

発言機会を均等にする議論訓練システムにおける提示手法

岡澤 大志^{1,a)} 石川 誠彬² 江木 啓訓^{1,b)}

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、学習者にリアルタイムで提示するシステムを提案する。我々はこれまでに学習者に議論状況を提示することで、議論に影響を及ぼすか調査を行ってきた。その結果、議論に参加する学習者が発言状況を可視化した図を見ることで、議論における立ち振る舞いを変化させることがわかった。しかし、参加者全員の発言状況を可視化する手法は、学習者がシステムによって評価されていると感じさせて、一部の学習者に不快感を与えることが明らかになった。これに対して、本研究では議論への影響を及ぼしつつ、学習者に不快感を与えにくい議論状況の可視化手法を提案する。LED ライトとスピーカーを組み合わせた議論状況を可視化するデバイスを作成し、影響を検討する実験を行った。その結果、作成したデバイスが先行研究で発生した不快感を与えにくいと考えられることがわかった。

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が活用されている。このような活動の背景には、協調学習の導入が進められていることがある。協調学習は、学習者がグループの中でお互いに教え合い、協力しながら学習を進めることで、互いの知識理解を深め合う相互依存的な学習である [1]。協調学習の一つとして、グループで議論を行うことで学習する協調的議論がある。協調的議論を行い、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 [2]。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。

文部科学省は、アクティブ・ラーニングは「教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称。学修者が能動的に学修することによって、認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る。発見学習、問題解決学習、体験学習、調査学習等が含まれるが、教室内でのグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワーク等も有効なアクティブ・ラーニングの方法である」と定義している [3]。

一方で、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く、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 [4]。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できると考えられている。しかしながら、現在行わ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を行うことが困難である。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。ただし、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。

このような問題を解決するために、我々はこれまでに発言状況可視化システムの開発を行ってきた [5][6]。また、議論を振り返る際に、議論の状況を表した図（議論状況図）を提示することで生じる影響を調査した。その結果、実際の議論の状況と被験者の主観的な評価に差があることがわかった。

しかし、発言状況可視化システムによって議論の振り返り方法に働きかけることはできたが、議論の進め方そのものに影響を及ぼしてはいない。そこで、振り返り時ではなく、議論中に介入を行うシステムを提案する。リアルタイムに議論状況を提示するシステムを開発し、学習者が議論中の発言の機会を均等化する能力を身につけることを目標とする。このため、開発するシステムによって必ずしも議論の成果が上がるとは限らない。議論の訓練を行うためのシステムであるため、発言状況の可視化手法は容易に理解できる方法とする必要がある。

¹ 電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻

² 電気通信大学 情報理工学部 総合情報学科

a) okazawa@uec.ac.jp

b) hiro.egi@uec.ac.jp

2. 関連研究

日常的な環境で発言状況をリアルタイムで可視化する手法として、スマートフォンの内蔵マイクを用いて発言状況を可視化したグラフを作成する研究がある [7]。この研究では、会話に関する参加、相互作用の統計を生成するためのアプリケーションである RTDS を開発して、運用実験を行っている。特殊なハードウェアに依存することなく、スマートフォンだけで発言状況を可視化できるとしているが、話者の座席位置や距離に条件があるといった制約がある。また、可視化手法が議論にどのように影響を与えるのか検証を行っていない。

議論状況を直感的に可視化する手法として、対面型共同学習を支援するための対話型テーブルを開発した研究がある [8]。この研究では、議論における学習者の参加状況が不均衡にならないように、発言の割合に基づいて専用の机に LED を点灯する。学習者は机に表示される LED を見ることで、参加のバランスが取れているかどうかを確認することができる。学習者が LED を見ることと、LED の表示を邪魔と感じる学習者が少なかったことが明らかになった。しかし、発言状況の均衡が重要であると考えている学習者に対して、LED による可視化だけでは期待通りの発言の均衡を保つことができなかった。また、参加率の低い学習者の一部は、可視化される内容について不満に感じていた。

これらの研究は、発言状況を割合に基づいて可視化して学習者に提示している。また対話型テーブルの研究 [8] の研究では、参加状況を均衡にしようと試みている。しかし、議論の訓練という観点からの影響の検証は行っていない。我々は、発言機会を均等にするファシリテーション能力を身につけることを目的とする議論訓練システムを開発する。

3. 発言状況に基づく議論訓練

本研究は、学習者の発言機会を均等にすることを目的として、議論に参加する学習者が訓練を行うシステムを構築する。協調的議論のプロセスを学習の機会とするためには、全ての学習者が議論に参加できることが望ましい。発言機会を均等にするためには、議論中に全ての学習者が発言状況の一部を明確に把握できる必要があると考えた。

3.1 リアルタイムの議論支援

議論に参加する学習者の訓練のために、議論中に発言状況の可視化を行う。グループ活動における発言に基づいて、可視化した発言状況を学習者に提示する。これによって、自分自身やグループ全体の議論状況の理解を支援する。

これまでの研究を踏まえて、可視化する発言状況の特徴量の算出を非言語情報のみから行う [5][6]。文脈を正確に把握した議論の分析のためには、発言内容を人間が解釈す

るプロセスが必要である。非言語情報のみを用いることにより、人間の判断を必要とせずにシステムによるリアルタイムの議論支援を行うことができる。

3.2 特徴量の定義

議論中の無音率と各学習者の発言率 [6] を、議論の特徴量として用いる。この 2 つの特徴量を提示して学習者が自分自身とグループ全体の発言状況を把握することで、学習者の行動が変化すると考えた。また、システムを用いることによって、学習者が議論中の発言の機会を均等にできるようになるか調査する。そのために、議論における発言回数と発言交代回数 [6] を用いる。この 2 つの特徴量を用いて対話状況を把握して、各学習者が発言を行っているかを確認することができると考えた。

それぞれの特徴量の定義を以下に示す。

発言率

議論時間に対する学習者の発言時間の比を発言率とする。発言率を提示することによって、学習者が自分の意見を十分に述べているか確認できると考えた。

発言回数

学習者が議論中に発言を行った回数を発言回数とする。話者の交代が行われていない場合であっても、発言後一定以上の無音があった場合に一回としてカウントする。発言回数によって、自分が意見を述べた回数、あいづちなどの議論に参加している意思を確認できると考えた。

発言交代回数

議論中に話者の交代が行われた回数を発言交代回数とする。交代が行われた際、交代元の話者と交代先の話者を記録し、それぞれの組み合わせの発言交代回数を特徴量として用いた。これにより、相手の発言に対する意見を述べられていると考えた。

無音率

議論時間に対してどの学習者も発言していない時間の比を無音率とする。これにより、議論がどの程度活発に行われていたかを確認できると考えた。また、時間経過での無音率の増減を見ることで、議論の盛り上がりの推移を確認できると考えた。

4. システム設計

これまでに開発した発言状況可視化システム [6] をベースとして、学習者の人数に制約なく、議論の形式や内容に依存することのない議論訓練システムを構築する。議論における音声の録音には、Raspberry Pi に指向性 USB マイクを接続した構成のウェアラブル端末を用いる。また、可搬式の議論集約サーバを用いて、ウェアラブル端末の制御とデータ収集を行う。本研究で開発するシステムは、議論

状況を推定するための特徴量をリアルタイムに計算して表示する。議論訓練システムの全体構成を図1に示す。

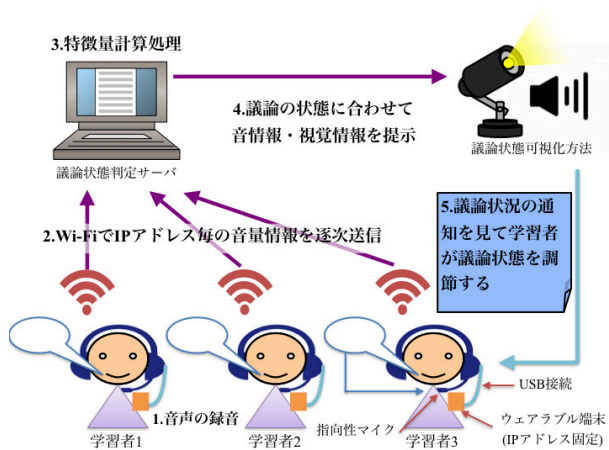


図1 議論訓練システムの全体構成

議論状況の学習者への通知は、視覚情報を用いたLEDライトと、聴覚情報であるスピーカーからの音声を組み合わせで行う。以下に通知の方法を示す。

光による通知

LEDライトは常時点灯しており、無音率の高低によって色が変化する。無音率が閾値未満だと青色、閾値よりやや高いと緑色、閾値より大幅に高いと赤色が点灯する。

音声による通知

学習者全員に聞こえる位置にスピーカーを設置する。学習者の間で発言率に偏りがある場合、システムが発言率の高い学習者の名前を通知して、発言交代を促す音声を自動再生する。

特定の学習者の発言率が高い場合に、その学習者の発言に割り込むために聴覚情報で通知する。発言率の高い学習者が自分自身の状況を把握することで、他の学習者に発言機会を与えることができるようになる考えた。

また、無音率が高い場合は、議論が活発ではないと考えられる。このような状況においては、視覚情報で通知する。LEDライトの光を見ることによって、グループ全体での無音率が高いことがわかるため、グループ全体に発言を促せると考えた。作成した通知デバイスを図2に示す。

通知デバイスは、LEDライト、スピーカー、Raspberry Piの3つで構成される。LEDライトは、Raspberry PiにGPIOで接続して制御する。光による通知がグループ全体に見えるように、LEDライトはスピーカー側面の4方向に設置して、PLA樹脂のカバーを取りつけた。バッテリー式のスピーカーはフォンコネクタで接続され、Raspberry Piで音声を出力する。学習者の氏名を含む音声通知のために、合成音声ソフトであるOpen JTalkを使用した。

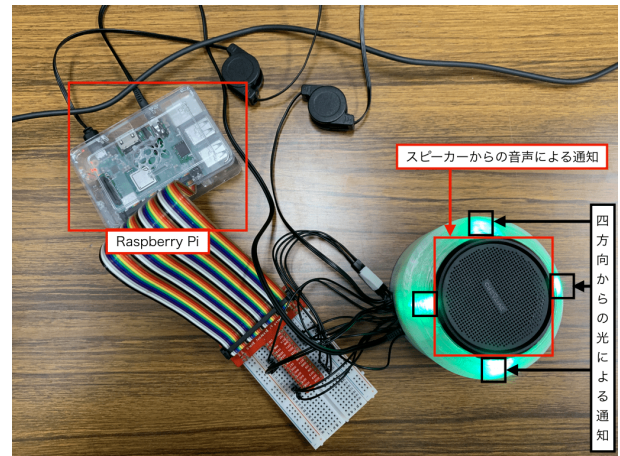


図2 議論状況通知デバイス

5. 通知デバイスの検証実験

5.1 実験手順

議論訓練システムを運用するにあたって、議論状況通知デバイスの構成が適切であるかを検証する必要がある。先行研究[6]で確認された議論状況の可視化が与える不快感が発生しないか、作成したデバイスによる通知が議論の参加者にどのような影響を与えるかを調査する。

大学および大学院生4名1グループ(被験者A, B, C, Dとする)を対象として10分間の自由議論を2回行った。議論のテーマは以下の2つを用いた。

- (1) 大学入試センター試験は必要か
- (2) 国語、数学、英語、理科、社会のうち1つをなくしたらどれか

議論中に、光および音声による通知を行った。発言状況は20秒単位で計算され、その時点の発言率と無音率によって通知が行われる。これは、発言の意味的な区切りが20秒ごとであるとしている研究[9]を参考として決定した。光による通知は、20秒単位で変化する。また、音声による通知は、20秒ごとに判定が行われる。直前の20秒の無音率が53%より大きい場合は赤色、30%から53%の場合は緑色、30%以下の場合は青色のLEDが点灯する。音声による通知は「Aさん(被験者の姓)、ほかのひとにはなしをふってください」のように、被験者の姓を含めた合成音声の再生によって行った。実験の前に、「光による通知」と「音声による通知」がされること、その方法について説明した。それぞれの通知の閾値は自由に議論を行った先行研究[5]の発言率と無音率の平均値と標準偏差を元に決定した。それぞれの議論の直後に「光による通知」と「音声による通知」についての印象をインタビューによって調査した。

5.2 実験結果

インタビューで得られた回答を表1に示す。また、1回目と2回目の議論それぞれにおける発言率、発言回数、他

表 1 議論状況通知デバイスに対する印象

通知方法	議論回数	感じたこと
光による通知	1 回目	色が変わると焦る
		赤色になって話してもなかなか青色にならない
	2 回目	1 回目より赤色が少なくてあまり気にしなくなった
		赤色が気になって緑色と青色はあまり気にならない
音声による通知	1 回目	他の人の話を遮る可能性がある
		ちょうど話終わった時に話をふってくださいと言われた
	2 回目	あまり発言しなかったのに話をふるよう通知されたので嬉しい
		その場の発言状況ではなく議論全体の状況で通知してほしい

者への発言交代回数，無音率を表 2 に示す．1 回目と 2 回目の議論それぞれにおける発言率，発言回数，他者への発言交代回数，無音率を表 2 に示す．

表 2 各特徴量の結果

議論	被験者	発言率	発言回数	発言交代回数	無音率
1 回目	A	20.02	46	108	45.45
	B	15.63	33	101	
	C	29.10	51	117	
	D	21.17	48	105	
2 回目	A	20.15	35	82	46.51
	B	12.16	25	67	
	C	25.29	36	111	
	D	24.51	63	130	

「あまり発言しなかったのに話をふるよう通知されたので嬉しい」などの回答結果から，学習者が音声による通知によって議論に対する印象を変化させたことがわかる．また，「赤色になって話してもなかなか青色にならない」「赤色が少なくて光による通知をあまり気にしなくなった」という意見があったことから，光による通知が被験者の議論における振る舞いに影響を与えていることがわかる．これらのことから，議論状況可視化デバイスが被験者に影響を及ぼしたことはわかった．

議論全体を通しての意見として，1 回目と比べて 2 回目の方が議論の題目として話しやすかったという意見があった．しかし，表 2 の発言率に有意な差があるか対応のある 2 標本の t 検定を行ったところ，有意差は見られなかった．また，先行研究 [6] と同様の不快感は報告されなかった．しかし，この通知デバイスを用いることで，議論にどのように影響するかを検証していない．このため，議論における通知デバイスの使用の有無で比較する必要がある．

6. おわりに

本研究は，議論状況通知デバイスを作成し，学習者が議論中の通知に対してどのような印象を受けるかを調査した．議論訓練システムを用いることによって，発言機会を均等にすることを目的としている．その結果，議論状況可視化デバイスが学習者に影響を与えることが分かった．

今後の課題は，議論訓練システムの導入によって議論状

況が変化するかを検証することである．発言の機会が均等であることは，発言時間の割合が均等であることと必ずしも一致しない．このため，発言回数による検証を行う．特徴量をリアルタイムに提示する実験群と，提示しない統制群それぞれによる議論を複数回行った上で比較する．

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] Heimo H. Adelsberger, Kinshuk, and Jan Martin Pawlowski. *Handbook on Information Technologies for Education and Training*. Springer Publishing Company, Incorporated, 2nd edition, 2010.
- [2] 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.
- [3] 21 世紀スキル 文部科学省.
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1296728.htm.
閲覧日:2018 年 10 月 9 日.
- [4] 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 10 月 9 日.
- [5] 岡澤大志, 大山涼太, 江木啓訓. 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. マルチメディア、分散、協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2018) 論文集, pp. 633–636, 2018.
- [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. 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018 論文集, pp. 1–6, 2018.
- [7] Pascal Bissigy, Jan Deriuy, Klaus-Tycho Foerstery, 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.
- [8] Khaled Bachour, Frederic Kaplan, and Pierre Dillenbourg. An interactive table for supporting participation balance in face-to-face collaborative learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Vol. 3, No. 3, pp. 203–213, 2010.
- [9] 古賀裕之, 谷口忠大. 発話権取引: 話し合いの場における時間配分のメカニズムデザイン. 日本経営工学会論文誌, Vol. 65, No. 3, pp. 144–156, 2014.