

# 自律的ファシリテータエージェントのための 内容とプロセスを考慮した議論文脈理解モデルの検討

A Consideration of Modeling Understanding of Discussion Context with Content and Process for Developing Autonomous Facilitator Agents

白松 俊\*<sup>1</sup> 池田 雄人\*<sup>1</sup> 北川 晃\*<sup>1</sup> 幸浦 弘昂\*<sup>1</sup> 伊藤 孝行\*<sup>1</sup>  
Shun Shiramatsu Yuto Ikeda Ko Kitagawa Hiroaki Koura Takayuki Ito

\*<sup>1</sup>名古屋工業大学 大学院工学研究科  
Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

We aim to develop autonomous facilitator agents as a novel technology for large-scale consensus building. In this paper, we consider a model for understanding discussion context that is needed for implementing autonomous facilitator agents. Our consideration consists of two viewpoints: (1) content and (2) process. (1) Content: Facilitator agents need to understand structure of argumentation (e.g., issues, ideas, evidences, and participants' interests). (2) Process: they also need to grasp the change of atmosphere among discussion participants (e.g., dynamics of group interaction and group sentiment). We formulate a model of discussion context from these viewpoints and discuss how to utilize the model for determining facilitators' actions and utterances.

## 1. はじめに

昨今、急激な人口減少や少子高齢化など、日本社会・地域社会の持続可能性を脅かす社会課題が多く顕在化しつつある。多様な利害関係者が協働して課題に立ち向かう上で、合意形成を支援する技術がこれまで以上に重要となる。特に、多様かつ大規模な数の利害関係者が参加する公共圏での議論には、Web インフラに基づくファシリテーション支援技術の開発が必要不可欠であると我々は考える。

近年、SNS やグループウェア、チャットツール等が広く普及しているが、大規模な合意形成のためのファシリテーション支援技術は未だ研究途上にある。そのため、実際に Web 上で大規模な合意形成を行う際には、議論進行上のリスク（停滞・炎上・逸脱・蒸し返し・認知バイアスなど）を防いだり、議論文脈理解の難しさによる途中参加の敷居を下げたりするために、多人数のファシリテータが大きな労力を払う必要がある。

本研究では、Web 議論システム COLLAGREE[伊美 15, Ito 14] の上で、人間のファシリテータと協調可能な自律的ファシリテータエージェントを開発することで、人間のファシリテータの労力を削減することを目指している。全自動のファシリテーション機構でなく、人間のファシリテータと協調可能なファシリテーション機構にすべき理由として、以下の2点が挙げられる。

- 参加者からの受容性を考慮した協調。参加者の選好によっては、ファシリテータエージェントが全自動で提示した合意案集合を感情的に受容しない可能性が考えられる。そのような場合は、エージェントは補助的な役割に回り、人間のファシリテータを主とした方が良い。
- エージェントの解析誤りリスク。開発途上においては、やはり人間のファシリテータの方が議論文脈を理解する能力が高いはずである。そのため、解析精度が向上するまでは、全自動ではなく人間と協調した運用が現実的である。

また、そもそも最終的に合意や意思決定をする主体はファシリテータでなく人間の参加者なので、ファシリテータエージェントは本質的に人間との協調が不可欠である。

連絡先: 白松俊, 名古屋工業大学 大学院工学研究科情報工学専攻, 名古屋市中昭和区御器所町, siramatu@nitech.ac.jp

ただし、将来的には人工知能技術に対する社会的受容性が向上する可能性が高い。その場合は、(充分な性能を達成できれば)全自動でのファシリテータエージェント運用が受容される機会は増加するであろう。その場合でも、やはり最終的な合意や意思決定は人間の参加者に委ねられ、自律的エージェントの役割は飽くまでもファシリテーションであるので、人間との協調が発生する。

参加者に需要される充分な性能のファシリテータエージェントを実現するには、議論文脈の理解が必要不可欠である。人間のファシリテータも議論文脈を 100%理解できているとは限らないが、ある程度正確に理解できるファシリテータの方が参加者に受容される可能性が高いであろう。ここで、「議論文脈のどの部分をどの程度理解できれば、参加者に受容されるファシリテーションが可能になるのか?」というリサーチクエスチョンが生じてくる。

この課題を考える上で必須となるのが、「ファシリテータがどのように議論文脈を理解しているか」という理解モデルの定式化であり、本稿ではこのモデルを検討する。先行研究では、「ファシリテータの役割は、内容に関するファシリテーションとプロセスに関するファシリテーションに分けられる」とされている[Miranda 99, Eden 90, 津村 15]ことから、議論文脈の理解モデルも、議論内容と議論プロセスに分けて定式化できると考えられる。

また、我々はこれまで Web 議論におけるファシリテータの発言の分析を行い、その結果として問いかけの重要性が示唆

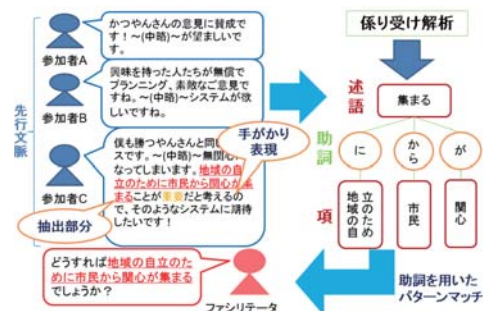


図 1: 表層的なパターンマッチによる掘り下げ質問の生成手法

された [Shiramatsu 16b, Shiramatsu 16a]. この結果を踏まえ、図 1 に示すような、ファシリテータエージェントの質問を表層的なパターンマッチにより生成する手法を開発してきた [Ikeda 17]. この手法でも 60% を超えるサンプルで被験者に許容される質問生成が可能であったが、同時に表層的処理の限界も顕著であった。つまり、内容理解の必要性が示唆された。本稿で検討する内容の理解モデルとプロセスの理解モデルは、ファシリテータエージェントの質問生成や行動決定の質を向上させるためにも、必要不可欠である。

## 2. 議論の場の定式化

「議論の場」を構成する要素は、内容とプロセスに共通して現れる。まずは、議論の場を以下のように定式化し、これらを用いて内容とプロセスの理解モデルを検討する。

- 議論の場:  $d$ .
- $d$  の開始時刻と終了時刻:  $start(d), end(d)$ .
- 現在時刻:  $t$ .
- $d$  の参加者  $a_j$  の集合:  $A(d) = \{a_j\}$ .
- $d$  が開始してから時刻  $t$  までに述べられた発言  $u_j$  の順序付き集合:  $U(d, t) = \{u_j\}$ .
- $u$  が述べられた時刻:  $time(u) \in [start(d), t]$ .
- $u$  の発言者:  $s(u) \in A(d)$ .
- $a$  によって時刻  $t$  までに述べられた発言  $u_j$  の集合:  $U(a, t) = \{u \in U(d, t) \mid s(u) = a\}$

議論内容のファシリテーションにも、議論プロセスのファシリテーションにも、議論文脈すなわち時間的な構造の変化を理解することが重要である。そのため、上記のように時刻  $t$  を用いたモデル化が必要となる。

## 3. 議論内容の理解モデルの検討

議論内容のファシリテーションに必要な要件として、以下のような機能が挙げられる。

- 途中からの参加者にも、その時点で焦点になっている論点や案がわかるような情報提示
- 途中参加者にも、「これまでにどのような論点集合に対してどのような案が挙がってきたか」という概略的な構造が把握できるようにする情報提示
- 案に関する理解（利点・欠点など）を参加者間ですり合わせるための問いかけ

これらの要件を満たすためには、gIBIS [Conklin 88] や Deliberatorium [Klein 11] 等でも伝統的に採用されてきた、論点（課題）と案に関する課題解決構造の理解や可視化が必要となる。ファシリテータエージェントの内容理解は時刻  $t$  毎に更新されていくことを考慮すると、以下のような内容理解モデルが考えられる。

- 時刻  $t$  までに  $d$  に現れた論点  $i$  の集合:  $I(d, t) = \{i\}$ .

- 論点  $i$  に関して時刻  $t$  までに  $d$  に現れた案  $s$  の集合:  $S(d, t, i) = \{s\}$ .
- 案  $s$  が採用された場合に論点  $i$  に及ぼす影響として可能性ある事象  $e$  の集合:  $E(s, i) = \{e\}$ .
- 時刻  $t$  までに論点  $i$  に言及した発言の集合:  $desc(i, t) \in U(d, t)$
- 時刻  $t$  までに案  $s$  に言及した発言の集合:  $desc(s, t) \in U(d, t)$
- 時刻  $t$  までに事象  $e$  に言及した発言の集合:  $desc(e, t) \in U(d, t)$
- 時刻  $t$  における参加者  $a$  による案  $s$  への評価極性:  $spol(a, s, t) \in [-1, 1]$ .

時刻  $t$  までの議論内容の解析により、上記のような構造をエージェントが理解することができれば、案  $s$  に関する質問生成や、質問を投げかける参加者の決定に利用できる可能性がある。現在、そのための訓練コーパスを構築し、自動解析手法を開発中である。

## 4. 議論プロセスの理解モデルの検討

議論プロセスのファシリテーションに必要な要件として、以下のような機能が挙げられる。

- 参加者間の協力・協調を促すことで、発散から収束、合意へと向かわせる働きかけ。
- 参加者間の発言の偏りを是正し、公平性を担保するための働きかけ。
- 炎上や蒸し返し、停滞といった議論進行上のリスクを検出・予防する働きかけ。

これまでの COLLAGREE でも、図 2 に示すように発散フェーズから収束フェーズへの移行を制御する機構が用意されていた [西田 智裕 17]. これは、インセンティブを与える「議論ポイント」のポイント計算方法をフェーズ毎に変えることで、フェーズに応じた発言を促すことを狙った機能である。

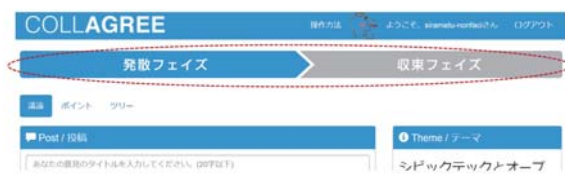


図 2: COLLAGREE における議論フェーズ機構

このような収束・合意へのフェーズ遷移を円滑化するには、参加者間の協力・協調関係を促す必要があり、参加者間の関係性の変化を理解する必要がある。これまで我々は、参加者集合  $A(d)$  上で以下のパラメータがどう分布し、どう変化するかをモデル化することで、以下のような「議論の場の空気」のモデル化を試みてきた [白松 17].

- 議論  $d$  における時刻  $t$  時点の発言者:  $turn(d, t) \in A(d)$ .
- 時刻  $t$  時点までに、参加者  $a_1$  の発言の直後に  $a_2$  が発言した確率 (割合):  $p(a_2|a_1, t)$

- $t$  時点までに,  $a$  が発言した確率 (割合):  $urt(a, t) = \frac{|U(a, t)|}{|U(d, t)|}$ .
- $t$  時点での議論  $d$  の盛り上がりの度合:  $actv(d, t)$ .
- その時点の議論文脈上での発言  $u$  の話題変化度:  $shift(u)$ .
- 発言  $u$  の発話行為の種類:  $spact(u)$ .
- $u$  に現れている感情の種類:  $senti(u)$ .
- $u$  の感情極性:  $spol(u) \in [-1, 1]$ .
- $t$  時点での参加者  $a$  の感情極性:  $spol(a, t) \in [-1, 1]$ .
- $t$  時点での  $a$  による案  $s$  への評価極性:  $spol(a, s, t) \in [-1, 1]$ . (再掲)
- $t$  時点で  $a_1$  が感じる  $a_2$  に対する感情極性:  $spol(a_1, a_2, t) \in [-1, 1]$ .
- $t$  時点で  $a$  が緊張/弛緩しているかという極性:  $tpol(a, t) \in [-1, 1]$ .
- $u$  に対する  $a$  の傾聴の度合:  $lisn(a, u) \in [-1, 1]$ .
- $t$  時点までに  $a_1$  が  $a_2$  の発言を傾聴していた度合:  $lisn(a_1, a_2) \in [-1, 1]$ .

これらのパラメータの分布は参加者の関係性を表現するものであり, 議論プロセスの理解に必要となる。

上記のモデルには非言語的あるいはパラ言語的な振る舞いが深く関係しているため, それらを含まない Web 議論での推定が難しいものも含まれている。しかし, 例えばターンテイキングに関するパラメータ ( $turn(d, t)$ ,  $p(a_2|a_1, t)$  など) の分布は比較的容易に推定できる。これらのパラメータだけでも, 例えば発言者の偏りを是正するといったファシリテーション行動の生成に利用可能である。

本研究では, まずは対面の議論で上記パラメータ群と言語表現の関係を分析し, その知見を Web 議論にも適用する可能性を検討している。対面の議論の言語表現と Web 議論の言語表現には確かに違いがあるが, 共通する傾向も存在する可能性がある。そのために本研究では, マイクロフォンアレイ TAMAGO-03, 音源分離・定位システム HARK, ハイラブル社による議論評価サービス DAS [水本 17], 基本周波数解析ツール REAPER, 脳波計 Emotiv EPOCH+, モーションセンサーカメラ RealSense 3D 等の各種センサー群を用い, 対面の議論のマルチモーダルコーパスを構築中である [白松 17]。特に議論評価サービス DAS は, 図 3 に示すような  $p(a_2|a_1, t)$  の可視化機能を持ち, ターンテイキングの偏りを是正するためのパラメータ推定に有用である。

## 5. おわりに

本稿では, 議論ファシリテータエージェントの実装のために必要な議論文脈理解モデルとして, 議論内容の理解モデルと, 議論プロセスの理解モデルを検討した。まず共通する要素として, 「議論の場」に関するパラメータを定式化した。ファシリテーションにおいては構造の時間変化が重要なため, 時刻  $t$  を重視した定式化を提案した。

議論内容の理解においては, gIBIS や Deliberatorium 等で伝統的に用いられているような, 論点 (課題) と案から成る課

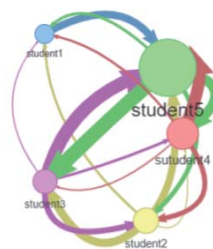


図 3: 議論評価サービス DAS による発言遷移確率  $p(a_2|a_1, t)$  の可視化

題解決構造が必要と考え, 時刻  $t$  を重視した定式化を検討した。また, 議論プロセスの理解においては, 参加者の関係性変化や「場の空気」に関するパラメータの定式化について述べた。

議論内容の構造についても, 議論プロセスの構造についても, 今後コーパスを整備して解析手法を開発する。また, 各パラメータの推定結果を活用したファシリテータエージェントの問いかけ・働きかけ行動の生成手法を開発し, Web 議論や対面の議論の評価実験で検証していく予定である。

謝辞本研究の一部は, JST CREST (No. JPMJCR15E1) および JSPS 科研費 基盤研究 (C) (No. 17K00461) の支援を受けたものです。

## 参考文献

- [Conklin 88] Conklin, J. and Begeman, M. L.: gIBIS: A hypertext tool for exploratory policy discussion, *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, Vol. 6, No. 4, pp. 303–331 (1988)
- [Eden 90] Eden, C.: *The unfolding nature of group decision support: Two dimensions of skill*, pp. 48–52, SAGE Publications (1990)
- [Ikeda 17] Ikeda, Y. and Shiramatsu, S.: Generating Questions Asked by Facilitator Agents Using Preceding Context in Web-based Discussion, in *Proceedings of the 2nd IEEE International conference on Agents*, pp. 127–132 (2017)
- [Ito 14] Ito, T., Imi, Y., Ito, T., and Hideshima, E.: COLLAGREE: A facilitator-mediated largescale consensus support system, in *Collective Intelligence 2014* (2014)
- [Klein 11] Klein, M.: How to harvest collective wisdom on complex problems: An introduction to the mit deliberatorium, *Center for Collective Intelligence working paper* (2011)
- [Miranda 99] Miranda, S. M. and Bostrom, R. P.: Meeting facilitation: process versus content interventions, *Journal of Management Information Systems*, Vol. 15, No. 4, pp. 89–114 (1999)
- [Shiramatsu 16a] Shiramatsu, S. and Ikeda, Y.: An Approach to Discussion Facilitators' Action Selection based on Expected Utility Calculated with Random Forest Regression, in *Proceedings of the 2016 International Conference on Crowd Science and Engineering*, pp. 1–6 (2016)

- [Shiramatsu 16b] 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, in *Proceedings of the 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics*, pp. 687–691 (2016)
- [伊美 15] 伊美裕麻, 伊藤孝行, 伊藤孝紀, 秀島栄三 他: 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)
- [水本 17] 水本武志: 音環境分析に基づく議論評価サービスとその応用可能性, *人工知能学会第2回市民共創知研究会「みらいらぼ つしま」予稿集*, pp. SIG-CCI-002-04 (2017)
- [西田 智裕 17] 西田 智裕 他: 連続ワークショップに合意形成支援システムを用いた効果検証 (まちづくりの社会実験を事例として), *情報処理学会 研究報告知能システム (ICS)*, Vol. 2016-ICS-185, No. 9 (2017)
- [津村 15] 津村俊充: グループプロセスに焦点をあてたファシリテーションを学ぶ研修をデザインする, *人間関係研究 (南山大学人間関係研究センター紀要)*, No. 14, pp. 102–132 (2015)
- [白松 17] 白松俊, 北川晃, 幸浦弘昂, 熊崎滉大: 議論参加者の行動センシングに基づく場の空気の自動推定に向けた検討, *人工知能学会 第3回市民共創知研究会「みらいらぼ なごや」予稿集*, pp. SIG-CCI-003-09 (2017)