

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

江木 啓訓¹ 久保田 亘¹

概要：教育現場において能動的学修 (アクティブラーニング) を進めるために、学習活動へのグループワークの導入が進んでいる。しかし、実際にアクティブ・ラーニングの手法を導入した際に、全ての学習者がグループ活動において一様に能動的な学習態度を取ることは難しい。グループでのディスカッションにおいては、発言が多い学習者と少ない学習者ともに偏りが生じることがある。これにより、一部の学習者が積極的に発言できず、能動的な学習態度を取ることができないという問題がある。本研究は、グループワークにおけるこのような問題を解決するために、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「発言率」と定義し、発言率を計測する対話分析システムを開発した。さらに、システムによって得られた発言率を基にグループ編成を行う手法を提案し、学習者の支援に役立つか検証した。発言率の高い学習者同士、発言率の低い学習者同士のグループへの組み替えを行うことによって、発言の割合が高まった学習者がいたことを明らかにした。

A system for organizing group work based on dialog analyses

Hironori Egi¹ Wataru Kubota¹

1. はじめに

本研究は、グループワークにおいて学習者個人の発言が全体に対して占める割合を「発言率」と定義し、各々の学習者の発言率を計測する対話分析システムを開発した。これを用いて、得られた発言率を基にグループ編成を行う手法を提案し、学習者の支援に役立つか検証した。

学習者に主体的・能動的に学修に取り組みせるアクティブラーニングの形態が、大学教育の様々な場面に導入されつつある。また、知識獲得は動画を含めた教材で行い、対面の学習の場ではグループでのディスカッションや高度な問題解決を行うといった反転授業が実践されている。

このような活動は、学習者が能動的な態度で学習に臨むことを前提としている。しかし、実際にこのような手法を導入した際に、全ての学習者が一様に能動的な学習態度を取ることは難しい。例えば、グループで行う議論において、グループ内に発言が多い学習者と少ない学習者ともに偏りが生じてしまうことがある。本研究では、一部の学習者が積極的に発言できないといった問題は、グループ編成の

手法に起因していると考えた。一般的な授業や講義の場において、グループ編成は着席順、学籍番号順、その他の属性を考慮した構成などの方法で行われる。

着席順のように近隣の学習者とグループを組み合わせるメリットとしては、グループ編成の際の移動時間を短くすることができるという点が挙げられる。知り合いや友人同士が固まって座っている場合は、周囲と既に知識や文化的背景を共有しており、グループワークに入りやすいという点が挙げられる。一方で、毎回同じ学習者と組む可能性がある。グループの内の学習者が持つ知識や経験の多様性は、グループワークの過程に大きく影響する。毎回同じ学習者同士でグループを組み学習を行うことによって、良い結果が得られない可能性がある。

グループ内における対話分析の手法としては、グループワークにおける議論をビデオカメラやマイクを用いて記録し、スクリプトとして書き起こしたものをデータとすることが一般的である [1]。人間が対話を文章化することによって、発話の衝突や非言語的なメタ情報を観察して統合的に扱えることが利点であるが、書き起こしに時間と労力を要することや、作業者の主観性を完全に排することが困難であるといった点がある。

¹ 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

これに対して、グループワーク内の対話における各学習者の発言を計測する対話分析システムを開発した。更に、開発したシステムによって得られた発言率を基にグループ編成を行う手法を提案し、学習者の支援に役立つかを検証した。

2. 発言率に基づくグループ編成支援

学習者が積極的に発言できないことに対して、様々な理由が考えられる。例えば、議論の前提となる知識や、思考の訓練が不足しているといった要因が挙げられる。あるいは、発言を少数のモチベーションの高い学生に任せてしまうといった点も指摘されている。その他にも、本当は発言をしたいが、自分の発言がグループワークの進行の妨げになることを危惧して発言できないという学習者や、他の学習者が多く発言しており、発言する機会が得られないという状況も考えられる。

本研究は、グループワーク内で発言する意思があるにも関わらず発言の機会を得られない学習者を支援し、学習者が能動的な学習態度を取ることができることを目的とする。そのために、グループワーク中の発言率に基づいたグループ編成を提案する。

例えば、グループワークに参加する学習者が16名いて、4名ずつの4グループに分ける場合を仮定する。発言率の定義は「ディスカッション全体の時間に占める各個人の発言時間の割合」である。

最初に、学習者はそれぞれのグループでディスカッションを行う。発言率は、全体のディスカッション時間に占める各個人の発言時間の割合として計算される。学習者1~4の発言時間を $T_1 \sim T_4$ 、全体の発言時間を S とすると、学習者1~4の発言率は $\frac{T_1}{S} \sim \frac{T_4}{S}$ として計算される。

グループでの議論を行った後に、発言率が高い学習者同士、発言率が低い学習者同士でグループを組みかえ、再度グループワークを行う。発言率が低かった学習者同士が同じグループになることから、発言率の向上が期待される。また、発言率が高い学習者は、話し手から聞き手に回るといった効果が期待できる。

3. 関連研究

議論支援の手法として、ノートテイキングの導入がある。その一つとして、議論の中で他者の発言をノートに記述させ、ノートの内容を参加者全体に共有させるシステムの研究がある [2]。参加者は自分の発言が他者のノートに記録されたと感じることで、他者の理解に自身の発言が役立っている、他者に貢献していると実感し、効果的な議論につながる発言が誘発されるとしている。議論支援を目的とした研究であるが、グループ編成そのものは対象とはしていない。

グループワーク支援の手法としては、議論進行をモニタ

リングすることによって支援を行うシステムがある [3]。モニタリングした発言の「学習者が議論を好意的に方向づける影響力」を算出し、定量的に表示している。この影響度を「好意的発言影響力」と定義している。発言の影響度を会話中にリアルタイムで示すことによって、学習者は自身の他者に対する影響度を会話中に把握することができる。このことから、発言意欲を高めることができるとしている。これらも議論支援を目的とした研究であるが、グループ編成そのものは対象とはしていない。

グループワークにおけるグループ編成に関する研究として、個々の学習者の持つ人種などの属性の多様性を用いたものがある [4]。性別、人種、年齢、国籍、居住地域、宗教、興味関心、出席状況等の学習者の属性をクラスタリングし、講義においてグループ内の属性の多様性が最大となるようにグループ編成を行った結果、グループワークの改善において一定の効果が見られたとしている。しかし、比較的均質な属性の学習者集団には用いることができないという課題がある。

ワールドカフェ形式の対話ワークショップにおいて、発言交代を定量的に集計して分析した例がある [5]。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。我々は発言率を用いてこのような状態を検出した上で、回避することをシステムによって実現することを目指している。

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 [6]。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。さらに、実験室的な状況から、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 [7]。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に着目していると言える。

ウェアラブルセンサを学習コミュニティの分析に用いたものがある [8]。ビジネス顕微鏡のシステムを用いており、赤外線送受信センサと加速度センサを搭載した、首から提げられる名札型の機器を用いて、フィールドワークにおける身体的な動作や他者との対面の推移を用いている。軽量で活動を阻害することはないが、得られるデータに限られるという点がある。また、センサデータはドックへの接続を通じて集約しており、一日の活動が終わった後にデータを吸い上げている。このため、リアルタイムのデータ収集と支援には適さないという問題がある。

4. 対話分析システムとグループ編成手法

各学習者の発言率を算出するために、各学習者がウェアラブル端末を装着する。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 (Intel Edison) に指向性マイクの

ついたヘッドセット (SanwaSupply MM-HSUSB13BKN) を接続したものと、バッテリーで構成される [9].

ウェアラブル端末を用いて、発話音声の録音と分析を行う。録音の開始と終了、発言率の算出は各々の学習者が装着したワンボードコンピュータ上で処理し、発言率の値を無線 LAN を通じてグループ編成サーバに送信する。音声の分析は、「自身の発話部分と他メンバーの発話部分の判別」および「自身の発話部分の総時間の計測」の 2 種類を行う。話者の判別は、入力された発話音声の音量を基に行う。マイクが学習者の口元に位置するように装着しているため、自身の発話音声と相手の発話音声の音量には差が生じる。その差から閾値を定める。閾値以上であれば自身の発話部分となり、発言時間が計測され、学習者の個々の発言率を算出する。図 1 にシステム構成を示す。

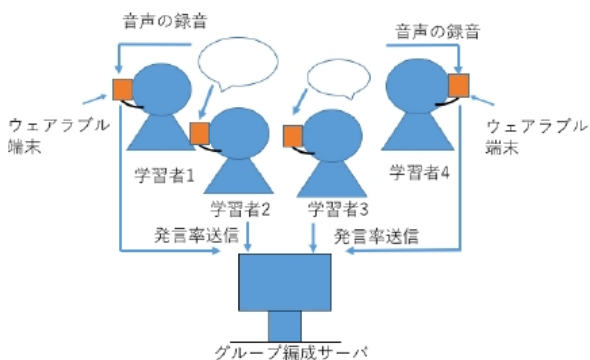


図 1 システム構成

例えば、16名の学習者 A から学習者 P までがウェアラブル端末を装着し、グループワークを行って各学習者の発言率を計測する場合を考える。発言率を算出する前のグループはランダムな編成 (group1~4) とし、ディスカッションを行った後に発言率をもとにグループ編成を組み替えることを想定する。各々のグループでの発言率が最も高かった学習者で構成されるグループ、2 番目に高かった学習者で構成されるグループ、3 番目に高かった学習者で構成されるグループ、最も低かった学習者で構成されるグループを編成する (group1'~4')。組み換え前のグループと、発言率に基づいてグループ編成を行う方法を図 2 に示す。グループ編成サーバは、条件に沿う組み替え案を提示する。

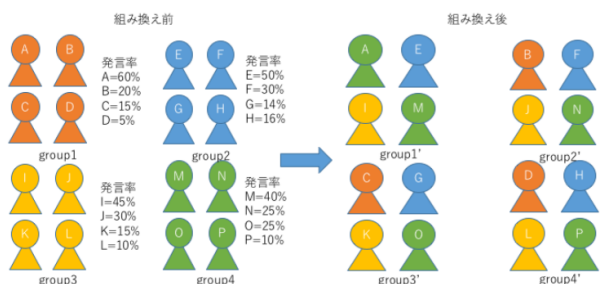


図 2 組み換え前と組み換え後のグループ編成

5. 評価実験

対話分析システムを用いたグループ編成による発言率の推移を観察するために、評価実験を行った。18 歳~24 歳の理工系大学生および大学院生の被験者 12 人を 4 人ずつの 3 グループにわけ、ウェアラブル端末を装着してもらった。まず、「在学している大学内にあると嬉しい施設・サービス」というテーマでグループディスカッションを行った。その後、算出された発言率を基にグループの組み換えを行い、「在学している大学の所在地にあると嬉しい施設・サービス」というテーマで再度グループディスカッションを行った。初期のグループ編成については、被験者の年齢や所属組織、ならびに初対面ではない被験者同士が偏らないように編成した。

6. 実験結果と考察

2 回のディスカッションで計測された発言率を表 1 に示す。発言率の増加が見られた被験者 B, I, J については、1 回目のグループディスカッションの際の発言率が全体の総平均より低かったため、システムによるグループ編成によって発言の機会が得られた被験者と考えられる。しかし被験者 K は、1 回目、2 回目ともに発言率が少なかった。

このことより、各グループから最も発言の多かった学習者、2 番目に多かった学習者、と集めてグループ編成を行うのではなく、全体で発言率の順位をつけ、上位から順にグループを編成する手法の方が、発言率の低い学習者への支援としては適していると考えられる。

表 1 発言率

発言率	ディスカッション 1 (S = 908sec.)	ディスカッション 2 (S = 914sec.)
$\frac{Ta}{S}$	0.232	0.212
$\frac{Tb}{S}$	0.315	0.289
$\frac{Tc}{S}$	0.231	0.044
$\frac{Td}{S}$	0.137	N/A
$\frac{Te}{S}$	0.216	0.148
$\frac{Tf}{S}$	0.181	0.060
$\frac{Tg}{S}$	0.200	0.173
$\frac{Th}{S}$	0.228	0.139
$\frac{Ti}{S}$	0.131	0.206
$\frac{Tj}{S}$	0.120	0.243
$\frac{Tk}{S}$	0.070	0.063
$\frac{Tl}{S}$	0.178	0.299
平均	0.172	0.171

また、1 回目のグループワークにおける各グループの学習者の発言率を平均した値を表 2 に示す。

この表より、各グループによって発言率の平均にばらつきがあり、グループによってディスカッションの活発さに差があったことがわかる。また各グループの発言率が最も

表 2 各グループの発言率の平均

グループ名	発言率の平均
group1	0.184
group2	0.206
group3	0.125

低かった被験者の発言率を比較すると、被験者 B が 0.135、被験者 F が 0.181、被験者 K が 0.070 と、同様にばらつきがあることがわかる。このことから、各グループで最も発言率が低かった被験者であっても、各グループ毎のディスカッションにおける発言率には差があり、最も発言率が低かった学習者を集めても、再度発言率に差が生じてしまう可能性がある。

そのため、各グループから最も発言の多かった学習者、2番目に多かった学習者、と集めてグループ編成を行うのではなく、全体で発言率の順位をつけ、上位から順にグループを編成する手法の方が、発言率が低い学習者にとって発言する機会が増えると考えられる。しかし、その場合同じグループに発言率が高い学習者、もしくは発言率が低い学習者が固まってしまう状況では、再度のグループ編成が成り立たなくなってしまう。そのため、再編成後のグループ構成は、編成前のグループ構成とある程度は同じメンバーを含まないといった条件の検討が必要となる。

また、参加者とは別の 3 名の被験者にディスカッションを観察してもらった。2 回のディスカッションについて、3 グループ全てを対象とした。ディスカッション後に、各グループの被験者を発言率が高いと判断した順に順位付けしてもらい、対話分析システムと比較した。

その結果、おおよそのグループにおいて被験者が観察してつけた順位と対話分析システムが算出した順位が合致しており、対話分析システムが人間が対話を観察する感覚と近い運用が可能であることがわかった。グループ 2 に関しては、被験者の観察結果とシステムの算出した結果に差異が多く見られたが、これはグループ 2 が全体的に発言率が高く、各グループメンバーの発言率が拮抗していた状態であったため、観察が難しかった可能性が考えられる。そういった観察による判断が難しい状況において、対話分析システムによる発言率の算出によって、対話の状況を客観的に判断できることが示唆された。

今回は一つの大きな教室に 3 グループと比較的少ないグループ数で実験を行ったため、人間による発言率の観察が容易であったが、実際の授業や講義の環境では更に多いグループ数であることが考えられ、そうした状況下で人間の感覚と近い運用が出来る対話分析システムの有効性が示唆された。

7. おわりに

本研究では、グループワークにおいて発言の割合の低い

学習者を支援するために、発言率に基づいてグループ編成を行うことを提案した。グループワーク中における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た対話分析システムを開発した。システムの評価や、発言率に基づいたグループ編成による学習者の発言率の推移を見るために、複数の被験者グループによるディスカッションを実施し発言率を算出した。算出された発言率に基づいて、システムの提案によるグループの組み替えを行った。

対話分析システムによるグループ組み換えの結果、発言率が増加するという効果が一部の被験者に見られたものの、発言率が低いままだった被験者もいた。今後の課題として、グループ編成の際のアルゴリズムを改良し、発言率の低い学習者に対しより効果的な支援を行うことのできるシステムを目指す。さらに、実際の講義や授業の場に近しい環境で実験を行い、システムの運用性をより向上させる必要がある。

謝辞

本研究の一部は、平成 27 年度電気通信大学研究活性化支援システム(新任教員研究支援)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 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: 発言のネットワークを用いた学習者の対話分析, 日本教育工学会論文誌, Vol.33, No.3, pp.333-342 (2010)
- [2] 林祐樹, 小尻智子, 渡邊豊英: 貢献への気づきを反映した議論支援インターフェース, 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.4, pp.1461-1471 (2012)
- [3] 小谷哲郎, 関一也, 松居辰則, 岡本敏雄: 好意的発言影響度を取り入れた議論支援システムの開発, 人工知能学会論文誌, Vol.19, No.2, pp.95-104 (2004)
- [4] Y. Pang, R. Mugno, X. Xue and H. Wang: Constructing collaborative learning groups with maximum diversity requirements, Proc. of the IEEE 15th Int'l Conf. on Advanced Learning Technologies, pp. 34-38 (2015)
- [5] 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キング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, 2012-GN-84(20), pp.1-8 (2012)
- [6] 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)
- [7] 高梨克也: 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, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.113, No.404, pp.37-42 (2014)
- [8] 多川孝央, 山川修, 田中洋一: 学習コミュニティ分析へのウェアラブルセンサの試用, 日本教育工学会研究報告, JSET15-1, pp.43-49 (2015)
- [9] 江木啓訓: グループ学習支援のためのウェアラブル対話分析システムの提案, 日本教育工学会第 32 回全国大会予稿集, pp.603-604 (2016)