

大規模意見集約システム COLLAGREE における 議論インセンティブ機構の試作

伊美 裕麻^{1,a)} 佐藤 元紀² 伊藤 孝行^{1,2} 伊藤 孝紀³ 秀島 栄三³

概要: Web 上の議論に関する研究分野では、多様な視点を持った大規模な人数による意見集約が重要な研究課題となってきた。例えば、都市開発での市民参画の分野において、強い民主主義や効率的な都市計画の実現を目指し、市民から直接的に、より多くの意見を集める議論システムの実現が求められている。一方で、Web 上の活動への参加者の大半は、サイレントマジョリティ（声なき多数派）と呼ばれる、見る専門で意見を発しないグループに属してしまい、意見を得られるのは一部の参加者からに限定されることが多い。実際に、活発に発信や活動を行う参加者は、全体の1%であるという指摘もある。そこで本論文では、Web 上議論における参加者の活動促進を目指した議論インセンティブ機構を試作する。具体的に、議論をツリー構造化し、投稿、返信、および支持表明のアクションに対してポイント付与・伝搬機能を実装することで、議論の活性化や質の高い投稿が行われることを狙う。

1. はじめに

本稿では、Web 上の議論における幅広い意見取得のためのポイント付与による議論インセンティブ機構を試作する。Web 上の議論に関する研究分野では、多様な視点を持った大規模な人数による意見集約が重要な研究課題となってきた。例えば、都市開発での市民参画の分野において、強い民主主義や効率的な都市計画の実現を目指し、市民から直接的により多くの意見を集める議論システムの実現が求められている。一方で、Web 上の様々な活動においては、積極的に活動する参加者が1%程度であるという指摘がある [1]。より多くの視点の意見を取得することに意味を持つ大規模議論において、参加者活動の偏りは望ましくない。

本研究では過去に、議論のマネジメント層の役割として人間のファシリテータを導入することで、大規模意見集約の実現性を示した [2]。ここでは、名古屋市と共催した社会実験において、ファシリテータが支援機能を用いて適切な議論プロセスを進行することで、一般市民を含む 264 名の

参加者による議論を集約し、ファシリテータの有用性を確認した。

一方で、過去の実験でも、発言する参加者が一部に偏り、発言しない参加者の意見が分からないという問題が発生した。ファシリテータからは、「発言しない人の意見が全く分からず、集約案に自信が持てなかった」「サイレント・マジョリティの声をいかに理解するかが重要であり、発言しない人の動向を確認したい」といった意見もあり、参加者の活動が減衰し、意見の集約が困難になることが分かる。

本稿では、参加者の活動促進のために「ポイント付与による議論インセンティブ機構」を提案する。ここでは、参加者の活動に関するポイントはもちろん、他参加者からのフィードバックに関してポイント付与を実装することで、参加者の議論参加へのインセンティブを設計する。本稿では、投稿の他に賛同表明機能を実装し、活動ポイントとして（投稿ポイント、返信ポイント、賛同ポイント）、またフィードバックポイントとして（返信されたポイント、賛同されたポイント）を設定することで、活動活性化や重要意見の取り出しについて検討する。

本稿の構成を以下に示す。まず、2章では、過去のシステム実装と社会実験から、Web 上の大規模議論での問題点について考察する。3章では、提案する議論インセンティブ機構とポイントを用いた支援機能について述べる。4章では、実装したシステムおよび機能について説明する。5章では、Web 上での大規模議論についての先行研究について述べる。最後にまとめと今後の課題を示す。

¹ 名古屋工業大学大学院 工学研究科 産業戦略工学専攻
MOT, Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya City, Aichi, 466-8555, Japan

² 名古屋工業大学 情報工学科
CS, Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya City, Aichi, 466-8555, Japan

³ 名古屋工業大学大学院 工学研究科 社会工学専攻
ACIM, Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya City, Aichi, 466-8555, Japan

a) imi.yuma@itolab.nitech.ac.jp

2. 過去の社会実験での課題

2.1 大規模意見集約支援システム COLLAGREE

著者らは過去に、ファシリテータを導入した大規模意見集約支援システム COLLAGREE[2]を開発し、社会実験により本システムの有用性を評価している。上記のシステムでは、Web上での大規模議論の適切な進行に向け、人間のファシリテータを導入し、支援機能によりファシリテータの活動を支援することで、大規模な意見集約実現の可能性を示した[3]。評価実験として、著者らの研究室と愛知県名古屋市長(名古屋市役所および名古屋市長)の共催による名古屋市次期総合計画のためのインターネット版タウンミーティングを実施した。実験の詳細を以下に示す。

【実験設定】 共催：名古屋市役所，参加者数：264人，実施期間：2013年11月19日(火)午後12時～12月3日(火)午後12時，議論テーマ：名古屋市次期総合計画に関する4題，ファシリテータ：専門家9名

本実験では、一般市民を含む264名による意見集約を実現している。また、日本ファシリテーション協会の協力を得て、ファシリテーションの専門家からの評価も得た。本実験は、名古屋市のタウンミーティングの一つとして幅広い市民の議論の場を実現し、都市計画策定にも貢献しており、社会的にも大変有意であった。本稿では、過去の実験の課題点を考察し、解決する手法を検討することで、Web上の大規模意見集約の実現を目指す。

2.2 名古屋市社会実験での課題点

上記の名古屋市での社会実験により、Web上の大規模議論について明らかになった課題が大きく2点ある。

1点目は、参加者活動の減衰である。本実験では、ファシリテータによる議論プロセスの進行により、一般市民246名を含む議論の集約を実現している。その一方で、ファシリテータの専門家から、「集約に向けて、投稿が減り、賛成や反対意見を得ることができなかった」「発言しない人の意見が全く分からず、集約案に自信が持てなかった」など、集約に向けた段階での参加者の活動減衰が指摘された。活動減衰により、意見が把握できず、ファシリテータは集約に難しさを感じている。

実験での参加者の発言数の推移とファシリテータの発言割合を図1に示す。参加者の投稿は、実験開始直後の意見発散フェイズにおいては、特に活発であることが分かる。しかし、集約段階に向かう後半においては、投稿数が少なくなっている。それに対して、ファシリテーションの割合は集約段階に向けて高まっている。集約段階では、ファシリテータの問いかけや確認に対して、意見の投稿が少なくなっていることが分かる。

Web上のさまざまな活動において「1%ルール」という概念がしばしば指摘される[1]。1%ルールとは、Web上の

活動において全ユーザーの1%がコンテンツの作成などに参加しており、残りのユーザーはただコンテンツを消費しているという現象である。実際にWikipediaでは、編集された記事のうち約50%は、全体のユーザーのうち0.7%が作成したものであるというデータもある。近年のSNSの流行とともに、コンテンツ作成や発言に参加するユーザーが増えているとも指摘されているが、見る専門で意見を発しないグループは大きく存在する。このグループは、サイレント・マジョリティ(声なき多数派)と呼ばれることがある。ファシリテータからは、「サイレント・マジョリティの声をいかに理解するかが重要であり、発言しない人の動向を確認したい」といった意見もある。本システムにおいて、参加者活動を促進する、また投稿以外からも参加者の動向を取得する仕組みが必要であると考えられる。

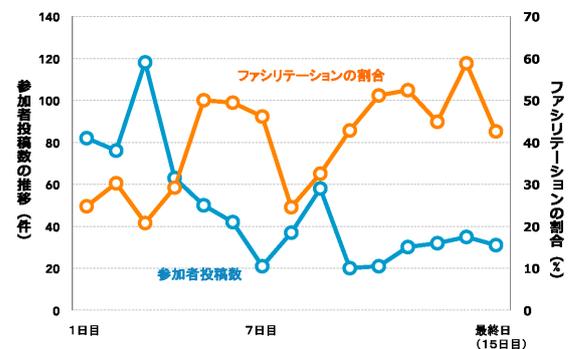


図1 名古屋市社会実験での投稿数推移とファシリテーション割合

2点目は、大規模化による閲覧コストの増大である。本実験では、15日間で1テーマあたり200～300件の投稿が行われた。非同期的に進行する議論において、途中参加する参加者は、それまでの議論やある時点での論点について把握することが困難である。実際に「全部の議論を読まないで自分の意見が新しいのかどうか分からず、日を追うごとに投稿の敷居が高くなる」といった意見もあった。時間や参加者ごとに、読むべき投稿や知るべき内容を表示する必要がある。

本稿では、ポイント機構を導入することで、上記の課題2点の改善を目指す。1点目の活動減衰の課題について、ポイント機構により参加者へのインセンティブを与えることで、活動の活発化を目指す。また、投稿以外の意見表明として、賛同表明機能を実装することで、より多くの参加者から意見を収集する。2点目の閲覧コストの課題について、ポイント算出による重要投稿および参加者の抽出により、議論重要点の把握を支援する。さらに、ポイント機構とキーワード抽出を組み合わせることで、注目すべきキーワードの取り出しなどを行う。詳細を以下の章で述べる。

3. ツリー構造を用いたポイント付与機構

3.1 議論のツリー構造と議論ポイントの設定

本稿では、議論をツリー構造化することで、意見の関係

構造を明らかにする。ここで、議論構造を明確に記述するため、以下にシステム内で行うアクションについて、名称を定義する。

コメント 議論に発言される意見の総称

投稿 - Post アイデアなどを親コメントとして発言するアクション、またその投稿

返信 - Reply あるコメントに対して子コメントとして発言するアクション、またその投稿

賛同 - Agree あるコメントに対して賛同ボタンを利用して賛同表明するアクション、またその賛同表明

Web上の議論では、通常、ある課題に関するアイデアを親コメントとして発言し、フィードバックを子コメントとして返信する構造を扱うことが多い。本稿では、この議論構造を「親子構造」と呼ぶ。本研究で行なった社会実験においても、親子構造を用いた議論を行なった。親子構造では、返信の範囲を制限されるため、過剰な枝葉末節の議論や炎上の抑制に繋がることが考えられる。また、議論を浅く広くフラット化することで、発散フェーズに向く特性であると考えられる。一方で、意見同士の関係がシンプルであり、詳細な関係は把握できないため、集約段階においてコメントの繋がりが把握し難い。

本稿では、すべてのコメントに返信可能な議論のツリー構造を構築する。ツリー構造により、コメントの繋がりを明確化する。さらに、ポイント付与や伝搬にツリー構造の関係性を用いることで、意見の関係を考慮したポイント付与を行なっていく。

議論ポイントとして、参加者の活動のインセンティブとなる「活動ポイント」、有益な発言を促すインセンティブとなる「フィードバックポイント」を設定する。活動ポイントは、自身の議論参加によって獲得できる。具体的には、上で述べた (*Post*, *Reply*, *Agree*) の3つのアクションがある。それぞれに、(*PostPoint*, *ReplyPoint*, *AgreePoint*) を設定する。フィードバックポイントは、自身の投稿および返信に対して、他参加者から返信や賛同のアクションが行われた際に獲得できる。具体的に、(*RepliedPoint*, *AgreedPoint*) を設定する。

3.2 活動ポイント

以下に、活動ポイントの3つについての詳細を述べる。

PostPoint 参加者が投稿を行うことで得られるポイント。過去の実験でも、議論の発端となる親コメントの投稿は積極的に行いにくい。そのため、大きなインセンティブを与える必要がある。

ReplyPoint 参加者が返信を行うことで得られるポイント。返信操作は、投稿されたコメントすべてに行うことができる。返信では、他の参加者との議論が広がる、また深まることが望ましいため、自身のコメントに対する返信ポイントは与えないこととした。

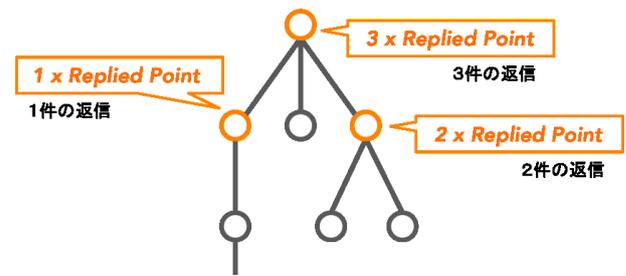


図2 RepliedPointの概要

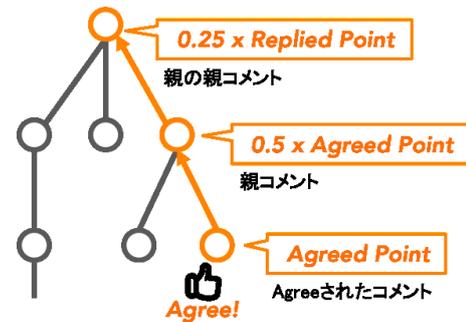


図3 AgreedPointの概要

AgreePoint 参加者が賛同を行うことで得られるポイント。賛同操作は、投稿されたコメントに実装されている「賛同ボタン」から行うことができる。賛同は、自分以外の参加者によるコメントすべてに実行可能である。賛同ボタンにより積極的に投稿や返信を行わない参加者でも、気軽に意見表明できる。

3つのポイントについて、活動の難しさや重要性から、 $PostPoint > ReplyPoint > AgreePoint$ の関係でポイント数を検討する。

3.3 フィードバックポイント

以下に、フィードバックポイントの2つについての詳細を述べる。

RepliedPoint 参加者が自身のコメントに対して返信を得ることで得られるポイント。図2に、*RepliedPoint* 付与の例を示す。参加者は返信を多く得られるコメントを行うことで、多くのポイントを得ることができる。*RepliedPoint* により、特に返信の集まるコメントを抽出する。また、参加者へは、より返信の集まる質の高いコメントを行うインセンティブとなる。

AgreedPoint 参加者が自身のコメント、また自身のコメントについての返信に対して賛同を得ることで得られるポイント。賛同されたポイントは、賛同を得たコメントから、そのルート投稿まで、一定の割合ずつ伝搬する機構を用いる。図3に、*AgreedPoint* の伝搬の概要を示す（伝搬率0.5の例）。つまり、参加者は、賛同を多く得られるコメントを行う、もしくは賛同を多く得られる返信を生むコメントを行うことで、多くのポイントが獲得できる。

2つのフィードバックポイントは、活動ポイントの関係



図 4 議論インターフェース

を考慮し、 $RepliedPoint > AgreedPoint$ の関係でポイント検討を行う。

4. ポイント機構に基づく COLLAGREE の概要

4.1 システム概要

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掲示板型のシステムをベースとしている。トップページには、議論が行われているテーマがサムネイルで表示される。トップページからテーマを選択することで、各テーマの議論画面に遷移する。

議論画面を図 4 に示す。議論画面では、フォームに意見を入力し投稿することで、タイムラインに意見が表示され、議論を進行する。また、各意見に対して、賛同表明ボタンを用いて 1 人 1 回賛同アクションを行うことができる。賛同表明機能により容易に議論に参加することができる。投稿および賛同表明のアクションは、Ajax 通信により画面遷移なく非同期で実行可能である。図 5 に、ツリー構造による議論の例を示す。投稿フォームにより、投稿された親コメントに、複数の子コメントを付与でき、その子コメントに孫コメントを付与していくことができる。さらに、賛同ボタンにより、賛同表明を行う。

議論画面には、ポイント付与機構を主とした機能群を実装した。以下に、議論活動を支援するために実装した機能の一覧を示す。図 4 の各番号は各機能と対応している。[① 議論ポイント機能、②ポイント履歴機能、③キーワード抽出機能、④賛同表明機能、⑤簡易ファシリテーション機能、⑥賛成/反対自動判定機能、アクティビティ機能、リマインダメール機能]。本稿では、ポイント付与に関する①～④について新たに実装を行なった。その他の機能は、過去既に実装済みであるため、詳細な説明は過去の論文に譲る。主



図 5 ツリー構造による議論の例

な支援機構の機能を以下に示す。

4.2 ポイント付与機構と支援機能

【① ポイント付与機能】参加者の活動に応じて、3 章で検討したポイントを自動的に付与する。本機能のポイント表示 UI を図 6 に示す。参加者は、どのアクションによってポイントを獲得したか確認できる。 $(PostPoint, ReplyPoint, AgreePoint)$ の和を活動ポイント、 $(RepliedPoint, AgreedPoint)$ の和をフィードバックポイントとして表示し、活動ポイントとフィードバックポイントの和を、それぞれの参加者の保有ポイントとして表示する。

Point / 議論ポイント

あなたの議論ポイントは **162.5** ポイントです

投稿	返信	賛同	活動ポイント
20.0	50.0	0.0	70.0
返信された	賛同された	フィードバックポイント	
80.0	12.5	92.5	

図 6 獲得ポイント

【② ポイント履歴機能】参加者に付与されたポイントすべてに関して、関連する参加者およびコメントの情報とともに表示する。ポイント履歴の UI を図 7 に示す。本機能では、誰の、どのアクションにより、何ポイント獲得したかを常に確認することができる。今後、グラフ等でポイントの推移を可視化することを検討している。

【③ BM25 によるキーワード抽出機能】議論内で注目されていると考えられるキーワードを抽出し、表示する。本機能により抽出したキーワードの例を図 8 に示す。キーワード抽出には、BM25[4], [5] を用いた。BM25 は、単語重み付けの分野でメジャーな手法である TF-IDF に文書長と平均文書長（もしくは単語数と平均単語数）を導入する。

BM25 では、式 (1) を用いて、文書内での単語の重みを算出する。ここで、 $f(w, d_i)$ は単語 w がコメント d_i に出

ポイント履歴

2.5pt	▶ 投稿(No.452)に関連する投稿が13-2さんに賛同されました (Agree No.10044)
10.0pt	▶ 投稿(No.455)が13-2さんに賛同されました (Agree No.10044)
10.0pt	▶ 13-2さんに返信されました (投稿 No.454)
10.0pt	▶ 13さんの投稿に返信しました (投稿 No.455)
10.0pt	▶ 13さんに返信されました (投稿 No.452)
10.0pt	▶ 投稿しました (投稿 No.452)

図 7 ポイント履歴機能

現する回数, $avgdl$ はコメント集合 D の平均字数 (平均単語数), $|d_i|$ はコメント d_i の字数 (単語数) を表す. k_1, b は自由に定めることができるパラメータである. 本稿では, BM25 でよく用いられる $k_1 = 2.0, b = 0.75$ を用いた. IDF は式 (2) を用いた. ここで, N は全コメントの数, $df(w)$ は全コメントの中で, 単語 w を含むコメントの数である. 一般に, BM25 は, TF-IDF の弱みである文章長による影響を加味しており, TF-IDF よりも良い結果が得られるとされる. BM25 によるキーワード抽出を用いて, 1. テーマ内での注目キーワード抽出, また 2. 参加者の興味キーワード抽出を行う.

$$score(w, D) = \sum_{i=1}^n IDF(w) \times \frac{f(w, d_i) \times (k_1 + 1)}{f(w, d_i) + k_1 \times (1 - b + b \times \frac{|d_i|}{avgdl})} \quad (1)$$

$$IDF(q_i) = \log \frac{N - df(w) + 0.5}{df(w) + 0.5} \quad (2)$$

1. テーマ内注目キーワード抽出では, テーマ内の全コメントから 2 文字以上の名詞を取り出し, スコアリングする. 参加者は現在の議論が何に注目しているか把握することが可能になる.

2. 参加者の興味キーワード抽出では, 参加者の関連している (投稿, 返信, および賛同に関わる) コメントから 2 文字以上の名詞を取り出し, スコアリングする. 参加者ごとのキーワードは, 参加者プロフィールページを作成し, 参加者に共有する. 参加者は自身の興味をキーワードとして認識できる. さらに, ファシリテータによる話題振り, 似た参加者の抽出, 見るべき投稿の推薦などへの利用が考えられる.

【重要コメントおよび参加者抽出】 フィードバックポイントを用いて, 議論内で参加者が注目しているコメントを抽出する. 獲得ポイントの多いコメントは, 多くの参加者が注目していると考えることができ, 見るべきコメントとして推薦することができる. また, 活動ポイントとフィードバックポイントの獲得数から, 議論に多くの貢献を行なっ

Keywords / キーワード

キーワード	BM25値
教育	0.43661090758583915
環境	0.3251933365822315
事業	0.2970049120568247
衛生	0.2970049120568247
堀川	0.27493618456497754
ごみ	0.27493618456497754

図 8 キーワード抽出機能

ている参加者を抽出する. 獲得ポイントの多い参加者は, 多くの活動を行なっている, もしくは返信や賛同を多く獲得する質の高いコメントを行なっていると考えられ, その貢献度は大きい.

4.3 システムアーキテクチャ

本システムの実装について説明する. 本システムは, Web システムとして実装した. システム全体の構造を図 9 に示す. サーバサイドは Web Application Framework である Ruby on Rails を用いて Ruby で記述した. クライアントサイドは CoffeeScript および Javascript で記述した. 投稿およびポイント付与は, Ajax 通信を用いてページ遷移を必要とせず, 非同期に変更される UI をして実装している. 本番環境として, Web サーバには Nginx を用いている. また, データベースには MySQL を用いている.

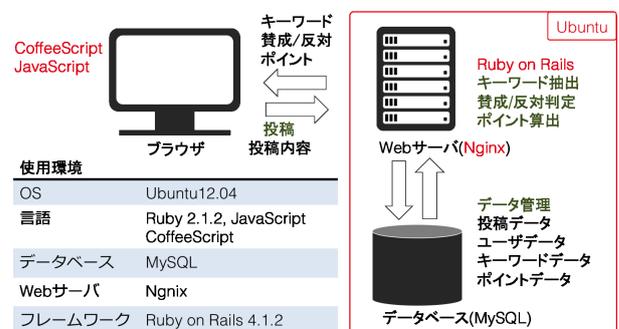


図 9 システムアーキテクチャ

5. 関連研究

Web 上での議論の実現を目指し, 発散, 収束, および集約など様々な視点から研究が行われている.

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 [6], [7] がある. ここでは, インターネットを使った大規模な議論や協議を支援し, 大規模な意見共有を可能にするツールが構築されつつある. プロジェクトでは, 大規模な意見の共有を目指して, 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. 議論マップでは, Argumentation tools[8] と呼ばれる議論構造化理論に基づき, 参加者の意

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．意見集約は完全に構造化した議論マップ上で行い，分類により投稿内容を組み立てていく必要がある．そのため，参加者に高い負荷を強いる問題がある．他にも，Argumentation Map を利用して遠隔地での議論を行った例も存在する [9], [10] が，大規模な意見集約を実現しているものではない．

また MIT CCI は，地球温暖化問題に焦点を当てて，解決プランを協議するシステムとして The Climate Co-Lab[11], [12] というシステムを構築している．本システムでも，Argumentation Map を利用して意見の整理を行っている．さらに発散に向けた主となる機能として，Model-based planning を用いている．本機能は，地球温暖化に関する取り組み案を形式的に入力することで，その案が反映された世界を予想した簡単なシミュレーション結果を提供する機能である．最終的に，いくつか出た具体案に対して電子投票を行うことで，最終案の決定を行う．議論構造化を用いることで，参加者に高い負荷を強いる点は [6], [7] と同様である．また電子投票による集約は，限られた少数の互いに排他的な選択肢の中から選択する場合にのみ有効で，複雑な問題に応用できるとはいえない．

西田らの Public Opinion Channel(POC) のプロジェクト構想は，コミュニティにおける知識の共有と発展に非常に大きい範囲で着目しており，大変興味深い [13]．ただし，POC 専用のカメラと動画，高速な専用回線，専用のソフトウェアなどが想定されており，本研究とは応用方法の想定が全く異なる．また，あるコミュニティ内での知識共有を主な対象としており，インセンティブに関する検討は行っていない．

Delphi 法は，集団の意見や知見を集約し，統一的な見解を得る手法の一つであり，様々なフィードバックの形式を用いて応用されている [14], [15]．対象の設問について参加者から個別に回答得た後，他の参加者全員の意見をフィードバックし，再度同じテーマについて回答を集める．本過程を何度か繰り返すことにより，ある程度収束した組織的な見解を得ることを目指す方式である．しかし，本来少人数の専門家により実施されることを想定しておりスケールアウト性がない．またフィードバックを実施するためには，全ての評価者からの回答を待つ必要がある．

6. おわりに

本稿では，Web 上の議論における幅広い意見取得のためのポイント付与に基づく議論インセンティブ機構を試作した．本研究の過去の実験での課題点であった，「参加者活動の減衰」「閲覧コストの増大」の解決を目指し，議論のツリー構造を用いたポイント構造を構築した．今後，過去の実験データを用いてポイント機構の検討を行うとともに，20 名程度での評価実験を行う必要がある．

参考文献

- [1] McConnell, B.: *The 1% Rule: Charting citizen participation* (2006 (accessed Nov 17, 2014)).
- [2] Ito, T., Imi, Y., Ito, T. and Hideshima, E.: COLLAGREE: A Facilitator-mediated Large-scale Consensus Support System, *International Conference on Collective Intelligence 2014* (2014).
- [3] 伊美裕麻, 伊藤孝行, 伊藤孝紀, 秀島栄三: ファシリテータ支援機構に基づく大規模意見集約システム COLLAGREE の開発と評価 名古屋市次期総合計画のネット上のタウンミーティングでの社会実験, 情報処理学会第 76 回全国大会 (2014).
- [4] Robertson, S. and Zaragoza, H.: The Probabilistic Relevance Framework: BM25 and Beyond, *Foundations and Trends R in Information Retrieval*, Vol. 3, No. 4, pp. 333–389 (2009).
- [5] 吉岡康平, 小枝正直: BM25 を用いた関連語抽出と単語分類, 情報処理学会第 74 回全国大会, Vol. 2012, No. 1, pp. 553–555 (2012).
- [6] Klein, M.: Achieving Collective Intelligence via Largescale On-line Argumentation, *MIT Sloan School of Management Working Paper 2007-001*, Vol. 4647-07 (2007).
- [7] Iandoli, L., Klein, M. and Zollo, G.: Enabling on-line deliberation and collective decision-making through large-scale argumentation: A new approach to the design of an internet-based mass collaboration platform, *International Journal of Decision Support System Technology*, Vol. 1 (2009).
- [8] Kirschner, P. A., Buckingham-Shum, S. J. and Carr, C. S.: *Visualizing argumentation: Software tools for collaborative and educational sense-making*, Springer (2003).
- [9] Van Gelder, T.: The rationale for Rationale, *Law, probability and risk*, Vol. 6, No. 1-4, pp. 23–42 (2007).
- [10] Chklovski, T., Ratnakar, V. and Gil, Y.: User interfaces with semi-formal representations: a study of designing argumentation structures, *Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces*, pp. 130–136 (2005).
- [11] Introne, J., Laubacher, R., Olson, G. and Malone, T.: The Climate CoLab: Large scale model-based collaborative planning, *Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2011 International Conference on IEEE*, pp. 40–47 (2011).
- [12] 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*, No. 2009-03 (2009).
- [13] Nishida, T., Fujihara, N., Azechi, S., Sumi, K. and Hirata, T.: Public Opinion Channel for Communications in the Information Age, *New Generation Computings* (1999).
- [14] Klenk, N. L. and Hickey, G. M.: A virtual and anonymous, deliberative and analytic participation process for planning and evaluation: The Concept Mapping Policy Delphi, *International Journal of Forecasting*, Vol. 27, No. 1, pp. 152–165 (2011).
- [15] Landeta, J., Barrutia, J. and Lertxundi, A.: Hybrid Delphi: a methodology to facilitate contribution from experts in professional contexts, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 78, No. 9, pp. 1629–1641 (2011).