

グラフ型データベースを用いた アクティブラーニングにおける会話分析システムの提案

田邊 哲哉[†] 大島 純^{††} 廣田 雅春^{†††} 石川 博^{††††} 横山 昌平^{†††††}

[†] 静岡大学情報学部 〒432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

^{††} 静岡大学情報学部 〒432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

^{†††} 大分工業高等専門学校情報工学科 〒870-0152 大分県大分市大字牧 1666

^{††††} 首都大学東京システムデザイン学部 〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6

^{†††††} 静岡大学情報学部 〒432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

E-mail: [†]cs13502@s.inf.shizuoka.ac.jp, ^{††}{joshima,yokoyama}@inf.shizuoka.ac.jp, ^{†††}m-hirota@oita-ct.ac.jp,

^{††††}ishikawa-hiroshi@tmu.ac.jp

あらまし 本研究では、会話データから会話の中で大きく影響を与えた人物の発見、特にグループディスカッションのようなアクティブラーニング環境において、問題解決に貢献した人の発見を行う。既存の会話分析では、発言回数が多い人や解答を発言した人へ高い評価を与える方法が考えられている。しかし、この方法では問題解決につながるような重要な発言をした人を正しく評価できるとは限らない。そこで、本研究では、グラフ型データベースを用いた会話分析システムの構築を行った。さらに、発言単語と人物の関係をグラフで表現し、中心性の高い単語や議論への影響度を定量的に評価し、可視化を行った。これによって、影響度の大きい発言を発見し、問題を解く会話の過程を考慮した話者の評価が可能となる。

キーワード アクティブラーニング, 会話分析

1. はじめに

近年、学校教育の現場で「課題の発見・解決に向けた主体的・協働的な学び」としてアクティブラーニングが注目されている。2014年の学習指導要領の改訂に向け議論が交わされた中央教育審議会において、このアクティブラーニングという言葉が初等中等教育の分野で初めて取り入れられた。そこから徐々にアクティブラーニングに対する注目度も高まり、現在多くの学校現場で導入が急がれている。

このアクティブラーニング型の授業においては主体性や協同性についての評価が重要になる。そこで主体性や協同性を評価する多面的な評価を行うために会話分析を用いる方法が考えられている[1]。例えば、与えられた問題に対してグループで協力してそれを解くようなアクティブラーニングの例では、発言回数が多い人や解答を発言した人に高い評価を与えるなどがある。しかし、その場合だと問題を解く過程において話者が与えた個々の影響度合いを考慮することができない。つまり、問題解決につながるような重要な発言をした人を高く評価すべきであるのに従来の方法ではそれができるとは限らないため、問題を解く過程を考慮した新たな評価指標が必要であると考えられる。また、会話分析の方法として、分析者が音声や映像の会話データを視聴しながら発言前後の状況を考慮しながら詳細な分類を行っていくような方法だと、分析者の主観的な評価となってしまう可能性がある[2]。

そこで、本研究では、話者と発言内容の関係を1つのグラフとして可視化し、分析することによって、話者が議論に与えた

影響度合いを明らかにする手法を提案する。これによって影響度の大きい発言を直感的に理解し、個々の影響度合いに基づいた、客観的かつ定量的な評価を実現する。

本論文の構成を以下に示す。2章では、関連研究について述べる。3章では、提案手法について述べる。4章では、データの可視化について述べる。5章では、影響度の定量的評価について述べる。6章では、考察について述べる。最後に7章では、本論文のまとめと今後の課題について述べる。

2. 関連研究

三浦らの研究[3]は、音の時系列構造を分析する技術である音楽理論を用いた会話分析で、議論を表現する木構造である議論タイムスパン木によって、発言の重要度を階層的に表し、議論構造の理解と自動要約を行っている。三浦らの手法では、話者の発言を導入発言と継続発言の2つに分類し、その2つの関係から議論タイムスパン木を生成することによって、会話の中の話題分けと発言の重要度を階層的に表現することを同時に実現している。議論における重要発言選定を行っているため、話者が議論の発散・収束を適切に行っていることへの比重を大きくしていたり、賛同数などを考慮した評価方法となっている。本研究は、教育の場であるアクティブラーニング環境での利用を想定しているため、問題を解く鍵となるような重要単語を含む発言や、数値などを含む具体的な発言に対して重要度を高くするような評価システムを構築する。

吉田らの手法[4]では、政治家や要人の発言の重要度算出をニュース記事の特徴を生かした方法で行っている。発言の記事

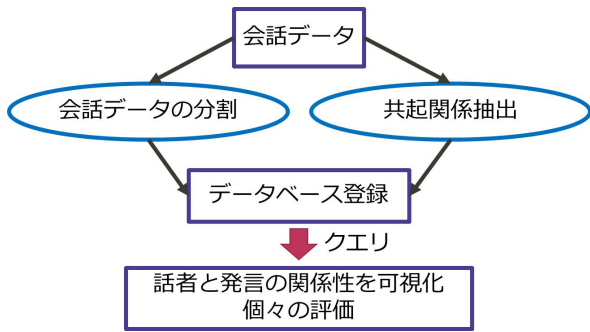


図 1 提案手法の流れ

内位置や見出しとの比較、新しいニュースほど重要であるといった時系列の要素など、会話内容とは別に外部の要素も考慮した得点付けを行っている。本研究では、発言と発言者の関係に重きを置き、グループワーク環境などアクティブラーニングにおける特徴を考慮した評価を行う必要がある。

武吉らの研究 [5] では、多数存在するディスカッションの内、どのコミュニティがどの程度円滑に進行しているのか、表層的特徴とテキスト特徴に基づいて健全度を算出し、定量化を行う手法を述べている。返信構造など様々なサイトに適用可能で汎用性の高い特徴と、発言・参加ユーザの総数などディスカッションのデータから容易に算出可能な特徴という条件を満たす表層的特徴を基に、健全や荒れの判定を行っている。本研究では、表層的特徴に加えてグラフ構造に表れる特徴を基に話者の評価につなげる。

小倉らの手法 [6] では、テキストチャットメディアに複数の異なる流速の時間流を導入し、発言履歴の精練化を子なっている。これによって本筋発言と逸脱発言が渾然一体となって時系列順に並び、本筋発言の流れが把握困難になることを改善し、逸脱発言も排除することなく記録することを実現している。本研究では、ユーザがエージング速度を選択することなく、本筋発言と逸脱発言の違いと関係性を、1つのグラフによって同時に表すことができると考えられる。

3. 提案手法

提案手法の流れを図 1 に示す。本研究では、まず人物と発言内容の関係をグラフ型データベースで表すために、会話データから必要情報の抽出を行う。会話データの分割では、発言内容を単語ごとに区切るために形態素解析を行う。また会話データから単語間の共起関係の抽出も行う。これらの結果に加えて、参加者や発言回数などの情報をデータベースに登録する。作成したデータベースに対するクエリの組み合わせによって、話者と発言の関係性をグラフ型データベースで可視化し、発言の影響度を考慮した個々の評価が行うことができるシステムを実現する。

3.1 会話データの分割

会話データの分割では、発言内容を単語ごとに区切る。そのために Tree-Tagger^(注1) という英文形態素解析ツールを用いて、

(注1): <http://www.cis.uni-muenchen.de/~schmid/tools/TreeTagger/>

表 1 データベースへの登録項目

ノード	発言者, 単語
ノードの属性	名前, 品詞
エッジの属性	発言番号, 発言回数, 語順

会話データの形態素解析を行う。その際、品詞情報も取得し、単語ノードの属性としてこれを登録する。また、その単語が発言された回数や、語順といった、表 1 に示す項目も形態素解析に合わせて取得する。

これによって、ある話者がその単語を発言したという関係をグラフ型データベースで表現することができる。

3.2 共起関係の抽出

データベースに単語間の共起関係を登録するために共起関係の抽出を行う。共起関係の抽出には、テキストデータの分析ツールである KH corder^(注2) を用いて行う。KH corder の共起ネットワークの作成によって単語間に共起があった場合は、データベースに登録するノード間においても共起というリレーションシップをつなぎ、リレーションシップの属性として、得られた Jaccard 係数の値を登録する。Jaccard 係数は、2つの単語があったとき、どちらかが出現したうち何回同時に出現したかを表すものである。今回は Jaccard 係数の値が 0.2 以上で関連性があるといえるものを共起関係として登録する。

これによって話者と単語の関係だけでなく、単語間の関係の表現と、ネットワークにおける重要な頂点を表す中心性を会話の中で見つけることが期待される。

3.3 データベース登録

今回使用するデータベースは Neo4j^(注3) というデータベースを使用する。Neo4j はグラフ型データベースの 1 つで、パナマ文書の解析で使用されるなど関係性の表現や複雑なデータの検索に適している。

会話データの分割によって得られた表 1 の情報と、共起関係の抽出によって得られた単語間の共起とその重み (Jaccard 係数) を 1 つのデータベースとして Neo4j に登録する。これによって、作成したデータベースに対してクエリを組み合わせ、会話の状況に応じた関係やデータを表現することが可能になる。

4. データの可視化

4.1 データセット

表 2 データセットの詳細

	データセット 1	データセット 2
発言総数	87	35
発言人数	3	3

表 2 にデータセットの詳細を示す。今回使用するデータセットは、与えられた問題に対してグループごとに議論して 1 つの解答を出すというグループワークのアクティブラーニング環境での会話データで、内容はブランク質量から未知の値を求める

(注2): <http://khc.sourceforge.net/>

(注3): <https://neo4j.com/>

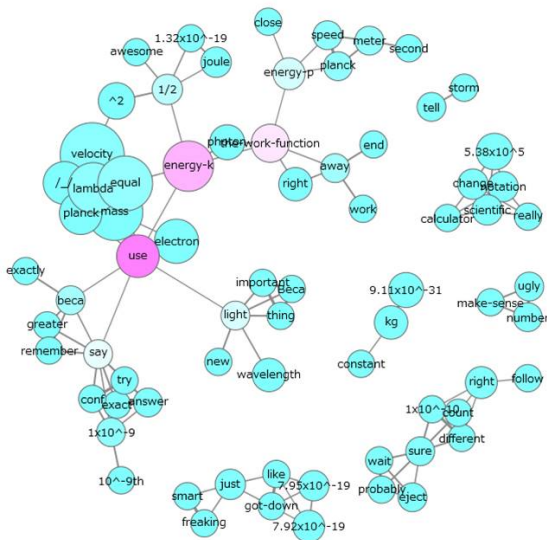


図 2 共起ネットワーク (データセット 1)

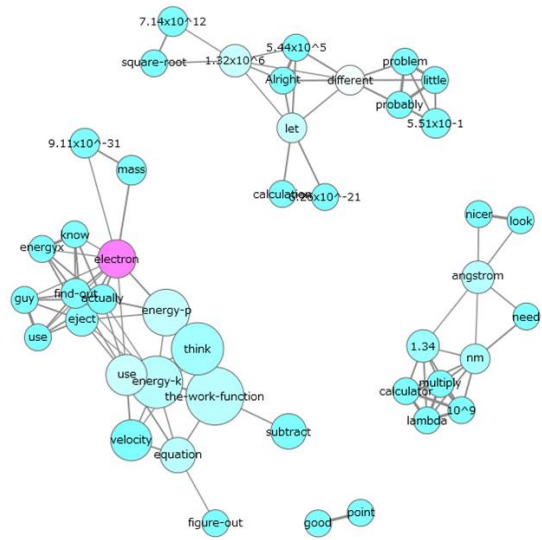


図 3 共起ネットワーク (データセット 2)

会話となっている。つまり、今回の分析に当たっては、各種エネルギーや仕事関数など科学用語について言及する発言が会話の中で中心となっていると良質な議論がなされていると判断できると考えられる。

また、前述の環境下で 2 つのグループから得られた会話データは、データセット 1(グループ 1) では、会話を活発に行っているが、データセット 2(グループ 2) では、主に紙に書いて解く作業を中心に行い、発言自体は少ないものとなっているという特徴がある。

4.2 可視化結果

4.2.1 共起ネットワーク

図 2 にデータセット 1 から作成した共起ネットワーク、図 3 にデータセット 2 から作成した共起ネットワークを示す。ノードの色がピンクに近いほど中心性が高く、青に近いほど中心性が低いことを意味している。また、ノードの大きさが大きいほど単語の出現回数が多く、小さいほど出現回数が少ないことを意味している。さらに、エッジの太さが太いほど Jaccard 係数の値が大きく、細いほど Jaccard 係数の値が小さいことを意味している。図 2 を見ると出現回数の多い単語が必ずしも中心性が高い単語ではないことが分かる。このことから、多く発言された単語よりも中心性の高い単語が会話の中での影響度合いが大きいものとして、新たな評価の基準にも利用できるのではないかと考えられる。

図 2 のデータセット 1 の共起ネットワークでは、会話の内容と比較しても良好な結果となったグループだったが、図 3 のデータセット 2 の共起ネットワークでは、図 2 とは中心性の高い単語が異なる結果となった。提示された問題から「energy-k」や「the-work-function」が中心性が高くなるべき単語であったと考えられるが、グループ 2 では会話の中心が異なっているため、グループ 1 に比べ、問題を解く過程において中心がずれた議論となったグループだと考えられる。

4.2.2 人物・発言グラフ

ネットワーク分析ツールである Gephi^(注4) で可視化を行い、データセット 1 の人物と発言の関係を示したグラフを図 4 に示す。F1・F2・F4 となっている大きいノードが人物で、その他の小さいノードが単語である。ノードが色分けされているのは Gephi でコミュニティ検出を行った結果に基づくものである。ネットワークの中で密度が高い部分が同じ色となる。

人物と単語の間にリレーションシップがあるとき、その人物がその単語を発言したということを表し、単語間にリレーションシップがあるとき、それらの単語は共起関係があることを意味している。それを踏まえると 3 人全員が発言した単語のノード群は中心に集まり、2 人の間だけでやり取りされたものはその 2 人の中間地点に、1 人だけが発言したものはその人とだけリレーションシップがつながっており且つ人物と同じ色のコミュニティに分類されていることが分かる。単語の中でどの人物のコミュニティにも属していないものが存在するが、これは単語間の共起関係によって単語の中でコミュニティができていたためだと考えられる。コミュニティ検出で単語がどの人物のコミュニティに属するかによって、中心性の高い単語と 1 番近い人を表すことができるのではないかと考えていたが、先に述べたように単語間の共起で重みづけられている箇所が存在するため、別の方法も含めてより良い可視化を目指す必要がある。

5. 影響度の定量的評価

5.1 評価式の作成

会話データから作成したグラフ型データベースでの可視化を行ってきたが、話者の評価を行うにはどれくらい重要な発言をしたか、問題解決につながるような影響を及ぼしたかを具体的に示す必要がある。そこで発言の重要度の点数化を行う。そのためには重要発言の特徴として表れるいくつかの要素を考慮する必要がある。ここでは以下に示す 5 つの要素を考慮する。

(注 4): <http://oss.infoscience.co.jp/gephi/gephi.org/>

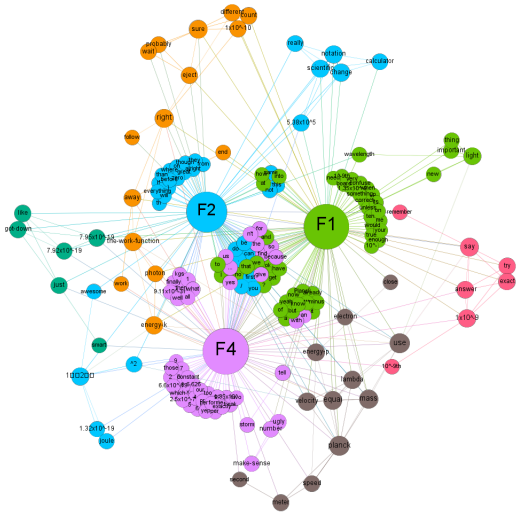


図 4 人物・発言グラフ

- 初出現単語

初めて会話の中で使用される単語は、会話の中で導入となる発言である可能性があることや、最初にその単語、つまりその事柄について言及することでそのテーマについて議論するきっかけを作り、加速させるものだと考えられる。ただ、初出現単語であるか否かで判断を行うと会話の中で最初に発言した人ほど有利になってしまう。そこで本研究では、初出現単語の中でも重要度を考慮した評価を行う。ここでは図 2・図 3 に示されるような会話のグラフの中で中心性が高い順に重要度が高いと考え、媒介中心性値を参考に評価を行う。

- 重要語

アクティブラーニングのような環境では特定のテーマが与えられ、会話の中にはテーマにあった重要語が存在すると考えられる。重要語を発言することは問題の肝に言及していると考えられ、重要な発言であると推定する。本研究では、最も媒介中心性値が高いものを重要語として取り扱う。

- 重要語との関連語

重要語と関連性の高い単語を発言することは、テーマと関連性の高い発言をしていると考えられる。本研究では、重要語と共起関係にある単語を関連語として評価を行う。

- 継続発言

他の発言を受け、それに反応して発言することは、他の参加者の考えを発展させ、議論を加速させていると考えられる。本研究では、疑問符の後の発言や、1 つの発言に含まれる単語が、前出単語として前 n 回の発言 (参加者 n 人) の中に含まれている場合、継続発言として扱い、評価を行う。また、前出単語として扱うのは、動詞と名詞だけとする。

- 具体的発言

具体的な発言は、曖昧な発言に比べ、信頼度の高い意見だと考えられる。今回は、数値や固有名詞を含む発言を具体的な発言として評価を行う。

以上 5 つの評価要素と各条件をそれぞれ表 3 と表 4 に示す。

また、表 3 と表 4 を踏まえた評価式を以下の (1) に示す。

$$E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 \quad (1)$$

表 3 評価要素

E_1	初出現単語
E_2	重要語
E_3	重要語との関連語
E_4	継続発言
E_5	具体的発言

表 4 変数の条件

変数	条件
E_1	$\sum_{n=1} w_n b_n$ (w は初出現単語集合, b は媒介中心性値)
E_2	$\begin{cases} 1 & (\text{重要語が含まれる発言であるとき}) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$
E_3	$\sum_{n=1} z_n$ (z は共起語集合)
E_4	$\begin{cases} 1 & (3 \text{ 発言以内で前出単語を含む発言であるとき}) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$
E_5	$\begin{cases} 1 & (\text{数値・固有名詞が含まれる発言であるとき}) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$

5.2 評価結果

5.2.1 データセット 1

表 2 のデータセット 1 に対して評価式の実行を行った。評価式に従い、発言 1 つ 1 つに重要度の点数をつけ、人物ごとに集計した結果を表 5 に示す。また、重要度が高いと判定された上位 5 発言の得点の内訳を表 6 に、その内容を表 7 に示す。

表 5 評価結果 (データセット 1)

	F1	F2	F4
計	70.6	64.1	104.3

表 6 重要発言得点内訳 (データセット 1)

番号	話者	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	計
23	F4	7.9	0	2	1	1	11.9
34	F4	4.7	1	4	0	1	10.7
24	F2	4.6	0	4	1	1	10.6
22	F2	2.2	1	6	1	0	10.2
12	F2	5.1	0	4	1	0	10.1

表 5 を見ると、F4 が 1 番得点が高く、それに F1, F2 と続く形となった。これは会話全体の発言回数が多い順と同じ結果となった。

また、表 6 に示した上位 5 重要発言を見ると、F2 と F4 の 2 人が上位を占めていることが分かる。得点の内訳を見ると、初出現単語や重要語との関連語が得点の比率が大きく、その他の要素が得点に与える影響は小さいものとなっている可能性がある。表 7 の発言内容を見ると、どう求めればこの値が分かるといった、問題解決につながるような内容の発言が多くランクイ

表 7 重要発言の内容 (データセット 1)

番号	発言内容
23	You have to find planck speed . energy-p that's planck speed / lambda which we are give. 2.5×10^{-7} meter so that is...
34	ok 1.32×10^{-19} joules. So now use energy-k you can find. energy-k equal $1/2$ mass velocity 2 ... You can find velocity and then find lambda.
24	oh, they give us the-work-function because we have to find if energy-k is greater than zero so that we can say that 1 electron is equal to 1 photon. Do you remember like before.
22	no wait lambda equal planck / mass velocity is the lambda . lambda equal planck / mass velocity is to find the eject electron. I'm sure you probably use the energy-k first.
12	what did they give us. For the following wavelength. So, well lambda equal planck / mass velocity right?

ンしており、その発言を重要発言として抽出できたといえる。

発言回数であったり、総得点では F2 が最も少ない値となっていたが、重要度が高い発言を見ると F2 が多く発言しており、発言の回数自体は少なくとも会話に大きな影響を与えていることが分かる。

5.2.2 データセット 2

データセット 1 と同様に表 2 のデータセット 2 に対しても評価式の実行を行った。人物ごとに重要度の点数を集計した結果を表 8 に示す。また、重要度が高いと判定された上位 5 発言の得点の内訳を表 9 に、その内容を表 10 に示す。

表 8 評価結果 (データセット 2)

	F4	F5	M
計	15.7	45.1	35.8

表 9 重要発言得点内訳 (データセット 2)

番号	話者	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	計
26	F5	0.7	1	8	1	0	10.7
27	M	0.0	1	7	1	0	9.0
15	M	0.0	1	3	1	1	6.0
9	F5	1.7	0	2	1	0	4.7
14	F5	1.6	1	1	1	0	4.6

表 8 を見ると、F5 が 1 番得点が高く、それに M, F4 と続く形となった。データセット 2 についても総得点は会話全体の発言回数が多い順と同じ結果となった。

表 9 に示した上位 5 重要発言を見ると、M と F5 の 2 人が上位を占めていることが分かる。得点の内訳を見ると、特に上位 2 つに関しては、重要語との関連語が得点の比率が非常に大きく、なっていることが分かる。表 10 の発言内容を見ると、上位 2 つの発言は単語数の多い発言となっており、関連語も発言

表 10 重要発言の内容 (データセット 2)

番号	発言内容
26	I think we only use energy-k is energy-p minus the-work-function to find-out whether or not electron are actually eject and once we know that they are wouldn't eject electron have the same energyx as the energy-p?
27	I don't think we only use energy-k is energy-p minus the-work-function to find-out whether or not electron are actually eject. what did you guy use as the...
15	I think mass of an electron is 9.11×10^{-31} . 9.11×10^{-31} .
9	yeah, and then you use the energy-k to get velocity .
14	what is the mass of an electron again?

の中に多く含まれる結果となり、表 9 に示す得点内容と順位につながったといえる。

また、表 10 に示す各発言内容を見ると”electron”に関する発言が上位となっていることが分かる。

6. 考 察

6.1 データセット 1

まず表 5 で示した人物ごとの重要発言の総得点は、単純に発言回数が多い人ほど得点が高くなるため、このような結果となったと考えられる。そこで総得点を発言回数で割ったものも算出した結果、今度は逆の順番となり F2 が 1 番高い得点となった。このことから F2 が 1 回の発言の質が高いということが分かる。しかし、多く発言をすることは議論に積極的に参加しているとも考えられるため、今回の影響度の大きい発言を見つけるにあたっては、発言回数は評価式の中であまり考慮すべきでないとも考えられる。

表 6 と表 7 では、F2 と F4 の 2 人が上位を占めるという結果になったが、得点の中でも初出現単語や重要語との関連語の比重が大きかったことがこの結果となった 1 つの要因として考えられる。そこで評価要素の妥当性を検証するために、先に示した 5 つの評価要素を用いた評価式から 1 つずつ要素を除外し計算したものを表 11 に示す。表 11 では、それぞれ上位 3 つの発言の番号・話者・得点を示している。ここでは特に E_4 (継続発言) を除外して評価を行った結果が、元の評価式と同じ結果となり、評価要素として妥当なものではなかったと考えられる。ただ、前の発言を訂正するような発言など継続発言の中で高く評価されるべきものも存在するため、それがきちんと評価されるような要素の条件にする必要がある。今回は参加者が 3 人だからという理由で前 3 回以内の発言しか見ていないことや、前出の動詞・名詞しか考慮していないことから条件を改善する必要があると考えられる。

その他の要素については順位の変化が見受けられた。しかし E_2 (重要語) と E_5 (具体的発言) については、得点全体を見ると E_1 (初出現単語) と E_3 (重要語との関連語) に比べて、変化は少

表 11 4つの評価要素を用いた評価結果

除外要素	番号	話者	計
E ₁	22	F2	8.0
	34	F4	6.0
	24	F2	6.0
E ₂	23	F4	11.9
	24	F2	10.6
	12	F2	10.1
E ₃	23	F4	9.9
	2	F4	8.1
	6	F4	7.0
E ₄	23	F4	10.9
	34	F4	10.7
	24	F2	9.6
E ₅	23	F4	10.9
	22	F2	10.2
	12	F2	10.1

なく得点への影響度は少ないことが分かった。重要語については、重要語から関連語も決まるため、評価に必要な要素だと考えられる。そこで改善するためには、重要語のパラメータの値を設定し、他の要素より重みを大きくすることで、重要語が含まれる発言へ高い評価を与える方法が考えられる。具体的発言は、評価要素として妥当なものではない可能性がある。また条件についても、現段階では数値・固有名詞が含まれる発言となっているが、会話のテーマによって、その2つを含む発言が具体的なものといえるとは限らない。今回使用したデータセットでは計算式から数値を求めるような内容であったため、ある程度うまくいったとも考えられる。

6.2 データセット 2

データセット 2 の評価について、表 9・表 10 では、長い文章ほど得点が高くなるという典型的な例が示される結果となった。重要語との関連語が 1 つの発言の中で何回も使用されたためこの結果につながったといえる。しかし、他の上位の発言も含め、その内容を見ると、図 3 で示したように 1 番中心性の高かった“electron”について言及している発言が重要な発言として抽出されており、データセット 1 に比べて会話の中心がずれていたとしても、グループ 2 のコミュニティの中で重要な発言といえるものがしっかりと評価されているとも考えられる。ただ、E₃ の要素だけで上位 2 つと他の発言の重要度の差が大きなものになっているため、データセット 2 の評価についても先ほど述べたような評価要素の再検討が同様に必要であると考えられる。

7. おわりに

本研究では、人物と単語を組み合わせたグラフ型データベースの作成を行った。また、グラフでの可視化によって会話の中心となる重要な単語を発見することができた。また、作成したグラフから発言の影響度を表すために評価式の作成を行い、重要発言を見つけることができた。

今後の課題としては、現在用いている評価式の中で、要素の

影響が大きいものや条件が適切でないものを改善する必要があると考えている。また、評価を行った結果、重要発言となったものをグラフでわかるように表現する、ということは現在できていないため、可視化することによってよりユーザに分かりやすく表現したいと考えている。また、会話の流れの中で単語の中心性がどう変化するのか調べるための時系列変化の表示や他の中心性（近接中心性や次数中心性）など、今回使用した以外にも評価に利用できる要素は多く存在するため、重要な発言をより精度よく発見できるようなものはどのようなものなのか、また本システムが教育者視点の評価と比較して有用なものであるのか、確認し、精度を高めたいと考えている。

文 献

- [1] 角 康之, “マルチモーダルデータに基づいた多人数会話の構造理解”, 情報処理学会研究報告, 2011
- [2] 中部地域大学グループ・東海 A(教育力) チーム, “アクティブラーニング失敗事例ハンドブック”, 2014
- [3] 三浦 寛也, 能登 楓, 竹川 佳成, 平田 圭二, “議論構造を利用した発言録の自動要約”, 第 29 回人工知能学会全国大会論文集, 3N4-1, 2015
- [4] 吉田 慶章, 柿崎 淑郎, 辻 秀一, “ニュース記事理解における発言情報の重要度算出手法”, 情報処理学会研究報告. DD, 2009
- [5] 武吉 朋也, 帆足 敬一郎, 松本 一則, 小野 智弘, “表層的特徴とテキスト特徴に基づくオンラインディスカッションの健全度定量化手法”, 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.12, pp.2841-2853, 2012
- [6] 小倉 加奈代, 松本 遥子, 山内 賢幸, 西本 一志, “発言者の主観的判断に基づき発言のエージング速度を個別選択可能とするチャットシステム”, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.4, pp.1608-1620, 2011