

# 合意形成支援システムにおける自動ファシリテーションの検証 (まちづくりの社会実験を事例として)

西田智裕<sup>†1</sup> 山口直子<sup>†2</sup> 柴田大地<sup>†2</sup> 鈴木祥太<sup>†3</sup> 芳野魁<sup>†2</sup> 平石健太郎<sup>†3</sup>  
白松俊<sup>†2</sup> 伊藤孝行<sup>†2</sup>

**概要**：我々は住民参加によるまちづくりに向けて、ファシリテータが参加するWeb上で議論できる合意形成支援システムを開発してきた。この際、参加者の投稿に基づくファシリテーションが難しいという課題があった。一方、議論を構造化する手法として、IBISという議論における意見を「Issue」「Idea」「Argument」の要素に分類する手法がある。我々は複数の議論データについてIBISに基づく要素分けを行い、それらを機械学習することで、参加者の投稿に基づく自動ファシリテーションを実現した。そこで本研究では、実際のまちづくりにおける議論として、名古屋市の5年後の都市像について自動ファシリテーションを用いたオンライン議論による社会実験をおこなう。これにより、自動ファシリテーションの効果および課題について検証する。社会実験の結果、自動ファシリテーションは、人間によるファシリテーションと同等の満足が得られることがわかった。

**キーワード**：自動ファシリテーション, IBIS, 合意形成支援, まちづくり, 社会実験,

## 1. はじめに

### 1.1 本研究の背景・目的

我々は住民参加によるまちづくりに向けて、ファシリテータが参加した Web 上で議論できる合意形成支援システム(以降、支援システム)を研究してきた[1][2][3][4]。これらより、Web 上の議論においてもファシリテーションの重要性が明らかになった。しかし、参加者の顔が見えない中でのファシリテーションが難しいという課題があった。

一方、議論を構造化して議論する研究として Issue-Based Information System (以降、IBIS) を用いた Dialog Mapping がある[5]。IBIS とは、議論における意見を「Issue」「Idea」「Argument」の要素に分類し、それらの関係性を設定することで議論を構造化する手法である。この構造化により例えば「A を設置する」という意見を「Idea」として扱うことで、「Argument」を求める「このアイディアの良い点は、何かありませんか?」というファシリテーションに繋がる期待がある。

そこで本研究では、Doc2vec[6]という文章をベクトル化する手法を用いて、議論における意見を IBIS に基づく要素へ分類することで、自動ファシリテーションを実現する支援システムを開発した。

支援システムにおける自動ファシリテーションについて、実際のまちづくりにおいて検証するために、名古屋市と共催の社会実験をおこなった。支援システムにおける自動ファシリテーションの効果および課題について検証することを、本研究の目的とする。

### 1.2 先行研究と本研究との位置付け

まちづくりについて Web 上で議論する研究として、電子会議システムを用いた市民意見の形成を目指した小林らの研究がある[7][8][9]。小林らは、文字データ以外の多様な電子データを利用する機能や情報整理機能を備えた多機能電子会議システムを開発し、参加者である市民から幅広く意見を集めることができる。しかし、本研究では、議論のシステムにファシリテータを導入している点で異なる。

ファシリテータを導入した Web 上で議論する研究として、既報がある[1][2][3][4]。これらの研究では、ファシリテータが参加することにより高い満足度が得られた。しかし、ファシリテーションは人間がおこなっており、本研究が提案する自動ファシリテーションは導入されていない。

構造化した議論をおこなうシステムの研究として、Jeff の Dialog Mapping がある[5]。この研究では、IBIS に基づいた議論の構造化を実現している。しかし、ファシリテータの参加は考慮されていない。また、要素の分類は参加者が投稿する際に指定しており、参加者による自由な投稿を AI が要素に分類する本研究とは異なる。

以上より、本研究は、まちづくりについてのオンライン上の議論へ、AI が IBIS の要素に分類をおこない、自動ファシリテーションする点において意義があるといえる。

## 2. 合意形成支援システムについて

### 2.1 基本的な機能

本研究で扱った支援システムは、HAMAgree という名称の Web 上のオンラインシステムである。この名称には、人

<sup>†1</sup> 名古屋工業大学 コレクティブインテリジェンス研究所  
Nagoya Institute of Technology Center for Collective Intelligence, Gokiso-cho, Showaku, Nagoya, City, Aichi, 466-8555, Japan

<sup>†2</sup> 名古屋工業大学大学院工学専攻 情報工学専攻  
CS, Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showaku, Nagoya, City,

Aichi, 466-8555, Japan

<sup>†3</sup> 名古屋工業大学大学院工学部 情報工学科  
CS, Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showaku, Nagoya, City, Aichi, 466-8555, Japan



図1 合意形成支援システム HAMAgree の議論ページ

と機械 (Human and Machine) の調和 (Harmonious) による合意形成 (Agreement) という意味が込められている。システムの核となる議論ページを図1に示す。画面上部に投稿欄があり、議論の参加者により投稿された意見は、投稿欄下部ヘスレッド方式によって表示される。スレッド間の表示順序は、スレッド作成日時順である。表示された投稿には、返信投稿したり賛同を示したりすることができる。

画面右側には、議論テーマ、キーワードクラウド、議論ポイントが表示されている。議論テーマは、支援システムの管理者がタイトル、説明文、イメージ画像を付与して設定する。キーワードクラウドは、議論における全ての投稿から自動的に作成され、頻出語ほど大きく表示される機能である。議論ポイント機能は、議論の貢献度に応じて参加者がポイントを獲得できる機能である[10]。投稿数や他参加者からの返信コメント数、賛同数によってポイントが得られる。獲得したポイントのランキングを表示することで、議論の活性化を目指している。

議論を円滑に進行し、合意形成に向けて深い議論がなされるよう調整する役割として AI あるいは人間のファシリテータが参加できる。ファシリテータは、議論に対して中立的な立場を保ちながら議論を進行する役割を果たす。ファシリテータの発言は、橙色の枠で囲まれて表示され、参加者と比べて強調されている。

## 2.2 Doc2vec を用いた機能

支援システムには、Doc2vec を用いた自動ファシリテーション、議論の見える化機能、炎上防止機能がある。

自動ファシリテーションでは、Doc2vec を用いた IBIS 要

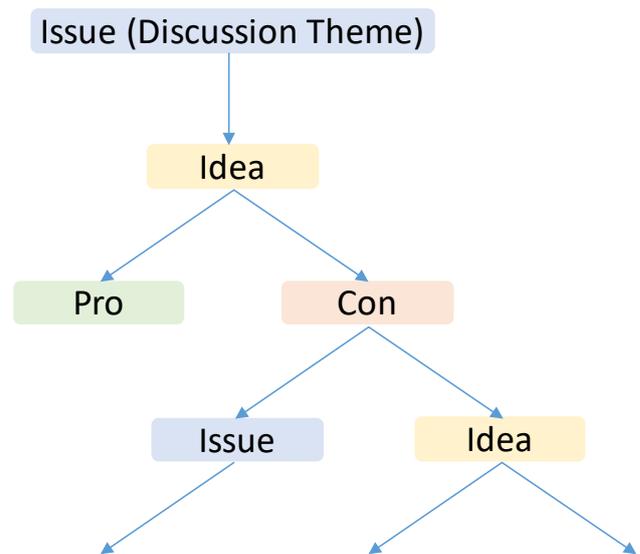


図2 IBIS の4要素により議論を構造化したイメージ

素抽出モデルにより、投稿について IBIS の要素を抽出する。本研究では IBIS の要素を「Issue」「Idea」と「Argument」を「Pros」「Cons」2つに分けた計4個と設定した。設定した IBIS の4要素により議論を構造化したイメージを図2に示す。IBIS に基づいて議論が構造化されるように、判定された投稿の要素から構造化に足りない要素についての投稿を促す自動ファシリテーションを行う。今回は参加者により3件投稿されると1件の自動ファシリテーションを行うように設定した。

議論の見える化機能では、自動ファシリテーションと同

大規模意見集約システム  
HAMAgree  
社会実験2018  
参加者募集

NAGOYAの未来を  
考えてみませんか?

あなたの意見を見逃しません!

実施期間 11月1日(木)正午 - 12月7日(金)正午

議論内容 「名古屋市次期総合計画中間案について」

参加申込 下記のURLから登録してください  
<https://hamagree.com>

インターネット上で  
大討論会を開催します  
あなたのアイデアをお聞かせください  
身近な課題でも気軽に投稿できます

大規模意見集約システム「HAMAgree」とは  
Web上の議論により離れた場所にいる人々の合意形成を支援するAIを利用したシステムです。人と機械(Human and Machine)の調和(Harmonious)による合意形成(Agreement)をめざします。

誰でも簡単に参加可能!

AIが見ています!  
あなたの意見を見逃しません

いつでも参加可能!  
24時間、好きな時間に参加できます

PC・スマホから参加可能!  
お持ちのPC・スマホから簡単に参加できます

主催:名古屋工業大学 NiTech AI 研究センター  
JST CREST(ユージェント技術に基づく大規模合意形成支援システムの研究グループ)  
共催:名古屋市

協力:日本ファシリテーション協会

図3 社会実験のチラシ



図4 第2回コアタイムを告知するロゴ

様の IBIS 要素抽出モデルと、抽出された要素間のリレーション判定により、議論の構造を自動的に見える化する機能である。参加者による議論の構造的な把握の支援を目指している。

炎上防止機能では、炎上判定モデルにより、投稿内容が性的な投稿や暴力的な投稿であるかを判定する。炎上判定された投稿は、それによりスレッド全体が炎上することを想定して、スレッド全体を非表示にした。人間のファシリテータや、システムの管理者により内容を確認した上でス

レッド全体を再表示させる機能もある。

### 3. 社会実験について

自動ファシリテーションの実社会における効果を検証するために社会実験をおこなった。社会実験のチラシを図3に示す。

社会実験は、名古屋市と共催によりおこなった。議論内容は「名古屋市次期総合計画中間案について」とした。この中では名古屋市が目指す5つの都市像が示されており、それらを支援システムにおける5つの議論テーマとして設定した。都市像1は「人権が尊重され、誰もがいきいきと暮らし、活躍できるまち」、都市像2は「安心して子育てができ、子どもや若者が豊かに育つまち」、都市像3は「人が支え合い、災害に強く安心・安全に暮らせるまち」、都市像4は「快適な都市環境と自然が調和したまち」、都市像5は「魅力と活力にあふれ、世界から人や企業をひきつける、開かれたまち」である。

都市像1と2では人間がファシリテーションした。都市像3と4ではAIが自動ファシリテーションした。都市像5もAIが自動ファシリテーションしたが、平行して人間もファシリテーションした。また、都市像1では日本ファシリテーション協会のファシリテータが、ファシリテーションした。都市像2と5では、自動ファシリテーションと同様にIBISに基づいて議論が構造化されるようにファシリテーションした。

社会実験の期間は、2018年11月1日から12月7日までとした。参加者の投稿による議論は11月1日から11月30日までとして、12月1日から12月7日までは、議論期間に投稿されたアイデアについての支持を調査する期間とした。この支持結果は、名古屋市へ報告された。

参加者による投稿を促すために、11月16日と21日にコアタイムを設定した[11]。支援システムにおけるコアタイムとは、設定した時間帯に参加者が集まって議論するという呼びかけである。第1回コアタイムは、3日前に支援システムの新着情報ページにおいて1行のテキストにより告知した。第2回コアタイムは、2日前に新着情報ページにおいて1行のテキストによる告知と、図4に示すロゴをトップページと議論テーマ選択ページに表示して告知した。

### 4. ログによる分析

支援システムにおける自動ファシリテーションについて検証するために、ログの分析を行う。ウェブサイトへのアクセスログは、Google Analyticsより11月5日から12月7日まで取得した。また、議論ログは支援システムのデータベースより11月1日から12月7日まで取得した。社会実験期間全体におけるウェブサイトのページビューは

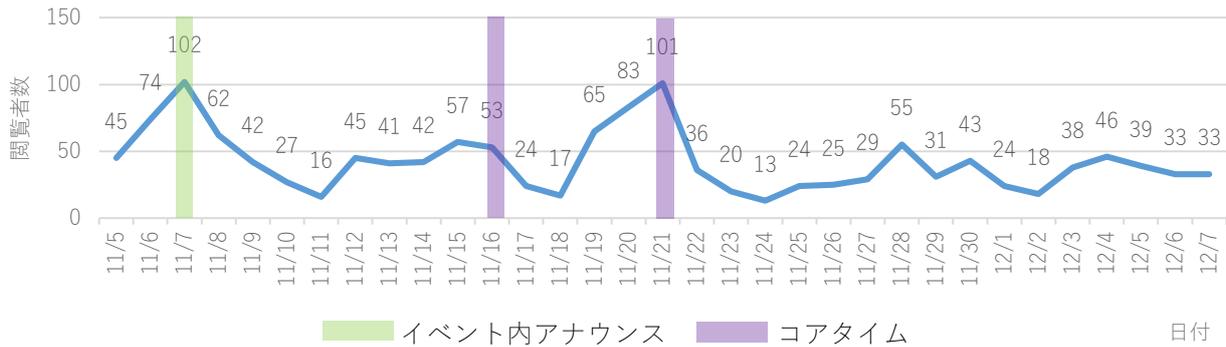


図5 日毎の閲覧者数



図6 日毎の投稿数

15,199件、閲覧者は798人、支援システムへアカウント登録した参加者（以降、参加者）は157人、参加者による投稿数は432件であった。

#### 4.1 日毎の閲覧者

アクセスログから算出した日毎の閲覧者数を図5に示す。図5より、11月7日が102件、11月21日が101件と閲覧者数が多いとわかる。全期間の平均閲覧者数は42.5件である。11月7日は、AI技術を紹介するイベントにて社会実験をアナウンスしている。11月21日は第2回コアタイムが実施されている。これらより、閲覧者数は、イベントにおけるアナウンスや、トップページのような、わかりやすい告知により増えるとわかった。

#### 4.2 日毎の投稿数

議論ログから算出した日毎の投稿数を図6に示す。

図6より、11月21日が116件、11月1日が55件、11月2日が41件である。11月21日は第2回コアタイムが実施されている。これらより、投稿数は、トップページのような、わかりやすい告知により最も増えると明らかになった。また、議論開始の2日間において多数の意見が投稿されるとわかった。

図6より、イベントにてアナウンスされた11月7日の投稿数は12件とわかる。これより、イベントにおけるアナウンスでは、投稿数は増えないとわかった。

#### 4.3 議論テーマ毎の投稿数

議論テーマ毎の投稿数を表1に示す。

表1 議論テーマ毎の投稿数

議論テーマ	全投稿	人間 FA	AI FA	参加者
都市像 1, FA: 人間	81	43	0	38
都市像 2, FA: 人間	56	21	0	35
都市像 3, FA: AI	88	0	24	64
都市像 4, FA: AI	70	0	18	52
都市像 5, FA: AI & 人間	137	17	21	99
合計	432	81	63	288

表1より、都市像5の参加者による投稿数が99件と最も多いとわかる。これより、AIによる自動ファシリテーションと、人間によるファシリテーションが最も参加者による投稿を促したと推察される。

表1より、都市像3と4の参加者による投稿数が64件と52件であり、都市像1と2の投稿数は、38件と35件とわかる。これより、AIによる自動ファシリテーションが人間によるファシリテーションより、参加者による投稿を促したとわかった。

以上より、AIによる自動ファシリテーションが参加者による投稿を促したといえる。しかし、都市像3,4,5において自動ファシリテーションされることが告知されていた。そのため、参加者がAIによるファシリテーションに興味があり、投稿を促したと推察される。

表1より、都市像1の人間によるファシリテーションが

表 2 時間帯毎の投稿数

FA種別 テーマ	人間 都市像1		人間 都市像2		AI 都市像3		AI 都市像4		AI & 人間 都市像5	
	FA	参加者	FA	参加者	FA	参加者	FA	参加者	FA	参加者
0	5	0	0	0	1	2	0	1	1	1
1	5	0	0	0	0	1	0	1	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0
9	0	1	3	0	0	0	1	3	2	3
10	3	4	0	0	4	10	0	1	0	6
11	0	2	0	2	0	3	2	4	1	2
12	1	5	1	2	0	0	0	1	0	2
13	0	1	0	1	1	0	2	3	1	6
14	4	5	2	2	1	6	0	6	1	0
15	0	2	0	2	2	1	2	3	2	4
16	0	1	1	1	0	2	0	0	1	5
17	2	1	3	1	1	2	0	1	3	1
18	2	7	3	10	7	22	6	17	11	34
19	1	1	4	1	1	1	1	0	2	2
20	5	1	0	0	1	1	1	0	1	1
21	2	1	0	2	1	2	0	1	0	1
22	1	0	0	0	1	3	0	1	0	2
23	0	0	0	0	1	2	0	0	1	2
相関	0.21		0.42		0.93		0.88		0.91	

43 件であり、都市像 2 は 21 件とわかる。これより、日本ファシリテーション協会によるファシリテーションは、IBIS に基づくファシリテーションと比べて、投稿数が 2 倍程度多くなるとわかった。

#### 4.4 時間帯毎の投稿数

議論テーマにおける時間帯毎の投稿数を表 2 に示す。

表 2 より、都市像 3, 4, 5 の相関係数が 0.93, 0.88, 0.91 であり、都市像 1, 2 の相関係数が 0.21, 0.42 とわかる。また、都市像 3, 4, 5 では 0 から 6 時代のファシリテーション数が 2, 0, 8 件であり、都市像 1, 2 は共に 0 件とわかる。これらより、AI による自動ファシリテーションは、深夜を含めて時間帯に関わらずリアルタイムにおこなわれる優位性があることが明らかになった。

#### 4.5 アンケート調査について

提案手法の心理的な効果を検証するために、5 段階評定尺度 (5:非常にそう思う-1:非常にそう思わない) によるアンケート調査を行った。アンケート調査は、12 月 7 日より、支援システムからアンケート調査用の Web フォームへ遷移できるようにして 12 月 21 日までおこなった。アンケート調査の回答者数は、男性 18 人女性 2 人の合計 20 人であった。回答者の年代は、20 代 5 人、30 代 1 人、40 代 9 人、50 代 1 人、60 代以上 1 人であった。アンケート調査の質問項目を表 3 に、その平均評価値を図 7, 8 に示す。

表 3 の Q1 と図 7 より、都市像毎における議論への満足度の平均評価値は、一元配置分散分析により、5%水準で有意な差がなかった。これより、議論への満足度は、AI による自動ファシリテーションが人間によるファシリテーショ

表 3 アンケート調査の設問内容

設問	内容
Q1	各都市像の議論に満足しましたか？
Q2	議論テーマに、興味や関心を持ちましたか？
Q3	Web上で都市像について議論できたことは良かったですか？
Q4	Web上で議論したことで計画案を以前より理解できましたか？

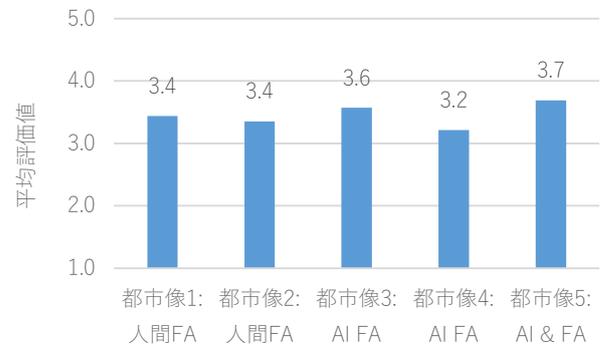


図 7 Q1 の平均評価値

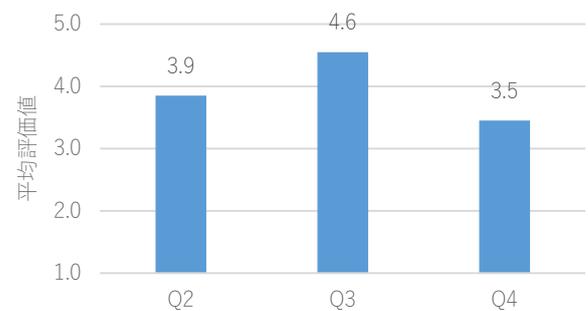


図 8 Q2, 3, 4 の平均評価値

ンの間で差がないこと明らかになった。

表 3 の Q2 と図 8 より、Q2 の平均評価値は 3.9 とわかる。これより、回答者は議論テーマに興味や関心があったといえる。

表 3 の Q3 と図 8 より、Q3 の平均評価値 4.6 とわかる。これより、回答者は Web 上で都市像について議論できたことに非常に良かったと感じているといえる。

表 3 の Q4 と図 8 より、Q4 の平均評価値 3.5 とわかる。これより、回答者は Web 上で都市像について議論したことで、名古屋市総合計画中間案について、以前よりやや理解できたと感じているといえる。

## 5. まとめ

本研究では、支援システムにおける自動ファシリテーションについて、名古屋市との共催の社会実験により検証した。検証した結果を、以下に示す。

- ・閲覧者数は、イベントにおけるアナウンスや、トップページのような、わかりやすい告知により増えることわ

かった。

- ・ 投稿数は、トップページのような、わかりやすい告知により最も増えると明らかになった。また、議論開始の2日間において多数の意見が投稿されるとわかった。
- ・ AIによる自動ファシリテーションが参加者による投稿を促したとわかった。
- ・ AIによる自動ファシリテーションは、深夜を含めて時間帯に関わらずリアルタイムにおこなわれる優位性があることが明らかになった。
- ・ 議論への満足度は、AIによる自動ファシリテーションが人間によるファシリテーションとの間で差がないこと明らかになった。

今後の課題として、参加者がAIによるファシリテーションに興味があり、それが投稿を促したかを検証することが挙げられる。また、今回のように共創的な議論テーマだけでなく、賛成と反対に分かれるような対立的テーマにおいても支援システムを利用できるようにすることがあげられる。

**謝辞** 研究内容は、JST CREST「エージェント技術に基づく大規模合意形成支援システムの創成：代表伊藤孝行」（グラント番号 JPMJCR15E1）に支援を受けている研究の一部である。ここに感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] 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, 情報処理学会論文誌, Vol. 56, No. 10, 2015
- [2] 伊藤孝紀, 深町駿平, 杉山弓香, 西田智裕, 秀島栄三, 伊藤孝行: 合意形成支援システムを利用した域学連携手法の有効性, 日本建築学会計画系論文集, Vol. 82, No. 742, pp. 3169-3179, 2017
- [3] Tomohiro Nishida, Takanori Ito, Takayuki Ito. In the Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Agents (ICA2018), pp. 126-131, 2018.7
- [4] Tomohiro Nishida, Takanori Ito, Takayuki Ito. Verification of Effects Using Consensus-Building Support System in Continuous Workshops for City Development, Journal of the Science of Design, 2019 in press
- [5] Jeff Conklin. Dialog Mapping: Reflections on an Industrial Strength Case Study, Visualizing Argumentation, pp 117-136, 2003
- [6] Quoc V. Le, Tomas Mikolov. plus.33emminus.07em Distributed representations of sentences and documents. plus.33emminus.07emCoRR, abs/1405.4053, 2014
- [7] 小林隆, 日端康雄. 都市マスタープラン策定過程におけるインターネットの活用可能性に関する考察, 都市計画, no. 215, pp. 77-85, 1998
- [8] 小林隆, 日端康雄. マスタープランニングにおけるインターネット電子会議室の利用可能性, 都市計画 別冊, no. 34, pp. 469-474, 1999
- [9] 小林隆, 日端康雄. 多機能電子会議システムによる市民意見形成の可能性に関する考察, 都市計画 別冊, no. 36, pp.49-54, 2001
- [10] 伊美 裕麻, 佐藤 元紀, 伊藤 孝行, 伊藤 孝紀, 秀島 栄三. 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と愛知県での自治体課題共有実験, 情報処理学会研究報告知能システム, ICS-179, No. 11, pp. 1-8, 2015
- [11] Tomohiro Nishida, Takayuki Ito, Takanori Ito, Eizo Hideshima, Shunpei Fukamachi, Akihisa Sengoku, Yumika Sugiyama: Core Time Mechanism for Managing Large-Scale Internet-based Discussions on COLLAGREE, In the Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Agents, pp.46-49, 2017