目的とした指示を考案する必要がある。

9. おわりに

本研究では、発言することが得意ではない議論参加者を支援する音声による個別指示システムを提案し、評価実験においてシステムの有用性の評価を行った。本システムは、議論参加者の発言率に対して閾値を設定し、条件にあった指示をそれぞれの被験者に行った。評価実験を行った結果から、普段の議論の場で活発に発言をする被験者に比べて、普段の議論の場であまり発言をしない被験者の方がシステムに対して好意的である可能性が示唆された。

本実験では、被験者が指示を聞き逃すことを防ぐために、誰も発言していないタイミングで指示を行った。そのため、本システムを運用する際は、システムを動かす人物

が必要である。議論を学ぶ教育現場での運用を考えると、誰でも使用できることが望ましい。本システムを完全自動化し、様々な場面での運用に対応したシステムを実現することが必要であると考え。また、被験者の負担とならないように、指示内容の見直しも必要であると考えた。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP19K03175, JP21K02752, JP19H01710 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 多賀諒平, 呉健朗, 富永詩音, 宮田章裕. スリッパを用いた匿名フィードバックシステムの基礎検討. マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2018 論文集, pp. 427-431, 2018.
- [2] 市野順子, 八木佳子, 西野哲生, 小澤照ほか. 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.
- [3] 塩津翠彩, 高島健太郎, 西本一志. 消極的参加者に発言を促す手段を備えたチャット併用会議用コミュニケーションメディア. 情報処理学会研究報告, Vol. 2018-GN-104, No. 7, pp. 1-8, 2018.
- [4] J.M.DiMicco, A. Pandolfo, and W. Bender. Influencing-group participation with a shared display. In *Proceedings of the ACM Conference on Computer*, pp. 614-623, 2004.
- [5] 林佑樹, 小尻智子, 渡邊豊英ほか. 貢献への気づきを反映した議論支援インタフェース. 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 4, pp. 1461-1471, 2012.
- [6] 安達寛之, 明神聖子, 島田伸敬. Scoringtalk: 発話量の可視化と採点に基づき発話機会を調整するタブレットシステム. 情報処理学会 インタラクション 2015 予稿, pp. 306-311, 2015.
- [7] 石川誠彬, 岡澤大志, 江木啓訓. 発話の占有を通知する議論訓練システムの提案. 情報処理学会論文誌, Vol. 62, No. 1, pp. 64-77, 2021.