Vol.2016-ICS-185 No.6
2016/12/13

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

仙石 晃久[1,a)]　伊藤 孝行[1]　藤田 桂英[2]　白松 俊[1]　伊藤 孝紀[3]　秀島 栄三[3]

概要：Web 上での大規模議論において，議論ツリーを導入することで意見集約の支援を行う．議論の返信関係を元に，議論の流れを樹形図で可視化したものを議論ツリーと呼ぶ．議論ツリーにより，議論の参加者に議論内容の把握支援や議論のマネージメントを行うファシリテータの支援を行う．議論ツリーの導入方法はシステムによる議論ツリーの自動生成とファシリテータによる議論ツリーの編集というハイブリッド方式である．

Supporting opinion gathering by Discussion Tree for Managing Large-Scale Internet-Based Discussions

Akihisa Sengoku[1,a)]　Takayuki Ito[1]　Katsuhide Fujita[2]　Shun Shiramatu[1]　Takanori Ito[3]
Hideshima Eizo[3]

1. はじめに

近年，大規模な意見集約を実現する研究に注目が集まっている [1][2][3]．例えば，行政は住民の意見を反映した都市計画を策定するためにタウンミーティングと呼ばれる対話型の集会を開き，住民の意見の収集を行っている．しかし，タウンミーティングでは地理的及び時間的に制約があるため，少人数の住民の意見しか集めることができないといった問題がある．また，少人数の専門家の意見による決定では，住民の納得や合意を得るのが困難な場合が多い．従って，住民の意見を反映した決定を行うために，誰でも気軽に参加することができ，意見を発言することができる大規模意見集約システムが求められている．

過去の実験 [4][5][6][7][8] から既存のシステムでは Web 上での大規模意見集約において以下の 2 つの課題がある．1 つ目の課題として，投稿される意見が膨大になり，参加者が議論内容を把握することが難しいことがあげられる（閲覧コストの拡大）．2 つ目の課題として，Web 上での議論の特徴である匿名性や非同期から，意見がまとまらず合意案の作成が困難な点もあげられる（合意案作成の負担）．

本研究では，Web 上での大規模議論において，議論ツリーを導入することで大規模意見集約の支援を行う [9]．議論ツリーとは，議論を円滑に進めるために，議論の返信関係を元に議論の流れを樹形図で可視化したものである．議論ツリーにより，参加者は議論の全体像や論点が把握でき，議論内容の把握を支援できる．また，参加者は議論の各意見の位置付けや相互の関係を参加者に提供することでき，合意案を作成しやすくなる．さらに，議論の進行役のファシリテータへの利点として，議論構造を共有することで参加者の認識を統一できることがあげられる．そのため，現在では多くの会議やシンポジウムの場において，ファシリテータは議論を円滑に進行するために議論ツリーを使用している [10]．

[1] 名古屋工業大学大学院 工学研究科 情報工学専攻
Department of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Gokiso, Nagoya, Japan
[2] 東京農工大学大学院 工学研究院 先端情報学科部門
Faculty of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei, Tokyo, Japan
[3] 名古屋工業大学大学院 工学研究科 社会工学専攻
Civil Engineering and Industrial Management Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Nagoya Institute of Technology, Gokiso, Nagoya, Japan
[a)] sengoku.akihisa@itolab.nitech.ac.jp

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan

伊美らは [4] は，Web 上での大規模な意見集約を目的とした大規模意見集約システム COLLAGREE を開発した．1 に COLLAGREE のトップテーマ画面を示す．COLLAGREE では，議論のマネージメント役として人間のファシリテータとファシリテーション支援機能を導入することで，議論を適切なプロセスで進行できる．また，参加者の議論活動に対して，議論ポイントを付与するインセンティブ機能により，参加者の議論活動を促進させる．

図 1 COLLAGREE のテーマ画面

COLLAGREE を用いた社会実験として，2013 年に 2 週間，ファシリテータを導入した COLLAGREE 上で，名古屋市と名古屋市次期総合計画 [11] について議論を行った [7]．名古屋市次期総合計画とは，名古屋市が長期的な展望を持ち市政を運営するため，策定を目指している 2014 年度から 2018 年度までの 5 年間の都市計画である．名古屋市との社会実験では 264 名が参加し，意見投稿数 1,151 件，訪問数 3,072 件，およびページビュー数 18,466 ビューという多くの閲覧と投稿を得た．また，COLLAGREE による大規模意見集約の実現可能性を確認し，Web 上での議論におけるファシリテータの有用性を確認した [7]．他にインセンティブ機能の評価実験として，学生 20 名で 3 日間，COLLAGREE 上で議論を行った [8]．実験設定として，ポイント機能ありおよびポイント機能なしの 2 つのグループによる議論を実施した．実験の結果，ポイント機能ありのグループが，ポイント機能なしのグループより投稿および賛同を活発に行なっており，ポイント機能が議論参加を促していることを確認した [8]．

しかし，COLLAGREE を用いた先行研究では，意見集約の実現に成功しているが「閲覧コストの増大」や「合意案作成の負担」といった課題がある．「閲覧コストの増大」と「合意案作成の負担」の課題を改善するために，Web 上での議論に議論ツリーを導入することで，参加者に対して議論内容の把握支援と合意案作成支援を行い，大規模意見集約の支援を目指す．

評価実験として，議論ツリーを導入した COLLAGREE で，Web 上での議論を行う．評価実験により，議論ツリーによる議論把握支援と合意案作成支援が行えるかを検証する．評価実験の結果，議論ツリーによる議論内容の把握支援，および議論への納得感の促進が行えることを示した．一方で，議論ツリーによる合意形成支援には課題があることを確認した．

論文の構成を以下に示す．第 2 章では，大規模意見集約における関連研究について述べる第 3 章では，COLLAGREE における議論ツリーについて述べる第 4 章では，議論ツリーの評価実験の結果と考察について述べる．最後に 5 章で本稿のまとめを述べる．

2. 関連研究

本論文により近い先行研究として，MIT Center for Collective Intelligence(CCI) のプロジェクト [12] がある．本プロジェクトでは，Web 上での大規模な議論や協議を支援し，大規模な意見集約を可能にするツールを開発している．大規模な意見集約を可能にするツールとして，Argumentation Map と呼ばれる議論の論理的構造（議論マップ）を構築するシステムを開発している．Argumentation Map 上で，参加者は論理的構造に基づき，意見を主張，賛成，反対，および問題提起などに分類することで，議論の構造を明確化する．本ツールにおいて，ユーザの意見は以下の 3 つの意見に分類し，各意見は互いに再帰的に構造化されている．

- issues: 質問
- options: 回答の選択肢
- arguments: 主張

Argumentation Map を使用した 220 人でのオンライン議論の例 [13] もあるが，Argumentation Map 上での議論では，構造化されたプロセスで議論を行う必要があり，参加者の負担となるため，85%の意見に返信意見がなかった．本研究では，自由な議論から得られた意見を元に議論ツリーを自動で作成するため，参加者への負担がない点で異なる．

IBM は，世界中の社員，社員の家族，および顧客の意見を集め，活用するために InnovationJam[14][15] と呼ばれるオンラインディスカッションを開催している．InnovationJam は数日間に期間を限定して行うオンラインディスカッションのイベントである．2008 年に実施された InnovationJam では，15 万人以上が参加し「IBM は世界にどのように貢献ができるか」について議論を行い，最終的に 5 つの案にまとめ，IBM の活動に取り入れられた．InnovationJam の議論システムは COLLAGREE と同じ電子掲示板のようなシステムをベースにしており，参加者は自由な議論が可能である．

InnovationJam では，議論全体の傾向から知識を抽出し発見するためにスレッド・オーバービューと呼ばれる議論の可視化と構造化を行う機能がある．スレッド・オーバービューは参加者が作成する必要がないため参加者への負

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan

担が少ない．従って，参加者はすべての意見を読むのが困難なときでも，スレッド・オーバービューによって，革新的なアイディアの候補を見つけることが可能になる．しかし，作成されたスレッド・オーバービュー上で議論をすることができない点では本研究と異なる．議論ツリーでは，参加者は議論ツリー上でも議論することが可能であり，またファシリテータは議論ツリーを編集しファシリテーションすることができる．スレッド・オーバービューは議論を可視化するのみでありるが，議論ツリーは，議論を可視化しながら議論を行うことができる議論プラットフォームである点で異なる．

本研究では，Argumentation Map のように構造化された議論マップ上で議論を行わず，自由な議論プラットフォームによる議論から出た参加者の意見を元に議論ツリーを作成する．なぜなら，自由な発言から斬新なアイデアの発想や問題提起が出ると経験的に考えられるからである．議論ツリーは議論プラットフォームでもあり，参加者は議論ツリー上で議論を行うことができ，ファシリテータも議論ツリーを編集することでファシリテーションを行うことができる．さらに，議論データに対して自動で意見要約，重要意見抽出，およびクラスタリングを行うことで，議論の把握を支援する．

3. Web 上での大規模議論への議論ツリーの導入

3.1 議論ツリーの必要性

本研究では，Web 上での意見集約における問題を解決するために議論ツリーを導入することを検討する．本研究では議論ツリーとは，ファシリテーション・グラフィックの１つであるツリー図を議論の返信関係を元に階層構造で表したものである．

ファシリテーション・グラフィックとは，ファシリテータがファシリテーションを行うときに，参加者に議論のポイントと各意見の関係を一致させるために，参加者の意見を文字や形を用いて分かりやすく記録および図式化したものである．ファシリテーション・グラフィックは，もともとアメリカの住民の話し合いの技法として開発された議論を見える化する技法である．現在でも多くの会議やシンポジウムの場において広く使われ，ファシリテーション・グラフィックによって効率的な議論が行われている．2 にファシリテーション・グラッフィクの「ツリー図」,「フロー図」,「マトリックス図」，および「サークル図」を示す．

以下はファシリテーション・グラフィックのメリット [10] である．

- 議論の全体像や論点が把握できる
- 議論のポイントに意識を集中させることができる
- 新しい意見やアイデアがでやすくなる

Web 上での意見集約を支援するために，ファシリテーションのグラフィックの中でも，議論の内容を階層構造で整理することができる「ツリー図」が求められる．また，伊藤ら [6] は，商品開発をテーマにツリー図を導入した COLLAGREE で議論を行い，ツリー図が議論の整理や振り返りに有効であることを確認している．

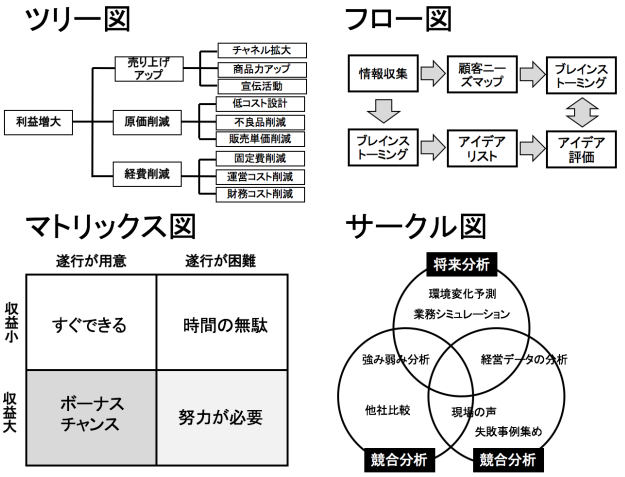

図 2 ファシリテーショングラフィックの例

COLLAGREE を用いた従来の実験では意見集約の実現に成功しているが,「閲覧コストの増大」と「合意案の作成の負担」という課題がある．以下に，Web 上での大規模議論における 2 つの課題について詳細に述べる．

課題１：閲覧コストの増大

Web 上の議論は時間的に制約がないため，参加者は意見を投稿するとき，今までの議論の内容を把握する必要がある．さらに，多様な価値観を持った人との大規模な議論の場面では，議論の内容を把握することは難しい．また，議論内容の把握を行わずに意見を発言する参加者によって，意見の重複が起こり閲覧コストはより増大する傾向がある．

課題２：合意案の作成の負担

Web 上での議論では匿名性や時間的制約がないといった性質から，対面式の議論でも発生する，脱線や意見がかみ合わないという問題が起こりやすい．脱線や意見がかみ合わないという問題が発生すると意見がまとまらないため，Web 上での議論で合意案を作成することは困難である．合意案を作成するために，ファシリテータは議論の方向性を示す投稿を行う．しかし，ファシリテータが示した議論の方向性に参加者が必ずしも従うとは限らない．さらに，時間的制約がないことから．ファシリテータはファシリテータの投稿を見ていない参加者のために何度も方向性を示す投稿を行わなければならず，ファシリテータへの負担が大きい．

課題 1 と課題 2 は，COLLAGREE だけでなく Twitter や Facebook などの SNS での議論でも，大規模化したときに発生する．そのため，SNS による意見集約は困難であ

る．理由は，SNS ではユーザの意見を集めることができても，ユーザが投稿された意見をすべて把握することは困難であるからである．また，集められた大量の意見から適切な合意案を参加者で作り上げていくことは，管理層や合意支援機能がない SNS では，より一層困難であるからである．従って，Web 上での議論における課題を解決するために，議論ツリーが求められる．

3.2 議論ツリーの概要

本論文で提案する議論ツリー作成支援機構は，まず (1) 参加者の議論に基づきシステムにより，議論の過程に合わせて自動的で議論ツリーに作成される．そして，(2) ファシリータによって手動で修正・調整される (3).

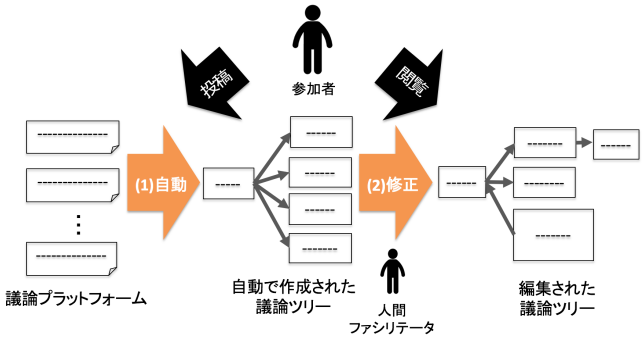

図 3 議論ツリーの作成支援機構

(1) の議論ツリーの自動生成では，電子掲示板のような議論プラットフォームから得られた発言を元に自動で議論ツリーを作成することで，参加者へ負担をかけずに議論ツリーを生成する．電子掲示板のような自由に投稿できる議論プラットフォームを使用する理由は，自由な発言から斬新なアイデアや問題提起が発言されると経験的に考えられているためである．また，(2) のファシリータによる修正では，ファシリテータは議論ツリーを修正することで，より正確な議論ツリーを作成でき，参加者は修正された議論ツリーを見ながら円滑に議論することができる．

議論ツリーは大規模意見集約システム COLLAGREE の各テーマごとに自動で作成される．COLLAGREE は，複数のテーマについて自由に意見を投稿できる，一般的なインターネット上の掲示板のようなシステムをベースとしている．本システムの議論ツリーを 4 に示す．4 の議論ツリーのノードは投稿された意見であり，リンクは投稿に対しての返信を表している．議論ツリーは，議論ツリーの画面をドラッグすることで画面の視点を変えることができる．また，スクロールで議論ツリーの画面の拡大縮小を行うことができる．従って，意見が多くなり，議論ツリーが大きくなったときでも，参加者は議論ツリーを細部まで見ることができる．

また，5 の各番号は議論ツリーの各機能を示している．

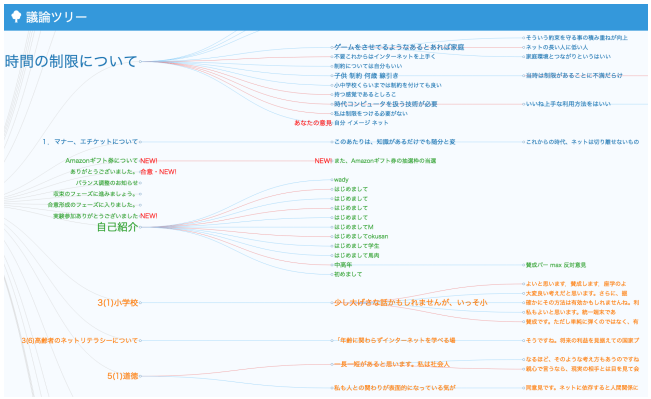

図 4 COLLAGREE 上での議論ツリー

6 がノードをクリックすることで表示される意見ダイアログである．参加者は意見ダイアログよりノードの意見の詳細を把握することやノードの意見に対しての返信をすることができる．ノードの意見の詳細では意見の投稿者，投稿時間，意見が含まれるスレッドの要約，および投稿意見を閲覧することができる．また，ファシリテータは意見タグ付加機能のシステムインターフェースより，意見タグを付加することができる．

3.3 議論ツリーに必要な機能の検討

Web 上での議論における議論ツリーの必要性と議論ツリーに求められる機能について検証を行った．検証方法として，予備実験とファシリテータへのヒアリングを行った．

予備実験として，学生と一般人を対象に 3 日間，議論ツリーを導入した COLLAGREE で「なぜスマホが普及したか？」について議論を行った．予備実験では，議論ツリーに「意見要約表示機能」と「重要意見表示機能」を実装した．予備実験において，Web 上での議論における議論ツリーの必要性と議論ツリーに実装した機能の有用性を検証する．3 日間で 42 名が参加し，210 件の意見投稿数 (ファシリテータ含む) を得た．実験終了後，参加者に「Q1:COLLAGREE の機能で良いと思った機能を教えてください (複数回答可)」と「Q2:良いと思った機能について理由を教えてください (自由記述)」についてアンケートを行った．Q1 の回答では，十分に議論を重ねた上で COLLAGREE に実装されている 6 つの機能 (賛成・反対自動判定機能，いいね機能，キーワード機能，ポイントランキング機能，およびポイント機能) を含む中で 4 番目に議論ツリーの回答数が高かったことから，Web 上での議論における議論ツリーの必要性を示した．また，自由記述より議論ツリーが議論内容の把握支援を行えていることから，議論内容把握支援のために実装した「意見要約表示機能」および「重要意見表示機能」が有効である可能性がある．

ファシリテータへのヒアリングでは，日本ファシリテーション協会のファシリテータ 5 人に文面によるヒアリングを 10 月 9 日に行った．ヒアリングによって，Web 上での

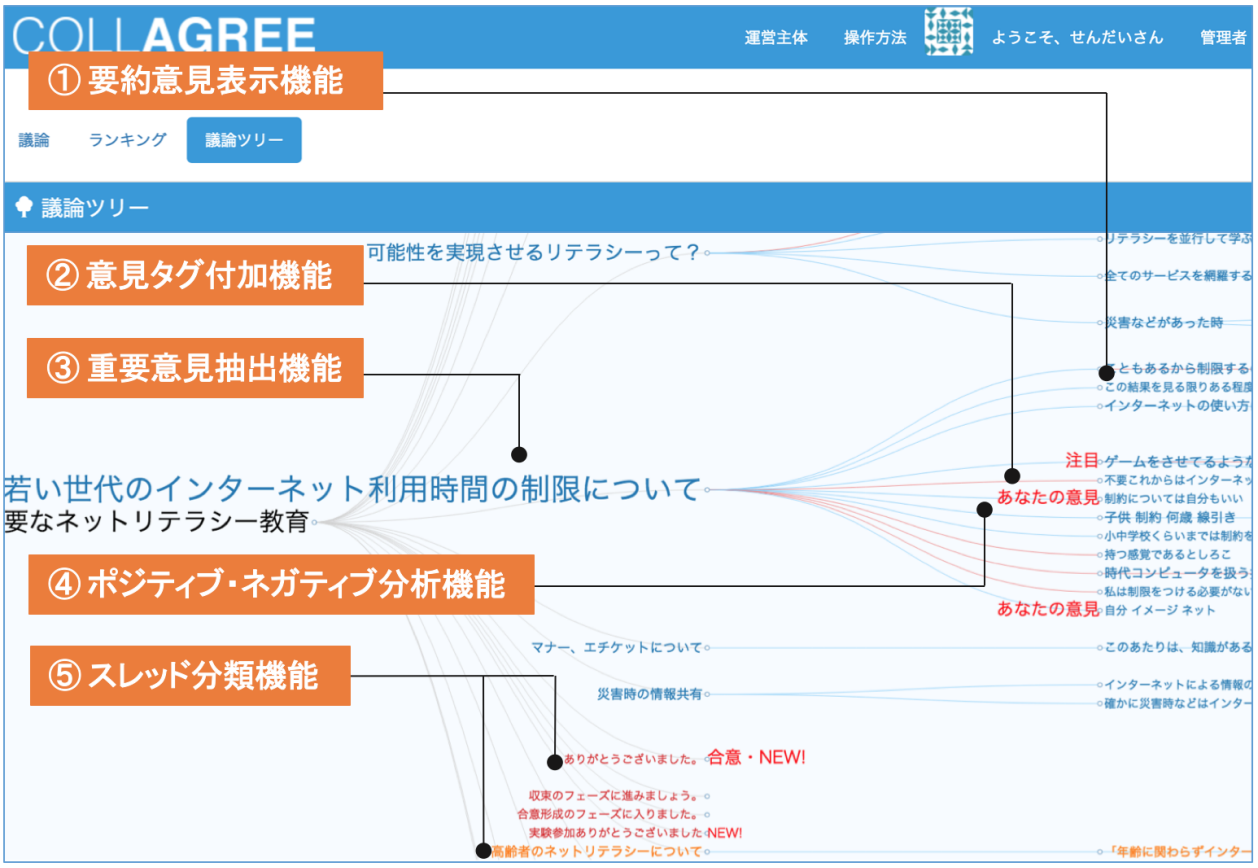

図 5 議論ツリーの各機能

図 6 議論ツリーのダイアログ

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan

議論における議論ツリーの必要性と議論ツリーに求められる機能について検証する．ヒアリング方法は，ファシリテータが予備実験で作成された議論ツリーを見て，「議論ツリーがファシリテーションに有効であるか」と「Web 上での議論における最適な議論ツリーについて」について自由記述で回答を行う．ヒアリングの結果，「議論ツリーがファシリテーションに有効であるか」については 5 人中 4 人が有効であると回答し，議論ツリーがファシリテータに対しても必要であることを示した．「Web 上での議論における最適な議論ツリーについて」では，ファシリテータが議論ツリーに書き込みを行うことができる機能が求められ，「意見タグ付加機能」を実装をした．また，議論ツリーにより，議論の各意見の関係を明らかにする必要性があげられ，「ポジティブ・ネガティブ分析機能」と「スレッドのクラスタリング機能」を実装した．

3.4 議論ツリーの機能

予備実験の結果とファシリテータへのヒアリングの結果を元に議論ツリーの各機能を実装した．以下に議論ツリーの各機能の詳細を述べる．

【①意見要約表示機能】議論ツリーのノードに各意見を表示するとき，意見を要約してから表示する．また，スレッドの要約も行い，ノードをクリックしたときに表示されるダイアログに要約されたスレッドを表示する．参加者は要約された意見が表示された議論ツリーを見ることによって，各意見の概要を捉えることができる．さらに，参加者は議論ツリー上に表示されている要約された意見をクリックすることで，要約された元の意見を見ることができ，容易に興味のある意見を理解できる．意見の要約方法は，文献 [17] のテンプレートを用いた見出し生成手法を用いて実装した．また，スレッドの要約には，文献 [18] のスレッド構造と時系列を考慮した自動要約を用いて実装した．

【②意見タグ付加機能】議論ツリーのノードの横に赤色で意見タグを付加することで，意見の特徴を表す．意見タグは自動で付加するタグとファシリテータが手動で付加するタグに２種類ある．自動で，システムが最新の投稿５件の意見に「NEW」タグ，および観覧者の意見に「あなたの意見」タグを付加する．また，ファシリテータは各意見に「合意案」,「代替案」,「注目」,「質問」，および「提案」というタグか，他の名前のタグを入力して付加することができる．参加者はタグを見ることで，意見の意味を容易に読み取ることや自分の興味のある意見を見ることができる．また，ファシリテータはタグを使用することで，議論を円滑に進行することができる．例えば，ある意見に対して意見がほしいときに，注目タグを追加することによって参加者から意見を集めることができる．6 のダイアログの意見タグ追加機能の箇所より，ファシリテータが意見タグを付加することができる．

【③重要意見表示機能】各意見の重要度を算出して，重要な意見を大きく表示し，重要な意見の把握を支援する．各意見の重要度は影響の普及モデル [19] を用いて算出を行う．影響の普及モデルとは語の再帰的な伝搬量に基づいて意見や投稿者の影響量を求めるアルゴリズムであり，電子掲示板などの返信関係が明らかになっている文章集合に用いられる．影響の普及モデルでは，意見に含まれる単語が他の意見に伝播した総数が影響量となる．本研究では影響量を重要度として用いる．

【④ポジティブ・ネガティブ分析機能】ある意見に対する返信意見がポジティブな意見かネガティブな意見かを自動で分析し，表示させる．表示の方法は，返信意見がポジティブな場合は返信元の意見とのリンクを青色，ネガティブな場合は赤色で表示する．本機能は文献 [20] を参考に実装した．ポジティブ・ネガティブ分析の方法を述べる．まず，ポジティブを表す 19,473 単語を $PosList$ に登録し，ネガティブを表す 18,043 単語を $NegList$ に登録する．返信意見を形態素解析を行い，単語に分解する．次に，式 (1) により返信意見の単語 t と $PosList$ 中の語との共起確率 $P(t, PosList)$ と $NegList$ 中のごとの共起確率 $P(t, NegList)$ との内分比 S を求める．

$$S = \frac{P(t, PosList)}{P(t, PosList) + P(t, NegList)} \tag{1}$$

内分比 S は 0 に近いほど単語がポジティブの文脈に現れやすく，1 に近いほどポジティブな文脈で現れやすいことを意味する．最後に，文章中に含まれる各単語（名詞，動詞，形容詞，および副詞）の内分比の平均を計算し，0.5 よりも大きいときはポジティブな意見であるとし，0.5 よりも小さいときはネガティブな意見であるとする．

【⑤スレッドのクラスタリング機能】スレッドのクラスタリングにより，似ているスレッドを同じ色で表示する．スレッドを分類することによって，似ているスレッドをまとめて見ることができ，議論全体をまとめて把握することが容易になる．クラスタリングの方法は，BM25[21] と呼ばれる単語の重み付けアルゴリズムを使用してスレッドベクトルを算出し，k-means 法を用いてスレッドのクラスタリングを行う．

4. 議論ツリーの評価実験

評価実験により，議論ツリーによる議論内容把握支援，合意案作成支援が行えるかを検証する．評価実験として，議論ツリーを導入した COLLAGREE で，Web 上での大規模議論を行う．ファシリテータは意見投稿と，議論ツリーの「意見タグ付加機能」を用いてファシリテートを行う．評価実験の概要を以下に示す．

【実験概要】

- 参加者：96 名
- 参加者属性：学生および社会人

- 参加者グループ：グループ A が 48 名，グループ B が 48 名（A グループと B グループ両方ともに同じ議論ツリーを導入）
- 実施期間：2015 年 11 月 30 日（月）10:00 ～ 12 月 6 日（日）20:00（7 日間）
- 投稿数：グループ A が 162 件，グループ B が 135 件 (合計 287 件)
- アクセス数：グループ A が 1475，グループ B が 910(合計 2385 件)
- 議論テーマ：近年求められるネットリテラシーについて
- 調査方法：実験終了後，参加者とファシリテータにアンケートを行う．また，議論ツリーの閲覧ログを解析する．
- ファシリテータ：日本ファシリテーション協会のファシリテータ 1 名（グループ A と B 両方のファシリテートを行う）

ここでは，グループ A とグループ B の両方に，議論ツリーが有用であることを示す．グループ A とグループ B の違いは，文献 [Takahashi2016] で提案する議論ポイントに基づくインセンティブ機構が実装されているかどうかである．つまり，議論ポイントに基づくインセンティブ機構がある場合もない場合も，議論ツリーは有用であることを示す．具体的には，グループ A は，議論ポイントに基づくインセンティブ機構が実装されていない．グループ B は，議論ポイントに基づくインセンティブ機構が実装されている．

実験終了後，参加者へ「Q1:議論ツリーは議論内容を把握するのに役に立ちましたか？」，「Q2:議論ツリーは自分の意見をまとめるときに役に立ちましたか？ 」，「Q3:議論ツリーをどのような場面で使用しましたか？」，および「Q4:最終的な合意案は，納得いくものでしたか？」の 4 項目についてアンケートを行った．Q1，Q2，および Q4 のアンケートは 5 段階で回答行い，Q3 のアンケートは複数に回答することができる．また，Q5 として自由記述で議論ツリーについての改善点についてアンケートを行った．

アンケートの結果を 7 に，議論ツリーのログについての結果を 8 に示す．Q1 の結果，80%の参加者が「とてもそう思う」または「そう思う」と回答し，Web 上の大規模議論において，議論ツリーにより議論内容把握支援を行うことができた．Q2 の結果，57%の参加者が「とてもそう思う」または「そう思う」と回答し，議論ツリーで意見をまとめることに関しては課題がある．Q5 のアンケート結果から「似たような内容のツリーはまとめてしまいたい」という意見があり，議論ツリーの構造化が弱いことが原因として示唆される．Q3 の結果からも，「議論内容を把握するとき」に 68.6%および「議論の流れを把握するとき」に 62.9%の参加者が回答し，議論ツリーが参加者に対して議論内容把握支援が行えている．一方，「議論内容を整理するとき」，「合意案を作成するとき」，および「自分の意見を整理するとき」の合意案作成支援を行う項目に対しては回答率が低いが，内容をまとめる場合にも議論ツリーが使われている．Q1，Q2 の結果より，過半数の参加者が議論ツリーを用いて議論の内容を把握し，意見をまとめている．さらに，Q4 の結果より，75%の参加者が「とてもそう思う」または「そう思う」と回答していることから，議論ツリーは議論における参加者の納得感を促進していると示唆される．

8 の議論ツリーのアクセスログの閲覧率と新規投稿数の

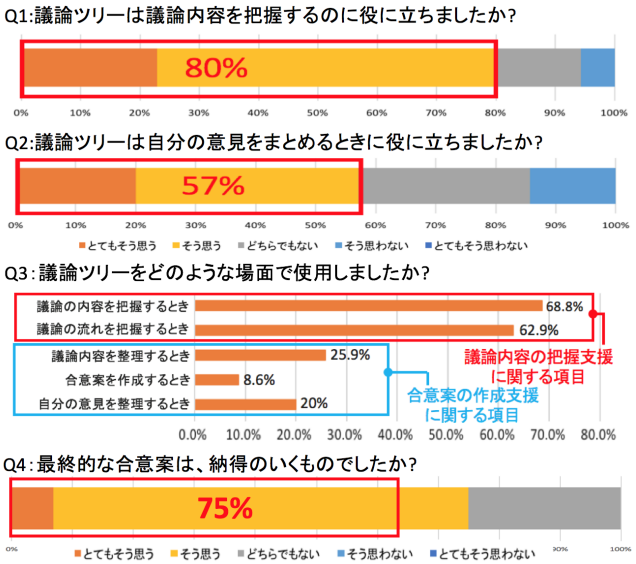

図 7 アンケート結果

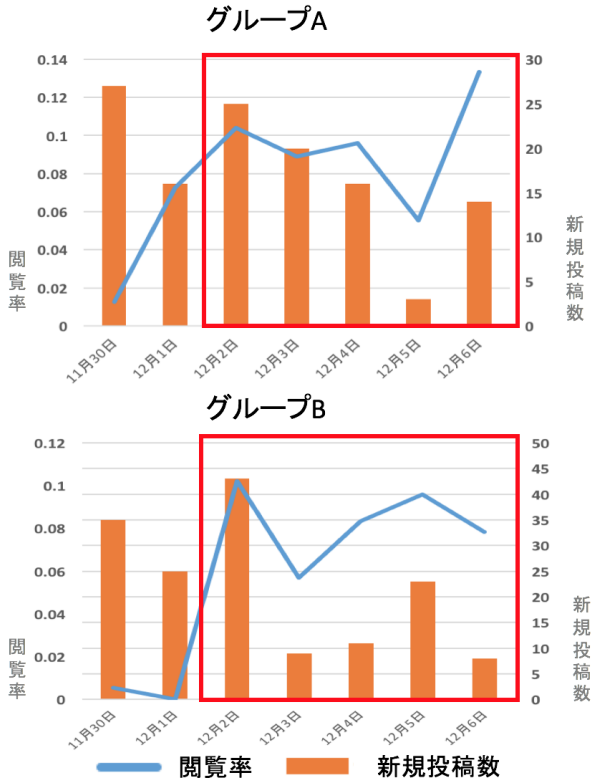

図 8 議論ツリーのログについての結果

変化から，議論ツリーが意見集約に有効であることがわかる．両方のグループ共に最初の 2 日間を除いて，新規投稿の増減に従って，閲覧率も増減している．理由として，参加者はが新規投稿と過去の投稿された意見の関係を把握するために議論ツリーを使用しているためだと考えられる．そのため，最初の 2 日間は投稿されている意見数が少なく，新規投稿の増減に従って閲覧率が増減していない．

5. まとめ

本研究では，Web 上での大規模な意見集約を目的とした大規模意見集約システム COLLAGREE を開発した．本論文では，意見集約支援を目的として Web 上での議論における議論ツリーの導入を提案した．議論ツリーはシステムによる議論ツリーの自動生成とファシリテータによる議論ツリーの編集というハイブリッド方式により議論ツリーを作成し，意見集約支援を行うための機能を実装した．議論ツリーを用いた Web 上での議論による評価実験により，議論ツリーによる議論内容の把握支援，および議論への納得感の促進が行えることを示した．一方で，議論ツリーによる合意形成支援には課題があることを確認した．

今後の課題として，参加者の議論内容の把握をより容易にするために，重要意見抽出やスレッドの分類の精度を向上させることがあげられる．また，合意案の作成支援を十分に行うために，ファシリテータがスレッドを分類し，スレッド毎に論点タグを付けることにより議論ツリーをより構造化する必要がある．

謝辞 本研究の一部は科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業（CREST）の援助を受けて行いました．ここに謝意を表します．

参考文献

[1] Malone, T. W., Laubacher, R. and Dellarocas, C.: The Collective Intelligence Genome, *Sloan Management Review (Reprint No. 51303)*, Vol. 5, No. 3, pp. 21–31 (2010).
[2] Malone, T. W., Laubacher, R., Introne, J., Klein, M., Abelson, H., Sterman, J. and Olson, G.: The climate collaboratorium: Project overview, *MIT Center for Collective Intelligence Working Paper*, Vol. 3, No. 2009-03 (2009).
[3] Klein, M.: Achieving Collective Intelligence via Largescale On-line Argumentation, *MIT Sloan School of Management Working Paper 2007-001*, Vol. 4647-07, p. 58 (2007).
[4] 伊美裕麻，伊藤孝行，伊藤孝紀，秀島栄三：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).
[5] 伊藤孝行，奥村 命，伊藤孝紀，秀島栄三：多人数ワークショップのための意見集約支援システム Collagree の試作と評価実験:˜ 議論プロセスの弱い構造化による意見集約支援˜，日本経営工学会論文誌，Vol. 66, No. 2, pp. 83–108 (2015).
[6] 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).
[7] Ito, T., Imi, Y., Ito, T. and Hideshima, E.: COLLAGREE: A Faciliator-mediated Large-scale Consensus Support System, *International Conference on Collective Intelligence 2014* (2014).
[8] 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).
[9] Sengoku, A., Ito, T., Ito, T., Hideshima, E., Shiramatsu, S., Takahashi, K. and Fujita, K.: Discussion Tree for Managing Large-Scale Internet-based Discussions, *International Conference on Collective Intelligence 2016* (2016).
[10] 堀 公俊：ファシリテーション・グラフィック: 議論を「見える化」する技法，日本経済新聞出版社 (2006).
[11] 名古屋市総務局企画部企画課：名古屋市次期総合計画２０１８，名古屋市総務局企画部企画課 (2015).
[12] Klein, M.: Enabling large-scale deliberation using attention-mediation metrics, *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, Vol. 21, No. 4-5, pp. 449–473 (2012).
[13] Klein, M. and Iandoli, L.: Supporting collaborative deliberation using a large-scale argumentation system: the MIT Collaboratorium (2008).
[14] Bjelland, O. M. and Wood, R. C.: An Inside View of IBM's' Innovation Jam', *MIT Sloan management review*, Vol. 50, No. 1, pp. 32–40 (2008).
[15] Helander, M., Lawrence, R., Liu, Y., Perlich, C., Reddy, C. and Rosset, S.: Looking for great ideas: Analyzing the innovation jam, *Proceedings of the 9th WebKDD and 1st SNA-KDD 2007 workshop on Web mining and social network analysis*, ACM, pp. 66–73 (2007).
[16] 松村真宏，加藤 優，大澤幸生，石塚 満：議論構造の可視化による論点の発見と理解，知能と情報: 日本知能情報ファジィ学会誌: journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Intelligent Informatics， Vol. 15, No. 5, pp. 554–564 (2003).
[17] 渡辺亮輔，藤田桂英：議論掲示板におけるテンプレートを用いた見出し生成手法，研究報告知能システム (ICS)，Vol. 2015, No. 4, pp. 1–5 (2015).
[18] 北川涼太，藤田桂英：議論掲示板におけるスレッド構造と時系列を考慮した自動要約，研究報告知能システム (ICS)，Vol. 2015, No. 5, pp. 1–6 (2015).
[19] 松村真宏：影響普及モデル IDM の新しい影響量基準，人工知能学会全国大会論文集，Vol. 22, pp. 1–4 (2008).
[20] Turney, P. D.: Thumbs up or thumbs down?: semantic orientation applied to unsupervised classification of reviews, *Proceedings of the 40th annual meeting on association for computational linguistics*, Association for Computational Linguistics, pp. 417–424 (2002).
[21] Robertson, S. and Zaragoza, H.: *The probabilistic relevance framework: BM25 and beyond*, Now Publishers Inc (2009).

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan