

累積発言率に基づく個別指示を用いた 消極的発話者の発言率向上手法

鍋谷 航平¹ 舟橋 涼¹ 江木 啓訓^{1,a)}

概要：グループ学習における議論のような場面では、学習者全員が自分の意見を持ち発言することが望ましい。しかし、議論の場において発言が一部の学習者に偏るという問題がある。本研究は、議論の場において発言が少ない消極的発話者の発言率を向上させることを支援する。このために音声による個別指示システムを提案する。評価実験として、1グループ4人の計3グループを対象として支援無し議論と支援有り議論の計2回の議論を行った。音声による個別指示を行うことで、支援無し議論において最も発言の少なかった学習者の発言率を向上させることができた。この結果から、学習者全員の意見が反映された議論展開へと繋がった可能性が示唆された。また、支援直後の消極的発話者の発言率の順位について、支援無し議論と比較して支援有り議論において、発言率の順位が一時的に向上することが分かった。このことから、個別指示支援が学習者の発言意識に影響を与えている可能性が考えられた。

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を行うグループ学習支援システムを提案する。

近年、教育の現場において目的・目標等を踏まえた資質・能力の育成が目指されている。これからの時代に求められる人間の在り方の1つとして、「他者に対して自分の考え等を根拠とともに明確に説明しながら、対話や議論を通じて多様な相手の考えを理解したり自分の考え方を広げたりし、多様な人々と協働していくことができる人間であること」が挙げられる [1]。議論を行うことは、人間が獲得すべきスキルの1つとして位置づけられる。

グループ学習における議論のような場面において、発言が一部の学習者に偏るという問題がある。学習においては成果や結論だけでなく、学習者全員が自分の意見を持ち、発言することが望ましい。しかし、このようなグループによる議論を支援する際に、学習者全員に対して問いかけや発言の促しを行うことにより学習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。

提案するグループ学習支援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、議論全体の発言の偏りを解消することを目的とする。個別指示によって消極的発話

者を支援することに加えて、積極的に発言をする学習者の発言を抑制することで、発言の偏りをなくする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、他の学習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

これまでに議論支援の研究として、様々なシステムが開発されてきた。その1つに、振動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した研究がある [2]。しかし、提示対象者が潜在的話者や現行話者に限られるという問題がある。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。また、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 [3]。この研究も同様に、振動による支援であるため、限られた情報しか提示することができない。しかし、フィードバックを匿名とすることで、議論をより良いものとするという結果を得ている。このことから、他者に支援内容を共有しない本研究も、一定の効果を期待することができる。

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 [4]。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報告している。本研究と同様に、議

¹ 電気通信大学 大学院情報理工学専攻

^{a)} hiro.egi@uec.ac.jp

論に対して消極的な参加者の支援に焦点を当てている。しかし、参加者に対して発言のリクエストを行うという支援に限られる。本研究は音声による個別指示支援を行うことにより、議論の状況を反映させた具体的内容の支援が可能である。

また、参加者の議論における参加度を共有する研究がある [5]。この研究ではマイクによる音声入力から、発言率をディスプレイを用いて可視化している。発言の少ない参加者が、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。本研究では、発言率などの学習者の情報の提示は行わない。情報の共有を行わないことで、他者の目を気にすることなく支援を受けることを可能とする。

イヤホンを用いた音声による個別指示によって参加者を支援する研究がある [6]。支援によって消極的発話者の発言率が向上したとしている。本研究とは異なり、直前の発言率を用いて消極的発話者を判定している。このため、一時的に発言率が向上した場合でも、議論全体では発言率の向上に繋がらないという課題がある。本研究では累積の発言率を用いて消極的発話者を判定することで、議論全体の発言率を評価する。

3. 個別指示による発言率向上手法

3.1 研究仮説

議論やグループディスカッションでは学習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、ある学習者は多くの発言をし、ある学習者は全く発言しないといったように、発言が一部の学習者に偏るとい課題がある。そのため、発言の少ない学習者の発言率が向上し、積極的に参加できるようになることが求められる。

発言率が偏るとい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中で学習者に助言をしなければならない。他の学習者のいるままで、助言をされることに不快感を覚える学習者がいることや、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支援手法を提案する。個々の学習者に対して音声による個別指示を行うことにより、他の学習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、全体での可視化のように、他の学習者と議論の状況に関する情報は共有しない。これにより、学習者が不快感を感じる事が少ないと考えられる。

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。全体での指示に対しては、自分以外の学習者行動を期待する可能性がある。個別

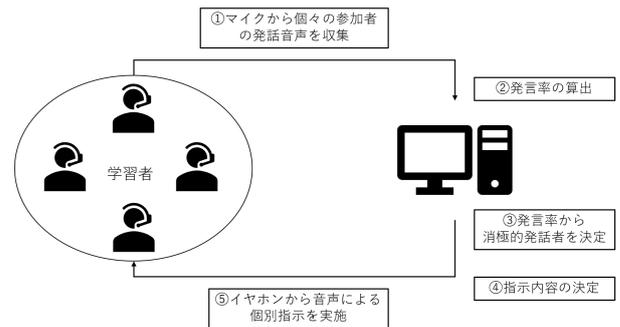


図 1 個別指示システムを運用した議論の全体構成

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。

それぞれの学習者に、個別指示を定期的に行う。これにより、特定の学習者が発言を継続することを防ぐ効果や、発言の少ない学習者に発言の機会を多く与える効果が期待できる。本研究では、発言の少ない学習者に発言を促しながら、積極的な学習者の発言を抑制することを目的とした指示を行うことによって課題解決を試みる。

3.2 消極的発話者の定義

1章でも述べたように、議論やグループディスカッションを行う際、発言が一部の学習者に偏るとい課題がある。これは参加する学習者の議論に対する積極性に違いがあることが原因であると考えられる。本研究では議論に参加する学習者の中で、議論を開始してから現在までの累積の発言率が最も低い学習者1人を消極的発話者と定義する。消極的発話者の発言率を向上させることによって、課題を解決する。累積の発言率とは、全学習者の発言時間の合計を分母としたとき、ある学習者の発話時間を分子に置き、その比を百分率で表したものである。この時、誰も発言をしていない時間である、無音時間を考慮しない(以下、累積の発言率を発言率とする)。学習者の発言率はリアルタイムで測定、算出をおこなっているため、議論中に消極的発話者と判定される学習者が変更されることが考えられる。

4. システム設計

本研究は、学習者の特徴量の算出に利用する発話収集デバイスと、音声による支援を行うための個別指示デバイスの2つを利用して行う。学習者それぞれの発言率をリアルタイムで算出、消極的発話者を判定することによって、学習者それぞれに支援を行う。本システムを運用した議論の全体構成を図1に示す。

4.1 議論参加者の装着型の発話収集デバイス

各議論参加者の特徴量の算出と、議論内容の取得のために、ウェアラブル端末を用いて議論の場における発話収集を行う。発話の収集に用いるウェアラブル端末は、ワン

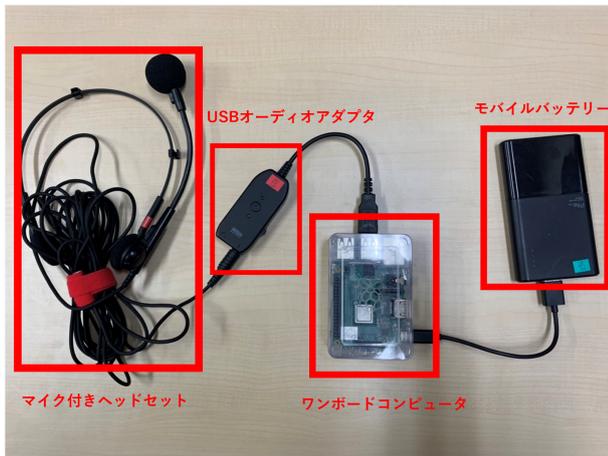


図 2 発話収集デバイス

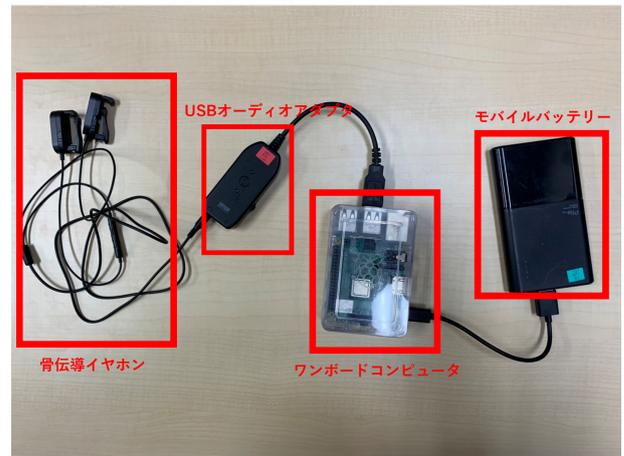


図 3 個別指示デバイス

ボードコンピュータに指向性マイク付きヘッドセットとモバイルバッテリーを接続したものである。ワンボードコンピュータと指向性マイク付きヘッドセットはUSBオーディオアダプタを経由して接続されている。ワンボードコンピュータに指向性マイク、モバイルバッテリー、USBオーディオアダプタを接続したデバイスを図2に示す。発話の非言語情報の収集は、Pythonのライブラリであるpyaudioで行う。発話収集データはモノラル、量子化精度は16bit、サンプリングレートは48000Hzである。

4.2 議論参加者の装着型の個別指示デバイス

議論参加者に行う個別指示で使用するデバイスについて述べる。各参加者に個別指示を行うために、ウェアラブル端末を使用する。個別指示に用いるウェアラブル端末は、ワンボードコンピュータに骨伝導イヤホンとモバイルバッテリーを接続したものである。ワンボードコンピュータと骨伝導イヤホンはUSBオーディオアダプタを経由して接続されている。個別指示に骨伝導イヤホンを用いることによって、指示内容を正しく聴き取りながら議論内容も聴き取ることが可能である。音声による個別指示を収録したものをWAVファイルとしてワンボードコンピュータ内に保存しておく。個別指示は、Pythonのライブラリであるpyaudioで行う。ワンボードコンピュータに骨伝導イヤホン、モバイルバッテリー、USBオーディオアダプタを接続したデバイスを図3に示す。また、発話収集デバイスと個別指示デバイスを装着した様子を図4に示す。

4.3 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、ワンボードコンピュータに接続した骨伝導イヤホンを通じて行う。骨伝導イヤホンを用いて個別指示を行うため、指示を聞きながら議論に参加することが可能となる。

個別指示は一定のタイミングで議論中に複数回行う。4.1

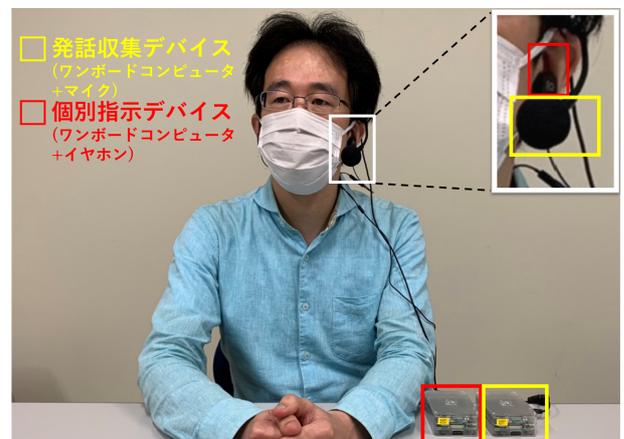


図 4 デバイスを装着した様子

節の発話収集デバイスにより、単位時間ごとに参加者の発言率を算出し、発言率が最も低い学習者を消極的発話者と判定する。実験者には単位時間ごとに各学習者の発言率と、消極的発話者とそれ以外の学習者の組み合わせによって、指示番号が通知される。4.2節の個別指示デバイスをWiFiを通じてサーバと接続し、各学習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。実験者は学習者に指示するタイミングを統一するため、指示番号が通知されてから5秒後に個別指示デバイスに転送を行う。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、骨伝導イヤホンを通じて各学習者に指示を行う。

4.4 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。各学習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学習者で異なる。指示内容は全て消極的発話者の発言率を向上させることを目的として設計されている。消極的発話者には自ら発言できるように促す指示を行い、その他の学習者には消極的発話者に発言の機会を与えるように促す

表 1 指示内容

消極的発話者に対する指示	消極的発話者以外の学習者に対する指示
思いついたことを発言してみませんか	真正面の人に意見を聞いてみませんか
	真正面の人に考えを聞いてみませんか
	真正面の人に質問してみませんか
誰かの意見に質問してみませんか	右側の人に意見を聞いてみませんか
	右側の人に考えを聞いてみませんか
	右側の人に質問してみませんか
誰かの意見に対して感想を言ってみませんか	左側の人に意見を聞いてみませんか
	左側の人に考えを聞いてみませんか
	左側の人に質問してみませんか



図 5 議論の様子

表 2 評価実験のパターン

議論回数	議論のテーマ	支援の有無
1 回目	幸せとは何か	無
2 回目	思いやりとは何か	有
1 回目	幸せとは何か	有
2 回目	思いやりとは何か	無
1 回目	思いやりとは何か	無
2 回目	幸せとは何か	有
1 回目	思いやりとは何か	有
2 回目	幸せとは何か	無

5.2 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 12 名である。12 名は 4 名 1 グループとし、計 3 グループで実験を行った。

本実験では、20 分間の議論を 2 回行った。議論のテーマは「幸せとは何か」と「思いやりとは何か」とし、2 回の議論のうちどちらか一方で提案システムを用いて議論を行った。実験群では、発言率を用いて決定された消極的発話者の発言率向上を目的とした支援を 120 秒間隔で、計 9 回行った。

支援システムの有無だけではなく、議論のテーマや回数による影響を受けることが考えられるため、表 2 に示すような 4 パターンの組み合わせからランダムで評価実験を行った。議論の様子を図 5 に示す。

6. 結果・考察

評価実験では支援無し議論と支援有り議論の計 2 回を行った。以下、実験を行った 3 グループについて、グループ 1, 2, 3 として扱う。また、12 名の被験者について、A~L として扱う。

最終的な発言率の累積値についての結果を示して考察する。各グループの議論終了時における、最終的な発言率の累積値を表 3 に示す。表 3 より、支援がなかった場合に最も発言率の小さかった学習者 B, H, K の発言率が、本シ

指示を行う。

個別指示支援を行うことによって、議論の妨げにはならない。学習者に対する負担を小さくするために、より具体的な指示を行う。例えば、「誰かの意見に対して感想を言ってみませんか」という指示により、どのような内容で発言をするのか提示する。また、「真正面の人に意見を聞いてみませんか」という指示により、どの学習者に話を振るのか提示する。これは、個別指示を踏まえた今後の自分の行動を思案する負担を軽減することを目的としている。学習者は今後の行動や発言を思案する負担が小さくなり、より円滑な議論の実施が期待される。

消極的発話者とその他の学習者に行う個別指示の内容を表 1 に示す。

5. 評価実験

5.1 実験目的

本研究では、他者に内容を聞かれない音声による個別指示システムを用いて消極的発話者に発言の促しを、それ以外の学習者には消極的発話者に発話機会を与えることを促すことで、議論全体の発言の偏りを解消可能であるかを調査するために評価実験を行った。議論は支援無し議論と支援有り議論をそれぞれ 1 回、計 2 回行った。

表 4 消極的発話者としての支援回数と発言順位向上回数

グループ	被験者番号	発言順位向上回数/判定回数 (統制群)	発言順位向上回数/支援回数 (実験群)
1	B	2/9	5/7
2	H	3/9	6/7
3	K	3/9	7/8

システムの支援によって6~8%向上していることが分かる。これは、一定の間隔で何度も支援を行ったことや、他の参加者からの発言の促しによって、発言の機会を得ることができたからだと考えられる。

本研究の目的は、議論の場において発言の偏りを解消することである。1グループ4人の場合、最もバランスの良い発言率は、学習者それぞれの発言率が25%となることである。最終的な発言率の累積値を見ると、発言の偏りを解消できたとは言えない。これは、消極的発話者と積極的な学習者とは、発言に対する意識の違いが影響していることが考えられる。本システムによる支援や他者からの発言の促しによって、発言に繋げることができているが、積極的な学習者よりも多くの発言をすることは難しいという可能性がある。発言の偏りが解消できていない一方で、個別指示支援によって消極的発話者の発言率が向上しているという結果が得られた。このことから、支援無し議論に比べて、支援有りの議論の方がより学習者全員の意見が反映された議論となっていることが考えられる。

次に、支援直後の学習者の発言率の変化についての結果を示して考察する。5.2節でも述べたように、20分間の議論中、120秒間隔で計9回の支援を行った。各グループにおける、最も多くの回数消極的発話者と判定された学習者について、支援直後の120秒区間に発言率の順位が向上した回数について表4に示す。全てのグループにおいて、9回の支援のうち7回または8回の支援を同じ学習者が受けていることが分かる。このことから、個別指示支援によって発言率向上に繋がっているものの、消極的発話者と判定されなくなるほどの発言を行うことはできず、発言の偏りを解消するには至っていないということが分かる。一方で、支援直後の120秒区間のみでは、支援を行うことによって発言率の順位を多くの回数向上させていることが分かる。また、これに比べて、支援無しの議論における同じ区間の発言順位向上回数は少ないことが分かる。このことから、発言率を大きく向上させるような影響はなかったものの、消極的発話者の発言する意識に影響を与えている可能性が考えられる。

7. 今後の展望

本実験では、Wizard of Oz法を用いて、実験者が手動で個別指示を行った。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。そのため、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

表 3 両議論における累積の発言率 (20分)

グループ	発言率	支援無し	支援有り
1	Aの発言率 [%]	19.15	12.86
	Bの発言率 [%]	3.05	9.80
	Cの発言率 [%]	19.45	18.25
	Dの発言率 [%]	58.35	59.09
2	Eの発言率 [%]	26.14	23.65
	Fの発言率 [%]	26.88	29.41
	Gの発言率 [%]	38.63	30.30
	Hの発言率 [%]	8.35	16.64
3	Iの発言率 [%]	33.62	31.99
	Jの発言率 [%]	34.21	34.47
	Kの発言率 [%]	6.42	12.30
	Lの発言率 [%]	25.75	21.24

テムを実現することが必要であると考えられる。

また、消極的発話者の支援内容についても改善の必要があると考えられる。本実験では、消極的発話者の発言率が向上し、参加者全員の意見が反映された議論が展開された一方で、発言の偏りの解消という目的を達成できていない。本研究によって、消極的発話者に発言機会を与え続けるという支援方法での知見を得ることができた。今後は、他者に内容を聞かれない音声による個別指示システムの特徴を活かした、より多角的な支援が求められる。

8. おわりに

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。評価実験として、1グループ4人の計3グループに対して支援無し議論と支援有り議論の計2回の議論を行った。

音声による個別指示を行うことで、支援無し議論において最も発言の少なかった学習者の発言率を6~8%向上させることができた。この結果は、議論全体の発言率の偏り解消に繋がっていない一方で、学習者全員の意見が反映された議論展開へと繋がった可能性が示唆された。また、支援直後の消極的発話者の発言率の順位について支援無し議論に比べて支援有り議論の場合、多くの回数順位を向上させることが分かった。このことから、発言率を大きく向上させるような発言は行えずとも、学習者の発言意識に影響を与えている可能性が考えられる。

今後はシステムの自動化と消極的発話者の支援方法の改善に取り組む。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 19K03175,

21K02752, 21K18527, 22K02951 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 新しい学習指導要領等を目指す姿：入手先
(http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryu/attach/1364316.htm) (2015.11).
- [2] 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, Vol60, No.4, pp.1171-1183(2019).
- [3] 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, 情報処理学会マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2018 論文集, pp.427-431(2018).
- [4] 塩津翠彩, 高島健太郎, 西本一志ほか：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, 研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN), pp.1-8(2018).
- [5] DiMicco, J.M., Pandolfo, A. and Bender, W.: *Influencing group participation with a shared display*, Proceedings of the ACM Conference on Computer, pp.847-850 (2004).
- [6] Nabetani, K., Muraoka, T., Ishikawa, N. and Egi, H.: *Introducing a Discussion Support System using Individual Audio Instruction to Activate Passive Members*, IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education, pp.550-557(2021).