

協調的議論において発言状況を可視化するシステムの開発

岡澤 大志¹ 大山 涼太^{2,†1} 江木 啓訓¹

概要：本研究では、協調的議論における発言状況の可視化を行い、学習者に提示するシステムを提案する。協調的議論を客観的に振り返ることで、問題解決やコミュニケーション能力、批判的思考力の向上が期待できる。そこで、グループ活動における発言情報から、発言状況を可視化して学習者に提示する。これにより、自身の役割や貢献を理解できるよう支援する。実験から、議論中に誰も発言していない無音時間の割合は学習者の主観と実際の結果に差があることが明らかになった。一方で、システムによる振り返りを行った後の議論においては、被験者が判断した無音時間の割合が正解に近づいた。これらの結果から、非言語情報を用いて発言状況を可視化することによる支援の有用性を示した。

1. はじめに

近年、教育現場において、学習者に能動的な学習を促すためにグループ活動の導入が進められている。グループで議論を行い、客観的に振り返ることで、問題解決やコミュニケーションの能力、および批判的思考力の向上が期待されている [1]。グループ活動はアクティブラーニングを構成する要素の一つとして位置付けられる。

しかし、アクティブラーニングでは、グループ活動の個人の貢献を測ることが難しい、グループ活動への積極性が失われてしまうなどの問題点が挙げられる [2]。これらの問題は、活動後にグループ内での話し合いによる振り返りを行うことで改善されると考えられている。

グループ活動では、学習者による客観的な振り返りが困難である。グループ活動におけるふるまいや役割を振り返る手法として、学習者同士の相互評価や映像の記録、専門家による観察などがあげられる。しかし、これらは学習活動の客観的な評価ではない、時間やコストの観点から日常的に実施することが難しいなどの欠点がある。

そこで、グループ活動における発言情報から、発言状況の可視化を行い、学習者にフィードバックすることで、自身の役割や貢献を理解できるように支援を行う。そのため、学習者が議論を振り返るための発言状況を可視化する

システムを開発した。本システムを用いることによって、自身の発言状況を客観的に把握し、議論における役割や貢献を振り返ることが可能になると考えられる。また、議論に参加した学習者が客観的な評価を行うことにより、議論の改善を促すことができると考えた。

2. 関連研究

グループワークにおける発話パターンを定量的に分析している研究がある [3]。学習者による発話のデータとアンケートから、それらの関係性についてグループ単位での分析を行っている。これにより、全員が平等にグループワークに参加している時に高い達成感や満足感が得られることを明らかにした。しかし、この研究は発言データの分析を全て手作業で行っているため、本研究のデータの分析方法として用いることができない。

協調学習に参加している学習者の発言データをもとに、教員や学習者自身がコミュニケーション活動を評価する手法の提案がある [4]。この手法では、電子掲示板の議論内容と個々の学習者との関係を、コレスポネンス分析を用いて可視化している。その結果、議論における学習者自身と他者、学習キーワードとの関係を明示できた。しかし、定量的な情報を提示できていないため、学習者間の関係性に関する誤解を招く可能性がある。そこで、議論における学習者の貢献度を定量化することが重要とし、貢献度の推定を試みた研究がある [5]。この研究では、音声データをもとに議論における学習者の貢献度の推定が可能としているが、議論全体の内容を評価していない。また、学習者に貢献度を提示することも行っていない。

議論状況をスマートフォンのみで提示する研究がある [6]。

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

² 電気通信大学 情報理工学部 総合情報学科
Department of Informatics, The University of Electro-Communications

^{†1} 現在、株式会社シー・キューブド・アイ・システムズ
Presently with C³Systems Corporation

この研究では、スマートフォンのマイクを用いて距離情報から話者を推定し、発言状況をリアルタイムで可視化できるアプリケーションを作成している。しかし、このアプリケーションが議論にどのような影響を与えるか検証を行っておらず、本研究の目的である議論の支援を行っていない。

上記のいずれの研究においても、議論における被験者の主観的な評価との比較を行っていない。本研究では、学習者の発言状況を特徴量として算出し、客観的な状況を提示する。これにより、学習者自身の主観的な印象と照合し、複数の観点からの議論の振り返りを支援することを目的としている。

3. 発言状況に基づく振り返り支援

グループでの協調的議論を評価する観点には、言語情報および非言語情報がある [7]。言語情報として、発言の内容、発言の中に含まれる名詞の数などが挙げられる。非言語情報として、発言の割合、無音時間などが挙げられる。言語情報を取得することで、議論の内容を分析できる。しかし、取得した言語情報から文脈を正確に理解するためには、人間の判断を踏まえる必要がある。非言語情報を取得することで、学習者間のコミュニケーション、情報伝達力を評価できる。非言語情報の取得は、人間の判断を踏まえる必要がないため、自動分析を行うことが可能である。

本研究では、グループ活動における発言状況の可視化を行い、学習者が自身の役割や貢献を理解できるように支援を行う。我々は、議論終了直後にシステムによる議論の振り返りの支援を行うことが重要だと考えた。そこで、非言語情報のみを扱い、特徴量を算出した。それぞれの特徴量について定義を示す。この際、議論において発言の途中に一定時間の間を置いて話すことが想定される。そのため、発言交代回数については、発言者が交代していない場合でも一定時間沈黙が続いた場合は1回と数えることにした。

表 1 特徴量一覧

特徴量	算出方法
発言率	議論の合計時間に対して個々の学習者が発言した時間の割合
発言回数	発言者の交代または一定時間沈黙が続いた回数の合計
無音率	議論の合計時間に対してどの学習者も発言していない時間の割合

4. システム設計

4.1 ハードウェア構成

各学習者の発言率を算出するために、ウェアラブル端末を用いて学習者の議論における発言状況の取得と録音を行う。本研究で用いるウェアラブル端末はワンボードコン

ピュータに指向性マイクのついたヘッドセット、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はの Raspberry Pi 3B を用いる。ヘッドセットはサンワサプライ株式会社の MM-HSUSB13BKN を、モバイルバッテリーにはエレコム株式会社の DE-M04L-3015 を用いる。また、Raspberry Pi 3B は、一般的なノート PC と比べると非常に小さく、モバイルバッテリーでも駆動する。そのため、持ち運びがしやすく、教室で行う授業や講義や課外活動におけるグループワーク中においてもシステムの運用が可能である。上記のウェアラブル端末を装着した様子を図 1、システム構成図を図 2 に示す。



図 1 ウェアラブル端末を装着した様子

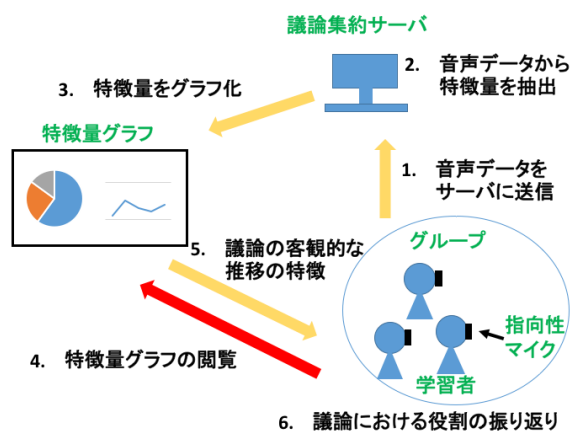


図 2 発言状況可視化システム

4.2 提示手法

算出された特徴量を元に、Python の matplotlib を用いて議論状況図を作成した。提示された図の例を図 3 に示す。発言率は割合の文字表示と円の大きさによって示されており、発言状況によって大きさが変化するようにしてい

る。円の内部には上から順番に各学習者の発言率、発言回数の数値が表示されている。また、単位時間ごとに、発言状況可視化の図を表示できるようにしており、議論時間に沿った振り返りが可能である。

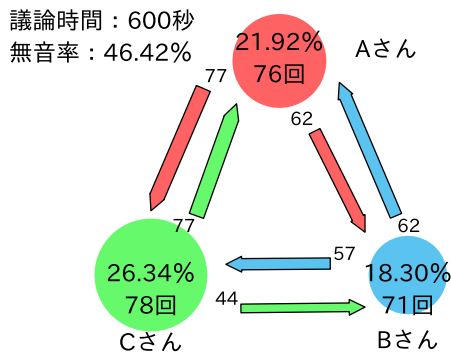


図 3 議論状況を可視化した図

5. システム評価実験

5.1 実験目的

発言状況可視化システムの算出した特徴量と、被験者の主観評価にどの程度差があるか確認するために評価実験を行った。被験者は理工系の大学4年生および大学院1年生18名である。18名を3名ずつのグループに分けて計6グループとし、議論を行ってもらい発言状況可視化システムを運用する実験を行った。

まず「自動運転は普及するかどうか」というテーマで議論を行い、次に「義務教育の教科書は電子化されるかどうか」というテーマで議論を行った。それぞれの議論の後で特徴量を用いて議論状況図を作成した。議論状況図は、片方の議論の振り返り時のみ提示を行い、発言状況可視化システムが振り返りにどのような変化を与えるか調査した。

5.2 特徴量の主観評価のアンケート

被験者に自身を含むグループ全員の発言状況について評価を行った。この際、議論状況図を見ることでシステムの算出した特徴量の値がわかるので、振り返り後のアンケートは先提示群は、2回目の議論、後提示群は1回目の議論のみでアンケートを行った。アンケートの項目はそれぞれ、0%から100%までで10%刻みで当てはまるものを1つ選択してもらった。アンケートの項目は以下の通りである。

- Q1** ディスカッション全体を100%としたときのそれぞれの参加者の発言時間の割合
- 1-1 自身の発言時間の割合
 - 1-2 他のメンバー1の発言時間の割合
 - 1-3 他のメンバー2の発言時間の割合

- Q2** ディスカッション全体を100%としたときのそれぞれの参加者の発言回数の割合

- 2-1 自身の発言回数の割合
- 2-2 他のメンバー1の発言回数の割合
- 2-3 他のメンバー2の発言回数の割合

- Q3** ディスカッション全体を100%としたときの誰も発言していない時間の割合

6. 実験結果

各特徴量についてシステムが算出した値と議論の振り返りの前後アンケート結果の比較を行った。ここで比較した値は、5.2で述べたように、先提示群は2回目の議論の振り返りの前後、後提示群は1回目の議論の振り返りの前後のアンケート結果とシステムの算出値である。

被験者が自身を評価した発言率を図4、他の被験者を評価した発言率を図5にそれぞれ示す。議論における発言率では、30%程度発言している被験者が多いことがわかる。振り返り前のアンケートでは、30%~40%発言していると答えた被験者が多かった。また、システムと振り返り前後の被験者評価において中央値が大きくずれておらず、発言率をある程度捉えているが分かる。

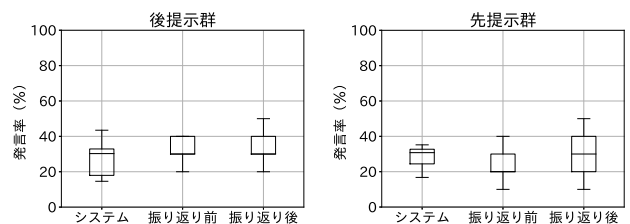


図 4 被験者が自身を評価した発言率の比較

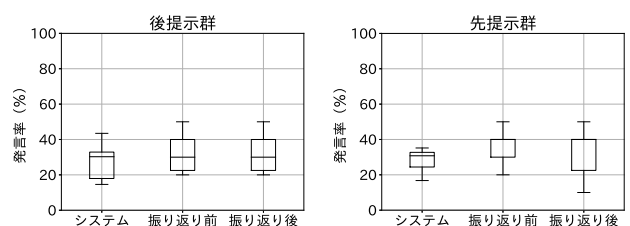


図 5 被験者が他の被験者を評価した発言率の比較

次に、被験者が自身を評価した発言回数の割合を図6、他の被験者を評価した発言回数の割合を図7にそれぞれ示す。なお、アンケートでは発言回数を割合で聞いているため、システムの値は各被験者の発言回数を被験者全体の発言回数で割った値とした。発言回数については、後提示群については、システムを使用しなくても自身だけでなく他の被験者の発言回数の割合も捉えられている。一方、先提示群は、振り返り前には発言回数の割合を捉えられておらず、振り返りを行うことで自身の発言回数の割合を捉えられるようになった。

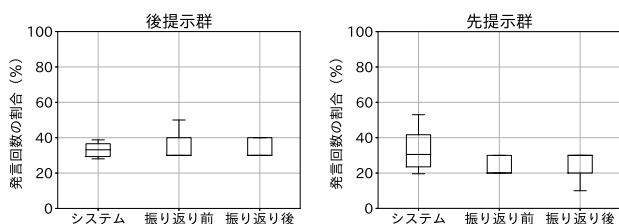


図 6 被験者が自身を評価した発言回数の割合の比較

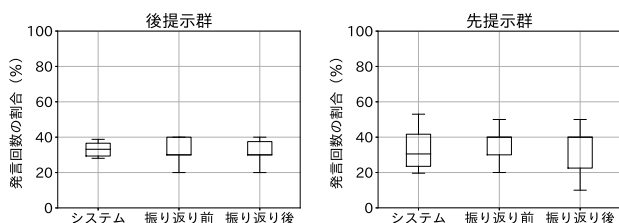


図 7 被験者が自身を評価した発言回数の割合の比較

最後に、被験者が評価した無音率を図 8 に示す。無音率については、議論状況図を提示する順番で差が見られた。後提示群は振り返りの前には無音率を捉えることができず、振り返り後はある程度捉えられるようになった。一方、先提示群は振り返りの前に無音率を捉えられていた。

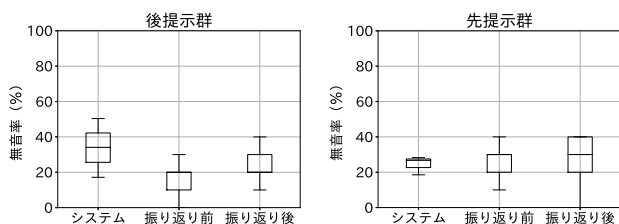


図 8 被験者が評価した無音率の比較

7. 実験考察

議論の印象についてのアンケートでは、発言率、発言回数、無音率について被験者がどの程度把握できているかを確認した。その結果、発言率はシステムの有無に関わらず、ある程度正確に把握することができることがわかった。一方で発言回数は被験者ごとの認識の差が大きく、議論の振り返りを行った後でも正確に把握することが難しいことがわかった。無音率については、先提示群のみがある程度把握できていた。これは、後提示群は 1 回目の議論では議論状況図を見ていないため客観的な情報として無音率を認識することがなく、無音率を把握する手段がなかったためと考えられる。一方で、後提示群は 1 回目の議論の時に議論状況図を見ながら振り返りを行ったため、2 回目に行った議論の無音率を 1 回目の議論の結果と照らし合わせて、ある程度正確に無音率を把握することができたと考えられる。

被験者から、このシステムを用いて発言回数を見ることで、発言率が低い参加者も議論に貢献していることがわかったという意見があった。このことから、発言の交代回数を提示することで多面的な視点を持って振り返りが行えるよ

うになると考えられる。また、発言率の偏りと議論全体の評価が必ずしも一致していないことがわかった。ただし、無音率が 50% 以上であった議論について、充実した議論が行えたという被験者は存在しなかったため、無音率が大幅に高いと議論に対する評価を悪くすることがわかった。

8. おわりに

本研究では、議論における客観的な振り返りの支援を目的とした発言情報可視化システムを作成し、実際の議論での運用を行った。また、システムで取得できる発言状況と学習者の主観との比較を行い、学習者がどの程度発言状況を把握しているのか観察をした。

実験の結果、議論状況図を提示することで、発言率などの特徴量から議論の客観的な振り返り支援を行えることがわかった。本研究で開発した発言状況可視化システムは、被験者が把握することが困難な客観的な情報を提示できる。これにより、被験者は主観判断と照らし合わせて議論を評価し、議論全体の印象と他者の役割の推定を行うことができた。さらに、システムによる振り返りを行った後の議論では、被験者が判断した無音率が正解に近づいた。

今後は、継続して複数回の議論を行う実験を行い、議論状況図を即時に提示した場合と、一定時間経過後に提示した場合で、振り返りの内容が異なるかを検証していく。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17H02001 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 楠見孝, 田中優子, 平山るみ. 批判的思考力を育成する大学初年次教育の実践と評価. 認知科学, Vol. 19, No. 1, pp. 69-82, 2012.
- [2] アクティブラーニング失敗事例ハンドブック. <https://www.nucba.ac.jp/archives/151/201507/ALshippaiJireiHandBook.pdf>. 閲覧日:2018 年 01 月 30 日.
- [3] 澤崎敏文. アクティブラーニングにおけるグループワーク可視化手法の提案について. 仁愛女子短期大学研究紀要, No. 48, pp. 7-12, 2016.
- [4] 望月俊男, 藤谷哲, 一色裕里, 中原淳, 山内祐平, 久松慎一, 加藤浩. 電子会議室の発言内容分析による協調学習の評価方法の提案. 日本教育工学会論文誌, Vol. 28, No. 1, pp. 15-27, 2004.
- [5] 高木正則, 河合直樹, 大信田侑里, 鈴木雅実, 木村寛明. 発言に含まれる特性語の出現頻度に基づいた協調学習時の貢献度推定手法の提案と評価. 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ (TCE), Vol. 4, No. 1, pp. 70-82, 2018.
- [6] Pascal Bissig, Jan Deriu, Klaus-Tycho Foerster, and Roger Wattenhofer. Rtds: real-time discussion statistics. In *Proceedings of the 15th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, pp. 267-271. ACM, 2016.
- [7] Daniel Gatica-Perez. Automatic nonverbal analysis of social interaction in small groups: A review. *Image and vision computing*, Vol. 27, No. 12, pp. 1775-1787, 2009.