

# 意見の全体像の可視化による意見交換の発散支援

清水 允文      砂山 渡  
 広島市立大学院 情報科学研究科  
 sunayama@hiroshima-cu.ac.jp

## 1 はじめに

我々の社会生活において、意思決定のための意見交換を行う機会が多い。複数人で意見交換を行う際に起こりうる問題点として、話が主題から逸れてしまう脱線や、意見のループによって時間を浪費すること、お互いの意見が対立して結論がまとまらないこと、お互いの人間関係が絡むことにより率直な意見が出せないことなどが挙げられる。そのため、これらの問題点を解消でき、スムーズな意見交換を実現できる環境の構築が望まれる。

意思決定のための意見交換には「発散フェイズ」と「収束フェイズ」の 2 つのフェイズが存在する。発散フェイズでは、主題に関連する幅広い選択肢を列挙してさまざまな可能性について検討を行う。その後、収束フェイズにおいて、発散フェイズで挙げられた候補の是非を検討した上で絞り込み、最終的に 1 つの結論を決める。多くの意見交換の場面においては、最終的に多くの参加者の合意によって結論が下される。そのため、多くの人が納得できる結論を得る過程を支援することには意味がある。収束フェイズの既存研究 [1] は存在するが、発散フェイズに関する研究は未だ行われていない。

そこで本研究では、発散フェイズに着眼し、新しい選択肢を列挙する過程を意見の全体像を可視化することにより支援し、スムーズに結論を得るために、幅広い意見を収集する目的で意見交換の発散支援を行う。

## 2 関連研究

本章では本研究の関連研究について述べる。

### 2.1 発想支援に関する研究

ユーザの発想を支援するために、Web 上のトピックの分布を抽出してクラスタリングすることにより情報を検索させる研究 [2] や、複数人の知識を合わせることににより、発想を促す研究 [3] がある。複数のデータを用いて情報を視覚化する研究 [4] は発想を支援しているが、それらはメジャーな情報を対象としており、それ以外の意見の発想の支援にはなっていない。本研究では、一般的な発想の支援だけでなく、マイナーな意見の発想支援も行い、幅広い意見の収集を目指す。

### 2.2 意見交換支援に関する研究

リアルタイムの意見交換を支援する環境には、その発話内容を動的にまとめて視覚化する研究 [5] が行われつつある。そのような環境の構築を目的とした研究では、参加者の発話内容を取得するために発話者を特定した上で音声認識、形態素解析、話のトピックとキーワード抽出などのプロセスを経た上で、話の内容を構造化して視覚化 [6] し、参加者に情報として提示することを目指している。しかし情報を提供だけの環境では、参加者の行動に何ら制限が加えられないため、特定の参加者による時間の占有や、人間関係による議論内容の偏りを生じさせる可能性がある。

好悪問わず、対人関係が意見交換に影響を及ぼすことは確認されており [7]、そのような問題を解決できる研究として、オンラインで言葉によらず、参加者の意志を示すことで意見交換を行う研究 [8] がある。この研究では、複数の選択肢から最終的にいずれかの選択肢を多数決で決定する過程を支援し、参加者全員が対等の立場となっているが、各参加者が選択肢に投票した理由が言葉によってはわからないため、十分な意思疎通が行えていない。本研究では、対面による意見交換において、参加者間の権力関係や人間関係に依存しない意見交換が行える環境の構築を目指す。

## 3 意見交換の発散支援システムの構成

本章では、提案する意見交換の発散支援のシステム構成について述べる。

まず、意見交換のテーマをシステムに与える。意見交換の参加者は、発言権を取得した後、列挙する選択肢の推薦理由を口頭で述べる。選択肢を列挙した後、参加者がこれ以上発言の意志がないことを表明するとシステムは終了される。

以下で、本システムが対象とする意見交換、本システムの使用環境、および意見交換の各手順の詳細について述べる。

### 3.1 意見交換の環境

意見交換は、その参加者全員が一カ所に集まって行う。意見交換を行う人数は、最終的に投票で選択肢を選ぶため、投票による順位付けが可能な人数として 4 人から、RFID タグ付きのカードを提示するためのカード提示エリアの最大設置数 (8 つ) をもとに 8 人までとする。

意見交換の発散支援システムのハードウェアを図 1 に示す。

各参加者には、RFID タグ付きのカードと、1 つのカード提示エリアが用意される。カードの種類を以下に示す。

- ・ 選択肢カード 1 枚
- ・ 発言終了カード 1 枚

選択肢カードと発言終了カードは意見交換時に用いる。また、意見交換のテーマ、選択肢の一覧、各参加者のカード提示状況などを、RFID タグの読み取り装置を経て、コンピュータ上でシステムを起動し、そのインタフェースを全参加者が見えるスクリーンに表示する。

### 3.2 意見交換の発散支援方法

スムーズな意見交換の進捗と、より多くの選択肢を得るために、以下の方法によって、意見交換の流れを制御する。

1. すべての参加者に、1 回から 3 回の意見を述べる機会を与える。

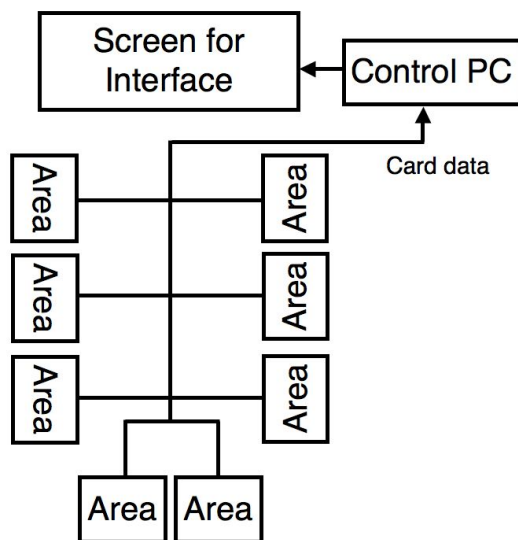


図 1: 意見収束支援システムのハードウェア構成

## 2. 1 回の意見を述べる時間は 30 秒以内とする。

この環境の効果的実現のために、対面での意見交換を阻害しない媒体として RFID タグ付きのカードを利用し、他のデバイスの利用による使用方法や入力方法への意識を不要にするとともに、お互いのカード提示行動を容易に確認できる環境で、スムーズな発言順序の構築を支援する。

### 3.3 意見の全体像の可視化による意見交換の発散支援

図 2 に意見交換の発散支援システムの構成を示す。提案システムは、各参加者が推薦する選択肢を述べる「選択肢の列挙・差し替え」と、参加者の選択肢の列挙をアシストする「情報視覚化パネルの描写」の 2 つのステップを繰り返すことで進行する。

以下で「選択肢の列挙・差し替え」と「情報視覚化パネルの描写」について詳細を述べる。

#### 3.4 入力：テーマと参加者情報

まず、システムに入力を与える役割を担う司会者を決める。意見交換を開始する前に、司会者は、意見交換のテーマをシステムに入力する。

テーマは、選択肢のジャンルが 1 種類に絞られるものとする。参加者は、自分のエリアに何かしらのカードを提示することで参加表明することができる。

#### 3.5 選択肢の列挙・差し替え

各参加者は、自身が推薦する選択肢についての意見を述べるために、自身のカード提示エリアに「選択肢カード」を出す。「選択肢カード」が提示された順番に、推薦理由を口述する順番の待ち行列に登録され、自分の順番が回って来た際には選択肢の列挙を行う。発言の順番待ちの状態の時には、選択肢カードを取り下げることが可能となっている。また各参加者が 1 回以上選択肢の列挙・差し替えを行った後、追加の発言をする意志がないときには、「発言終了カード」を自身のカード提示エリアに出すことができる。

「選択肢カード」を提示した参加者は、自身に発言の順番が回って来た際に、その提示した選択肢を推薦する理由を 30 秒以内で述べる。各参加者は、最低 1 回から最大 3 回まで選択肢の列挙を行うことができる。

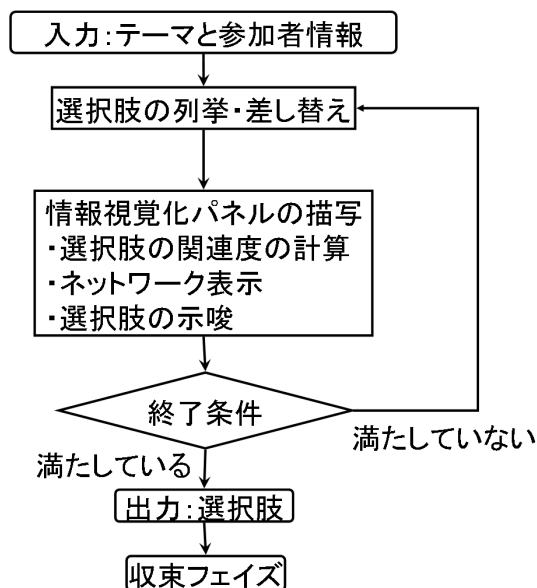


図 2: 意見交換の発散支援システムの構成

### 3.6 情報視覚化パネルの描写

ユーザが列挙した選択肢の全体像を可視化、また、新たな選択肢の存在を示唆する情報を、情報視覚化パネルとして意見交換時に表示する。これにより、幅広い選択肢の列挙を支援する。

#### 3.6.1 選択肢の関連度の計算

列挙された選択肢をキーワードとして、検索エンジンにかけて、検索ヒット件数を取得する。取得した検索ヒット件数をもとに、各選択肢同士の関連度を計算する。選択肢  $A$  の検索ヒット件数を  $hits(A)$ 、選択肢  $B$  の検索ヒット件数を  $hits(B)$ 、そして検索  $A$  と  $B$  の複合語検索の検索ヒット件数を  $hits(A \ B)$  として、選択肢  $A$  と選択肢  $B$  の関連度  $relate(A \ B)$  を以下の式で示す。

$$relate(A \ B) = \frac{hits(A \ B)}{\sqrt{hits(A) \times hits(B)}} \quad (1)$$

#### 3.6.2 ネットワーク表示による支援

「選択肢の関連度の計算」において算出した関連度をもとに、列挙された選択肢をノード、選択肢同士の関係をリンクとしてネットワークを表示する。選択肢同士の関連度が全関連度の平均値以上であれば、ノード同士をリンクで繋いで表示する。

#### 3.6.3 新たな意見の表示による支援

選択肢が 3 つ以上列挙されると、インタフェース上にユーザの気づきや発想を促す目的で推奨ノードを表示する。ユーザの選択肢を列挙をアシストする手段として、情報視覚化パネル上に推奨ノードを最大で 6 つ表示する。

推奨ノードの表示方法を以下に示す。ただし、ノードの中間点に表示する推奨ノードは、該当するノード同士に既にリンクが貼られている場合には表示しない。

1. 検索ヒット件数の上位 2 つのノードの中間点
2. リンク数の上位 2 つのノードの中間点
3. 検索ヒット件数が最も多いノードから、最もノード対を結ぶリンク数が多いノードの周辺

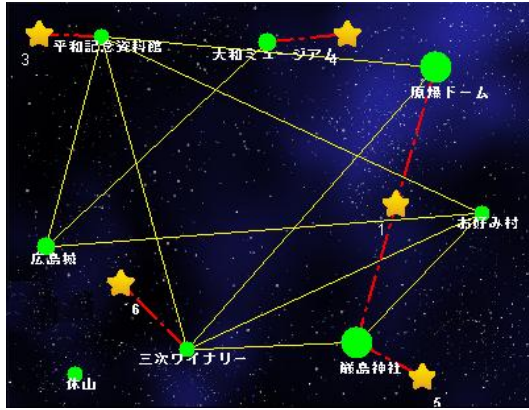


図 3: 情報視覚化パネルのインターフェース

4. リンク数が最も多いノードから、最もノード対を結ぶリンク数が多いノードの周辺
5. 検索ヒット件数が最も多いノードの周辺
6. リンク数が最も多いノードの周辺。

1. と 2. は一般的と思われる選択肢の列举のアシスト, 3. と 4. は普通は選ばれないが、あると面白そうな選択肢の列举のアシスト, そして 5. と 6. は参加者の気づきのアシストを目的としている。

図 3 に情報視覚化パネルのインターフェースを示す。

### 3.7 終了条件

各参加者が 1 つ以上の選択肢を列举し終えて、参加者全員が 3 回発言をした、または発言終了カードを提示した状態になった状態を終了状態とし、意見交換の発散フェイズを終了する。発言回数が 3 回未満の参加者が、選択肢カードを提示して追加の発言を行う場合、再び「選択肢の列举・差し替え」と「情報視覚化パネルの描写」を行い、終了条件が満たされるまでこれを繰り返す。

### 3.8 出力：選択肢

本項では、意見交換の発散フェイズが終了したときに得られる出力について述べる。

意見交換の発散フェイズが終了した時点で、参加者が列举した選択肢を出力とする。出力された選択肢は、意見交換のテーマの結論の候補として意見交換の収束フェイズで評価や絞り込みが行われ、最終的に 1 つの結論を導出する。

## 4 意見交換の発散支援の評価実験

本章では提案システムを用いた意見の全体像の可視化が、スムーズな意見交換の進行を支援し、幅広い意見の収集ができていないかを検証した実験について述べる。

### 4.1 実験概要

本節では、提案した意見交換の発散支援システムの有用性を確認する評価実験の概要について述べる。

情報科学を専攻する大学生・大学院生のべ 32 名に、表 1 に示す 8 つのテーマについて意見交換を行なってもらった。各テーマごとに被験者を 8 人ずつ 2 グループに分け、情報視覚化パネルありで意見交換を行うグループと情報視覚化パネルなしで意見交換を行うグループに振り分けて、実験を行った。

表 1: 実験に使用した意見交換のテーマ

テーマ 1: 謝恩会で先生にあげる記念品は何がいいだろうか？
テーマ 2: 広島県内で遠足に行くならどこがいいだろうか？
テーマ 3: 映画作るならどのジャンルにする？
テーマ 4: 清水に誕生日プレゼントをあげるなら何がいいだろうか？
テーマ 5: ゲームを作るなら、どのようなジャンルのゲームがいいだろうか？
テーマ 6: 学長にお菓子を作るなら、どのような種類のお菓子がいいだろうか？
テーマ 7: みんなで食事に行くなら、何料理の店がいいだろうか？
テーマ 8: 小説を作るなら、どのようなジャンルの小説がいいだろうか？

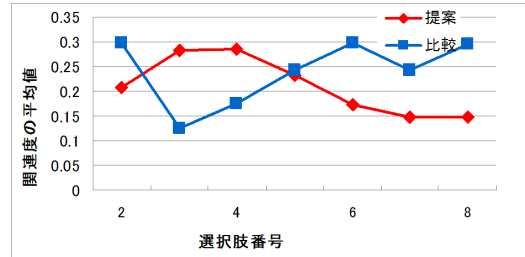


図 4: 関連度のしきい値の推移

### 4.2 実験結果と考察

本節では、提案システムの目的として挙げた、選択肢の列举の支援とスムーズな意見交換の支援についての実験結果と考察、ならびに、意見交換における提案システムの効果についての実験結果と考察を述べる。

#### 4.2.1 意見交換の発散支援効果

以下に、例としてテーマ 2 についての意見交換において、列举された選択肢を示す。列举された選択肢で場所が広島市内の選択肢は \* を付けて表記する。

提案: \*原爆ドーム, 厳島神社, 三ツワイナリー, \*お好み村, 平和記念資料館, \*広島城, 大和ミュージアム, 休山

比較: \*原爆ドーム, \*広島城, しまなみ海道, 厳島神社, 大和ミュージアム, 妹背の滝, \*ガラスの里, \*お好み村

テーマ 2 において、比較システムを用いて意見交換を行った被験者が列举した選択肢には、広島市内にある場所が多いが、提案システムを用いて意見交換を用いて意見交換を行った被験者が列举した選択肢には、広島市内だけではなく、広島市外の場所も多く列举されていることがわかる。

図 4 に、リンクを貼るしきい値として用いた、2 つ目から、全てのテーマにおいて選択肢が列举された 8 つ目までの、全選択肢間の関連度の平均値の推移を示す。図 4 より、提案システムを用いて意見交換を行った関連度の平均値は、比較システムを用いて意見交換を行った関連度の平均値より小さい値に収束していることがわかる。関連度が低いということは、選択肢が狭いジャンルに囚われておらず、多くの種類にわたって列举されていることである。よって、情報視覚化パネルは意見交換の発散部分における中盤から後半にかけて、幅広い意見の収集に役だっている。

これらの結果から、情報視覚化パネル上に表示した推奨ノードは、幅広い意見の収集の支援ができていえる。

各テーマにおける、意見交換が終了するまでの時間から被験者が発言している時間を差し引いたムダ時間



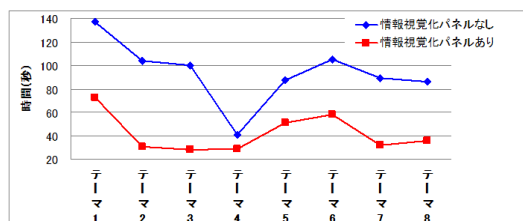


図 5: 各テーマにおけるムダ時間

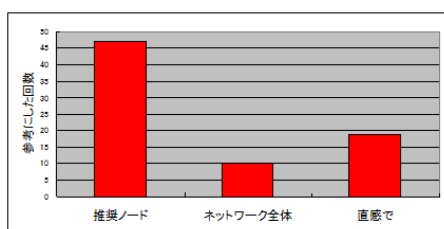


図 6: 列挙した選択肢の参考先 (情報視覚化パネルあり)

を計測した。図 5 に、情報視覚化パネルの有無による、各テーマにおける被験者の発言が行われていなかったムダ時間を示す。全てのテーマにおいて、情報視覚化パネルありで意見交換を行ったグループに対し、情報視覚化パネルなしで意見交換を行ったグループのほうがムダ時間が多くかかっていた事がわかった。

これらの結果から、情報視覚化パネルは情報視覚化パネルはユーザの考える時間を短縮させ、意見交換のスムーズな進行を支援できたことがわかった。

テーマ 4 に関してはムダ時間に差が見られないが、これは意見交換のテーマの結論としてふさわしい選択肢が、選択肢同士の関連にあまり依存していなかったことが原因と考える。

#### 4.2.2 アンケート項目による評価

実験中、被験者が自分が列挙した選択肢の参考先を尋ねた。図 6 に情報視覚化パネルありで意見交換を行ったグループのアンケート結果、図 7 に情報視覚化パネルなしで意見交換を行ったグループのアンケート結果を示す。情報視覚化パネルありで意見交換を行った半数以上の被験者が推奨ノードを参考に選択肢を列挙したと回答しているのに対して、情報視覚化パネルなしで意見交換を行った半数以上の被験者が直感で選択肢を列挙したと回答している。この結果から、情報視覚化パネルありで意見交換を行ったグループでは、選択肢の発想が容易になっていることを確認した。

表 2 に、情報視覚化パネルありで意見交換を行ったグループに対して、表示したネットワークと推奨ノードがどの程度役に立ったかを尋ねたアンケート結果を示す。7 割以上の選択肢が、情報視覚化パネルに表示されていたネットワークと推奨ノードが、選択肢の列挙の役に立ったと回答している。

これらの結果から、情報視覚化パネル上に表示した推奨ノードは、幅広い意見の収集の支援ができていたことを確認した。

## 5 おわりに

本論文では、意見交換における発散フェイズに着目し、選択肢を列挙する過程を情報視覚化パネルによ

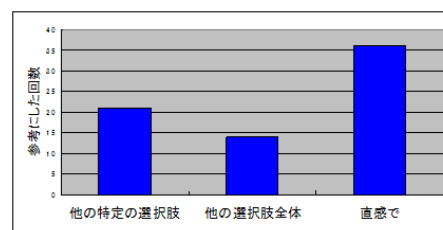


図 7: 列挙した選択肢の参考先 (情報視覚化パネルなし)

表 2: 情報視覚化パネルが役に立ったかのアンケート

選択肢	ネットワーク表示	推奨ノード
役に立った	17	17
まあ役に立った	36	38
あまり役に立たなかった	10	8
全然役に立たなかった	1	1

て支援する、RFID タグを用いた意見交換環境について述べた。評価実験により、本システムがスムーズな意見交換の進行と、幅広い意見の収集に寄与したことを確認した。

今後は、より多くの参加者が納得できる選択肢の列挙を目指し、参加者への、意見交換における様々な発想支援の方法に関しての検討していきたいと考えている。

## 参考文献

- [1] 砂山渡, 清水允文: RFID タグを用いた意見交換の収束支援システム, 人工知能学会論文誌, Vol.26, No.5, pp.527 - 535, 2010
- [2] 藤木 稔明, 南野 朋之, 鈴木 泰裕, 奥村 学: document stream における burst の発見 (情報抽出・データマイニング), 情報処理学会, Vol.2004, No.23, pp85-92, 2004.
- [3] 梶並知記, 横原崇, 小笠原敏之, 高間康史, 関連バランス制御機能を組み込んだキーワードマップによる意思決定方略に応じたデータ分析の支援, 知能と情報, Vol.21, No. 6. pp.1067-1077, 2009
- [4] 藤原裕也, 灘本明代: Wikipedia の言語間による差異情報抽出手段の提案, 情報処理学会研究報告, Vol.152, No.3, pp.1-8, (2011)
- [5] 荒井康友, 中野鐵兵, 藤江真也, 小林哲則: 議論構造の視覚化機能を有する参加者支援型議事録作成システムを利用した会議スタイルの提案, 情報処理学会第 8 回情報科学技術フォーラム (FIT2009), M-089, 2009.
- [6] Conklin, J. and Begeman, M.L.: gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion, Proc. of the 1988 ACM conference on Computer-supported cooperative work(CSCW '88), pp.140 - 152, 1988.
- [7] 富山祐樹, 砂山渡: 非同期型アニメーションによる意見交換支援システム, 第 132 回情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会資料, pp.137 - 144, (2009).
- [8] Cooper, Joel; Jones, Edward E.: Opinion divergence as a strategy to avoid being miscast., Journal of Personality and Social Psychology, Vol 13, No.1, pp23-30, 1969.