

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

岡澤 大志^{1,a)} 大山 涼太^{2,†1,b)} 石川 誠彬^{2,c)} 望月 俊男^{3,d)} 江木 啓訓^{1,e)}

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、学習者に即時に提示するシステムを提案する。我々はこれまでに学習者が議論を振り返る際に発言状況の可視化を行い、自身の役割や貢献を理解できるよう支援してきた。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。そこで、協調的議論における発言情報から、発言状況を議論中に可視化して学習者に提示する。これにより、学習者の活動内容に変化が生じるか調査する。システムが議論に及ぼす影響について調査した結果、議論に対する被験者の主観的な評価と議論状況に中程度の相関が見られた。

Effect of a real-time visualization of speech conditions on motivation to participate in discussion

TAISHI OKAZAWA^{1,a)} RYOTA OYAMA^{2,†1,b)} NARUAKI ISHIKAWA^{2,c)} TOSHIO MOCHIZUKI^{3,d)}
HIRONORI EGI^{1,e)}

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 [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されると考えられている。しかし、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

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

³ 専修大学 ネットワーク情報学部
School of Network and Information, Senshu University

^{†1} 現在、株式会社シー・キューブド・アイ・システムズ
Presently with C³I Systems Corporation

a) okazawa@uec.ac.jp

b) ryota_oyama@c3is.co.jp

c) ishikawa-egilab@uec.ac.jp

d) tmochi@mochi-lab.net

e) hiro.egi@uec.ac.jp

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, 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, 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, 本研究では振り返り時ではなく, 議論中に発言状況を提示可能な発言状況可視化システムを提案する。これにより, 発言状況可視化システムが議論にどのように影響するかを調査した。また, システムを用いて行った実験において, 議論中の発言状況と参加意欲の関係について分析した。

2. 関連研究

2.1 批判的思考力

批判的思考 (critical thinking) とは, 論理的, 客観的で偏りのない思考であり, 自分の推論過程を意識的に吟味する反省的思考である [7]。クリティカルシンキングを身に付けるための方法として, 議論と同時に自分たちの議論を評価するメタレベルの議論も並行して行うインフュージョン(導入)的アプローチがある [8]。その他のアプローチとして, ライティング・リーディング・プレゼンテーションなどの学問リテラシー教育, 論理学教育, 批判的思考に特化した教育において, 批判的思考スキルを明示的に教えるジェネラルアプローチがある [2]。本研究では, 短期間でグループ学習を行うことを考慮し, インフュージョン(導入)的アプローチでの実験を行う。

2.2 対話分析に関する研究

学習者の対話分析の方法として, 発言のネットワークを用いたものがある [9]。品詞を見分ける形態素分析を利用することによって, 学習者の発言のつながりを捉えることを試みている。その結果, 発言数の高い学習者が全体の傾向を大きく決定していると示している。この研究では, 対話の分析, 貢献度の評価を目的としているが, 本研究の要件としている非言語的な要素を取り入れていない。

また, 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 [10]。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。

ワールドカフェ形式の対話ワークショップにおいて, 発話交代を定量的に集計して分析した例がある [11]。その結果から, ワールドカフェにおいては, 特定の者を中心に話が進むことがあるが, これは満足度の低さに繋がっていることを指摘している。また, グループワーク内の対話において, 各学習者の発言が占める割合を基にグループ編成を行う手法を提案した研究がある [12]。グループ組み換えの結果, 発言率が增加するという効果が一部の学習者に見られたが, 学習者の発言支援は行っていない。

対話を分析するシステムとして, 人同士の実世界におけるインタラクションを様々なセンサを用いて記録・分析する環境である IMADE がある [13]。このシステムでは, 映像, 音声, 移動, 視線および生体反応といったデータを統合的に計測している。しかし, 実験室の環境における測定であり, このシステムを日常生活環境に応用することは困難である。さらに, 実験的な状況から, 日常生活環境の自然さをより重視する方向の重要性が指摘されている [14]。我々が目標としているのもそのようなアプローチの対象の一つであり, グループ学習における対話を阻害しない分析手法を確立することである。

人間の行動を阻害しない人間行動計測システムとして, ビジネス顕微鏡があげられる [15]。このシステムでは実空間における人間行動データを自動的に収集し, 実用的に人間行動を大規模計測・収集可能としている。その結果, 特定の2人のコミュニケーションの頻度などの情報の可視化ができる。しかし, 赤外線ビーコンなど設置型のデバイスが必要となるため, 据付を前提とせず運用することは困難である。また, 会話が合ったことは分かるが, 話者の交代は即時に判断できないため, 議論の評価に用いることが難しい。

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 [16]。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 [17]。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。

上記のいずれの研究においても, 本研究の目的である客観的情報をもとにリアルタイムで議論を振り返るということを対象としていない。また, 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, 学習者の発言状況の特徴量として算出し, 議論中に客観的な状況を

提示する。これにより、学習者が議論中に客観的情報を元にして議論の進め方を改善できることを目標としている。

3. 発言状況に基づく議論支援

3.1 言語情報と非言語情報

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 [18]。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、声の高さ、韻律などが挙げられる。我々は、非言語情報には会話を構成する情報である発言の割合、発言の回数も含まれると考えた。そこで、本研究においては、発言の割合、発言の回数などの情報を非言語情報に含まれるものとして用いた。

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、議論では自由な発言が行われるため、会話の意味的内容を自動的に分析するためには、文脈を理解する必要がある。また、取得した言語情報から文脈を正確かつ完全に理解するためには、人間の判断を踏まえる必要がある。一方で、非言語情報、特に発話に関する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。

3.2 リアルタイム議論支援

我々は、議論中に発言状況を可視化することが重要だと考えた。このために、グループ活動における発言情報から、可視化した発言状況を学習者に提示することで、自身やグループ全体の議論状況を理解できるように支援を行う。本研究では、特徴量の算出を非言語情報のみから行った [5][6]。これにより、人間の判断を踏まえた発言内容に基づく議論の分析を行う必要がないシステムとした。そのため、議論中にシステムによる議論の支援を行うことができる。

3.3 特徴量の定義

それぞれの特徴量について定義を示す。

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、相手の意見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. システム構成

これまでに開発した発言状況可視化システム [5][6] を発展させて、議論終了後ではなく議論中に議論状況図を提示できるシステムを構築した。議論における音声の録音には、先行研究と同様に、ウェアラブル端末である Raspberry Pi に単一指向性 USB マイクを接続したものをを用いる。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する。さらに計算された特徴量を議論状況図として議論の参加者に提示する。

データの取得方法を以下に示す。単一指向性マイクに入力された被験者の音声から、音量情報を抽出してサーバに送信する。各 Raspberry Pi から集約した被験者の音量情報から、発言の有無（発言状態）を判定する。この際、発話状態とみなす発言の長さは、マイクに 1 秒以上の音声入力があった場合とした。各学習者の発言状態から特徴量を算出し、可視化した図を学習者に提示する。システム構成図を図 1 に、システムのデータの流を図 2 にそれぞれ示す。

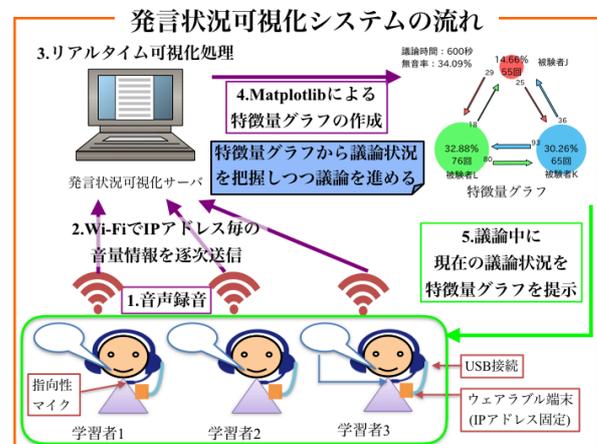


図 1 発言状況可視化システム

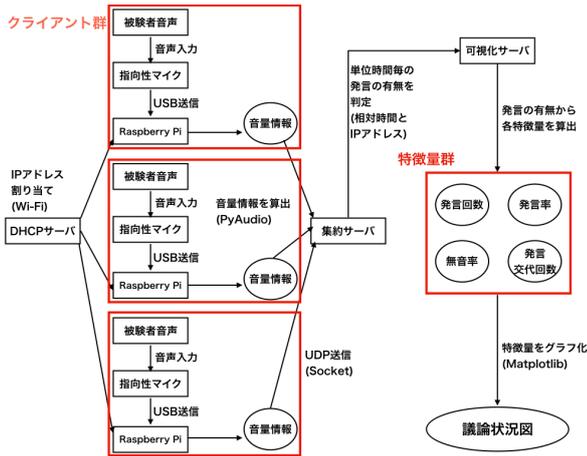


図 2 データの流れ

リアルタイムでの表示を実現する方法として、議論状況図をブラウザで表示する手法を用いた。議論状況図は議論集約サーバで5秒ごとに生成され、ブラウザに表示される。議論状況図の生成と同時にブラウザを更新することで、5秒ごとに更新される議論状況図を提示可能とした。学習者は設置されたディスプレイを見ることで、リアルタイムに議論状況を確認することができる。実験における議論中の被験者および機器のレイアウトを図3、本実験で提示する議論状況図の一例を図4にそれぞれ示す。



図 3 議論中の被験者および機器のレイアウト

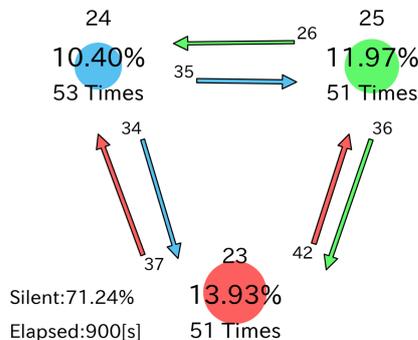


図 4 議論状況図

5. 実験方法

発言状況可視化システムが議論に与える影響を調査するための実験を行った。被験者は総合大学の学部4年生27名である。27名を3名ずつに分けて計9グループとした。発言の特徴量を取得するウェアラブルデバイスを身につけて、テーマについて一斉に議論する実験を行った。被験者には事前に議論状況図が示す特徴量とその見方について説明を行った。議論のテーマは以下の2つとした。

- (1) 「シアワセ」とは何か？
- (2) 「アコガレ」とは何か？

グループ毎に2つのテーマから1つを選択して、15分の議論を行った。議論終了後に被験者に議論について評価を行ってもらった。また、議論の印象について5件法で質問した。5は「とてもそう思う」、4は「そう思う」、3は「どちらともいえない」、2は「そう思わない」、1は「全くそう思わない」とした。Q2については、自分以外の参加者2人それぞれについて同じ質問を行った。

Q1 自身の議論の評価、印象について

- 1-1 議論は活発に行われていた
- 1-2 議論でグループの意見が1つにまとまった
- 1-3 議論は満足するものだった
- 1-4 議論に積極的に参加していた
- 1-5 議論で率先して発言できるようにした
- 1-6 議論で自分の意見を述べる事ができた
- 1-7 議論で相手の意見を聞く事ができた
- 1-8 議論で相手の意見に対して意見を述べた

Q2 今日一緒に議論をした人のことについて

- 2-1 議論に積極的に参加していた
- 2-2 議論で率先して発言できるようにした
- 2-3 議論で自分の意見を述べる事ができた
- 2-4 議論で相手の意見を聞く事ができた
- 2-5 議論で相手の意見に対して意見を述べた

このアンケートから、特徴量と議論の評価にどのような関係があるのか比較を行った。さらに、自分の役割、可視化システムに対する印象について自由記述欄を設けた。

6. 実験結果

特徴量の平均と標準偏差を表1に示す。

特徴量	平均	S.D.
発言率 (%)	11.32	8.19
発言回数 (回)	40.00	20.17
発言交代回数 (回)	39.85	21.54
無音率 (%)	70.43	11.00

先行研究 [6] と比べると全体的に発言率が低くなってい

た。特に、発言回数に対する発言交代回数の割合は大きく異なった。発言率、発言回数、発言交代回数は、同じグループ内でもばらつきがあった。

次に、アンケート結果の平均と標準偏差を表2に示す。

表2 アンケート結果の平均と標準偏差

質問	平均	S.D.	質問	平均	S.D.
Q1-1	3.74	0.86	Q2-1	4.35	0.73
Q1-2	4.04	0.76	Q2-2	4.13	0.80
Q1-3	3.78	0.85	Q2-3	4.33	0.64
Q1-4	3.59	0.84	Q2-4	4.41	0.66
Q1-5	3.48	0.75	Q2-5	4.02	0.90
Q1-6	4.00	0.68			
Q1-7	4.37	0.57			
Q1-8	3.48	0.94			

アンケートの結果は、どのアンケートも3よりも高かった。また、Q1-4~Q1-8はQ2のそれぞれの質問に対応しているため、Wilcoxonの順位和検定を行った。この際、Q2はグループの他の2人についての質問であるため、対応するQ1の質問はそれぞれ1人につき、2つずつとした。結果として、全ての項目で有意差が見られなかったため、被験者の主観的な評価とグループ内の他の議論参加者への評価には明らかな差はなかったと言える。

6.1 各特微量の相関

各特微量に相関があるかどうかを確認するために特微量ごとの相関係数を算出した。結果を表3に示す。

表3 各特微量の相関係数

特微量-特微量	相関係数	危険率
発言率-発言回数	0.92	0.000
発言率-発言交代回数	0.60	0.000
発言率-無音率	-0.51	0.000
発言回数-発言交代回数	0.70	0.000
発言回数-無音率	-0.45	0.018
発言交代回数-無音率	-0.54	0.004

危険率の割合から全てのパラメータで $p < 0.05$ が認められるため、相関係数の値は信用がある。発言率と発言回数には、強い正の相関が見られる。発言率と発言回数、発言回数と発言交代回数には、中程度の正相関が見られる。また、無音率のみ、他の特微量と中程度の負の相関が見られる。

6.2 議論中の発言状況と参加意欲の関係

学習者の参加度と積極性を測るための主観的な要素として、第5章で述べた被験者に行ったアンケートのQ1を用いた。具体的な対応は以下の表4に示す。

本研究では、議論への主観的な満足度や議論環境への貢

表4 アンケート結果の分類

分類	使用するアンケートの質問番号	最大値
参加度	Q1-3 + Q1-5 + Q1-7	15
積極性	Q1-4 + Q1-6 + Q1-8	15
議論評価	Q1の合計	40

献を参加度とし、積極的な発言態度を積極性と分類した。また、議論の評価にはQ1の全ての質問項目が関わっていると判断したため、議論評価は被験者自身に対する全てのアンケートを用いた。さらに、この3つの分類と各特微量の相関性を調査した。結果を表5に示す。

表5 アンケート結果と各特微量の相関係数

アンケート分類	特微量	相関係数	危険率
参加度	発言率	0.38	0.048
	発言回数	0.42	0.028
	発言交代回数	0.51	0.006
	無音率	-0.36	0.063
積極性	発言率	0.41	0.032
	発言回数	0.40	0.038
	発言交代回数	0.28	0.155
	無音率	-0.09	0.667
議論評価	発言率	0.43	0.024
	発言回数	0.47	0.012
	発言交代回数	0.50	0.008
	無音率	-0.33	0.090

危険率の割合が、積極性と発言交代回数および各アンケート分類と無音率以外において $p < 0.05$ となっているため、該当部分は信用がある。さらに該当部分の各アンケート分類と特微量には、中程度の相関が認められる。このことから、議論の特微量は被験者の主観的な評価に影響を及ぼすと考えられる。

7. 実験考察

7.1 各特微量について

各特微量の相関を調査した結果から、発言を行っている割合の多い被験者は発言回数の割合も多いと言える。本システムでは、対話的に意味のあると考えられる発言の回数を数えるために、発話入力時間は1秒以上としている。このことから、主たる統語構造と関係のない発言を除外するための発言入力時間として1秒以上という閾値にはある程度の適正があると考えられる。そのため、主たる統語構造と関係のないフィラーなどのごく短い発言は、発言回数として数えていない。しかし、フィラーなどのごく短い発言が協調的議論において重要な役割を担っているとしている研究[19]もあるため、短い発言を含めた発言回数と発言率の比較も行う必要がある。

7.2 被験者の主観評価

本研究では、被験者の主観による事後アンケートを議論における参加度、積極性、議論評価の3つの分類とし、各特微量との比較を行った。今回の分類方法では、分類項目ごとに対する各特微量の相関係数に大きな差がなかったため、適切なアンケート方法を調査する必要がある。

議論の振り返り支援を行う先行研究 [6] では、被験者が各特微量を捉えることは困難であるとしているため、リアルタイムに特微量を提示することで被験者の主観的な評価に影響を与えた可能性が考えられる。これを検証するために、今後は統制群を用意して特微量をリアルタイムに提示する群と提示しない群を用意し、比較実験を行う必要がある。

7.3 自由記述アンケート

アンケートの自由記述からは、「発言率が分かったので発言率の高い人が低い人に話を振るようにしていた」「発言の流れがわかるから会話がキャッチボールになっていることが分かった」という意見があった。このことから、発言状況をリアルタイムに可視化することは議論に影響を与えることが分かった。

一方で、可視化される特微量だけで議論の役割を判断されることに不快感を持っている被験者がいた。リアルタイムに可視化される特微量の選択と、可視化手法の改良について、今後検討を進めていく。

8. おわりに

本研究では、協調的議論において学習者が自身の状況を把握しつつ議論を進める支援を目的とした言情報可視化システムを提案し、システムが学習者の活動内容に変化が生じるか調査した。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、議論中の発言状況と参加意欲の関係について分析した。

実験の結果、被験者の主観的評価から、システムが議論に影響を及ぼしていることがわかった。本研究で提案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リアルタイムに提示することができる。この情報をリアルタイムに提示することで、被験者は自身の立ち振る舞いを調整していた。

今後は、継続して複数回の議論を行う実験を行い、議論状況図を用いて被験者の立ち振る舞いがどのように変化するか調査を進める。また、統制群を用意して特微量をリアルタイムに提示する群と提示しない群を用意し、比較実験を行う。

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] 大山涼太, 岡澤大志, 江木啓訓. 対話分析システムに基づく学習グループ編成支援の研究. 情報処理学会第80回全国大会講演論文集, 第4巻, pp. 41–42, 2018.
- [6] 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 (DICOMO2018) シンポジウム論文集, pp. 633–636. 情報処理学会, 2018.
- [7] Robert Hugh Ennis. *Critical thinking*, Vol. 14. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, 1996.
- [8] 道田泰司. 批判的思考教育の展望. 教育心理学年報, Vol. 52, pp. 128–139, 2013.
- [9] 大島純, 新原勇介, 太田健介, 大島律子. 協調学習のプロセスと個人の貢献を測定する試み. 日本教育工学会論文誌, Vol. 33, No. 3, pp. 333–342, 2010.
- [10] 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.
- [11] 根本啓一, 高橋正道, 林直樹, 堀田竜士. ワールドカフェ型のダイアログにおけるターンテイク構造と参加者の理解度の関係性の分析. 情報処理学会研究報告 情報セキュリティ心理学とトラスト (SPT), 第2012巻, pp. 1–8, 2012.
- [12] 江木啓訓, 久保田亘. 対話分析システムに基づく学習グループ編成支援の研究. 情報処理学会マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2017) シンポジウム, pp. 847–850, 2017.
- [13] 角康之. マルチモーダルデータを用いた会話的インタラクションの構造理解. 人工知能学会誌, Vol. 27, No. 4, pp. 405–410, 2012.
- [14] 高梨克也. 招待講演 マルチモーダルインタラクション分析の基礎と現代的課題 (音声)-(オーガナイズドセッション 多様な音声の認識・合成へ向けて). 第113巻, pp. 37–42, 2014.
- [15] 早川幹, 大久保教夫, 脇坂義博. ビジネス顕微鏡: 実用的人間行動計測システムの開発. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J96-D, No. 10, pp. 2359–2370, 2013.
- [16] 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.
- [17] 高木正則, 河合直樹, 大信田侑里, 鈴木雅実, 木村寛明. 発話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.
- [18] 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.
- [19] 水上悦雄, 山下耕二. 対話におけるフィラーの発話権保持機能の検証. 認知科学, Vol. 14, No. 4, pp. 588–603, 2007.