

## 原著論文

# 議論構造の可視化による<sup>†</sup> 論点の発見と理解

松村 真宏<sup>\*1\*2</sup> 加藤 優<sup>\*3</sup> 大澤 幸生<sup>\*1\*4</sup> 石塚 満<sup>\*3</sup>

議論の論点をすばやく発見し理解するためには、議論構造を可視化してユーザに提示することが有効である。そこで本稿では、議事録から話題の単位（セグメント）を同定し、さらに同定したセグメント間の関連を調べることにより、議論構造を構造化マップとして可視化するシステムを提案する。また、構造化された議論に影響の普及モデル IDM を適用することにより、議論の発展のトリガとなる話題を発見することを試みる。アンケートによる調査の結果、適度に議論が分割・構造化された構造化マップは、ユーザが議論の論点を直感的に捕らえるための手がかりを提供していることを示す。また、IDM により同定された話題は、構造化マップにおける入次数、出次数に着目した結果よりも Precision が高いことを示す。

キーワード：議論構造の可視化、構造化マップ、論点の発見と理解、IDM

## 1. はじめに

研究室や会社などの組織においては、新しい研究のアイデアや経営戦略を打ち出すための研究ミーティングや会議が日々行われている。また、そこで行われた議論の内容は、組織における知識や意識の共有を促進する知識マネジメント[1]の一環として、積極的に議事録として記録し蓄えられている。

しかし、実際には、蓄えられた膨大な議事録は再び利用されることなく、膨大な議事録フォルダの中に埋もれていることがほとんどである。忙しい研究者やビジネスマンには長い議事録を読むだけの時間と労力を捻出することが大変だからである。このような背景から、議事録の論点をすばやく把握するための技術開発が望まれている。

ところで、議論の場にいるのと議事録を読み返すのとでは、同じ議論の内容が繰り返し広げられていても、そこから得られる情報は同じではない、というのも、対

面状況で行われる議論においては、社会的地位の高い人や声の大きい人の発言に影響されることが多いのに対し、議事録ではそのような影響が軽減され、議論の内容に意識が向くためである。したがって、議事録を改めてじっくり読み返すことによって、議論しているときには結論にまで至らずにうやむやになった話題の中から、興味深い話題を発見することがある。最近では、このような話題から斬新な発想が生まれることに注目が集まってきており、実際にマーケティングたちも主要な意見よりも希少な意見に注目している[2]。では、議事録からそのような興味深い話題はどのようにすれば見つけることができるのであろうか。

心理的・認知的な側面にまで立ち入れば、議事録には含まれていない新しい話題を想起させるような話題が興味深いのかもしないが、そのような現象を計算機で扱うことは難しい。そこで本稿では、「議論を発展させるトリガとなるような話題」を興味深い話題と考え、議論の字面に基づいた表層的な解析により議論の流れを捉えることを考える。つまり、議事録における議論の流れを構造化して視覚的に表示することにより、議論全体の流れを読者が把握することを支援することを試みる。このような議論構造の可視化はこれまで行われていない新しい試みである。

また、話題の興味深さをあらかじめ定量化し、その結果をユーザに知らせることができれば、議論の興味深いところだけをすばやく把握するのに役立つと考えられる。そこで、構造化された議事録に、後述する影響の普及モデル IDM (Influence Diffusion Model) [3] を適用し、議論の発展に強く影響を与えた話題を同定することを試みる。

<sup>†</sup> Visualization of Discussion Structure for Discovering and Understanding Discussion Points  
Naohiro MATSUMURA Yu KATO Yukio OHS-  
AWA Mitsuru ISHIZUKA

\* 1 科学技術振興事業団「協調と制御」領域  
Japan Science and Technology, PRESTO

\* 2 東京大学大学院工学系研究科  
Graduate School of Engineering, The University of  
Tokyo

\* 3 東京大学大学院情報理工学系研究科  
Graduate School of Information Science, The University  
of Tokyo

\* 4 筑波大学大学院ヒシネス科学研究科  
Graduate School of Business Science, University of  
Tsukuba

本稿の構成は次のようになる。まず2章で議事録の構造化と要約との違いについて述べ、3章で議論構造の可視化に関する従来研究について述べる。続く4章では語彙的結束性に基づいて話題を同定し、その結果を構造化する手法について述べ、5章で影響の普及モデル IDM について述べる。提案する議論構造可視化システム DSV の概要を6章で述べたあと、7章で本研究で行ったアンケートに基づく実験について述べる。8章で実験結果を考察し、最後に9章で本稿のまとめと今後の展望について述べる。

## 2. 議論の構造化と要約

短時間で要点だけ理解することを目指すのであれば、議事録の構造化を行うよりも、もっと単純に議論の要点だけを取り出して短くまとめる要約技術を利用すればいいと思う方もいるであろう。そこで本章では、議事録の構造化と要約との違いについて検討する。

文章の自動要約に関する研究は1950年代から盛んに行われているが[4]、そのほとんどは新聞記事や学術論文などの既に推敲された、場合によっては章立てまでなされている文章を対象としている。したがって、タイトルや章の見出しに含まれる語を利用したり、「重要なのは」のような手がかり語を利用するアプローチが多い。しかし、複数の参加者が話した言葉をそのままテキストに起こした議事録はそのような定型的なスタイルをなしていないので、これらのアプローチを適用することは難しい。

要約を作成するためには、テキストの内容を理解し、中心的な話題を特定し、それらを簡潔にまとめるという3つの作業が必要となる[5]。しかし、テキストから抜き出された文には、代名詞や省略などの照応関係や、「しかし」などの接続詞によってもたらされる論理関係が含まれている。したがって、照応関係やテキストの修辞構造を同定したり、また概念の抽象化や言い換え等を行わないと理解不能な要約になってしまうが、これらの技術はまだ研究段階である。

また、推敲された文章だと全体を貫く論旨が一貫しているが、議論においてはいくつもの話題が発散的に生まれ、その中から議論の参加者の興味の琴線に触れた話題を中心に様々な話題が絡まりあって新たな議論に発展していく。したがって、議論においては論旨が一貫していることはむしろ稀である。このような複雑な構造を文章を要約するための1つの方法として、ユーザの興味を要約に反映させることも考えられているが、今のところ実現は難しい[5]。

また、要約には、原文を読むべきかどうかを判断する情報を与える indicative な要約（例えば、ニュース

のヘッドライン）と、原文の内容を簡潔に伝える informative な要約（例えば、論文の概要）に分けられるが[6]、いずれの場合もさらに詳しく知りたいときには結局原文に戻らないといけない。したがって、読者の多様な興味を満たしつつ議論の論点をすばやく理解するためには、原文の情報を全て残しつつ、読者自らの興味に応じて読み深めるべきポイントを選択できることが重要となる。

以上のことから、すばやく議事録の論点を把握するためには、議論の流れを構造化し、読者が話題の展開を把握できるように支援することが、結局は一番の近道となる。これまでもテキストの話題構造を自動的に抽出する研究は行われているが[7, 8]、いずれもテキスト中の話題の切れ目を同定することを目的としている。しかし、本稿では複数の議論の流れが複雑に絡まりあう議論を対象としているので、話題の切れ目を同定するだけでは不十分である。本研究では、話題と話題との関係が分るように構造化し、その構造を読者が把握できるように可視化することまで含んでいる点で従来研究とは異なる。

## 3. 議論構造の可視化に関する従来研究

Netscan プロジェクト[9]では、年間800万人もの参加者が1億5千万通以上ものメッセージをやり取りしている USENET での議論構造を可視化して、多くの価値観が混じった膨大なコンテンツを整理してユーザに示すことを試みている。また、電子掲示板やメールソフトに広く採用されているメッセージ間の返信関係をスレッド表示する機能を使うと、議論構造を簡単に可視化できる。USENET やメーリングリストや電子掲示板などで行われる議論は、メッセージ間の返信関係がはっきりしているので、議論の流れを追いやすく、複数の話題が絡まりあってもそれらを区別することは容易にできる。

一方、IRC などのチャットシステムでも、複数の議論が同時に進行しているが、メッセージ間の返信関係が明確ではないので、議論の流れを追いにくい。そこで、議論の内容を分析して発言をスレッド単位に並べることで、議論をフォローしやすくするシステムも提案されている[10]。このシステムでは、話題の一貫性に注目しており、繰り返し登場するキーワードもしくはキーフレーズを探し、それらのキーワードを共有するようにメッセージを配置することにより議論の流れをスレッド構造に変換している。

また、議論の構造をキーワードレベルで抽象化して2次元空間に可視化することにより、参加者が複数の話題間の関連を認識しながら議論を進めることができ

るシステムも提案されている[11]. Eメールにおける議論の流れを, メッセージの引用関係に基づいて視覚化することも試みられている[12].

## 4. 語彙的結束性に基づく話題の同定と構造化

### 4.1 語彙的結束性

議論構造を解析するためには, 文を超えた文脈を扱わなければならない. 文脈は文と文との関係によって表すことができるが, この関係は大きく一貫性 (coherence) と結束性 (cohesion) に分類できる.

一貫性とは文と文との論理的な関係を表し, 原因, 評価, 説明, 並行, 例示などの意味的な関係によって構成される[13]. 一方, 結束性とは文と文のつながりを明示する表層的な結びつきを表し, 照応, 接続詞, 語彙的結束性などによってもたらされる[14].

しかし, 議事録のような文法的に適格であるとは限らない文章からは, 文と文との論理的な関係や照応関係を導き出すことは難しい. そこで本稿では語彙的結束性に着目する. 結束性をもつ語の出現により, 文章中の関連箇所は結びつき, 文章らしさ (texture) をもたらす[15]. したがって, 文書中の語彙的結束性に基づいて話題の境界を自動的に求めることができる[16, 14, 17, 18]. 本稿でも, 語彙的結束性に基づいて議事録から話題の境界を同定する.

### 4.2 話題境界の同定

語彙的結束性に基づいた話題の境界の同定については, これまでも様々な手法が提案されてきたが, 基本的な手続きはどれも同じである. 本稿では以下の手続きにより話題の境界を求める.

まず, 対象となるテキストの各文を先頭から順に  $s_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n_1$ ) とし,  $t_1$  番目から  $t_2$  番目までの連続する文の集合をウインドウ  $W(t_1, t_2) = \{s_{t_1} \cup s_{t_1+1} \cup \dots \cup s_{t_2}\}$  で表す.  $W(t_1, t_2)$  に含まれる文の数すなわち  $t_2 - t_1 + 1$  を **ウインドウサイズ** とする.

ここで, ウインドウごとにどのような話題について述べられているのかを明確にするために, ウインドウごとに特徴ベクトルを求める. 本稿ではウインドウ  $W(t_1, t_2)$  に含まれる語それぞれについて重みを式(1)により求め, この値の上位20語<sup>1</sup>とその重みを  $W(t_1, t_2)$  の特徴ベクトルとしている.

$$tf(w, W(t_1, t_2)) \times$$

$$\left( \log \frac{tf(w, W(1, n_1))}{tf(w, W(1, n_1)) - tf(w, W(t_1, t_2))} + 1 \right) \quad (1)$$

$tf(w, W(t_1, t_2))$  は語  $w$  がウインドウ  $W(t_1, t_2)$  内に出現している頻度を表す. 式(1)は特徴キーワード抽出法として広く使われている TFIDF 法[19]のアイデアに基づいており, ウインドウ内に特徴的に出現している語に大きい重みを与えている.

ここで, 隣接するウインドウ間の特徴ベクトルの類似度を測定することにより, ウインドウ間における話題の結束度を測定することができる. 隣接するウインドウの特徴ベクトルを  $V_1, V_2$  とすると, ウインドウ間の結束度は以下の式(2)により求める. 式(2)の値は大きいほど  $V_1, V_2$  の結束性は高い.

$$sim(V_1, V_2) = \frac{V_1 \cdot V_2}{|V_1| \cdot |V_2|} \quad (2)$$

以上の方法により, ウインドウサイズを決めれば文と文との間の結束度を自動的に求めることができる. このようにして全ての文と文との間の結束度を求めた後, 結束度の低いところから順に話題の境界と見なしていくことにより, テキストを任意個の話題に分割できる<sup>2</sup>. 本稿では, 分割されたそれぞれの話題をセグメントと呼ぶ. なお, 同定される話題の大きさは, 境界数やウインドウサイズによって異なる[18]. したがって, 境界数やウインドウサイズは目的に応じて適宜設定する必要がある.

### 4.3 話題の構造化

4.2節で同定された話題はそれぞれ独立しているわけではなく, 議論の流れの中に位置している. また, 議論の流れは一本道ではなく, 一つの話題から複数の話題が派生したり, 様々な方向に発展した複数の話題がまとりながら進行している. したがって, 同定された話題だけを提示するのではなく, 前後の文脈との関連が分かるように話題を構造化して提示することが議論を正しく理解するためには必要である.

なお, 推敲・編集された文章と違って, 議事録では話題は時間軸に沿って進行しているのも, あまり時間的に離れた話題間の関連は薄いと考えるのが自然である. そこで, 近傍にある話題間の関連を調べることで話題の構造化を行うことを考える. 話題構造化の手続きは以下になる.

1 特徴ベクトルの次元は, 大きすぎると余計な語を含み, 小さすぎると必要な語が含まれない. 本稿では予備実験により各ウインドウから20語を取り出して特徴ベクトルを作成した.

2 本稿では, 話題の大きさかウインドウサイズより小さくなるようであれば, そこでは分割しないようにしている. また, 本実験では解析するテキストの長さを考慮して, 最大100個にまで分割するように設定した.

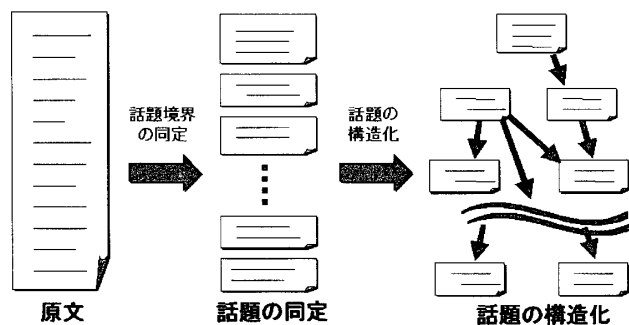


図1. 議論構造の可視化のプロセス

まず, 4.2節により同定された話題ごとに特徴ベクトルを再び求め, それを文頭から順に  $V_t (t=1, 2, \dots, n_2)$  とする. ここで, 話題の影響が及ぶ範囲を  $n_3$  とすると<sup>3</sup>,  $V_t$  と  $V_{t+1}, V_{t+2}, \dots, V_{t+n_3}$  のそれぞれとの類似度を式(2)により計算し, その値がある閾値より大きければリンクを張っていく. この操作を全ての話題について行うことにより, 話題を構造化する.

以上の一連の手続きをまとめると, 議論構造の可視化のプロセスは図1のようになる.

## 5. IDM: 影響の普及モデル

話題中の語が伝播するプロセスに着目して話題の影響力の強さを測るモデルに影響の普及モデル IDM (Influence Diffusion Model) がある[3]. このモデルは, ある話題が他のコメントの内容を強く支配しているときに, この話題に影響力があるとみなす. もともとは電子掲示板などの返信関係の明らかなテキスト集合について提案された手法であるが, 本稿で提案している構造化した議論にも同様に適用できる.

IDM は, コメントチェーン(コメント間の関係の連なり)上を伝播していく語の割合に着目することにより, あるコメントが他のコメントに及ぼす影響力を媒介影響量として定量化する. コメント  $C_x$  中の語の集合を  $w_x$ ,  $C_x$  に返信しているコメント  $C_y$  中の語の集合を  $w_y$  とすると,  $C_x$  から  $C_y$  に伝播した媒介影響量  $i_{x,y}$  は式(3)で表される.

$$i_{x,y} = \frac{|w_x \cap w_y|}{|w_y|} \quad (3)$$

また,  $C_y$  に  $C_z$  がさらに返信している場合には,  $C_x$  から  $C_y$  に伝わった媒介影響量  $i_{x,y}$  が  $C_y$  を経由してさらに  $C_z$  にまで伝わる. したがって,  $C_x$  から  $C_z$  に伝播した媒介影響量  $i_{x,z}$  を式(4)で表される.

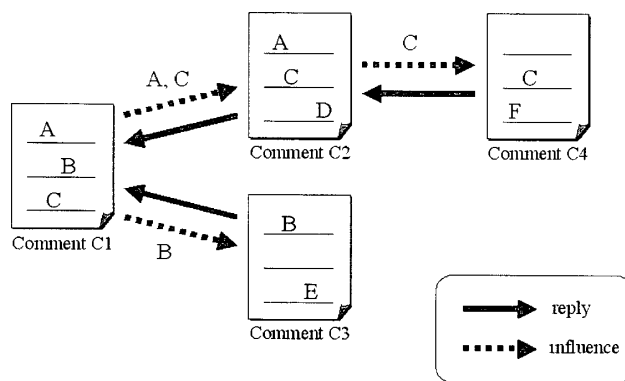


図2. コメントチェーンの例

$$i_{x,z} = \frac{|w_x \cap w_y \cap w_z|}{|w_z|} \cdot i_{x,y} \quad (4)$$

式(3)は文脈支配の関係を継承する単語の比率で表しており, 式(4)はこの比率をコメントチェーンに沿って掛け合わせていくことを表している. これは, ある単語がある話題にとって支配的な文脈になり, その支配的な文脈がさらにその次にメッセージの伝搬する話題にとって支配的になっていく比率を求めることを意味している. 以上の手続きにより,  $C_x$  が他のコメントに及ぼす媒介影響量を測ることができる. IDM では, コメントの媒介影響量を次のように定義する.

### 定義1. コメントの媒介影響量

コメントの媒介影響量は, そのコメントが他のコメントに及ぼした媒介影響量の総和とする.

この定義に従って, 図2のコメントチェーンにおける各コメントの媒介影響量を求めると次のようになる.

定義1により,  $C_1$  が発した媒介影響量は,  $(C_1$  から  $C_2$  へ伝わった媒介影響量) +  $(C_1$  から  $C_3$  へ伝わった媒介影響量) +  $(C_1$  から  $C_4$  へ伝わった媒介影響量) =  $2/3 + 1/2 + 1/3 = 3/2$  となる. また, 同様の手続きにより,  $C_2$  が発した媒介影響量は  $1/2$ ,  $C_3$  が発した媒介影響量は  $0$ ,  $C_4$  が発した媒介影響量は  $0$  となる.

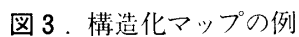
本稿では, 構造化した議事録に IDM を適用することにより, 盛り上がりのトリガとなっている話題を発見する. このような話題は読者がすばやく議論の論点を理解するのに役立つと考えられる.

## 6. 議論構造可視化システム

### 6.1 システムの概要

本稿で提案する議論構造可視化システム DSV (Discussion Structure Visualizer) の概要を示す. DSV は

3 予備実験により, 本実験では  $n_3 = 5$  に固定した.



Vol.15 No.5  
NII-Electronic Library Service

-D氏	いや、いや、「選択」っていうのは、その「判断」っていうのと、私は同化したと思うんです。
-C氏	うん、て、という事は、「判断」したら、もうそのまま1対1に「行動」か入ってくるっていう事ね。
-D氏	そう、そう、そう。それはそれでいいんです。
-C氏	という事は、「行動」を聞けばいいわけですね。
-D氏	あつ、そう、そう。だから、「行動」を聞くっていうか、だから、「こういう時、しますか？」とかでもいいですよ。
-C氏	それは、わりと入ってなかったですか、さっきのに？
-D氏	いや、だから、全く入ってないと言ってるわけじゃなくて、でも、聞く時に、「何とかたと思いますか？」っていうのか多かったように見えたから。
-C氏	あー、そうだね。
-D氏	それは、一般的な「価値観」を聞いているように、私か、もし、これを答える方だったら、思うので。
-C氏	とこで聞いているのかな、それは、「価値観」っていう事は。
-D氏	「価値観」っていうか、なんか、「どう思いますか？」とか聞かれると、何となく、優等生的答えをしそうな気がするの、自分としては。

図4. 議論をテキストに起こしたデータ（一部抜粋）

ドはそれぞれセグメントを表しており、ノード間の矢印はそのセグメント間に関係があることを示している。二重枠のノードは影響力の大きいセグメントである。解析したテキストは、研究者、学生、社会人ら9人が集まって「インターネットにおける価値観と意思決定」について3時間議論したときに記録したテープを文字に起こしたものであり、2472文（70,186文字）からなる（図4参照）。このテキストは膨大であるうえ、節や章などに分かれていないので議論全体の構造が分らず、どこから読み始めればいいのか分からない。したがって、議論の論点を把握するためには初めから目を通すしかなく、大変な労力を要する。

一方、図3の構造化マップを見ると、複数のセグメントが連なった大きなコメントチェーンが3つと、孤立した幾つかのセグメントが見える。また、コメントチェーンのふくらみから、議論が盛り上がっている様子や、議論が収束している様子を感じることができる。1つのセグメントは平均して約42文から構成されている。ここで、図3中のそれぞれのコメントチェーンで議論されている話題に目を向けてみる。

まず、seg.0とseg.2を起点とする一連のコメントチェーンは、チャットでの行動やホームページの閲覧行動などインターネット上の情報行動に関する一般的な話題について議論している。このコメントチェーンではseg.2とseg.4の影響力が大きい。seg.2から具体的なアンケートの項目についての議論が始まり、seg.4ではこのコメントチェーンで最も重要な「モラル意識」が登場している。

また、seg.13を起点とする一連のコメントチェーンは「情報倫理」についての議論で盛り上がっている。影響力の大きいseg.14とseg.23はいずれも後半の議論の起点となる新しい話題を提供しており、seg.14で生まれた「インターネットをプライベートな空間だと見なし

ている」という話題が発展し、seg.23で「共感性」や「合理的エゴイスト」などの本議論において重要な概念の創出につながっている。

seg.34を起点とするコメントチェーンは他のコメントチェーンの盛り上がりとは異なり、2段階の盛り上がりを見せている。最初の盛り上がりはseg.39でいったん収束しているが、そこに現れたseg.43の話題から再び議論に火がつき発展している。最初の盛り上がりはインターネットの匿名性が意識や行為にどのような影響をおよぼすのかについて議論しており、seg.39でいったん「情報の志向性」に落ち着いている。しかし、ここでseg.43でそれまでのコンテキストと多少異なる「情報の価値観」という新しい話題が入ってきて、再び議論が盛り上がった。また、seg.56もそれまでのコンテキストと多少異なる話題を提示している。

一方、孤立して存在しているノードの多くは、その中だけで自己完結している話題が多く、そのような話題は議論全体に占める重要度も低かった。

このように、議論を構造化することにより、これまで見えてこなかった話題の盛り上がりや、話題が盛り上がるパターンが見えてくることがわかる。

## 7. アンケート調査による評価

### 7.1 実験の目的と質問項目

本章では構造化マップの2つの側面を検証する。一つは議論を構造化することが読者の論点の理解にどのような効果があるのかを明らかにすることであり、もう一つはIDMにより同定される話題が議論の論点とどのような関係にあるのかを明らかにすることである。そこで、6.2節で用いたテキストの一部を切り出したデータ（15,791文字）に対し、ウインドウサイズを5, 10の2通り、閾値のパラメータを0.1, 0.075, 0.05の3通りに変えて作成した6種類の構造化マップ（図5のFig.1~Fig.6）を作成し、様々な角度から構造化マップを比較検討することで構造化マップの特徴を明らかにしていく。なお、ここで作成した構造化マップは、被験者にバイアスをかけないために、影響力の大きいセグメントを目立たせていない。

アンケート調査は、セグメント情報を付与したテキストと図を質問用紙と一緒に添えて配布して行った。質問項目の概要は以下に示す。なお、アンケートに回答した被験者は大学生8人、会社員1人、市役所職員51人の計60人（うち男性51人、女性9人で、平均年齢33.6歳）であった。

#### 質問項目（概要）

質問1. 最も理解しやすかった構造化マップ（選択式）

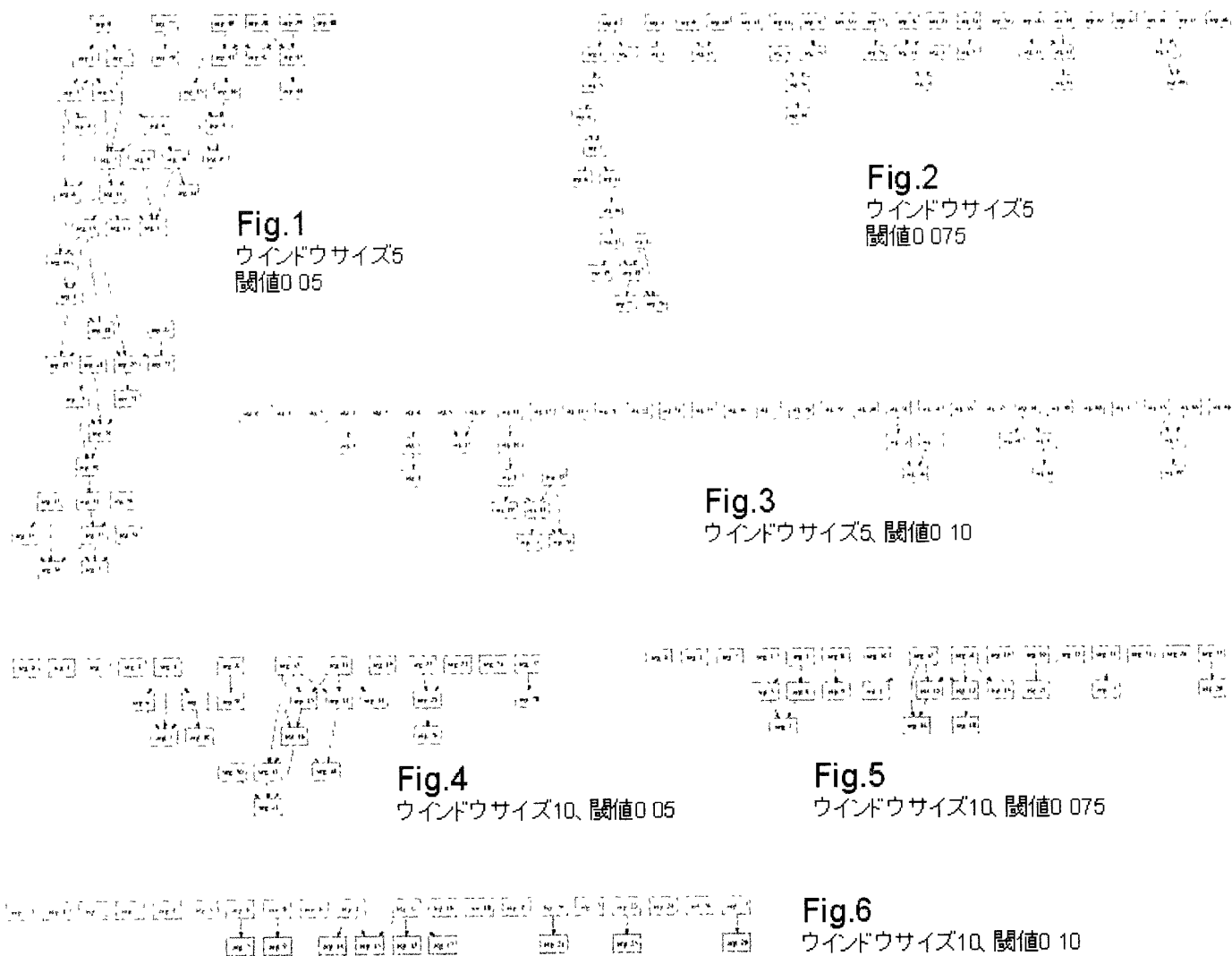


図5. 実験に用いた構造化マップ (Fig.1~Fig.6)

とその理由（記述式）

質問2. 最も理解しにくかった構造化マップ（選択式）

とその理由（記述式）

質問3. 構造化マップを使って便利だった点（記述式）

質問4. 構造化マップを使って不便だった点（記述式）

質問5. 構造化マップは議論の流れをどの程度表しているか（5点満点）

質問6. 議論のトリガ（引き金／発端）になったセグメント番号（選択式）

## 7.2 アンケート結果の検討

質問1から質問5は議論の構造化に関する質問である。以下ではそれぞれの質問に対する回答結果を順次検討していく。

### 質問1, 2に対する回答

最も理解しやすい構造化マップ、最も理解しにくい構造化マップに関する回答の集計結果は表1のようになった<sup>6</sup>。表1を見ると、理解しやすい構造化マップは

Fig.1, Fig.2, Fig.4, Fig.5, 理解しにくい構造化マップは Fig.1, Fig.6 に意見が集中していることがわかる。

また、理解しやすいと判断された構造化マップの理由として寄せられたコメントを精読し、構造化マップごとに共通する特徴をまとめると以下のようであった。

- Fig.1, 4, 5 セグメントの数と長さが適切／全体が適度に簡素化されている（13人）
- Fig.2, 4 リンクが適度に多い／リンクが必要最小限である／適度に議論が分かれている（14人）
- Fig.4, 5 セグメントの流れを目で追やすい／議論の流れをつかんでいる／自分の実感に近い（12人）

また、理解しにくいと判断された構造化マップに共通する特徴は以下のようであった。

- Fig.1 セグメントが多すぎる／リンクが多すぎる／マップが長すぎる／複雑すぎる（21人）
- Fig.6 セグメントが少なすぎる／リンクが少なすぎる

6 無回答の人が含まれていたため、合計は60にはならない。

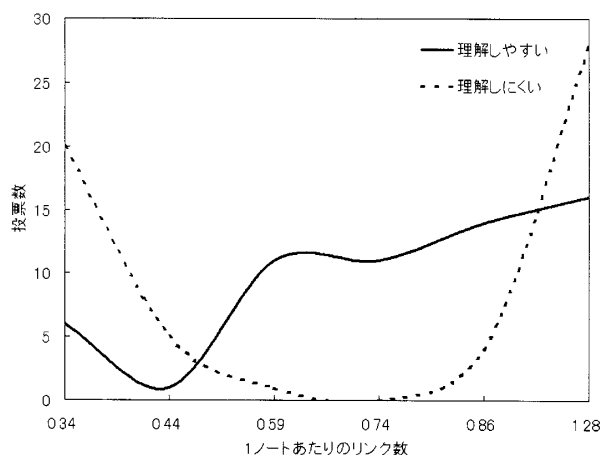


図6. 1ノードあたりのリンク数と構造化マップの理解しやすさ／理解しにくさとの関係

ぎる／情報量が少ない (19人)

- Fig.1 セグメントの流れを目で追いづらい／自分の実感と違う (8人)

以上のことから、セグメント長、セグメント数、リンクが適度であり、セグメントの流れを目で追いづらいほど複雑すぎないことがユーザにとって理解しやすい構造化マップとなることが明らかになった。しかし、6つの図の中では一番構造が複雑な Fig.1 に関しては、理解しやすいと答えた人も理解しにくいと答えた人も多く、意見が分かれた。これは、ユーザによって適切な構造化の程度が異なることを示している。

そこで、最適な構造化マップが満たすべき条件についての検討を行った。ここでは、アンケート結果がセグメント数とリンク数との関係に言及しているものが多かったことから、1ノードあたりのリンク数と構造化マップの理解しやすさ／理解しにくさに注目した。縦軸を投票数、横軸を1ノードあたりのリンク数としたときの関係を図6に示す。図6から、おおよそ1ノードあたりのリンク数が0.6～0.8であると理解しやすい構造化マップになることが明らかになった。

また、面白い意見としては「自分の理解というより、仕組まれた理解に誘導される可能性があるのではないか。」「話題がいくつもあるように錯覚してしまう。」というのがあった。これは、議論の流れに沿って正しく可視化しないと余計に理解しづらい、または誤った理解を与えてしまう可能性を示唆している。この点については今後の課題である。

#### 質問3に対する回答

次に、構造化マップの便利だと感じた点として挙げられたコメントは以下のようであった。

- 重要なポイントの拾い読みができる／論旨を素早く把握するには良さそう

表1. 理解しやすい／理解しにくい構造化マップ

	理解しやすい	理解しにくい
Fig.1	16	28
Fig.2	11	0
Fig.3	1	5
Fig.4	14	4
Fig.5	11	1
Fig.6	6	20

表2. 各図の議論の流れの評価 (5点満点)

	Fig.1	Fig.2	Fig.3	Fig.4	Fig.5	Fig.6
平均点	2.87	3.57	2.80	3.48	3.13	2.06

表3. 各手法間の正解セグメント数と Precision

	in	out	in+out	in-out	out-in	IDM
Fig.1	3	4	3	1	4	5
Fig.2	0	5	2	2	6	4
Fig.3	0	4	2	1	5	6
Fig.4	0	4	2	1	5	7
Fig.5	2	5	5	1	6	7
Fig.6	2	5	3	2	5	6
Precision	0.12	0.45	0.28	0.13	0.52	0.58

- 全体の構造が直観的に分かる／込み入った議論の流れが分かりやすくなる

これらは正に我々が構造化マップに期待していた結果であり、議論構造を可視化することが論点の理解に役立つことが明らかになった。

#### 質問4に対する回答

また、構造化マップを使ってみて不便だと感じた点は以下のようであった。

- 構造化マップ単体では理解しづらい／構造化マップが文書と並んで閲覧できればよい／ノードとセグメントがハイパーリンクしていればよい。

これらのコメントから、構造化マップを使いやすくなるインターフェイスを構築することが今後の課題として明らかになった。

#### 質問5に対する回答

また、各図について議論の流れを捉えているかどうかを5点満点で評価してもらった結果を表2に示す。有効回答数は54であった。表2より、Fig.2とFig.4が議論の流れをよく捉えていることがわかる。Fig.1は理解しやすいと答えた人以上に理解しにくいと答えた人の方が多かったため、ここでの評価は低くなった。また、Fig.2とFig.5は理解しやすさではほぼ同じ評価を受けていたが、議論の流れにおいてはFig.2の方が評価



が高かった。これにより、あまり構造化されていない構造化マップでは、議論の流れを捉えきれなくなることが明らかになった。

### 質問 6 に対する回答

質問 6 は IDM の評価を行うための質問である。議論のトリガであると選ばれた上位10セグメントを正解集合と見なしたときの IDM の上位10セグメントの精度を Precision (取り出した結果が正解である割合) により評価した。また、比較のために入次数 (入ってくるリンク数) in, 出次数 (出ていくリンク数) out, 入次数と出次数の和 in+out, 入次数と出次数の差 in-out, 出次数と入次数の差 out-in の上位10セグメントとの比較を行った。表 3 に正解したセグメント数と Precision を示す。表 3 より、IDM は入出次数に着目したときよりも議論のトリガとなるセグメントを同定できることが示された。

## 8. 考察

議論は構造化されることにより、議論の流れや、トリガとなるセグメントが浮かび上がってくることが明らかになった。したがって、構造化マップはユーザが議論の論点をすばやく理解するのに役立つであろう。

7 章でのアンケート結果を振り返ると、セグメントの大きさ、セグメントの数、セグメント間の関係が重要であった。つまり、あまり構造化されていない構造化マップは全体像を直感的に理解するには役立つが、議論の流れは捉えにくい。一方、構造化しすぎて議論の流れが複雑になると、今度は全体像を直感的に把握しにくくなる。7.2節での検討から、おおよそ1ノードあたりのリンク数が0.6~0.8である構造化マップが理解しやすいことが明らかになったが、さらにユーザのスキル、目的などに応じて、構造化のレベルを動的に変化させることが今後の課題である。

また、本手法で得られた議論構造に基づいて、興味深い話題を要約することも考えられる。Salton らは段落間の類似度に基づいて段落をノードとするグラフ構造を考え、リンクの多い段落を重要だと見なしている [21]。しかし、7.2節の結果によると、議論の起点となるような話題は必ずしも多くのリンクを持つわけではなかった。議論には一般に最初に話題提起となるトリガがあって、そこから徐々に盛り上がって、そして収束に向かう。したがって、リンク数しか見ていないと盛り上がっている最中の話題を知ることはできるが、それまでの流れを理解しないまま話題の核心に迫っても理解することは難しいからであろう。したがって、議論のトリガを捉えた要約への応用も考えられる。

また、本稿で扱った語彙的結束性は、同一語の繰り返し関係に基づいているが、他にもシソーラスに基づく語彙的結束性や語の共起関係に基づく語彙的結束性などがある [22]。話題境界の同定、話題間の類似度の精度を上げるためには、これらの語彙的結束性にも取り組んでいく必要があろう。また、言語学における談話分析においては、接続詞、感動詞や、会話の間に挿入されるフィラーなどの談話標識などの手かがりがよく用いられている。これらの知見を取り入れていくことは今後の課題である。

## 9. まとめ

本稿では、議事録から話題の単位 (セグメント) を同定し、さらに同定したセグメント間の関連を調べることで、議論構造を構造化マップとして可視化するシステムを構築した。そして、アンケート調査により、適度に話題が分割・構造化された構造化マップは、ユーザに議論の論点を直感的に捉えるための手かがりを提供していることが明らかになった。また、構造化された話題の中から議論の発展のトリガとなる話題の発見を試みた結果、IDM が入次数、出次数に着目した結果よりも Precision が高いことが示された。

本稿で提案している構造化マップが表す話題の一連の流れは、結論にたどりつくまでの合意形成に至るプロセスをユーザが理解することを支援する。意思決定に影響を及ぼす重要な事象を発見し、その意義を理解するためのプロセスを提案しているチャンス発見 [23] においても、データ内に潜む構造を人が見て分かるように可視化し、その出力図を見て理解を深めていくプロセスが重要視されている。そこで今後は、構造化マップをチャンス発見の現場に実際に適用し、さらなる知見を深めていきたいと考えている。

### 参考文献

- [1] Nonaka, I and Takeuchi, H: *The Knowledge-Creating Company*, Oxford University Press, 1995.
- [2] 博報堂インタラクティブカンパニー: インターネットマーケティング, 日本能率マネジメントセンター, 2000.
- [3] 松村真宏, 大澤幸生, 石塚満: テキストによるコミュニケーションにおける影響の普及モデル, 人工知能学会誌第17巻3号, pp. 259-267, 2002.
- [4] Luhn, H.P: The Automatic Creation of Literature Abstracts, *IBM Journal of Research and Development*, Vol. 2, No. 2. 159-165, 1958
- [5] 徳永健伸: 情報検索と言語処理, 東京大学出版, 1999
- [6] Paice, C.D.: Constructing Literature Abstracts by Computer. Techniques and Prospects, *Information Processing & Management*, Vol 26, No. 1, pp. 171-186, 1990.

- [7] 土井美和子, 福井美佳, 山口浩司, 竹林洋一, 岩井勇: 文書構造抽出技法の開発, 電気情報通信学会論文誌 J76-D-II (9), pp. 2042-2052, 1993.
- [8] 竹下敦, 井上孝史, 田中一男: テキストの概要把握支援のための話題構造抽出, 情報処理学会論文誌 Vol. 37, No. 11, pp. 1941-1949, 1996.
- [9] Smith, M.: Tools for Navigating Large Social Cyberspaces, *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, Vol. 45, No. 4, pp. 51-55, 2002.
- [10] Spiegel, D.: Coterie: A Visualization of the Conversational Dynamics within IRC. MIT Master's Thesis, 2001.
- [11] 角康之, 西本一志, 間瀬健二: 協同発想と情報共有を促進する対話支援環境における情報の個人化, 電子情報通信学会論文誌 Vol. J80-DI, No. 7, pp. 542-550, 1997.
- [12] 村上明子, 長尾確: ディスカッションマイニング: 構造化されたコミュニケーションによるトピックの検索と視覚化, 言語処理学会第6回年次大会発表論文集, pp. 451-454, 2000.
- [13] Hobbs, J.R.: Literature and Cognition. *Center for the Study of Language and Information*, Stanford, 1990.
- [14] Okumura, M. and Honda, T.: Word Sense Disambiguation and Text Segmentation Based on Lexical Cohesion, *Proc. 15th International Conference on Computational Linguistics*, pp. 755-761, 1994.
- [15] Halliday, M.A. and Hasan, R.: *Cohesion in English*, Longman, London, 1976.
- [16] 小嶋秀樹, 古郡廷治: 単語の結束性にもとづいてテキストを場面に分割する試み, 信学技報 NLC93-7, 電気情報通信学会, 1993.
- [17] Hearst, M.A.: Multi-Paragraph Segmentation of Expository Text, *Proc. of the 32<sup>nd</sup> Annual Meeting of Association for Computational Linguistics*, pp. 9-16, 1994.
- [18] 仲尾由雄: 語彙的結束性に基づく話題の階層構造の認定, 自然言語処理 Vol. 6, No. 6, pp. 83-112, 1999.
- [19] Salton, G. and McGill, M.J.: *Introduction to Modern Information Retrieval*, McGraw-Hill, 1983.
- [20] Porter, M.F.: An Algorithm for Suffix Stripping, *Automated Library and Information Systems*, Vol. 14, No. 3, pp. 130-137, 1980.
- [21] Salton, G., Singhal, A., Mitra, M. and Buckley, C.: Automatic Text Structuring and Summarization, *Information Processing & Management*, Vol. 33, No. 2, pp. 193-207, 1997.
- [22] Morris, J. and Hirst, G.: Lexical Cohesion Computed by Thesaural Relations as an Indicator of the Structure of Text, *Computational Linguistics*, Vol. 17, No. 1, pp. 21-48, 1991.
- [23] Ohsawa, Y.: Chance Discovery from Complex Real World, *Journal of New Generation Computing*, Vol. 20, No. 2, pp. 143-163, 2002.

(2002年12月2日 受付)

(2003年3月14日 採録)

[連絡先]

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

東京大学大学院情報理工学系研究科

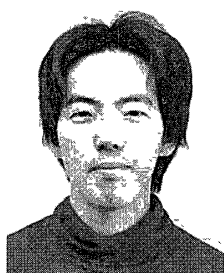
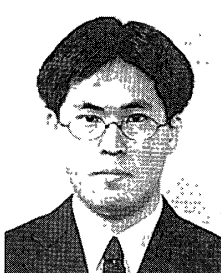
西田・黒橋研究室

松村 真宏

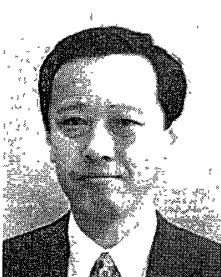
電話番号/FAX: 03-5841-6689

Email: matumura@kc.t.u-tokyo.ac.jp

## 著者紹介

まつむら なおひろ  
松村 真宏 [非会員]東京大学大学院工学系研究科  
2003年度より、東京大学大学院情報理工学系研究科かとう ゆう  
加藤 優 [非会員]東京大学大学院情報理工学系研究科  
2003年度より、エヌ・ティ・ティコミュニケーションズ株式会社おおさわ ゆきお  
大澤 幸生 [非会員]

筑波大学大学院ビジネス科学研究科、科学技術振興事業団さきかけ研究21

いしづか みつる  
石塚 満 [非会員]

東京大学大学院情報理工学系研究科

## Visualization of Discussion Structure for Discovering and Understanding Discussion Points

by

**Naohiro MATSUMURA Yu KATO Yukio OHSAWA Mitsuru ISHIZUKA**

### Summary :

Structured discussion showing complicated flow of topics greatly helps us discover and understand the main points. In this paper, we propose a new system which visualizes discussion structure by linking the topic segments identified from a minutes of meeting. Based on the structured discussion, we also aim at discovering influential topic segments triggering fruitful discussions by applying Influence Diffusion Model (IDM). The results of questionnaire surveys show that (1) the structured discussion can support user's understanding of discussions instinctively (2) the precision of influential topic segments by IDM is higher than that by in-degree and out-degree measurements.

**Keywords :** Visualization of Discussion Structure, Discussion Structure Map, Discussion Point, IDM

Contact Address : **Naohiro MATSUMURA**

*Graduate School of Information Science, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo, Tokyo, 113-8656 Japan*

TEL : 03-5841-6689

FAX : 03-5841-6689

E-mail : matumura@kc.t.u-tokyo.ac.jp