

# 議論の活発さを反映した共起ネットワーク図の 提示による効果の検討

村岡 泰成<sup>1</sup> 石川 誠彬<sup>2</sup> 尾澤 重知<sup>3</sup> 江木 啓訓<sup>2,a)</sup>

概要：本研究では、多人数が受講する講義において少人数で行う議論を対象として、他グループの議論内容から活発さを反映した共起ネットワークを作成し、提示する手法を検討する。そのために、非言語情報を用いて対話の特徴を分析し、その議論状況を反映する。評価実験を実施して、支援後の議論において学習者の主観的評価と、講義担当教員の議論内容の評価それぞれに影響があるかを検証した。その結果、議論の活発さを反映させない共起ネットワークの方が評価が高い傾向にあった。これは、他グループの様々な議論で現れた内容の主題の中から、学習者が自身の選択して議論する方が質的に評価が高くなることを示唆している。

## Examination of the effect of co-occurrence network diagrams reflecting the active in discussions

TAISEI MURAOKA<sup>1</sup> NARUAKI ISHIKAWA<sup>2</sup> SHIGETO OZAWA<sup>3</sup> HIRONORI EGI<sup>2,a)</sup>

### 1. はじめに

近年、世界的に人工知能技術が急速に発達している。野村総合研究所によると、10年から20年後に日本の労働人口の約49%が就いている職業において、人工知能で自動化することが可能だと推定されている [1]。この発達に伴い教育現場において、人工知能による自動化の影響を受けにくい創造的問題解決能力を育ませることが重要視されている [2]。そのため従来のような知識の伝達を中心とする受動的な講義から、学習者が主体的に問題を発見し解を見いだしていく能動的学修、アクティブ・ラーニングへの転換が必要とされている [3]。

アクティブ・ラーニングの一つに、多人数が受講する講義において少人数で行う議論形式がある。議論において、

テーマに関する意見が学習者の類似した経験に基づいているという状況が考えられる。その場合、議論の展開に限りがあり、議論の活性化が難しい可能性がある。この問題を解決するために、グループ外の異なる意見や考え方を議論に取り入れることが必要である。これにより議論の幅を広げることが期待できる。

グループ外から異なる考え方を取り入れる手法として、グループ相互での話し合いやワークシートへの自由記述による共有、またはキーワードの提示などが考えられる。しかし、これらの手法は、発想を支援し議論を活性化させる点において課題がある。グループ相互での話し合いの場合、学習者の集中力や発表者の声量によって、発表者の発言内容を聞き逃す可能性がある。ワークシートへの自由記述による場合、情報量が多いため学習者が共有された議論内容を理解するために時間がかかる。キーワードを提示する場合、文脈が省かれるため、議論の全体像を把握することが難しい可能性がある。

よって本研究では、他グループの議論内容を短時間で読み取れて、かつ議論内容の単語の関係性を保持したまま提示する手法を検討する。本研究が提案する議論手法は、議

<sup>1</sup> 電気通信大学 情報理工学域  
School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

<sup>2</sup> 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

<sup>3</sup> 早稲田大学 人間科学学術院  
Faculty of Human Sciences, Waseda University

a) hiro.egi@uec.ac.jp

論を2つのフェーズに分け、その間に議論支援を行なう。それぞれ議論フェーズ1、支援フェーズ、議論フェーズ2と名付けた。本手法を用いることにより、議論フェーズ2の議論活動にどう影響するかを検証する。

## 2. 関連研究

### 2.1 他グループの議論内容を用いて助言する研究

他グループの議論内容を提示するシステムとして、複数グループの議論を支援する自動助言システムの研究 [4] がある。この研究は、事前にテーマに関する Web ページを調査し、資料としてデータベースに登録させる。そして議論停滞時に、現在の話題や議論状況を加味し、調査資料とその資料を引用した他グループの議論中の発言を該当グループに対して提示する。実験の結果、このシステムにより学習者にとって未知の情報を与えることができると述べている。この研究では、議論がキーボード入力によるテキストベースで行われる。そのため本研究が想定する完全な対面での議論とは、実施の条件が異なる。

### 2.2 議論内容に合わせて発想支援する研究

個々のグループの議論内容に沿った議論支援システムとして、単語共起度の低い単語を提示する発想支援の研究 [5] がある。この研究は、ウェブページから事前に収集したテキスト情報内の単語を、共起度を用いてクラスタ分析する。そして、議論が不活発な時に、ユーザーが入力したアイデアから最も共起度の低いクラスタを選択し、その中の単語を3つヒント候補として提示する。

また、ユーザーの入力に対して関連性の高い画像を提示する発想支援の研究 [6] がある。この研究は、ブレインストーミング中にシステムがコーパスに基づいて議論にアイデアが含まれているか探索し、そのアイデアに含まれるキーワードに関連した画像を提示する。画像を提示することによって、学習者に与えられる情報量が増え、新しい発想が生まれやすいと述べている。

前者の研究では、単語3つの提示では得られる情報量が少ないため、議論全体の内容を把握することは難しい。後者の研究における画像の提示は、関連性の高い被写体以外にも、テーマにとって全く関係のない情報まで与えてしまうことが考えられる。そのため、学習者に議論内容を理解するためには提示手法として不十分である。

### 2.3 ネットワーク図を用いたグループ活動の研究

ネットワーク図を用いた議論として、ユーザー間の関係可視化によるグループ活動を支援する研究 [7] がある。この研究は、学習者にテーマに対するメインキーワードとそれに付随する関連語をデータベースに登録させ、グループ活動中にこれらをノードとしたネットワーク図を提示する。実験の結果、学習者同士の関連しているキーワードを

発見することができ、グループ活動の進行の助けになったと述べている。

また、意見の全体像を可視化する発散支援の研究 [8] がある。この研究は、意見交換の発散フェーズにおいて、参加者が発言した選択肢の単語をネットワーク図として可視化する。実験の結果、ネットワークを表示する際に、重要となるノードを強調して表現することで、学習者の発案の助けになったと述べている。

これらの研究では、自グループではなく他グループの議論内容から提示するネットワーク図を作る。そのため本研究と目的が異なる。

## 3. 議論状況に基づく議論支援

### 3.1 議論の活発さを反映したネットワーク図の提示

本研究は、他グループの議論内容を単語の関係性を保持して提示する手法を提案し、グループでの議論の活性化を図る。提示する手法として、共起ネットワークを用いる。これは、語の出現パターンの類似性をネットワーク化した図である。しかし、単純に議論内容から共起ネットワークを描画すると、議論で現れた内容の主題が分散し、議論内容が読み取りづらくなる可能性がある。

そこで本研究では、学習者に提示による新しい発想を促すために、共起ネットワークを描画する際に議論が活発であった区間を強調する。議論が活発だった区間は、そのグループにとって主題となった区間である可能性が高いと考えた。また、学習者が積極的に議論に参加した内容であるため、当該グループ以外の学習者にとってもその内容が共感しやすく、議論が盛り上がりやすい内容であると考えた。これらのことから、学習者が議論内容を理解しやすくと考えた。

また、自グループと議論内容の関連性が低いグループの内容を用いる必要があると考えた。自グループが言及していない話題を用いることが、これまでに議論した話題よりも発話を促す刺激になると考えたためである。

### 3.2 特徴量の定義

本研究では、議論の活発さの導出に議論の音量から特徴量を算出する。特徴量とその定義をそれぞれ示す。

#### 発音率

議論時間全体における各学習者が発言した時間の割合を発音率とする。これにより、学習者の議論参加を量的に測ることができると考えた。

#### 無音率

議論時間全体における全学習者が発言をしていない時間の割合を無音率とする。無音率は議論を行うグループごとに算出する値であり、0%から100%の範囲をとる。これにより、グループの議論の停滞を量的に測ることができると考えた。

## 重複係数

全ての学習者の発言率と無音率の合計を重複係数とする。なお、重複係数の最小値は1であり、この値が大きくなるにつれて学習者が同時に発言している割合が増加することを意味する。重複係数の推移を見ることで、議論の活発さの傾向を確認できると考えた。

### 3.3 システム構成

先行研究 [9] の設計を参照して、議論における活発さを発話から判定するシステムを構成した。議論における発話収集には、使用したウェアラブル端末である Raspberry Pi 3B+, または Raspberry Pi 4B に単指向性 USB マイクを接続したものをを用いる。ウェアラブル端末を図 1 に示す。発話収集データは音声ファイルとしてウェアラブル端末内に保存される。また、議論の特徴量に関するデータは CSV ファイルとしてウェアラブル端末内に保存される。

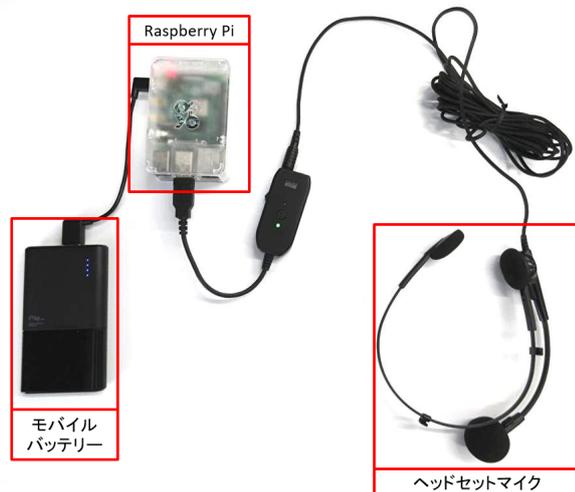


図 1 発話収集のためのウェアラブル端末

### 3.4 議論内容のテキスト化

発話収集デバイスで収集した音声ファイルを用いて、各学習者の議論内容のテキスト化を行なう。本研究では Google が開発した Cloud-Speech-to-Text を用いて音声認識を行った。しかし Cloud-Speech-to-Text では、現状句読点がつけられない。共起ネットワークを生成するために句点は必須である。また、議論を対象としているので発言がまとまっていないため、認識精度が落ちる。そのため音声認識後、句読点の挿入、誤変換の修正を手動で行い、テキストをクリーニングした。

### 3.5 議論の活発さの反映

議論の活発さの推定、反映する方法について説明する。話し合いの場における時間配分のメカニズムデザインの研

究がある [10]。この研究は、事前に発言できる時間を均等に割り振って学習者に均等な発話を促す支援を行っている。この研究において、20 秒程度の発言が意味的な区切りと考えられていることを参考にして、本研究においても議論の活発さの測定区間を 20 秒とした。本研究では、議論フェーズ 1 で収集した議論の特徴量を用いて議論が活発である基準値を設定する。具体的な数値は 6.1 節で後述する。そして、議論が活発だと判定された区間の発言内容の重みづけを 2 倍として取り扱う。これにより共起ネットワークに活発な区間が強調して反映されやすくなると考えた。

### 3.6 議論内容の関連性

#### 3.6.1 単語の分散表現

本研究では議論を活性化させるために、自グループと議論内容の関連性が低いグループの共起ネットワークを用いる必要があると考えた。自グループが言及していない話題を用いることが、これまでに議論した話題よりも発話を促す刺激になり、テーマに対する新しい発見をしやすいためである。

そこで、議論内容の関連性を比較する手法として、本研究では Word2vec を用いて、グループ間の議論内容の類似度を算出した。Word2vec は、Mikolov ら [11] によって提案された、単語の意味を捉えるために単語を数値ベクトルで表現する手法である。単語の分散表現を用いた議論支援システムとして、学習者の主張に対してシステムで反論意見を提示して議論させる研究がある [12]。反論意見を提示する際に、学習者の主張した話題に最も類似性の高い意見を提示させ、学習者の理解を深めさせる。この意見の探索に、文章中の各単語のベクトルを平均して議論データの特徴ベクトルを算出手法が用いられ、その他の手法と比較・検討を行っている。この研究でのトピックの文書分類において、Word2vec は 87% であり、高い正答率を出している。

本研究では、既存の学習済みモデルを使用した。なお、使用された学習データは Wikipedia、各単語についての特徴ベクトルは 300 次元である。この手法を比較に用いることによって、議論内容の単語の一致率のみで類似度を計算するよりも、単語の意味まで考慮されるため精度が高いと考えた。

#### 3.6.2 トピックワードの抽出

Word2vec は本来、単語の類似性を比較することが目的である。そのため、単語の平均で比較しているため、単語数が増えるにつれて差が生まれにくくなり、関係のない文章でも類似性が高くなる。

そこで本研究では、議論におけるトピックワードを抽出する。トピックワードの探索方法として、TF-IDF 法を用いる。TF-IDF は、文書中に含まれる単語の重要度を測定する手法である。TF (Term Frequency) は単語の出現頻度を表す値であり、IDF (Inverse Document Frequency)

は単語の逆文書頻度を表す値である。つまり、あるグループの議論において特定の単語の出現回数が多くなると、TF 値が上がる。また、その単語が使用したグループが少なくなると、IDF 値が上がる。計算式は以下の 1 式、2 式および 3 式で表される。なお、 $n_{t,d}$  をグループ  $d$  における単語  $t$  の出現回数、 $n_d$  をグループ  $d$  における全単語の出現回数、 $N$  を全グループ数、 $df(t)$  を単語  $t$  が出現するグループ数とする。

$$tfidf(t, d) = tf(t, d) \cdot idf(t, N) \quad (1)$$

$$tf(t, d) = \frac{n_{t,d}}{n_d} \quad (2)$$

$$idf(t, N) = \log \frac{N}{df(t)} + 1 \quad (3)$$

これにより、TF-IDF 値から上位 5 個の単語を選定する。選定時に、TF-IDF 値が同じ場合、その単語における共起ネットワークでのリンク数の多さで順位付けた。

### 3.6.3 関連性の決定

本研究では、テキスト化された議論データを mecab[13] を用いて形態素解析し名詞を抽出する。その後 TF-IDF 法を用いて上位 5 個の名詞をトピックワードとして選定する。各トピックワードを Word2vec によってベクトル化しその平均を算出することで、当該グループの議論における特徴ベクトルを導出する。なお、トピックワードの選定時に、数字を含んだ単語、当該グループの共起ネットワークに出現していない単語は除外した。各グループの議論における特徴ベクトルをコサイン類似度で比較することによって、議論の関連性を推定する。コサイン類似度の算出式は以下の式 4 で表される。なお、議論内容  $a$  の特徴ベクトルを  $\vec{a}$ 、議論内容  $b$  の特徴ベクトルを  $\vec{b}$  とする。この類似度は、最小値が 0、最大値が 1 で、類似性が高いほど数値が上がる。

$$\cos(a, b) = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| |\vec{b}|} \quad (4)$$

### 3.7 共起ネットワークの設定

本研究では、テキスト化した議論内容から共起ネットワークを描画するために計量テキスト分析ソフト KHcoder を用いた。描画する共起関係の選択は、Jaccard 係数を使用した。語  $X$  と語  $Y$  の共起関係を Jaccard 係数を用いることによる計算式を式 5 に示す。なお、 $X$ 、 $Y$  はそれぞれの語の出現頻度である。集計単位は短時間の議論のため、「文」を選択した。

$$Jaccard(X, Y) = \frac{|X \cap Y|}{|X \cup Y|} \quad (5)$$

本研究では、感動詞や副詞などの単語自体に特徴的な意味のないものを除外した。また、キーワード自動抽出用 Perl モジュール TermExtract を用いて複合語を検出し、それらを抽出させた。

## 4. 共起ネットワーク提示の流れ

本研究では、議論フェーズ 1、支援フェーズ、議論フェーズ 2 によって構成される。議論フェーズ 1 において議論した内容を 3.4 節で述べた手法で全グループのテキスト化を行う。3.5 節で述べた手法で議論の活発さを議論内容に反映する。このデータを用いて、3.7 節で述べた手法によって共起ネットワークを生成する。その後、3.6.3 項で述べた方法により関連性の決定を行う。その結果から、自グループと議論内容の最も関連性が低いグループを選定する。支援フェーズにおいて、選定されたグループの共起ネットワークを提示する。共起ネットワーク提示の流れの概要を図 2 に示す。

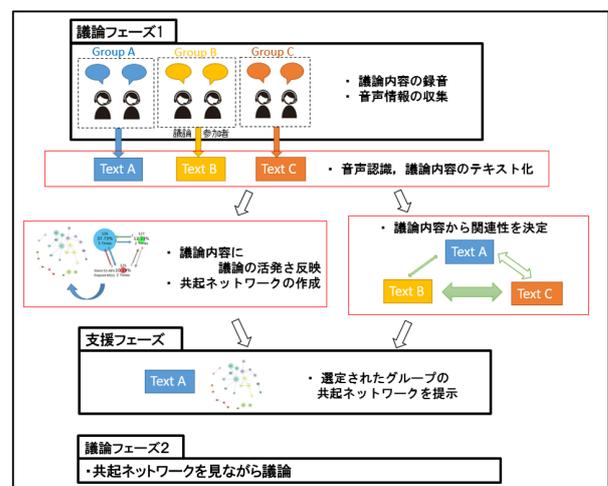


図 2 共起ネットワーク提示の流れ

## 5. 提案手法の評価実験

本研究では、他グループの議論内容を、議論の活発さを反映した共起ネットワークを用いて提示する手法を提案した。本手法を用いることにより、支援後の議論にどう影響するかを調査するために実験を行った。

### 5.1 実験方法

本研究は、総合大学の学際系学部で開講されている学習科学に関する講義で実験を行った。実験の対象は、この講義科目を受講している学際系学部の大学生 1 ~ 4 年生 36 人である。被験者 2 人で 1 グループとし、実験群 7 グループ、統制群 11 グループとした。この講義は、2019 年度の後学期に実施され、1 回あたり 90 分で構成されている。本研究ではグループ活動を議論フェーズ 1、支援フェーズ、議論フェーズ 2 で構成する。議論フェーズ 1 は第 11 回の講義、議論フェーズ 2 は第 13 回の講義で行った。実験は 2019 年 12 月から 2020 年 1 月にかけて行い、それぞれの議論フェーズを別々の日に実施した。そのため、両日この

講義に出席した被験者を対象として、実験群と統制群を決定した。全ての議論フェーズを通じて、グループの組み換えは行わない。

1日目の第11回の講義では、議論フェーズ1を実施した。実験を始める前に本実験の簡単な概要と発話収集デバイスについて説明を行うとともに、TAによる議論進行にあたってのデモンストレーションが行った。その後、議論フェーズ1を10分間行った。議論時に、各被験者にヘッドセットマイクを装着させた。この議論内容を用いて、第4章で述べた手順で各グループに提示する共起ネットワークを作成し、選定した。

2日目の第13回の講義では、支援フェーズ、議論フェーズ2を実施した。被験者には、あらかじめ議論フェーズ1を行った座席に移動させた。実験を始める前に1日目の説明に加え、共起ネットワークについての説明を行い、各被験者にヘッドセットマイクを装着させた。支援フェーズにおいて、各グループに選定された共起ネットワークを載せたワークシートを提示して、個人で3分間考えさせた。なお、実験群には提案手法のワークシート、統制群には3.5節で述べた議論の活発さの反映手法を用いなかったワークシートを配布した。この時、議論フェーズ2において自分が話題として取り扱うと予想した共起ネットワークの区間を丸で囲ませた。その後、テーマに対してグループで議論フェーズ2を5分間行った。議論フェーズ2終了後、本手法に対する評価アンケートの回答と議論フェーズ2に対する考察の記述を行わせ、講義終了後に提出させた。議論フェーズで取り扱った議論のテーマについて表1に示す。評価実験の手順を表2に示す。また、図に実験時の様子を図3に示す。

表1 テーマテーマ

フェーズ	テーマ
議論フェーズ1	この学部での成果を、この学部の全く知らない人に向けて説明する 質問の例) 大学入学後、最も成長したことは何ですか？ 自分の弱みをどう克服してきましたか？ 大学での経験を将来どう活かしたいですか？
議論フェーズ2	他グループの共起ネットワークの内容を確認しながら気づいたこと、発見したこと

## 5.2 提案手法の評価項目

### 5.2.1 アンケートによる評価

議論フェーズ2終了後に行なう主観評価アンケートの質問項目を表3に示す。アンケートは、講義のワークシートに記載して行った。

質問に対する回答は選択肢に丸をつける形式で行った。全ての質問を「5. とてもそう思う」、「4. どちらかという

表2 実験手順

実施日	時間	手順
1日目	5分	実験の説明・デモンストレーション
	2分	発話収集デバイスの説明
	10分	議論フェーズ1
2日目	2分	共起ネットワークの説明
	3分	支援フェーズ
	5分	議論フェーズ2
	終了後	提案手法に対するアンケート



図3 実験の様子

表3 主観アンケートの質問項目

設問	質問内容
設問1	共起ネットワークを見ることで、他のグループの発言内容が理解できた
設問2	共起ネットワークを見ることで、発言のきっかけとなった
設問3	共起ネットワークを見ることで、新しい発見があった
設問4	共起ネットワークを見ることで、議論の役に立った

とそう思う」、「3. どちらとも言えない」、「2. どちらかという」と思わない」、「1. 全くそう思わない」として5件法で回答してもらった。

### 5.2.2 議論内容による評価

被験者に、議論フェーズ2終了後、議論フェーズ2においてグループで議論した内容をまとめて考察させ、ワークシートに記述させた。なお形式は自由記述で行った。また、議論フェーズ2の議論内容も3.4節の手法を用いてテキスト化し、ディスカッションの書き起こしを行った。

考察されたワークシートの採点は、上位評価が15%、中位評価が70%、下位評価が15%を目安とする分布となるよう、授業担当教員が3段階で評価した。ワークシートは、実験対象授業の他の回と同様の基準で採点した。また、ディスカッションの書き起こしの採点は、上位評価が30%、中位評価が40%、下位評価が30%を目安とする分布となるよう、授業担当教員が3段階で評価した。共起ネットワーク図について、リンクの意味や関係性を深めた議論は上位評価、記述から内容の意図が読み取れていない議論は下位評価とした。それ以外は標準的な議論であるとして、総合的に採点した。ワークシートの採点基準、ディスカッションの書き起こしの採点基準を表4および表5にそれぞれ示す。

### 5.2.3 講義の感想による評価

講義のワークシートに、「今回の講義内容で最も疑問に思ったこと(質問)と、その理由を簡潔に記してください」という項目を設けた。回答は自由記述形式で行なった。

## 6. 実験結果

### 6.1 共起ネットワークの選定

議論フェーズ1の結果から、議論の活発さの基準値を決定する。基準値を決定するにあたり、議論フェーズ1における特徴量の分析を行った。分析結果を表6に示す。なお、発言率はグループの発言率の平均とする。

3.5節で述べた通り、20秒単位で議論の活発さを判定する。本研究の議論における活発さの条件は、先行研究[14]を参考に以下のように決定した。

- (1) 20秒間の発言率が43.45%より大きい
- (2) 20秒間の無音率が31.41%より小さい
- (3) 20秒間の重複係数が各グループの上位33%の値である  
重複係数は他者の発言に対する反応の仕方が異なるという仮説のもとから、それぞれの重複係数の上位33%の値とした。発言率の基準は発言率の平均と標準偏差を足したものの、無音率の基準は平均とした。この基準値に基づいて、議論が活発かどうかを判定し、活発だと判定された区間のテキストを2倍として重みづけした。

議論フェーズ1の結果から、3.6.3項で述べた手法を用いて、各グループにとって最も関連性の低い共起ネットワークを選定した。議論の活発時間が少ないグループでは提案手法により活発さを反映しても、活発さをういたことによる共起ネットワークに変化が生じない可能性が高いと考えた。そのため、活発時間が120秒未満のグループは、選定するグループの対象から除外した。また、同じグループの共起ネットワークが提示されるのを少なくするため、同じグループの共起ネットワークの提示を最大で5グループまでとした。

### 6.2 主観評価アンケート結果

アンケート結果を表7に示す。外れ値である1名を除く、実験群14名、統制群21名での結果である。

表7から、設問(2)「共起ネットワークを見ることが、発言のきっかけとなった」が議論に関する他の3つの項目よりも低かった。質問紙の各設問、講義担当教員による各評価について、実験群の方が統制群より評価が高いという仮説について、マンホイットニーのU検定を行った。しかしいずれも有意差は見られなかった。質問紙の結果、評価の平均がいずれにおいても3を越えている。よって、共起ネットワークによる支援方法は本実験では被験者に対して一定の許容が示された。

### 6.3 議論内容による評価

表4、表5で示した基準から、「上位:優れた議論をしている」を3点、「中位:標準的な議論である」を2点、「下位:議論が不十分である」を1点とした。実験群14名、統制群22名での結果である。ディスカッションの書き起こしの評価結果の平均と標準偏差、各評価の割合を表8に示す。また、被験者によるワークシートの評価結果の平均と標準偏差、各評価の割合を表9に示す。

講義担当教員による各評価について、実験群の方が統制群より評価が高いという仮説について、マンホイットニーのU検定を行った。しかしいずれも有意差は見られなかった。また、議論内容の評価結果について、いずれにおいても実験群より統制群の方が、得点が高い傾向にあった。

### 6.4 講義を通しての感想に対する評価

否定的な意見の記述結果として、「初めて見てわからなかった」や「共起ネットワークの説明が少ない」、「どのようにして作成されているのかわからない」のような意見が見られた。これらは、共起ネットワークの説明が簡潔であったことが原因と考えられる。共起ネットワークを用いたデモンストレーションを行なうなど、被験者に共起ネットワークに慣れさせる必要があったと思われる。「自グループの共起ネットワークの振り返りがしたい」という意見も見られた。初心者にとって共起ネットワークの存在は未知である。自グループの共起ネットワークと他グループの共起ネットワークを比較することで、共起ネットワークの理解への助けになる可能性がある。また、この記述結果から共起ネットワークを全く知らない人に対しての提示は厳しいことが示唆される。

肯定的な記述結果は、「勉強になる」や「他グループの議論から自分の思考を掴めた」などの他に「不便だが深く考える」という意見が見られた。このことから、共起ネットワークを見ることで「思考のための材料」になるのではないかと考えられる。

## 7. 考察

本実験において、アンケート評価、議論内容評価いずれにおいても、統制群が実験群よりも評価が高い傾向にあった。これは、共起ネットワークに提示される議論内容が狭まったことによる影響が挙げられる。議論の活発さを反映すると、反映しなかったものより限定的な議論内容の共起ネットワークが表示されると考えられる。そのため、他グループの様々な議論で現れた内容の主題の中から、学習者が自身で選択して議論する方が質的に評価が高くなることを示唆している。

また、結果に有意な差が認められなかった理由として、課題設定による影響が挙げられる。本実験では、「この学部での成果を全く知らない人に向けて説明する」というテー

表 4 ワークシートの採点基準

評定	割合	評価基準
上位	15%	事実についての記述だけでなく、掘り下げて思考や検討をしている
中位	70%	事実について、設定された課題に沿って記述をしている
下位	15%	記述から内容の意図が読み取れない

表 5 ディスカッションの書き起こしの採点基準

評定	割合	評価	評価基準
上位	30%	優れた議論をしている	共起ネットワーク図について、リンクの意味、関係性を、深めたり、更なる探求をする議論をしている
中位	40%	標準的な議論である	共起ネットワーク図について、提示された事実に基づいた議論をしている
下位	30%	議論が不十分である	共起ネットワーク図について、提示された事実を十分に踏まえた議論になっていない

表 6 議論フェーズ 1 の議論特徴量

	発言率	無音率	重複係数
平均	37.01%	31.41%	1.054
標準偏差	6.44%	10.66%	0.039

表 7 アンケート結果の平均と標準偏差

		設問 (1)	設問 (2)	設問 (3)	設問 (4)
実験群 (N=14)	平均	3.79	3.36	3.57	3.64
	標準偏差	1.01	1.17	0.82	0.90
統制群 (N=21)	平均	3.81	3.62	3.81	4.05
	標準偏差	1.01	0.84	0.79	0.79

マで、グループで議論を行うというテーマを設定した。しかし、自分の所属している学部への在学年数によって議論できる範囲が変化してしまうため、議論の個人差のばらつきが大きい。加えて、課題のためのデモンストレーション表 3 のように質問項目の例が表示されていた。これにより、全ての被験者がその内容について議論していたため、テーマが大きく 3 つに分けられてしまった。共起ネットワークは単語の共起性でネットワーク図を作成している。そのため、テーマが分散すると、共起ネットワークもリンクが少なくなり、分散しやすい。また、このテーマの場合、自分自身のこれまでの人生経験について被験者が多かった。そのため、他のグループの共起ネットワークが読み取りにくくなった可能性がある。

## 8. おわりに

本研究では、多人数が受講する講義における少人数で行う議論を対象として、他グループの議論内容から活発さを反映した共起ネットワークを作成し、提示する手法を検討した。実験の結果、議論の活発さを反映した共起ネットワークの提示手法による有用性はみられなかった。このことから、他グループの様々な議論で現れた内容の主題の中から、学習者が自身の選択して議論する方が質的に評価が高くなることを示唆している。

今後は、議論における共起ネットワークの提示、関連性

の低さの適応などの要素の組み合わせの検討を進める。また、議論の活発だった区間と議論内容の質的な高さの関係を検証していく。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17H02001, JP19K03175, JP19H01710 の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] 野村総合研究所.  
[https://www.nri.com/-/media/Corporate/jp/Files/PDF/news/newsrelease/cc/2015/151202\\_1.pdf](https://www.nri.com/-/media/Corporate/jp/Files/PDF/news/newsrelease/cc/2015/151202_1.pdf).
- [2] アドビシステムズ株式会社.  
<http://cps-japan.adobeeducate.com/japan-study>.
- [3] 文部科学省 中央教育審議会.  
[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/koutou/055/gijiroku/\\_icsFiles/afieldfile/2013/04/04/1331530\\_6.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/055/gijiroku/_icsFiles/afieldfile/2013/04/04/1331530_6.pdf).
- [4] 青木志乃, 長瀧寛之, 大下福仁, 角川裕次, 増澤利光ほか. 複数グループのオンライン議論を同時にサポートする自動助言システムの構築. 情報処理学会研究報告 GN, Vol. 2009, No. 3 (2009-GN-70), pp. 79–84, 2009.
- [5] 伊藤淳子, 東孝行, 宗森純. 単語共起度の低い単語を提示する発想支援システムの提案と適用. 情報処理学会論文誌, Vol. 56, No. 6, pp. 1528–1540, jun 2015.
- [6] Hao-Chuan Wang, Dan Cosley, and Susan R. Fussell. Idea expander: Supporting group brainstorming with conversationally triggered visual thinking stimuli. *Proc.2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, pp. 103–106, 2010.
- [7] 鈴木友也, 上村春貴, 高間康史ほか. ユーザ間の関係可視化によるコミュニケーション支援システムの提案. *SIG-AM*, Vol. 8, No. 02, pp. 6–11, 2014.
- [8] 清水允文, 砂山渡. 意見の全体像の可視化による意見交換の発散支援. 言語処理学会 18 回年次大会論文集, pp. 1003–1006, 2012.
- [9] 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, 2018.
- [10] 古賀裕之, 谷口忠大. 発話権取引: 話し合いの場における

表 8 ディスカッションの書き起こしの評価

	平均	標準偏差	上位評価の 人数と割合	中位評価の 人数と割合	下位評価の 人数と割合
実験群 (N=14)	2.00	0.54	2 名 (14.3%)	10 名 (71.4%)	2 名 (14.3%)
統制群 (N=22)	2.18	0.83	10 名 (45.5%)	6 名 (27.3%)	6 名 (27.3%)

表 9 ワークシートの評価

	平均	標準偏差	上位評価の 人数と割合	中位評価の 人数と割合	下位評価の 人数と割合
実験群 (N=14)	2.00	0.54	2 名 (14.3%)	10 名 (71.4%)	2 名 (14.3%)
統制群 (N=22)	2.18	0.65	7 名 (31.8%)	12 名 (54.5%)	3 名 (13.6%)

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.

- [11] Tomas Mikolov, Ilya Sutskever, Kai Chen, Greg S Corrado, and Jeff Dean. Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In *Advances in neural information processing systems*, pp. 3111-3119, 2013.
- [12] 古舞千暁, 滝口哲也, 有木康雄. 議論システムにおける賛成/反対意見の生成のための発話のベクトル化手法の検討. 日本音響学会 2018 年秋季研究発表会講演論文集, pp. 1033-1036, 2018.
- [13] 工藤拓, 山本薫, 松本裕治. Conditional random fields を用いた日本語形態素解析. 情報処理学会研究報告. NL, 自然言語処理研究会報告, Vol. 161, pp. 89-96, 2004.
- [14] 石川誠彬, 岡澤大志, 江木啓訓. 発言状況に基づく議論時間の調整が参加者の主観評価に及ぼす影響. 情報処理学会第 108 回グループウェアとネットワークサービス研究会, No. 9, pp. 1-8, 2019.5.