

# グループ会議における発散・収束ファシリテーションの開発

結城 大輔<sup>1,a)</sup> 松吉 俊<sup>1,b)</sup> 内海 彰<sup>1,c)</sup>

**概要:** 近年、インターネット上で気軽にグループ会議を開くことができるようになった。あるトピックに関して複数人で会話するとき、ほとんど発言しない人に意見の表明を促したり、これまでの皆の発言内容を整理したりする機能が望まれるが、それらを自然なタイミングで実行してくれるエージェントを開発する研究はほとんどない。そこで本研究では、テキストチャット会議においてファシリテーションを行うエージェントを提案する。このエージェントは、発言を促す「発散」と発話をまとめる「収束」の機能を持つ。被験者4人を1グループとして、のべ6グループに対して提案手法を評価する実験を行った。1実験あたり平均発話回数は約200であった。評価アンケートの結果、発言促進機能に関して高い評価を得たが、意見整頓機能は評価が低かった。会話ログを分析し、ファシリテーターエージェントの今後の展望について考察する。

## A Facilitator Agent for Opinion Diversity and Discussion Convergence in an Online Text Chat Meeting

DAISUKE YUUKI<sup>1,a)</sup> SUGURU MATSUYOSHI<sup>1,b)</sup> AKIRA UTSUMI<sup>1,c)</sup>

### 1. はじめに

Web技術の発展により、空間的に離れたユーザー同士が会話を行うためのシステムが開発されている。TwitterやFacebookといった、インターネット上で情報を発信し意見の共有や会話をするツールは以前から存在していたが、近年、LINE<sup>\*1</sup>やslack<sup>\*2</sup>といった、複数人が閉鎖的に会話することを主としたツールが急速に普及している。その結果、プロジェクトチームの会議や連絡のようなものでも、メンバーの居住地等の物理的都合の理由により、インターネット上で済ませることも増加している。

しかし、インターネット上でそのような複数人による相談・決定を行おうとすると、話がうまくまとまらなかったり、発言しない人が出てくるなどの問題が起りやすい。そのため、複数人での会話や議論を円滑かつ有用にするために、インターネット上での複数人会話を促進する会話

エージェントが望まれる。

複数人会話にエージェントを参加させるための研究はロボットを用いて行われることが多い[1], [8]。それらの研究では、対面での会話を前提にしており、非言語情報を手掛かりに会話に介入することが多い。純粋な言語情報のみから、インターネット上での多人数会話に参加することを目指した会話エージェントの研究は、日本では現在まで行われていない。

会議の進行を促す働きとしてファシリテーション[2]というものがあり、ファシリテーションの経験の少ないユーザーを支援する研究が実施されている。水上ら[7]は議論の残り時間や参加者それぞれの最新発話からの経過時間を表示するシステムを提案している。その議論内での意見とその立ち位置をユーザー本人に手でマッピングさせ、ユーザーの目的意識を変化させることで、議論の進行を支援する。伊藤ら[3]は、大規模な意見集約を行うため、Web上の議論を支援する合意形成支援システムを作成した。そこから得た知見から、ファシリテーションによく使われるフレーズを容易に投稿できる機能などを開発し、ファシリテーション経験が少ないユーザーを対象にファシリテ

<sup>1</sup> 電気通信大学, The University of Electro-Communications

<sup>a)</sup> [yuukidaisuke@uec.ac.jp](mailto:yuukidaisuke@uec.ac.jp)

<sup>b)</sup> [matuyosi@uec.ac.jp](mailto:matuyosi@uec.ac.jp)

<sup>c)</sup> [utsumi@uec.ac.jp](mailto:utsumi@uec.ac.jp)

<sup>\*1</sup> <https://line.me/ja/>

<sup>\*2</sup> <https://slack.com/>

ションの支援をする。しかし、ユーザーが話している中で自動でユーザー同士の会話に介入し、主体的にファシリテーションを行う会話エージェントの研究はまだない。

以上のことから本研究では、テキストチャットでの複数人の会話に適切なタイミングで、かつ、適切な内容で介入し、会話の進行を促すエージェントの開発を目指す。

以下、まず、2章では本研究の下地になっているファシリテーションについて説明する。次に、3章で提案手法について述べる。4章で、実際に人間同士の会話に会話エージェントを参加させた実験について報告する。5章はまとめである。

## 2. 多人数会議におけるファシリテーション

ファシリテーションとは本来、グループの相互理解や合意形成を促し、知識創造活動を支援する働き・役目である [2]。それを行う人をファシリテーターという。しかしこれはあくまで人間が行う総合的な働きであり、本研究では会議や議論の中での場合に絞って考える。

この章では、本研究で目指す、多人数会議でのファシリテーションについて説明する。

### 2.1 本研究で目指すファシリテーションの役割

堀 [2] は、現代でのファシリテーターとしての最大の目的は、定められた目標をどのようにすれば達成できるかに関して、全員が納得する合意形成を行うことだとしている。

対比するものとしてリーダーシップという働き・役目がある。リーダーシップの主な働きは、活動内容を定めて方向性を決め、自ら先頭に立って行動し模範を示すことである。それに対してファシリテーターは、先頭に立つことも自分から意見を出すこともしない。メンバーに意見を出させて内容を決定させることで、メンバーに納得と責任を与えた合意を作ることを目的としている。つまりファシリテーターは、活動内容やコンテンツそのものを決めることはメンバーに任せ、そこに至る過程のみを舵取りすることを役割とする、支援型リーダーである。

本研究ではファシリテーターのこのような役割に着目する。メンバー全員が意見を出しやすいような環境を作り、議論内容やすべきことを論理的に構造化し、メンバーが納得した結論を作ることを支援するという役割を、本研究で目指すファシリテーションと定義する。

### 2.2 ファシリテーションに必要なスキル

堀 [2] は、一般的な話し合いや会議でのファシリテーションを念頭に置き、ファシリテーターに求められるスキルを、以下の四つに分けて説明している。

#### (1) 場のデザインのスキル

何を目的にして、どのようなやり方で議論していくかという、場を作り繋げるスキル。目標を共有しともに議

論しやすい場を整備し、それに応じて会議を設計していくことが求められる。

#### (2) 対人関係のスキル

自由に思っていることを言い合いながら、グループ全体としての意識の理解とメンバーの相互理解を深めていくことを支援するスキル。観察・傾聴・復唱・質問などのコミュニケーションスキルを駆使し、メンバーそれぞれのメッセージを受け止め、その意味や想いまで引き出すことが求められる。

#### (3) 構造化のスキル

論理的に議論をかみ合わせながら、議論を整理し論点を絞り込むスキル。実際の議論では図解などのツールを用いながら、議論を分かりやすい形にまとめていくことが求められる。

#### (4) 合意形成のスキル

それまでに出た意見をまとめ、全員の納得した結論を導くスキル。ここでは様々な対立が生まれやすく、それを解消することが求められる。

ファシリテーターは、議論の内容や状況に応じて、この四つのスキルを組み合わせることで支援のプロセスを形成し、合意形成を促す。支援のプロセスにはパターンがあり、堀 [2] は数個のフレームワークを、推奨される状況とともに紹介している。例えば、目標と現状にギャップがある場合では、目標の設定を行い、達成できない原因を洗い出し、そこから現状を打開するアイデアを捻出する「問題解決」型プロセスが推奨される。

### 2.3 ファシリテーション機能の定義

前節の四つのスキルに基づいて、ファシリテーターエージェントが持つべき 10 種類のファシリテーション機能を定義する。対応関係を表 1 にまとめる。

場のデザインのスキルについて、以下の二種類の機能を定義する。

議論条件の提示 議題や議論する上での前提、制限時間などの条件を提示し共有する。

発言しやすい場づくり アイスブレイク等を行いメンバーの発言意欲を向上させる。

対人関係のスキルについて、以下の三種類の機能を定義する。

発言を求める行為 発言回数が少ない人や発言間隔が空いている人に発言を求める。

意見への質問 メンバーが出した意見について、なぜそう思うのか尋ねる。

発言の要約 ユーザーの発言が長かったり複雑だった場合に、その話題について短い文を提示し、そういう意見だったのか確認する。

構造化のスキルについて、以下の二種類の機能を定義する。

表 1 ファシリテーションに必要なスキルに対応する機能, および, その実装難易度と優先順位

スキル	必要とされる機能	先行研究	難易度	優先順位
場のデザイン	議論条件の提示	-	1	2
	発言しやすい場づくり	-	3	3
対人関係	発言を求める行為	[5]	1	1
	意見への質問	[5]	2	2
	発言の要約	[6]	2	2
構造化	意見の構造化を促す行為	[4]	2	1
	意見を論理的にする行為	-	3	3
合意形成	案の提示	-	2	2
	一致点と対立点の提示	-	3	2
	決定事項の可視化	-	3	3

**意見の構造化を促す行為** 出た意見を構造化して提示し, それについて様々な角度からさらに意見を出すことを促す.

**意見を論理的にする行為** 意見が複雑な場合, その意見がどんな立場で, どのような理由で出されたのか明確にする.

合意形成のスキルについて, 以下の三種類の機能を定義する.

**案の提示** 議論の終盤に, 今まで議論してきた話題とそれに対する意見をすべて提示する.

**一致点と対立点の提示** ある意見に対立点がある場合, 一致点と対立点を明確にする.

**決定事項の可視化** 意見を決定する際, 決定したことについて明確に提示する.

表 1 の「先行研究」の列に, 先行研究がこれらの機能を扱っているか示す.

大畑ら [5] は議論促進発話を自動生成するために協調学習の履歴から議論促進発話を抽出し, それらを 14 種類のカテゴリに分類した. この研究は分類に留まり, 実際の会話において議論促進発話を自動発話するエージェントは実装されていない.

林ら [6] は会議録から発話間の関係を構造化し, その議論を可視化するシステムを提案した.

千石ら [4] は Web 上での大規模議論システムの中で出た発話を分析し, 議論のツリー作成を支援する機構を作成した. この機構は, 議論の内容を把握する際に多く利用され効果があったとの報告があるが, 意見を整理し合意案を作成する際には利用されず効果が得られなかったようである.

## 2.4 本研究で採用するファシリテーション行為

表 1 の右側に, 現在の自然言語処理技術を用いて短期間で実装可能であるかに関する難易度と, 我々が考える実装優先順位を示す. ここで, 難易度は 1 (易しい) ~ 3 (難しい) の 3 段階であり, 優先順位は 1 (高い) ~ 3 (低い) の 3 段階である.

本研究ではファシリテーションの基本パターンの一つで

ある「発散・収束」型プロセスに着目する. これは, 創造的なアイデアを生み出す際に使用しやすいフレームワークであり, 「できるだけたくさんのアイデアから最良のものを選択する」ことを原理とする手法である.

議論前半では「発散」を促し, アイデアの質ではなく量を求め, メンバーに自由な発想の元でアイデアを多く出させるようにする. アイデアがあまり出なかつたり偏ったりした場合は, 発想のヒントとなる状況やキーワードを設定したりして, アイデアを絞り出すよう仕向ける. 後半では「収束」を促し, そのアイデアを整理し構造的に考えさせることで, 良い結論を得られるようにする. 発散させたアイデアを整理して全体像を明らかにし, 選択・統合しながら最良の結論をつくっていく. 「発散・収束」型プロセスは, この「発散」と「収束」を繰り返すことで, より良い議論にすることを目指すフレームワークである.

本研究では, 「発散・収束」型プロセスに基づいて, 複数人によるチャット会議の進行を促すファシリテーションを目指す. 「発散」プロセスは, 表 1 の「発言を求める行為」に対応し, 「収束」プロセスは, 「意見の構造化を促す行為」に対応する. 2.3 節で説明したように, 先行研究はこれらの機能に関して問題点がある.

本研究では, 以下を実装することで, 意見を整理し合意形成に利用させ, 成果を得ることを目指す.

- タイミングを自動で認識して「発言を求める行為」を実行する
- 話している話題に合わせて「意見の構造化を促す行為」を行う

## 3. ファシリテーターエージェント

本研究で提案するファシリテーターエージェントは, 発話解析部, 介入内容決定部, 発話生成部の 3 つの部分から構成される. 図 1 はその三つの部分の関係を表す.

発話解析部ではユーザーの各発話を解析し, 構造化されたデータを保持する. 介入内容決定部では会話の状態から介入するタイミングの判断と発話行為の決定を行う. このモジュールが介入すべきと判断したときには, 発話生成部

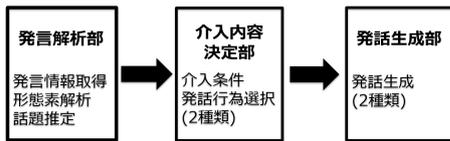


図1 ファシリテーターエージェントの内部モジュール

表2 ファシリテーターエージェントを交えた会話例

ユーザー	発話	介入
	(前略)	
Y	確かにウニは食べたいかなあ	
Z	ウニのトゲトゲやばい	
X	んー行くならやっぱり札幌かなあ	
Z	え、なら小樽行きたいよ	
X	飯食べる所も観光スポットも全部あるよ	
Z	え〜じゃあ小樽でもいいじゃん	
Z	小樽も美味しいご飯も観光名所もあるよ	
ポット	現在「地名」について「小樽、札幌」といった意見が出ているように見えます！	介入 $\beta$
ポット	「小樽も美味しいご飯も観光名所もあるよ」といった意見もあったと見えました。どうしますか？	介入 $\beta$
X	でも札幌なら北海道で一番栄えているよ？	
Z	どうすっかなあ	
ポット	Yさんはどう思いますか？	介入 $\alpha$
	(後略)	

で発話生成を行う。

表2にエージェントの発話例を示す。ここで、「ユーザー」が「ポット」の発話が、提案するエージェントの発話である。

### 3.1 発話解析部

発話解析部では、ユーザーの発話を受け取り、発話時刻や発話文字列などの情報を解析して構造化する。発話文字列は形態素解析器 JUMAN version 7.01<sup>\*3</sup>で解析する。形態素情報のうち「意味」の情報を利用して、各語の意味カテゴリーを決定する。

会議の内容に深く関連する話題の種類をあらかじめ設定しておき、各発話から話題語を抽出して保持する。例えば、旅行に関して議論する場合、「食べ物」は重要な話題の1つである。発話における話題に関する語句を話題語と定義する。例えば、話題「食べ物」の話題語は、「ウニ」や「鮭」である。意味カテゴリーを利用して、どの話題の話題語であるかを自動的に判断する。話題語が名詞である場合、直前の名詞も取り入れ、複合名詞（「納豆ご飯」や「札幌ドーム」等）の形で保持する。

さらに、話題語の有無により、発話がどの話題に属するかを決定する。

### 3.2 介入内容決定部

介入内容決定部では、発話解析部で構造化されたデータを基に議論の状態を判断し、会話に介入するかどうか、介入する場合にはどの発話行為の発話をするかを決定する。以下の手順で、介入するタイミングを探り、発話行為を決める。 $t_1, t_2, n_1, n_2, n_3$  はパラメーターである。

(1) 最新発話から  $t_1$  秒待機しその間に発話がなかったとき、手順2に進む。

(2) 以下の条件にしたがって発話行為を選択する。

**発言を求める行為** 最新発話から  $t_2$  秒もしくは  $n_1$  回発話がないユーザーがいる。

**意見の構造化を促す行為** 直近  $n_2$  回の発話の中で最も多く出現した話題についての発話が  $n_3$  回以上ある。

手順2で両方の条件を満たす場合は、先に意見の構造化を促す行為に関して発話し、その後、発言を促す行為に関して発話する。

### 3.3 発話生成部

3.2節で選択した発話行為に応じて発話を生成する。

#### 3.3.1 発言を求める行為（介入 $\alpha$ ）

次のテンプレートを用いて、条件を満たしたユーザーに対して、現在の話題についてどう思うかの意見を求める発話を行う。

（ユーザー名）さんはどう思いますか？

#### 3.3.2 意見の構造化を促す行為（介入 $\beta$ ）

発話テンプレートは二種類ある。

次のテンプレートを用いて、介入内容決定部で認識した話題について今までに出現した話題語を全て列挙し意見を求める。

現在（話題）について（話題語の列挙）と意見が出ているように見えます！

決まっていなければそれぞれについて意見を出してみましよう！決まっていれば他の要素も合わせて話し合いませんか？

この介入（介入  $\beta$ ）の発話が二回目以降である場合、次のテンプレートを用いて、その話題に属する発話を全て列挙する。

現在（話題）について（話題語の列挙）と意見が出ているように見えます！

（その話題に属する発話の列挙）

という意見もあったと見えました。どうしますか？

表2に、ファシリテーターエージェントを交えた実際の会話例の一部を示す。ここで、X, Y, Z は、参加者のIDであり、「ポット」は、エージェントを表す。提案するフレームワークにより、介入  $\alpha$  と介入  $\beta$  が実行されていることが見て取れる。

\*3 <http://nlp.ist.i.kyoto-u.ac.jp/index.php?JUMAN>

## 4. 評価実験

複数人による話し合いにファシリテーターエージェントを参加させ、介入  $\alpha$  と介入  $\beta$  に関する評価を行った。

### 4.1 実験設定

本評価実験では、創造的なアイデアを生み出すことを目指す「発散・収束」型プロセスに合わせたテーマとして、旅行計画の話し合いを採用した。

本実験ではチャットツール slack を使用し、実験協力者四名にエージェントを加えた計五アカウントを一グループとした。19歳から25歳までの男性20名の実験協力者を四名ごと五グループ(A~E)に分け、会話実験を計五回行った。

エージェントの介入タイミング  $t_1$  による変化を評価するため、グループA, B, Cでは  $t_1$  を20秒に、グループD, Eでは  $t_1$  を0秒に設定し比較を行った。 $t_1$  を0秒に設定すると、すべての発話の直後に介入する可能性があり介入する機会が増える。それ以外の介入内容決定部のパラメータは、予備実験により、 $t_2$  を120秒、 $n_1$  を8回、 $n_2$  を5回、 $n_3$  を3回に設定した。

今回の話し合いに必要な話題を、旅行に関連する主要なものとして、「行きたい場所」、「食べたいもの」、「行きたいところ」の三つとした。それぞれの話題について取得する話題語を以下の通りに定めた。

- 行きたい場所：地名や住所に関する名詞と複合名詞
- 食べたいもの：食べ物に関する名詞と複合名詞
- 行きたいところ：施設・自然・組織・レクリエーションに関する名詞と複合名詞

話し合いに先立ち、実験協力者に以下のことを伝えた。

- 議題は「北海道への旅行計画」とする。
- 期間は一泊二日。その他の条件は自由とする。
- 話し合い中に、インターネットで調べ物をすることは可能とする。
- 時間は30分を目安とし、35分経過し次第、筆者の判断で実験を終了する。
- 対面で話すことを禁止する。

### 4.2 評価項目

会話実験後、実験協力者に以下の五つの項目を1(悪い)~5(良い)の5段階で評価してもらった。

- 適時性 エージェントが発話するタイミングは自然か
  - 発言促進性 ユーザーの発言を促す効果があったか
  - 発散性 意見をより多く出す効果があったか
  - 意見整頓性 意見を整理する効果があったか
  - 収束性 意見をまとめることを促進する効果があったか
- 適時性は主に介入タイミングの待機時間  $t_1$  を、発言促進性

表3 ユーザーの発話回数、および、介入  $\alpha$  と介入  $\beta$  の回数

$t_1$		会話時間	発話	発話/分	介入 $\alpha$	介入 $\beta$
20	A	32分59秒	267回	8.10	1回	0回
20	B	32分29秒	142回	4.37	8回	4回
20	C	37分25秒	436回	11.65	1回	0回
0	D	36分28秒	98回	2.69	8回	3回
0	E	37分39秒	202回	5.37	8回	11回
0	C'	25分41秒	206回	8.02	10回	14回

表4 ユーザーによる評価結果

	B	D	E	C'	平均
適時性	3.50	2.75	3.00	3.75	3.25
発言促進性	4.75	4.00	4.25	4.25	4.31
発散性	3.50	3.75	3.75	3.25	3.56
意見整頓性	2.75	3.25	2.00	3.50	2.88
収束性	3.50	3.75	2.50	3.50	3.31

と発散性は主に介入  $\alpha$  を、意見整頓性と収束性は主に介入  $\beta$  を評価する項目である。

### 4.3 追加実験の設定

上記五回の評価実験に加えて、 $t_1$  を20秒に設定したグループの中で最も発話回数が多かったグループCに対して、 $t_1$  を0秒に設定し、追加実験を行った。議題は「関西への旅行計画」に変更した。この追加実験の結果は、グループC'として、前の五回と合わせて示す。

### 4.4 実験結果

それぞれの実験について、全ユーザーの総発話回数、1分あたりの発話回数、介入  $\alpha$  を行った回数、介入  $\beta$  を行った回数を表3にまとめる。ここで、全ユーザーの総発話回数には、エージェントの発話回数は含まない。介入  $\alpha$ 、 $\beta$  ともに1回以上あったグループの評価結果のみ、表4に示す。ここで、各グループの値は、そこに所属するユーザーの評価値の平均である。

表3の「介入  $\beta$ 」が示すとおり、 $t_1$  が20秒のグループA, Cでは1分あたりの発話回数が多く、ユーザーの発話ペースが速かったため介入自体行われなかった。

表4より、タイミングの自然さはグループB, C'で高い値をとった。発言促進性は全体的に値が非常に高く、全グループの平均で4.31と今回の項目の中では最も高い値をとっている。発散性はグループ間の分散が低く、値は高い。意見整頓性の値は平均が2.88と他の項目と比べて低い。収束性については、グループEの値が特に低いこと以外全体的に高い値をとっている。

### 4.5 考察

まず、表3と表4の結果を考察する。次に、発話間隔を定量的に分析し考察する。続いて、会話実験終了時の話題語を考察する。最後に、今回採用した機能について考察を

行う。

#### 4.5.1 ユーザー評価結果の考察

$t_1$  が 0 秒のグループでは、1 分あたりの発話回数が多いほどタイミングの自然さの値が高くなっている。一方、 $t_1$  が 20 秒のグループ B では 1 分あたりの発話回数が少ないが、介入  $\alpha$  と介入  $\beta$  がともに行われており、タイミングの自然さの評価も高い。これらのことから、介入タイミングは、ユーザーの発言ペースに合わせて動的に変えるべきだと考えられる。

本エージェントは発言促進性と発散性は高い値をとっており、発言を促す行為である介入  $\alpha$  は効果があったと言える。一方で、意見整頓性と収束性の評価は低い。特に、意見整頓性は一番低い結果となった。これらの評価結果が低いことの原因として、大きく二つあると考えられる。

一つは、この二つの評価値の平均を大きく下げているグループ E の会話実験中に起こった、エージェントによる単語の誤認識である。会話実験中にユーザーがとある人名を含む発話をしたところ、その人名を自然に関する場所の単語だとエージェントが誤認識してしまい、正しい意見を抽出することができなかった。実験後の分析調査において、「池野」や「沢畑」といった自然を表す漢字を含む人名をユーザーが発話した場合、エージェントが自然に関する場所だと誤認識することが判明した。グループ E の評価を除くと、意見整頓性の評価の平均は 3.17、収束性の評価の平均は 3.58 であり、意見をまとめる収束性について良い効果があったと言える。それゆえに課題は、人名を場所だと誤認識しないよう、発話解析部を改善することであると考察できる。

もう一つの原因として、会話終盤に入ると、介入  $\beta$  によって生成されるエージェントの発話が長すぎることが挙げられる。介入  $\beta$  では、3.3.2 節で述べたように、選択された話題に属する発話を全て列挙する発話を行う。そのため終盤になるとそれほど重要でない発話まで列挙するので、エージェントの発話が 200 字を超えることが多い。以下に、会話ログから実際に 200 字を超えた発話を引用する。

現在「行きたいところ」について「温泉、海、動物園、俺道新ホール、旭山、旭山動物園、内陸、料理屋、音泉、初日動物園」と意見が出ているように見えます！

「じゃあ初日動物園と温泉で 2 日目に戻ってきて料理食べるとかよくない？、中心地行けば美味しい料理屋はいっぱいあると思うよ、温泉でも旨いもん食べるしええんちゃう、内陸にあるけどレンタカー使えば札幌からでも日帰りで行けるよ、飯>>>>音泉」という意見もあったと見えました。

どうしますか？

このように、意見をまとめる材料を多く提示するあまり、各意見の内容を端的に表現する話題語が見にくくなってし

まったことが、意見整頓性の評価が低いことの原因と考えられる。この問題に対する対策として、発話が長くなりそうになった場合、より直近の内容のみ発話するなど、発話を簡略化することが考えられる。

#### 4.5.2 発話間隔の分析と考察

この節では、会話ログから得られる発話間隔を定量的に分析し、考察を行う。

図 2 に各グループの発話間隔のヒストグラムを示す。ここで、階級の幅は 1 秒とした。この図には、それぞれの発話間隔の平均値をパラメーターとして持つポアソン分布を重ねた。これを見ると、グループ A, B, C, C' についてはヒストグラムはポアソン分布をしているように見える。一方、グループ D, E についてはヒストグラムが一様分布に近い分布となっている。

図 3 に各グループの発話間隔の移動平均を示す。この図において、左端は、会話開始時の発話間隔の平均であり、右端は会話終了時の平均である。折れ線グラフは平均値の推移を表す。いくつかのウィンドウサイズでグラフを描いた結果、我々は、平均をとるウィンドウサイズとして 16 を選択した。適切な介入タイミング  $t_1$  を考察するために、この図に次の情報も追加する。

- 介入  $\alpha$  があった時刻に縦の実線
- 介入  $\beta$  があった時刻に縦の破線

会話の進行率が 60~80% のあたりで、全グループの移動平均の値が高い山を迎える。これは、どのグループもこのあたりで、それまでに出た意見を整理し結び付け、収束を行っているからである。それゆえに、ユーザーが 1 人で考える時間が増え、発話と発話の間が伸び、移動平均値が高くなったと考える。ほぼ終盤であるこのあたりでも、介入の種類に関わらず多く介入が行われたが、目立った良い効果は見られなかった。これは、この時期のエージェントの発話文が長いことが主な問題であると考えられる。

グループ B, D, C' では、会話の進行率が 20~40% のあたりでも移動平均の値が高くなっている。これは、すぐ出せるアイデアを出し終わったため旅行についてインターネットで記事を調べて見ていたり、ユーザーが新たなアイデアを出していいものか悩んでしまったりしたことから、発話間隔が長くなってしまっていると考えられる。ここでは介入  $\alpha$  が多くあった。

#### 4.5.3 実験終了時の話題語リストの考察

この節では、実験が終了した時点でエージェントが保持していた各話題に対する話題語リストについて考察する。

会話実験中に 2 回以上出現した話題語のリストを表 5 に示す。考察に使用するため、この表には各グループが出した結論も載せた。この結論は筆者が会話ログを確認して判断した。結論に関連がある話題語に下線を引く。

表 5 に示されている話題語を見ると、関連する複合名詞は良い精度で抽出できている。「道新ホール」や「旭山動物

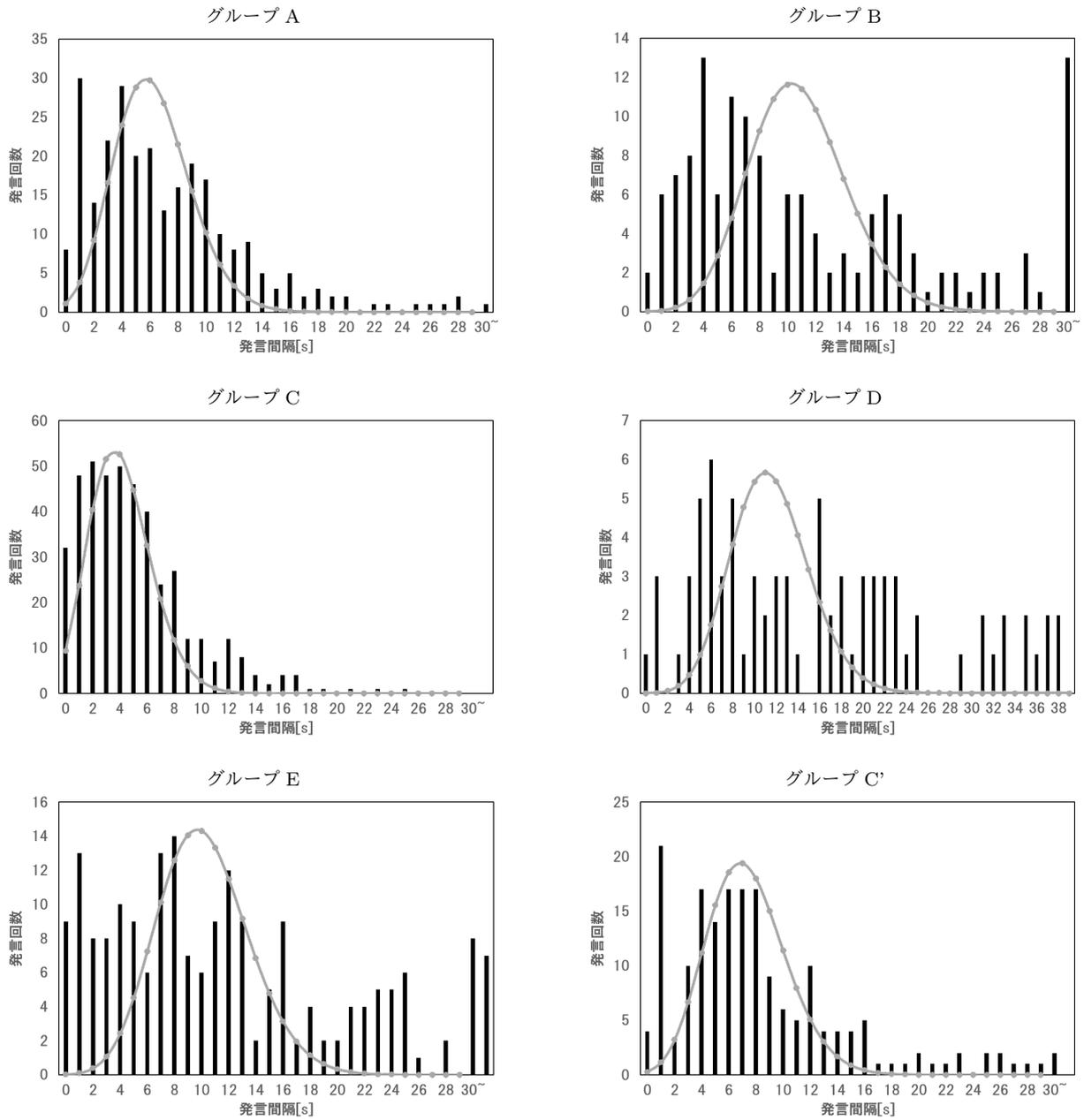


図 2 発話間隔ヒストグラム

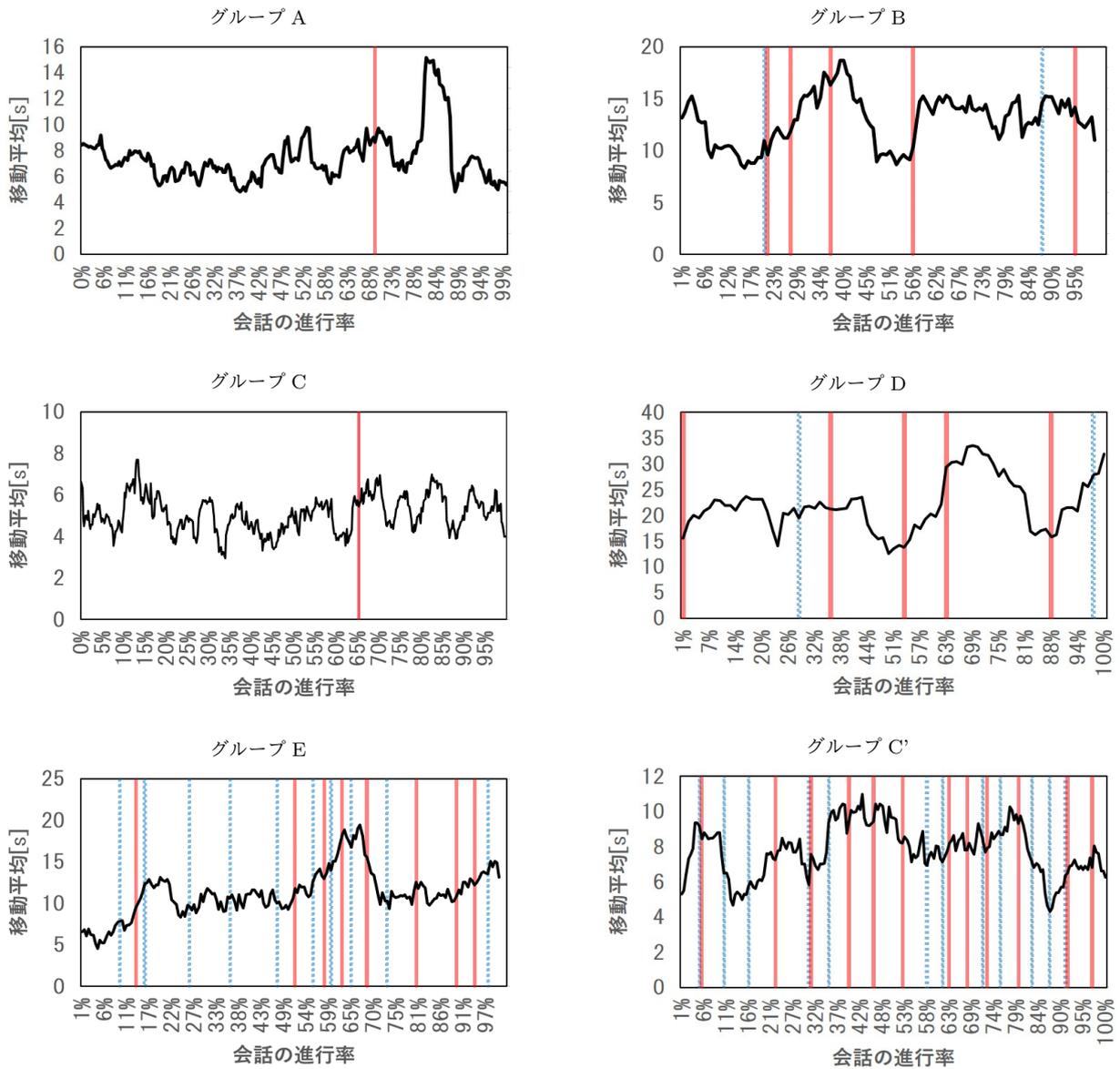


図 3 発話間隔の移動平均と介入  $\alpha$ (実線) と介入  $\beta$ (破線) のタイミング

表 5 2 回以上出現した話題語と、各グループが出した結論

	行きたい場所	食べたいもの	行きたいところ	結論
グループ A	札幌, 旭川, 小樽, 大洗, 稚内	ビール, 酒, うに	宗谷岬, 現地, 場所, ホテル, せ, 温泉, 一般道, 稚内空港, 居酒屋	初日は稚内から宗谷岬に行き, 旭川でお酒を購入し札幌のピアガーデンに行く. 2 日目は各自自由行動し, 新千歳から帰る.
グループ B	札幌, 小樽, 旭川	料理, 飯, 酒	温泉, 海, 動物園, 旭山, 内陸, 道新ホール, 音泉, 札幌空港, 旅館	初日は札幌でラーメンを食べて旭山動物園に行き旅館でご飯を食べる. 2 日目はスキーをしてジンギスカンを食べる.
グループ C	網走, 札幌, 室蘭, 沖縄, 日本, 稚内, く, ニセコ	ウニ, パフェ, アイス, 寿司, ちゃ, 昆布, ノリ, 鮭, 酒, 熊肉	札幌ドーム, 産地, 自家, 聖地, 温泉, く, 会議	初日は網走刑務所に行き, 新千歳に行き雪ミクを見て, 熊肉を食べる. 2 日目は寿司を食べる.
グループ D	旭川, 富良野	ジンギスカンキャラメル, メロン	場所, 旭山, 旭山動物園, ラベンダー畑, 旭川空港, 宿, ホテル	旭川空港から旭山動物園に行き, 夜はジンギスカンを食べる. 2 日目は富良野のラベンダー畑に行き, メロン食べ放題を食べる.
グループ E	札幌, 小樽	かに, カニ, 肉, チーズ, 蟹, ワイン	宿, 池, 家, 観光地, アイヌ民族, 牧場, 場所, 温泉	初日は十勝で昼に豚丼, 夜にチーズフォンデュとワインを楽しむ. 2 日目はパーベキューを行う.
グループ C'	大阪, 京都, 宇治, 関東, 関西, サイパン, 京都市, ケンタッキー, 鴨川	お好み焼き, すき焼き	聖地, 涼宮, 山, 大阪城, 京都市, 貝塚, 宿, 吉田寮	初日は大阪でアニメの聖地を巡った後お好み焼きを食べ宿泊する. 2 日目は京都に行き吉田寮に行く.

園」, 「ジンギスカンキャラメル」等に代表される複合名詞は形態素解析器の辞書単独では拾えず, 3.1 節の発話解析部によって得られた. その一方でひらがな一文字の単語, 「く」, 「せ」等を誤って抽出してしまっている. これらをどのようにして除外するかは今後の課題である.

本研究では, 取捨選択せずすべての話題語を抽出し, 拾い漏れがないことを意識したエージェントを実装した. 表 5 を見ると, 複数回出現した話題語は北海道 (グループ C' のみ関西) に関する話題語が全体的に非常に多い. 旅行計画に関する会話であるので, 当然であるが, 結論はこれらの話題語を多く含むことが分かる. 直近の話題語が優先されることも少なからずあるが, 会話中で複数回出現する話題語は議論の中心であり, 結論に直結する可能性が高いことが確認できる.

#### 4.5.4 ファシリテーションに必要な機能の考察

最後に, ファシリテーションに必要な機能について考察する. 本研究では 2.3 節で, ファシリテーションに必要な機能を 10 種類定義した. これらを実現するために, 本実験で得られた知見をまとめる.

##### 場のデザインのスキルに関する機能

より主体的で人間的なエージェントの介入は, ユーザーが参加しやすい場づくりに貢献することが本実験の評価からも強く推定される. それゆえに, 今回, 1 アカウントとしてエージェントを議論に参加させたことは意義があると考えられる.

##### 対人関係のスキルに関する機能

今回実装した以上にさらに話題や状況に合わせて意見を求めることが重要となる. 意見への質問機能は, 意見の構造化を促す行為の後に発言を求める行為をすることで, 今回ある程度行えたように感じた. しかし, ユーザーの意見に「なぜ」や「どのように」と尋ねることは重要であり, このような機能も同様に必要だと考える. 発言の要約は介入  $\beta$  の発話をさらにまとめることである. 意見を表す部分とそうでない部分を認識し, 意見を抽出して短くまとめることが求められる.

##### 構造化のスキルに関する機能

介入  $\beta$  のような発話は効果があるが, やはり発話内容を端的にすべきだと考える. 議論の内容をツリー型にまとめる研究 [4] もあり, それを採用することでエージェント発話の有用性と信頼性が上がると考えている. 状況によって介入の発話形式を柔軟に変える必要もある. 構造化に関して, 発話テンプレートを増やすことも考えられる. ユーザーが出した意見を自動的に論理的に言い換えることは現状非常に難しい. 旅行計画会話における意見を論理的に言い換えるには, どこを起点としてどこを通りどこに到達するかの三点を明確にすべきであると考えられる. 出発点と道順と終着点をどのように抽出して保持すべきか, 考え直す必要がある.

##### 合意形成のスキルに関する機能

案の提示機能は, 話題語リストから重要なものを選択することで実現できそうであると考えられる. 会話の中で複数回

出現した話題語は、議論すべき、もしくは、結論とすべき重要な話題語であると考えている。表5を見ても、議題から離れすぎている話題語は少なく、手がかりにしたいと考えている。一致点と対立点の提示機能の実現のためには、それぞれの話題語と共起する語の抽出とともに、用言のポジティブ・ネガティブを自動判定する必要がある。発話した人物等の情報と合わせてこれらを可視化することで、一致点と対立点が明確になると思われる。決定事項の可視化機能の実現は難しい。案を提示し、それについて多数決を取るなどの手段を利用すれば間接的には、決定事項や合意の度合いが分かりやすくなるが、現在の技術で自動化を行うのは困難であろう。

これら10種類の機能を全て短期間で実装するのは困難である。今回得られた知見を基に表1の分類を見直す可能性もある。しかし、これらの機能は、ファシリテーターエージェントの改善に必須であると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、複数人によるインターネット上でのチャット会議の進行を促すファシリテーターエージェントを提案した。ファシリテーションの役割や目的から、エージェントが持つべき10種類の機能を定義し、その中から2つの機能を実装した。

今後の大きな課題は、まだ実装していない機能を実現することである。同時に、今回実装した機能についても、ユーザーの発話ペースから介入タイミングを動的に決定する枠組みやユーザー意見を端的にまとめて構造化する機構が望まれる。

## 参考文献

- [1] 吉野 堯, 八城美里, 高瀬 裕, 中野有紀子: 会話エージェントによる優位性推定に基づくグループ会話への介入, 人工知能学会全国大会論文集, Vol. 29, pp. 1-3 (2015).
- [2] 堀 公俊: ファシリテーション入門, 日本経済新聞社 (2004).
- [3] 伊藤孝紀, 深町駿平, 田中 恵, 伊藤孝行, 秀島栄三: ファシリテータに着目した合意形成支援システムの検証と評価, デザイン学研究, Vol. 62, No. 4, pp. 4.67-4.76 (2015).
- [4] 仙石晃久, 伊藤孝行, 藤田桂英, 白松 俊, 伊藤孝紀, 秀島栄三: Web 上での大規模議論における議論ツリーによる意見集約支援, 研究報告知能システム (ICS), Vol. 2016, No. 6, pp. 1-8 (2016).
- [5] 大畑就渡, 林 佑樹, 小尻智子: 議論促進発言自動生成のための協調学習履歴の活用手法の提案, 情報処理学会第75回全国大会講演論文集, Vol. 2013, No. 1, pp. 149-150 (2013).
- [6] 林 佑磨, 山名早人: 発話間関係の構造化による会議録からの議論マップ自動生成システム, 第8回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (2016).
- [7] 水上祐輔, 喜 安伸, 杉浦裕太, 村井裕実子, 常盤拓司, 太田直久: 素早い意思決定を促すオンラインコミュニケーションシステムの提案, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2009, No. 9, pp. 1-8 (2009).
- [8] 乙木翔地, 堀田 怜, 黄 宏軒, 馬場直哉, 中野有紀子, 川越恭二: 複数人ユーザ会話におけるエージェントの割り

込みタイミングの推定手法の検討, 人工知能学会全国大会論文集, Vol. 27, pp. 1-4.