

# Web 議論におけるファシリテータエージェント実現に向けたコーパス分析と要件の検討

白松 俊<sup>1,a)</sup> 池田 雄斗<sup>2</sup> 後藤 誉昌<sup>2</sup> 成瀬 雅人<sup>1</sup> 伊藤 孝行<sup>1</sup>

概要：大規模な合意形成やオープンガバメントを実現する上で、Web 上での議論は大きな可能性を秘めている。しかし、多数の参加者による議論内容を把握することは困難であり、未だ技術的な課題は多い。本研究では特に、多数の参加者が Web 上で議論する際、混乱することなく合意形成に至るために必要なファシリテーション機構の自動化を目指す。具体的には、(1) Web 議論システム COLLAGREE を用いた社会実験により収集した議論コーパスを分析し、ファシリテータエージェントの発話生成機構が満たすべき要件を検討する。また、(2) 共創的に市民が協働するプロジェクトを想定し、プロジェクトファシリテーションの観点から満たすべき要件を検討する。さらに、(3) 議会の議事録等を Web 議論の材料として用いる上で、満たすべき要件を検討する。

キーワード：議論支援、ファシリテーション、特徴表現抽出、Linked Data、市民協働、構造化議事録

## Corpus Analysis of Web-based Discussion and Requirement Analysis towards Autonomous Facilitator Agent

SHUN SHIRAMATSU<sup>1,a)</sup> YUTO IKEDA<sup>2</sup> YASUAKI GOTO<sup>2</sup> MASATO NARUSE<sup>1</sup> TAKAYUKI ITO<sup>1</sup>

### 1. はじめに

2016 年は、通称 Brexit と呼ばれる英国の EU 離脱や、米国の大統領選挙など、現状への怒りや不安などの感情的な根拠に基づく投票行動が社会的な注目を集めた年であった。感情的な根拠を重視した投票行動が必ずしも悪い結果に繋がるとは限らないが、もし論理的思考が軽視され感情のみによる投票で集団の意思決定が左右される事態が続くと、合理性や意思決定の一貫性が失われ、次第に社会全体に悪影響を及ぼす可能性がある。

そのような感情的な根拠だけにに基づく投票行動を取る主体が多くなる要因の 1 つとして、各主体が論理的に判断するための根拠情報が十分に共有されていない可能性が考え

られる。もし、投票の対象となる選択肢毎に、将来的なメリットやデメリットが構造化され理解しやすい形で共有されていれば、感情的な根拠だけでなく論理的な根拠も総合的に考慮して投票行動に活かす主体が増加すると期待される。そのような構造化された情報の共有のためには、幅広い主体が参画しつつ根拠情報を構造化できるような公的討議システムの開発が、喫緊の課題である。

このような文脈から本研究では、Web 議論システムに着目している。Web 上で多様かつ多数の主体が参加できる議論支援システムは、幅広い主体が参画しつつ根拠情報を構造化できるような公的討議へと発展する可能性を秘めている。そのためには、議論を円滑化するファシリテーターの役割が極めて重要と考えられる。利害関係の対立や議論参加者間の背景文脈の相違などの原因が、議論の紛糾を誘発し、根拠情報の構造化や共有のための議論を難しくしてしまう。議論のファシリテーション（すなわちファシリテーターの役割）は、そのような非建設的な状況を改善するた

<sup>1</sup> 名古屋工業大学 大学院工学研究科情報工学専攻  
Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Nagoya, 466-8555, Japan

<sup>2</sup> 名古屋工業大学 工学部情報工学科  
Nagoya Institute of Technology

a) siramatu@nitech.ac.jp

めに欠くことができない。しかし、Web 議論への参加者が  
増えれば増えるほど、人間のファシリテーターでは議論を  
追いきれなくなり、対応が難しくなる。

本研究では、Web 議論システムにおけるファシリテ  
ーターエージェントの実現を目指す。まずは、人間のファシ  
リテーターの認知的負荷を下げ、補助できるようなファシ  
リテーターエージェントを実現することで、多数の参加者によ  
る Web 議論を建設的にし、社会の意思決定のための根拠  
情報をより論理的に構造化しやすくできる可能性がある。  
このようなファシリテーターエージェントが実現できれば、  
大規模な合意形成やオープンガバメントの実現に寄与する  
と考えられる。

## 2. ファシリテーターエージェントが満たすべき 要件

本稿では、多数かつ多様な利害関係者が参加する Web  
上の公的討議を円滑化するためにファシリテーターエジ  
ェントが満たすべき要件として、下記の 3 項目を検討する。

- (1) Web 議論システム COLLAGREE[1], [2] を用いた社会  
実験 [3] により収集した議論コーパスを分析し、人間  
のファシリテーターの発言の特徴を抽出する。これによ  
り、ファシリテーターエージェントの発言生成機構が満  
たすべき要件を検討する。
- (2) 共創的に市民が協働するようなプロジェクトを想定し、  
プロジェクトファシリテーションの観点からファシリ  
テーターエージェントが満たすべき要件を検討する。
- (3) 議会の議事録等を Web 議論の材料として用いる上で、  
ファシリテーターエージェントが満たすべき要件を検討  
する。

要件 (1) については、ファシリテーター発言の自動生成の  
ために以下の 5 つの観点からの分析が必要となる。

- Why: なぜ言うか、何を意図して言うか。すなわち、  
議論進行に関するファシリテーターの意図や戦略 (e.g.,  
発散/収束など) の決定手法。
- What: 何を言うか。すなわち、ファシリテーター発言  
の意味内容の決定手法。
- How: どのように言うか。すなわち、ファシリテ  
ーター発言で用いられる言語表現の決定手法。
- When: いつ言うか。すなわち、ファシリテーター発  
言のタイミングの決定手法。
- Whom: 誰に向かって言うか。すなわち、ファシリ  
テーター発言の対象者の決定手法。

本研究ではこの 5 つの観点のうち、What, How, When の  
観点からファシリテーター発言の特徴表現を分析した [4]。ま  
た、Why の観点から効用関数を仮定した分析を試みた [5]。

要件 (2) については、これまで公益活動やシビックテッ  
ク活動における目標を Linked Open Data (LOD) として  
構造化し、共有する Web システムを開発してきた [6]。こ

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<ss created="2013-11-21 20:58:40" id="528df5188aaab3346c000015" who="かつやん">
  <su syn="f" who="かつやん">
    <adp syn="f">
      <placename mph="mecab;名詞+固有+名詞+地域+一般;名古屋;ナゴヤ">名古屋
      <ad mph="mecab;助詞+係助詞;;は;八">は
    </adp syn="f">
    <adp syn="f">
      <vp syn="f">
        <adp>
          <ad mph="mecab;副詞+一般;ずっと;ズット">ずっと
          <v mph="mecab;動詞+自立;五段・マ行+連用形;住む;スミ">住み
          <v mph="mecab;動詞+非自立;一段+基本形;続ける;ツヅケル">続ける
          <n mph="mecab;名詞+一般;人;ヒト">人
          <ad mph="mecab;助詞+格助詞+一般;;が;ガ">が
          <aj mph="mecab;形容詞+自立;形容詞+アウオ段+基本形;多い;オオイ">多い
          <v mph="mecab;助動詞;特殊;デス+基本形;です;デス">です
          <v mph="mecab;助詞+終助詞;;よ;ヨ">よ
          <v mph="mecab;助詞+終助詞;;ね;ネ">ね
        </adp>
      </vp syn="f">
    </adp syn="f">
  </su syn="f" who="かつやん">
  <adp syn="f">大卒者の県内就職率は
  <adp>北海道に次いで
  <adp syn="f">
    <np>
      <n mph="mecab;名詞+一般;全国;ゼンコク">全国
    </np>
    <n syn="f">
      <num mph="mecab;名詞+数;2;ニ">2
      <n mph="mecab;名詞+接尾+助数詞;;位;イ">位
      <ad mph="mecab;助詞+格助詞+引用;;と;ト">と
      <v mph="mecab;動詞+自立;五段・カ行イ音便+連用形;聞く;キキ">聞き
      <v mph="mecab;助動詞;特殊;マス+連用形;ます;マシ">まし
    </n syn="f">
  </adp syn="f">
</ss>
```

図 1 COLLAGREE コーパス中の GDA タグの例

れを更に発展させ、日常的なプロジェクトの進捗状況や部  
分タスクを直観的なユーザインタフェースで構造化・共有  
し、Linked Data を構築する Web システムを試作中であ  
る [7]。また、この Linked Data をファシリテーターエジ  
ェントがどのように活用できるかを検討する。

要件 (3) については、地方議会の議事録が Web 上で公  
開はされているがあまり読まれていないという現状を踏ま  
え、議論内容を共有しやすくする構造化手法を検討する。  
また、合意形成のための根拠情報としてファシリテーター  
エージェントが活用できるかを検討する。

## 3. Web 議論のコーパス構築

2013 年、Web 議論システム COLLAGREE? を用い、名  
古屋市時期総合計画に関する公的討議の社会実験が行われ  
た [3]。大きな議論テーマはまちづくりであり、特に災害、  
魅力、環境、人権の 4 つのテーマに分かれて議論が行われ  
た。ファシリテーターとしては、日本ファシリテーション協  
会に所属する 9 名が参加した。各テーマそれぞれに 2 人か  
ら 3 人のファシリテーターが参加し、ファシリテーションを  
行った。9 名のファシリテーターは、対面のワークショップ  
等でのファシリテーション経験は豊富だが、Web 上の議論  
でのファシリテーションは初の経験であった。議論参加者  
は議論スレッドを作成することができ、4 テーマ合わせて  
計 214 の議論スレッドが作成された。投稿された発言は計  
1223 発言あり、その中でファシリテーター発言は 506 発言で  
あった。

この社会実験で行われた Web 上の議論を、前節で述べた  
要件 (1) の分析のために用いる。分析ではファシリテーター

の発言に含まれる特徴的な言語表現を抽出するので、その抽出処理を容易にするために、Web 議論コーパスを構築する。具体的には、議論スレッド数に対応する 214 のファイルに分割した上で、形態素解析器 MeCab[8] と係り受け解析器 CaboCha[9] の解析結果をアノテーションしてコーパスを構築した。言語情報のアノテーションには、GDA (Global Document Annotation) のタグ [10] を用いた。GDA タグの例を図 1 に示す。このように構築したコーパスを、本稿では COLLAGREE コーパスと呼ぶ。

#### 4. ファシリテータ発言の特徴表現の分析

2 節で述べた What( 意味内容), How( 言語表現), When( 発言タイミング) の 3 つの観点から、COLLAGREE コーパスに含まれるファシリテータ発言を分析する。具体的には、情報利得 (information gain; IG) を用いてファシリテータの発言から特徴表現を抽出する。その手順を以下に示す。

- (1) 発言の集合を 2 つの部分集合に分割する。特徴表現を抽出するターゲットとなる発言集合  $c^+$  と、その補集合  $c^-$  である。その上で、 $C = \{c^+, c^-\}$  とおく。
- (2) 発言の集合を別の 2 つの部分集合に分割する。特徴表現の候補  $f_i$  を含む発言の集合  $f_i^+$  と、その補集合  $f_i^-$  である。特徴表現の候補としては、形態素  $N$ -gram ( $N = 3, 4, 5, 6$ ) を用いる。その上で、 $F_i = \{f_i^+, f_i^-\}$  とおく。
- (3) 後述する情報利得  $IG(C|F_i)$  の値によって特徴表現の候補  $f_i$  を降順にランク付けする。
- (4)  $IG(C|F_i)$  の値が上位である特徴表現の候補  $f_i$  のうち、自己相互情報量  $PMI(c^+, f_i)$  が正である  $f_i$  だけ残したものを、ターゲット集合  $c^+$  の特徴語ランキングと見なす。
- (5)  $IG(C|F_i)$  の値が上位である特徴表現の候補  $f_i$  のうち、自己相互情報量  $PMI(c^+, f_i)$  が負である  $f_i$  だけ残したものを、補集合  $c^-$  の特徴語ランキングと見なす。
- (6) 各ランキングには類似する特徴語が含まれ、冗長であるので、近傍順位の他の特徴語に包含されるような特徴語を除外する。具体的には、特徴表現  $f$  の順位を  $rank(f)$  で表し、( $f_i$  の文字列が  $f_j$  の文字列を包含している)  $\wedge$  ( $rank(f_j) > rank(f_i)$ ) を満たす  $f_i$  が存在する特徴表現  $f_j$  を除去する。

上記の手続きで用いられる情報利得 IG は、 $H(\cdot)$  がエントロピーを表すとき、以下の式で算出される。

$$IG(C|F_i) = H(C) - H(C|F_i), \quad (1)$$

$$H(C) = -p(c^+) \log p(c^+) - p(c^-) \log p(c^-), \quad (2)$$

$$H(C|F_i) = -p(c^+|f_i^+) \log p(c^+|f_i^+) - p(c^-|f_i^+) \log p(c^-|f_i^+) - p(c^+|f_i^-) \log p(c^+|f_i^-) - p(c^-|f_i^-) \log p(c^-|f_i^-), \quad (3)$$

また、上記の手続きで用いられる自己相互情報量 PMI は、以下の式で算出される。

$$PMI(c^+, f_i) = \log \frac{p(c^+, f_i)}{p(c^+)p(f_i)}. \quad (4)$$

##### 4.1 ファシリテータ発言に特有の特徴表現の抽出

まずファシリテータ発言に特有の特徴表現を抽出し、一般参加者との違いを確認する。ここでは、ファシリテータ発言の集合を  $c^+$  とし、ファシリテータでない参加者の発言を  $c^-$  とする。ファシリテータ発言  $c^+$  の特徴表現の抽出結果を表 1 に、非ファシリテータ発言  $c^-$  の特徴表現の抽出結果を表 2 に示す。ファシリテータでない一般参加者は「～と思います」「～ではないかと」「～べきだと」「～と考えます」のように、自らの意見を表明するための特徴表現を頻繁に用いていることがわかる。それに対し、ファシリテータは議論を進行するための特徴表現を用いていることが見てとれる。

表 1 ファシリテータ発言の特徴表現

特徴表現	類型	情報利得 IG
ありがとうございます	御礼	0.02325
ご意見を	発言促進	0.01624
ということですね	言い換え	0.01407
お待ちして	発言促進	0.01280
お願い致します		0.01007
ご意見ありがとうございます	御礼	0.00982
退室します	挨拶	0.00982
そうですね	同意	0.00932
のですね		0.00923
についての議論		0.00911
お待ちしております	発言促進	0.00872

表 2 ファシリテータでない参加者の発言の特徴表現

特徴表現	類型	情報利得 IG
と思います	意見	0.00950
ではないかと	意見	0.00417
はないかと思ひます	意見	0.00359
べきだと	意見	0.00359
と考えます	意見	0.00342
ている人		0.00326
のではないかと	意見	0.00312
必要だと	意見	0.00293

なお、表中の類型については我々が目視して人手で分類した。ファシリテータ発言の特徴表現については、以下の 8 つの類型に分類された。

- 問いかけ。「どのような」「のでしょうか」「どんなものが」など。ファシリテータの 97 発言に出現。

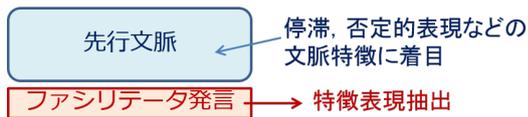


図 2 先行文脈の文脈的特徴に着目した特徴表現抽出

- 発言促進。「ご意見を」「お待ちしております」など。ファシリテータの 92 発言に出現。
- 挨拶。「退出します」「明日もよろしくお祈いします」など。ファシリテータの 71 発言に出現。
- 御礼。「ご意見ありがとうございます」など。ファシリテータの 56 発言に出現。
- まとめ提示。「集約しました」「議論のまとめです」など。ファシリテータの 37 発言に出現。
- 同意。「そうですね」「おっしゃるように」など。ファシリテータの 36 発言に出現。
- 言い換え。「ということですね」「理解でよろしいですか」など。ファシリテータの 32 発言に出現。
- 称賛。「素敵ですね」「いいですね」など。ファシリテータの 28 発言に出現。

#### 4.2 先行文脈の文脈的特徴に着目した特徴表現の抽出

図 2 のように、ファシリテータ発言の先行文脈が特定の文脈的特徴を持つ場合の、そのファシリテータ発言の特徴表現を抽出する。これは、例えば議論が停滞しているような先行文脈の場合に、ファシリテータがどのような発言をするか、といった分析のためである。ここでは、特定の文脈的特徴に続くファシリテータ発言の集合を  $c^+$  とし、そうでないファシリテータ発言の集合を  $c^-$  とする。

本稿では、先行文脈の停滞という文脈的特徴に着目した分析例を示す。直前の発言からファシリテータが発言するまでの経過時間が閾値を超えた場合を議論の停滞と見なし、停滞時のファシリテータ発言の集合を  $c^+$ 、それ以外のファシリテータ発言の集合を  $c^-$  とする。閾値としては、直前の発言からファシリテータが発言するまでの経過時間の中央値 1.93 時間に設定した。

表 3 は、停滞時のファシリテータ発言から抽出された特徴表現である。停滞を打破するために、問いかけに分類される特徴表現が多く用いられていることが見てとれる。

#### 4.3 後続文脈の文脈的特徴に着目した特徴表現の抽出

ファシリテータ発言の後続文脈が特定の文脈的特徴を持つ場合の、そのファシリテータ発言の特徴表現を抽出する。これは、例えばファシリテータがどのような発言をすると後続文脈で議論が盛り上がるか、といった分析のためである。ここでは、特定の文脈的特徴の前にあるファシリテータ発言の集合を  $c^+$  とし、そうでないファシリテータ発言の集合を  $c^-$  とする。

表 3 停滞時のファシリテータ発言の特徴表現

特徴表現	類型	IG	平均経過時間 [h]
にはどうしたら良い	問いかけ	0.00425	4.77
ないということですね	言い換え	0.00425	11.36
どのようなことが	問いかけ	0.00425	5.52
ことが考えられる	問いかけ	0.00425	7.85
との共生		0.00425	8.30
と協働		0.00425	19.62
の方々が		0.00425	12.92
はあるのでしょうか	問いかけ	0.00425	18.05
をお持ちの方は	問いかけ	0.00425	12.61
障害者の方々		0.00425	8.31
できることは		0.00282	11.75
さんありがとうございます	御礼	0.00141	8.51

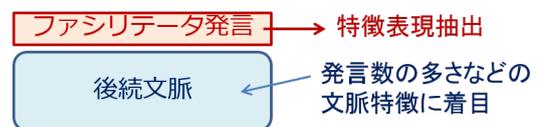


図 3 後続文脈の文脈的特徴に着目した特徴表現抽出

本稿では、後続文脈の盛り上がりという文脈的特徴に着目した分析例を示す。ファシリテータの発言後の同一スレッド内において、一般参加者の発言数が閾値以上の場合を議論の盛り上がりと見なし、閾値以上の場合のファシリテータ発言の集合を  $c^+$ 、それ以外のファシリテータ発言の集合を  $c^-$  とする。後続発言における一般参加者の発言数の閾値は、経験的に 3 と設定した。

表 4 後続文脈での発言数が閾値以上の場合の特徴表現

特徴表現	類型	IG
にはどうしたら良い	問いかけ	0.00625
にはどのような	問いかけ	0.00625
との共生		0.00625
はどのようなものが	問いかけ	0.00625
は他に		0.00414
個性を認め合い生かし		0.0020
さんありがとうございます	御礼	0.0020
していただき		0.0020
でしょうかね		0.0020

表 4 は、後続文脈での発言数が閾値以上だったファシリテータ発言から抽出された特徴表現である。後続発言で盛り上がった場合、その前のファシリテータの発言ではやはり問いかけが多く用いられていることが見てとれる。

これら特徴表現の抽出結果から、ファシリテータ発言の 8 類型のうち、特に問いかけの重要性が示唆された。このことから、ファシリテータエージェントは適切なタイミングで適切な問いかけを生成できる必要があると考えられる。

## 5. ファシリテータの意図と効用に関する分析

まず議論ファシリテータがファシリテーションに関して持つ意図を仮定し、その意図と合致した効用関数を設定する。ファシリテータエージェントは場面ごとに効用値を予測し、その期待値すなわち期待効用が最大となるような行動を選択するという行動選択手法を検討する。

ファシリテータエージェントの行動選択の候補としては、特徴表現の分類によって得られた8類型(問いかけ, 発言促進, 挨拶, 御礼, まとめ提示, 同意, 言い換え, 称賛)を利用する。この8類型に、「その他の発言を投稿」「待機して何も投稿しない」という2つの行動の選択肢を加え、計10種類の候補から行動選択を行うものとする。コーパス中のファシリテータ発言506サンプルについては、8類型が「その他の発言」のいずれかの行動であると見なす。非ファシリテータの発言717サンプルについては、「待機して何も投稿しない」という行動であると見なす。

ファシリテータが持つ意図に応じて、以下のような効用関数が設定できる。

- 行動後一定時間内における後続発言の増加。ファシリテータが「議論を盛り上げたい」という意図を持つと仮定した場合の効用。
- 行動後一定時間内における異なり発言者数。ファシリテータが「より多様な参加者に発言してほしい」という意図を持つと仮定した場合の効用。
- 行動後一定時間内における新しい語彙の出現数。ファシリテータが「多様な視点からの意見を促進したい」という意図を持つと仮定した場合の効用。
- 行動後一定時間内における参加者間の発言類似度増加。ファシリテータが「参加者間の歩み寄りを促進したい」という意図を持つと仮定した場合の効用。
- 行動後一定時間内における肯定的表現の割合増加。ファシリテータが「肯定的な発言を促進したい」という意図を持つと仮定した場合の効用。

本稿ではこのうち、行動後一定時間内における後続発言の増加を効用関数と見なした分析例を示す。これは、ファシリテータが「議論を盛り上げたい」という意図を持っているという仮定のもと、ファシリテータの効用関数を設定した分析である。行動後の発言増加数を数える一定時間としては、ここでは10時間に設定した。

ファシリテータエージェントが効用値を予測する手法としては、Random Forest 回帰を用いた。具体的には、オープンソースの統計ソフトウェア R の randomForest パッケージを用いた。Random Forest 回帰の訓練データとしては、COLLAGREE コーパスに含まれる全1223サンプルを用いる。

randomForest パッケージを利用する上では、2つのパ

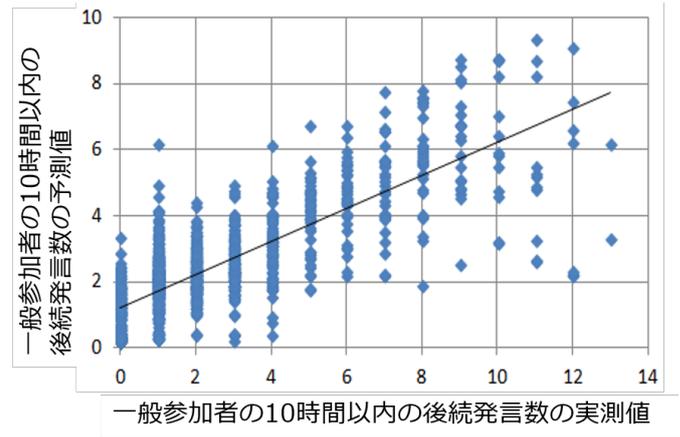


図4 効用値(後続発言数)の予測値と実測値の相関を示す散布図

ラメータを設定する必要がある。回帰木の数  $n_{tree}$  と、回帰木ごとにランダムに選ぶ変数の数である  $m_{try}$  である。COLLAGREE コーパスの1223サンプルを用いて経験的に最適なパラメータ設定を探索した。すなわち、平均二乗誤差を最小にし、効用の予測値と実測値の相関係数を最大にするパラメータ設定を探索した。その結果、 $n_{tree}=600$ 、 $m_{try}=20$  のとき、平均二乗誤差が最小となり、効用の予測値と実測値の相関係数が最大となった。

図4は、このパラメータ設定における効用の予測値と実測値の相関を示す散布図である。相関係数は+0.796となり、比較的強い正の相関を示した。

行動選択の基準となる期待効用を算出するために、本稿では Random Forest 回帰の残差の期待値を用いた。このような残差の期待値に基づく効用の期待値は、一般的な期待効用の定義とは異なる。一般的には、エージェントの行動選択の後にどのような局面へと展開するかを予測し、その局面ごとの確率と効用値を用いて期待効用を算出する。しかし、議論の局面をモデル化したり予測する手法は未だ確立されておらず困難であるため、予備的検討のために、本稿では残差の期待値を用いて期待効用を算出した。

その結果、COLLAGREE コーパス中の1223サンプルのうち、1147サンプルで「待機して何も投稿しない」行動の期待効用が最大となった。また、40サンプルで「問いかけ」の期待効用が最大となった。このような結果になった原因として、訓練データ中での後続発言数の傾向が反映されていると考えられる。具体的には、10種の行動候補のうち、行動後10時間の後続発言数の平均が2.13と最も大きかったのが「待機して何も投稿しない」であり、その次が1.98の「問いかけ」であったという傾向である。この傾向は、COLLAGREE コーパスにおいてはファシリテータの発言の後に必ずしも後続発言数が増えていないという、遠隔非同期なWeb議論のファシリテーションの難しさを示している。

またこの結果は、ファシリテータの意図に関する仮定を反証する結果であるとも解釈できる。すなわち、ファシリ

テータは常に「議論を盛り上げたい」という意図だけで発言しているわけではない、という解釈である。このことから、ファシリテータは状況に応じて適切な意図を選択し、その上で効用値を予測する必要があると考えられる。

ファシリテータの意図についてさらに詳細な分析を行うためには、前述した他の効用関数（行動後一定時間内における異なり発言者数や、行動後一定時間内における新しい語彙の出現数など）についても同様の分析を行う必要がある。

## 6. 共創的プロジェクトにおける目標の構造化と共有

地域社会の持続可能性を向上させるために、共創的な市民協働を支援する技術が重要である。ここでは、プロジェクトファシリテーションの観点からファシリテータエージェントが満たすべき要件を検討する。

本研究ではこれまで、公益活動やシビックテック活動に関する目標を LOD 化し共有することを目指し、Web「ゴオルシェア」を開発してきた。図 5 に社会課題と解決目標のデータモデルを、図 6 にゴオルシェアのユーザインタフェースを示す。

目標については、抽象的な大目標と具体的な部分目標から成る階層を構造化することで、市民が参画するにあたってどの部分目標に貢献できるかが検討可能になる。また、類似度の高い他主体の目標を推薦することで、新たな協働の可能性を検討可能になる。これらの機能は、プロジェクトファシリテーションの一種と見なすことができる。

ゴオルシェアは、主にハッカソン等のイベントで生まれたプロジェクトで目標を公開するために用いられてきたが、日常的に利用されるには至っていない。これは、目標を構造化するユーザインタフェースが直感的でないことが原因の 1 つと考えられる。また、日常的な活動はしばらく非公開にとどめたい場合が多いが、入力された目標データが最初からオープンライセンスの LOD として公開されてしまうことも影響していると考えられる。

これらの問題点を解決するため、図 7 に示すような直感的なユーザインタフェースを持つ新システム MissionForest を開発中である。MissionForest では、非公開な Linked Data として目標階層が作成され、LOD として外部公開する目標やタスクを部分的に指定可能である。これにより、日常的な協働および進捗共有を目的とした目標データの蓄積が期待される。

社会課題や公的なテーマに関して目標階層のデータが蓄積されれば、複数のアプローチを比較しつつ議論する材料としても利用できると考えられる。ファシリテータエージェントは、実社会の取り組みを踏まえたプロジェクトファシリテーションや議論ファシリテーションをするために、このような目標階層のデータを利用できる可能性が

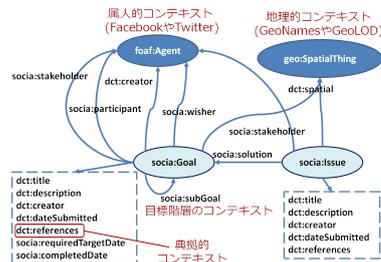


図 5 ゴオルシェアにおける社会課題と解決目標のデータモデル



図 6 ゴオルシェアのユーザインタフェース



図 7 MissionForest のツリーエディタ画面

ある。

## 7. 議会議事録の構造化と議論への利用

地方議会の議事録は Web 上で公開されているが、Web 議論の材料あるいは投票行動の根拠として用いられることは多くない。これは、議会議事録が基本的には時系列に並んだ構造を持っており、トピックごとあるいは地域ごとに閲覧することができないため、探索的閲覧 (exploratory browsing) が困難であることが影響していると考えられる。トピックごと、あるいは地域ごとの閲覧を可能にするた

めにも, Linked Data による構造化が有効と考えられる. 具体的には, HTML 中に Linked Data のプロパティをアノテーションとして埋め込むための RDFa を用いることで, 議事録中の発言とトピック・地域への紐づけが可能である. 紐づける対象としてのトピックや地域のデータとしては, 外部組織のオープンデータや, あるいは地方自治体の Web ページで公開している文書から予算項目等を抽出することで利用可能である. 前述した MissionForest で作成され公開された LOD も, 紐づけの対象となり得る. ユーザインタフェースの上では, 発言毎に紐づけされた対象をタグとして表示することで, 探索的閲覧の手がかりとして利用できる.

ファシリテータエージェントは, あらかじめ文書間類似度等を用いて半自動的に議事録中の発言とトピック・地域への紐づけを行う. 解析精度の問題から紐づけの妥当性を人間が確認する必要があるが, この作業も Web 議論の一環として行うことで議論参加者の理解を深める効果が期待できる. この構造化により, Web 議論に関連する地方議会の議論をファシリテータエージェントが推薦することも可能であると考えられる.

## 8. おわりに

本稿では, 公的討議を Web 上で行う上で重要と考えられるファシリテータエージェントの要件を検討した. 1 つ目の要件として, 議論を促進するための発言を自動生成することを目指し, COLLAGREE コーパスの分析を行った. 特徴表現抽出の結果, 問いかけの重要性が示唆された. ファシリテータの意図を仮定した行動選択の実験では, ファシリテータは必ずしも一般参加者の発言を増やすためだけに行動しているわけではないことが示唆された. 2 つ目の要件として, 公的な目標の階層構造データを蓄積することで, 実社会の取り組みを踏まえたプロジェクトファシリテーションや議論ファシリテーションに利用する機構を検討した. そのための従来システムであるゴオルシェアや, 開発中のシステム MissionForest について述べた. 3 つ目の要件とおして, 地方議会の議事録を構造化することで, 公的討議の材料としてファシリテータエージェントが推薦する機構を検討した.

今後は, 本稿で示した 3 つの要件に対応する機構をどのように連携させるかを検討し, 市民参加型の討議実験によってその妥当性を検証する予定である.

謝辞 本研究の一部は, JST CREST, JSPS 科研費 (25870321), および JICE 研究開発助成の支援を受けた. 地方議会の議事録の構造化についてご助言を頂いた松島格也先生に深謝します.

## 参考文献

- [1] Ito, T., Imi, Y., Ito, T. and Hideshima, E.: COLLAGREE: A facilitator-mediated largescale consensus support system, *Collective Intelligence 2014* (2014).
- [2] Ito, T., Imi, Y., Sato, M., Ito, T. and Hideshima, E.: Incentive Mechanism for Managing Large-Scale Internet-Based Discussions on COLLAGREE, *Collective Intelligence 2015* (2015).
- [3] 伊美裕麻, 伊藤孝行, 伊藤孝紀, 秀島栄三ほか: オンラインファシリテーション支援機構に基づく大規模意見集約システム COLLAGREE-名古屋市次期総合計画のための市民議論に向けた社会実装, *情報処理学会論文誌*, Vol. 56, No. 10, pp. 1996-2010 (2015).
- [4] Shiramatsu, S., Nishida, T., Ito, T. and Fujita, K.: Feature Expression Extraction from Discussion Facilitators' Utterances in Web-based Forum System towards Autonomous Facilitator Agents, *Proceedings of the 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics*, pp. 687-691 (2016).
- [5] Shiramatsu, S. and Ikeda, Y.: An Approach to Discussion Facilitators' Action Selection based on Expected Utility Calculated with Random Forest Regression, *Proceedings of the 2016 International Conference on Crowd Science and Engineering* (2016).
- [6] 白松俊, Tossavainen, T., 大園忠親, 新谷虎松: 社会課題とその解決目標の Linked Open Data 化による目標マッチングサービスの開発, *人工知能学会論文誌*, Vol. 31, No. 1, pp. LOD-C.1-LOD-C.11 (2016).
- [7] 白松俊, 後藤誉昌: 学生と教員の協働を通じた能動的学修のための目標共有システムの試作, 2016 年度人工知能学会全国大会 (第 30 回) 論文集, No. 1N4-OS-19a-1 (2016).
- [8] Kudo, T.: MeCab: Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer, <http://taku910.github.io/mecab/> (accessed on Nov. 21, 2016) (2005).
- [9] Kudo, T.: CaboCha: Yet Another Japanese Dependency Structure Analyzer, <https://taku910.github.io/cabocha/> (accessed on Nov. 21, 2016) (2005).
- [10] Hasida, K.: Global Document Annotation (GDA), <http://i-content.org/GDA/> (accessed on Mar. 28, 2016) (2004).