

Title	カンバセーションアウェアネスを支援するコミュニケーションツールの研究
Author(s)	伊藤, 禎宣
Citation	
Issue Date	2000-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/618
Rights	
Description	Supervisor: 國藤 進, 知識科学研究科, 修士

修士論文

カンバセーションウェアネスを支援する コミュニケーションツールの研究

指導教官 國藤進 教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科 知識社会システム学専攻

伊藤禎宣

2000年3月

修士論文

カンバセーションウェアネスを支援する コミュニケーションツールの研究

指導教官 國藤進 教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科 知識社会システム学専攻

850008 伊藤禎宣

審査委員: 國藤進 教授 (主査)
藤波努 助教授
西本一志 助教授

2000年2月

要旨

近年、テキストベースの電子会議環境は、INTERNETにおけるHTTPを利用したコミュニケーション手段として普及しており、その中では多くのコミュニティが形成されている。これらのコミュニティでは、社会性志向のコミュニケーションがその局面の多くを占めているが、この阻害要因として、対話状況に関わる手がかり情報の欠落という問題が指摘されている。多くの既存アウェアネス研究では、この問題を解決する手段として、高品質の音声や動画などによる臨場感志向のアウェアネスを備えた電子会議環境を構築している。

本研究では、既に普及しているテキストベースの電子会議環境を対象に、通信履歴情報から対話の手がかりとなるアウェアネス情報を抽出し、これをユーザに可視化して提供することにより、対話状況のアウェアネスを支援する「カンバセーションアウェアネス支援環境」の構築を目指す。ここで、可視化対象となるのは、対話関係・対話アクティビティ・対話内容といった、対話状況に関わる情報である。可視化手法としては、組織構造の情報可視化表現としてネットワーク分析で一般的に用いられる、サークルダイアグラムを拡張して利用し、これらの情報を仮想3次元空間上に統合表示する。

システムは、サーバ側をPerlによるCGI、クライアント側をJAVA Appletによって実装した。これは、一般的なテキストベースの電子会議環境の実行環境と同じ環境で利用できるようにするためである。

評価実験では、このシステムの利用が社会性志向の継続的対話関係の形成と維持に与えた影響について、定量的側面と定性的側面から考察した。定量的評価としては、対話関係の成立頻度や継続回数について検証した。その結果、成立頻度については18%、継続回数については、45.9%の増加率が観測された。

定性的評価としては、対話状況に関する認識の程度と可視化表現の妥当性について、アンケートにより検証した。その結果、対話関係や対話アクティビティの認識について、このシステムの有効性が示された。対話内容については、条件付きで有効であるとされた。可視化表現の妥当性については、肯定的な結果を得た。以上の結果により、このシステムの有効性が確認された。

目次

1	序論	1
1.1	本研究の背景	1
1.2	本研究の目的	2
1.3	本論文の構成	4
2	アウェアネス環境に関する説明と本研究の位置づけ	5
2.1	アウェアネス	5
2.1.1	アウェアネスとは	5
2.1.2	アウェアネス支援研究から見た本研究の位置づけ	8
2.2	情報可視化	8
2.2.1	情報可視化とは	8
2.2.2	情報可視化とネットワーク分析	9
2.2.3	3次元可視化	11
2.2.4	情報可視化研究から見た本研究の位置づけ	13
3	カンバセーションアウェアネス支援環境の構築	14
3.1	システムの説明	14
3.1.1	開発環境	14
3.1.2	カンバセーションアウェアネス環境の実現手法	16
3.2	テキストベース電子会議環境	19
3.3	対話関係と対話アクティビティの可視化	21
3.3.1	本機能の目的と役割	21
3.3.2	機能説明	22
3.3.3	拡張されたサークルダイアグラムの表示について	25

3.4	対話内容の可視化	27
3.4.1	本機能の目的と役割	27
3.4.2	機能説明	27
4	評価実験	29
4.1	実験計画	29
4.1.1	方針	29
4.1.2	実験条件	30
4.2	実験結果	30
4.3	結果の考察	34
4.3.1	定量的評価	34
4.3.2	定性的評価	34
5	結論	39
5.1	本論文のまとめ	39
5.2	今後の課題	40
5.3	将来展望	41
	謝辞	43
	本研究に関する発表論文	44

目 次

2.1	アウェアネス研究の分類	7
2.2	ネットワーク分析による構造と役割	10
3.1	システム構成図	15
3.2	アウェアネス情報抽出モジュール	15
3.3	テキストベースの電子会議環境	20
3.4	対話関係・対話アクティビティに関わる機能説明	22
3.5	対話関係・対話アクティビティの表示	23
3.6	スプリングモデルによるプロトタイプ	26
3.7	対話内容の表示	27

表 目 次

1.1	カンバセーションアウェアネスの構成	4
3.1	切り出されたキーワードの例	17
3.2	表示情報	24
4.1	定量的評価	31
4.2	定性的評価：アンケート「対話の経過について」	31
4.3	定性的評価：アンケート「対話状況の認識について」	32
4.4	定性的評価：アンケート「カンバセーションアウェアネス支援環境について」	33

第 1 章

序論

1.1 本研究の背景

コンピュータを介した電子会議環境でのアウェアネス支援に関する研究は、CSCW¹やグループウェアの分野から、既に多くの研究成果が発表されている。特に、高解像度の動画像や高音質な音声の伝達などによって、対面状態に近い臨場感を醸しだそうとするものについては、昨今のネットワーク環境の充実やコンピュータの処理能力増大に伴ない、企業などの大規模な現場を対象とした実用段階の製品も増えてきている。また、INTERNETの普及により、一般ユーザが利用可能な低解像度の動画像による電子会議環境も比較的安価に実現されつつある。

INTERNETは、多様なコミュニケーション環境の実現が可能な情報流通の構造基盤として、近年、急速な普及をみせている。普及の初期段階においては、研究者や技術者による主に学術目的での情報の共有や収集が、その利用目的の多勢を占めていた。しかし、主な利用者層が一般のユーザへと推移するにつれて、その利用目的も多様化している。

現在、INTERNETの利用方法としては、HTTP²を介したサイトへのアクセスがその大部分を占めている。その中でも特にアクセスが集中するサイトを対象とした調査[34]によると、米国内にサーバを設置しているアクセスの多い上位25サイト中20サイトが、掲示板やチャットによるテキストベースの電子会議環境を提供するコミュニティ志向のサイトであったという結果が報告されている。また、無料で個人利用者向けにホームペー

¹Computer Supported Collaborative Work

²Hyper Text Transport Protocol

ジ領域を提供するサイトは、最も人気がある種類のサイトである³が、これらの多くは、ホームページに付加する標準的な機能として、掲示板やチャットなどを用意しており、多くのISP⁴でも同様のサービスを提供している。

このように、テキストベースの電子会議環境は、以下のような特徴を持つ。

1. 多くのホームページ領域を提供するサイトが標準的付加機能として用意している。
2. 一般的なブラウザで利用可能であり、特殊なアプリケーションや外部機器が不要。
3. CGI⁵やJAVA⁶による比較的簡易なプログラムで実現可能。
4. 帯域の占有幅が少ないため、一般的な回線環境でも利用可能。

以上の理由により、現在、INTERNETでのHTTPによる標準的なコミュニケーション手段として広く定着している。

1.2 本研究の目的

このように、広く一般的に利用されるようになったテキストベースの電子会議環境においては、従来のCSCWやグループウェア研究の多くが対象としてきた、課題志向(task oriented)のコミュニケーションとは異なる、社会性志向(socially oriented)のコミュニケーションがその局面の多くを占めている[27]。課題志向のコミュニケーションでは、最終目標である課題達成のための正確な意図や情報の伝達を一義的に重視している。これに対し、社会性志向のコミュニケーションでは、一過性のやりとり(dialogue)に終わらず、実世界における社会的コミュニケーションと同様に、他者への配慮や、継続的な対話関係(conversation)の維持により発展的に形成される社会的人間関係の側面にも価値がおかれる。

実世界の対話過程において、話者は自分の発話に対する聴者の反応の有無や内容を予測し、これをもとに発話内容を事前に自己修正するという過程を経て、発話を行っている。このような予測にもとづく自己修正過程は、メタ・コミュニケーション[3]と呼ばれ

³ひとつのサイトで登録会員数が100万人を超えるところもある。

⁴Internet Service Provider

⁵Common Gateway Interface

⁶JAVAtm, Copyright Sun Microsystems, Inc.

ており、スムーズな対話過程を進め、継続的な対話関係を維持することによって社会性志向のコミュニケーションを実現する上で、重要な要素である。

話者がこの予測を行うためには、聴者の存在やアクティビティのような参加状態、聴者間の対話関係といった情報を認識することが欠かせない。しかし、これらの手がかりとなる情報の多くは、テキストベースの電子会議環境においては濾過 (cues filtered out) されてしまうため、認識が困難であるという問題が指摘されている [5]⁷。また、課題志向性の低さは、対話内容や対話関係の流動的变化に拍車をかけ、対話関係の維持や継続的把握をより困難なものにする一因となっている。

本研究では、このような社会性志向の継続的対話関係の醸成が阻害される問題 (3.3.1 参照) について、アウェアネス支援環境の構築による解決を目指す。

ここで、本研究におけるアウェアネス支援環境とは、従来研究に多い対面状態の再現を目指す臨場感志向 (2.1.1 参照) のものではなく、現在、INTERNET 上の一般的コミュニケーションツールとして定着したテキストベースの電子会議環境に、アドオンするかたちで実現可能な、対話状況の情報可視化によるものである (図 3.1 参照)

ここで言う対話状況とは、一般的なテキストベースの電子会議環境において、相互に交される対話によって随時更新される通信履歴から得ることのできる情報であるところの、対話アクティビティすなわち参加状態を示す発話頻度や話者聴者間の対話関係、対話内容のことである。本研究は、これら対話の進行に応じて動的に変化する対話状況に関わる情報を随時可視化して提供することにより、話者がメタ・コミュニケーション過程を獲得する上で必要な手がかり情報へのアウェアネスを促す、継続的対話関係醸成のためのアウェアネス支援環境構築を目的とする。本システムが支援の対象としているのは、INTERNET 上の掲示板やチャットのような電子会議環境での社会性志向の対話である。本研究では、このような、継続的対話関係 (conversation) の醸成を支援するアウェアネスについて、一過性のやりとり (dialogue) と区別し、これをカンバセーションアウェアネスと呼ぶ (表 1.1 参照)

⁷ここではコンピュータを介したコミュニケーション一般の問題として議論されている。

表 1.1: カンバセーションアウェアネスの構成

対話状況の可視化環境	対話関係
	対話アクティビティ
	対話内容

1.3 本論文の構成

本論文は、本章を含め、5章から構成される。

まず第2章では、本章で述べた目的を受けて、カンバセーションアウェアネス環境の実現に関わる関連研究を紹介し、その中で本研究の位置づけを明確にする。

第3章では、本研究で実装したカンバセーションアウェアネス環境について詳述する。

第4章では、カンバセーションアウェアネス環境の評価実験の概要と結果の考察を行う。

最後に、第5章で本論文のまとめと今後の課題、将来展望について述べる。

第 2 章

アウェアネス環境に関する説明と本研究の位置づけ

本章では，本研究に関わるアウェアネス支援環境の関連研究について述べ，本研究の位置づけを明確にする．

2.1 アウェアネス

2.1.1 アウェアネスとは

アウェアネスとは，相手の存在や動作に対する気づきを意味する．CSCW の分野でのアウェアネス研究は，1990 年代初頭から盛んになってきている．視線の伝達により協調作業の支援をする ClearBoard[9] のゲイズアウェアネスやホームページで注目している箇所を共有する WARP[20] の WWW アウェアネスのような研究は，「臨場感あふれる環境」[15] の実現による協調作業の支援を目指したものである（図 2.1 参照）．

コンピュータネットワークによる分散環境の実現は，協調作業における時間と空間の制約を超えて自由度の高い作業形態を実現した．しなしながら，このような環境の問題点として，実世界では対話場面の社会的状況や受け手の存在感などの情報を伝達し，コミュニケーションの過程で重要な役割を果たす，非言語情報に代表されるコミュニケーションチャンネルが欠落している [3] ということがある．

これらのアウェアネス研究では，欠落していた非言語情報を，聴者として話者に対す

る能動的注意を向けている相手方へ伝達することによって、直接的に協調作業を支援し、実世界志向の電子会議環境を実現するものである。このような視点から、さらに視覚や聴覚に加えて触覚をも使おうとする研究として、タンジブルピッツの inTouch[10] がある。

一方で、間接的な協調作業支援の方法として、副次的な成員間対話の促進を用いる研究がある。この研究は、協調作業の遂行過程で派生的に生ずる他成員の行動をトリガとして、対話を開始するきっかけとなる現象を成員の受動的注意を喚起する手がかり情報を擬似的に表現し、これをもって副次的対話を促すことを目的としている。具体的には、成員による電子ニュースへのアクセスというアクティビティをデスクトップ上の窓を通りかかる人というメタファで表現した Pilot Window のインタレストアウェアネス[18] や「協調作業においては他者の存在、他者のアクティビティに弱い連結を持つ」ことが重要であるとの観点から、情報共有過程で成員の協力姿勢を共有するナレッジアウェアネス[31] などがある。

ここで実現される意図せざる出会いにもとづく対話は、協調作業を遂行するグループが共通の社会文化を形成し、作業へのモチベーションの維持、創造性や生産性の向上に役立つとされている [4][21]。

Dourish は、これらの研究がトリガとして用いている「誰が周囲にいて、誰と話していて、どのようなアクティビティが起きているか」に関する情報をジェネラルアウェアネス[4] としている。これは協調作業集団の中で、共通文化の形成や様々なインタラクションを起こす誘因となるもので、協調関係の維持という側面で重要な要素である。

以上の先行研究について、本研究の視点から、支援対象と支援方法による分類を図 2.1 に示した。

これらの研究にみられる一般的傾向として、能動的注意関係を対象とする研究は、臨場感志向であることが多く、受動的注意関係を対象とする研究は、副次的対話支援であることが多い。

例えば、高解像度の動画像を用いた電子会議のような、能動的注意関係を前提とした臨場感志向のアウェアネス支援環境では、対話の席に着ける人数も実世界の会議と同程度に限られてくるように、実世界が持つ時間的空間的制約を免れるのが困難になる。Pilot Window のインタレストアウェアネスや本研究が支援対象とするテキストベースの

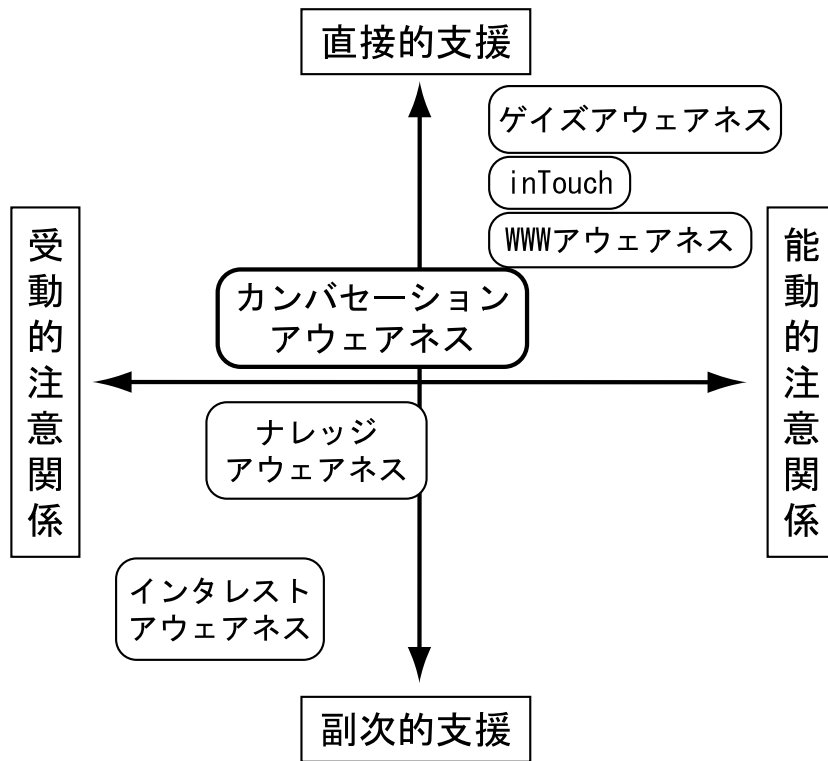


図 2.1: アウェアネス研究の分類

電子会議のような、受動的注意関係を比較的許容する環境では、実世界を擬勢する必要性が薄れるため、このような制約をほとんど受けない。しかし、そのような環境では、協調作業や対話を臨場感志向のウェアネスによって支援することは困難である。また、実際に受動的注意関係を対象としたウェアネス支援研究のほとんどは、トリガによる副次的対話支援が主流である。

2.1.2 アウェアネス支援研究から見た本研究の位置づけ

本研究の目的は、対話状況の情報可視化によるカンバセーションウェアネス支援にある。このような、常に全成員を対象としたウェアネス支援環境の構築は、受動的注意関係を許容するテキストベースの電子会議環境において、能動的注意関係（対話関係）にある成員と受動的注意を待つ状態にある成員の両方を対象に、直接的あるいは間接的に対話支援を行うものと位置づけることができる。

本研究では、特にテキストベースの電子会議環境において、受動的注意関係にある成員間関係が断絶しやすくなる原因でもある、他成員の対話状況が見え難いという問題について、情報可視化による直接的支援を目指す（図 2.1 参照）

2.2 情報可視化

2.2.1 情報可視化とは

従来、一般的に、コンピュータグラフィックスを用いた可視化とは、流体力学や高分子化学といった分野における、膨大な科学技術計算結果の可視化 (Scientific Visualization) を指すものであった。これに対して、近年高性能なワークステーションやパーソナルコンピュータの普及により、ユーザインタフェースや情報検索、プログラミング環境といった様々な分野における情報との対話手段としてコンピュータグラフィックスが利用されるようになった [13][6]。

このような、科学技術分野に限定されず、多くの場合には空間構造を持たないようなデータに潜む有用な情報をより迅速かつより容易に理解するための技術を情報可視化 (Information Visualization) という [7]。このような情報可視化技術の目的は、情報を抽

象化する能力や親しみやすさといった図の特徴を利用し、情報に対する人間の理解をより早くより深くすることであるといえる。

情報可視化とは、図による情報表現であるということができる。図は、領域系、連結系、配列系、座標系の4つの基本系に分類することができ[11]、これらは、集合、グラフ、行列、座標といった数学的概念にそれぞれ対応する[25][19]。

情報可視化研究においては、ハイパーテキストのリンク構造[22][30]や計算機ファイルシステムのディレクトリ構造[28]の可視化のように、ノードとリンクによる連結系¹のグラフ構造やその特殊型である木構造を利用した研究が、多く行われている。これらの研究では、図を用いることによる直感的な情報把握など、それぞれの目的に適合するレイアウトの実現を目的としている。

2.2.2 情報可視化とネットワーク分析

ネットワーク分析は、主に組織学などの社会科学分野で、定量的に組織内の対人関係を測定する手法として広く用いられている。一般的には、対話関係の有無やその頻度など成員間の関係性に関わる情報をアンケートで収集し、これを数値化した行列データを分析対象とする²。

分析手法には、大きく分けて2つの方法がある。行列演算による巨視的な意味解釈を行うものと、行列のグラフ表現³による情報可視化を用いて、微視的に成員の構造的役割を解析するものである。

前者の手法を用いる研究としては、中心性や密度といった対象組織の構造特性を示す指標を求め、これを組織間の構造比較などに用いるものがある[29][33]。大規模な組織⁴にも適用可能な一般的手法であるが、本研究のように成員の支援を考えた場合、個別の対

¹連結系：頂点と呼ばれる点などの図形と、それらの間を連結する線とによって表される図。線が持つ連結機能を利用した「辺 (edge) (弦 (arc), リンク (link), 紐帯 (tie))」と呼ばれる線分と「頂点 (vertex), (ノード (node))」と呼ばれる点 (または図形や文字) を意味単位とし、配置規則としては、頂点間を連結する辺の有無が意味を持ち、頂点と頂点との間の関係を表す。

²数週間単位で数回の面接法による調査を実施することが多い。

³社会学で使われるこのようなグラフを特にソシオグラム (sociogram) と呼ぶ。

⁴大規模な分析の事例として、毎年アメリカ全国の成人から数万人をサンプリングして実施される、ミシガン大学 NORC (National Opinion Research Center) が主催する GSS (General Social Survey) がある。

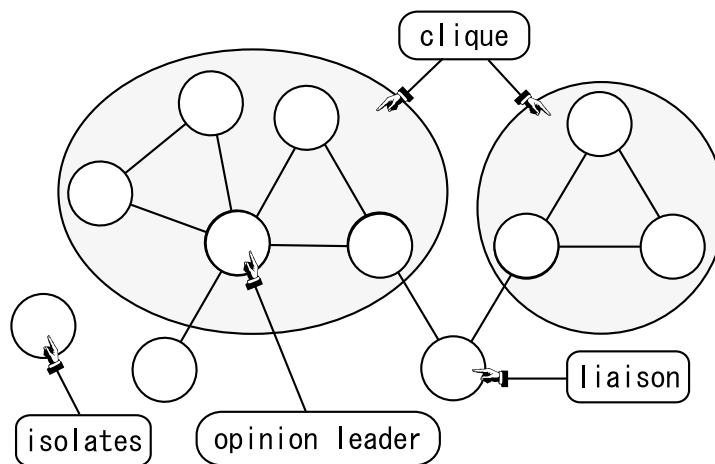


図 2.2: ネットワーク分析による構造と役割

話関係を直接反映しているものではないため、個々の成員にとって、指標が直感的ではないという問題がある。

後者の手法を用いる研究としては、派閥 (clique) 構造や先駆者 (opinion leader)、連絡者 (liaison)、孤立者 (isolates) といった構造的役割 (図 2.2 参考) を見出し、その機能的意味を明らかにしようとするものがある。代表的研究としては、派閥間を結ぶ連絡者の存在が、派閥の開放性 (openness) に与える影響を考察したものがある [33]。

このような手法を用いる研究の中でも、可視化に重点をおくものとして、VENUS[32] や KrackPlot[14] がある。VENUS は、地域 LAN 利用者による 2 年間に及ぶ電子メールの送受信や情報共有過程を、成員をノード、通信をリンクとしたグラフにより可視化し、ここから地域社会構造の変化を考察した研究である。この研究では、グラフ化において、分析対象とする期間や通信頻度の閾値などのパラメータを動的に変化させることで、社会構造の変化を視覚的かつ探索的に捉える、「探索的共有過程解析」が可能であり、これにより分析者の支援ができるとしている。KrackPlot でも、サークルダイアグラムなどの、ネットワーク分析で従来から用いられる基礎的グラフィアウトや分析者によるノードの配置を可能にしており、分析目的に適切なレイアウトを選択することができる。

情報可視化によるネットワーク分析の問題点

ここで示したようなネットワーク分析のグラフ表現に関する研究では、グラフ化する分析対象や分析の目的に応じて、適切なグラフの描画規則が変化する

るため、完全な自動描画は困難という問題がある。そのため、これらの研究では、分析者が任意に変更できるパラメータを増やすことで、適切なグラフが探索的に得られるようにしている。

自動描画を可能にする手法の開発は今後の課題として残されている。

2.2.3 3次元可視化

初期の情報可視化研究においては、2次元グラフィックスによる平面的なものが主な研究対象とされてきた。しかし、コンピュータネットワーク環境の普及やCPU処理能力の増大に伴って情報システムの規模が拡大するにつれ、より複雑で多くの情報に対する可視化の要求が高まってきた。このような要求に対し、3次元グラフィックスワークステーションの一般的普及やパーソナルコンピュータのグラフィックス処理能力の向上により、3次元可視化環境の研究が、近年活発になってきている。

以下では、3次元可視化に関わる代表的研究例とその意義について述べる。

アニメーションによる認知負荷の軽減

一般的に実現される3次元可視化環境は、ディスプレイに2次元投影図として表示されるものである。ここで、2次元可視化環境との相違点は、ユーザの必要に応じて、表示オブジェクトの回転やユーザ視点の移動を連続的な表示を行いながら、対話的に実行できる点にある。

異なる角度からみた3次元物体の図の認識には、角度に比例した時間が必要であるという実験結果 [23] がある。この角度の変化を連続的なアニメーションで表示することにより、表示物体の見失いが減少 [8] し、図の認知負荷を軽減や理解の支援という点から優位性があることが確認されている。

奥行き方向の配置による画面溢れ対策と視点移動による注目点詳細と全体概観の統合表示

3次元可視化に関わる代表的研究のひとつに、Xerox PARC の The Information Visualization プロジェクト [1] がある。これは、情報可視化技術を用いたいくつかのツールによって構成されるもので、その中の Cone Trees は、計

算機ファイルシステムのディレクトリのような木構造について、親ノードを頂点とする円錐形の底面円周上に子ノードを配置した3次元的可視化表示を行っている。ここでは、ノードの配置にディスプレイ上から見て奥行きの方角を持たせたことで、画面溢れを起こさずに、より多くのノードを配置することが可能になっている。また、ユーザは、円錐を回転させて注目したいノードをディスプレイ上で前面に移動させることができ、これによって、注目対象のノードとこれを中心にその近辺に配置されたノードやリンクの情報を詳細に見ることが可能になる。注目点付近には無いノードについても、背景として常に表示されているため、全体の構造を見失わずに、選択的に注目点や全体の概観を見るための視点を変更しつつ、図を理解することができるという利点がある。

複数2次元図の3次元による統合

オブジェクト指向言語によるプログラミング環境を3次元可視化によって支援するVOGUE[12]では、クラス階層図を $x-y$ 平面に配置し、それぞれのクラスに所属する各メソッドを z 軸方向に配置することで、クラスライブラリを3次元空間上に統合表示している。従来、デバックなどでメソッドの継承関係を追跡する必要がある時は、別個の図で提供されるクラス階層とメソッド情報について、それぞれの図から獲得されたメンタルモデルを、整合性を保ったままで再統合し、これを心理的に追跡する必要があった。VOGUEでは、3次元可視化を用いた統合表示によって、メンタルモデルの再統合という負荷を免れることができ、メソッドの追跡作業も視覚的に行うことができるため、クラスライブラリのメンタルモデル形成と記憶を支援することが可能であるとしている。このようなことは、機械系CADやモデリングシステムにおいて、3面図による表示よりも3次元モデル化された表示の方がメンタルモデル形成がより容易になることからわかる。

3次元可視化の問題点

これまで示したような利点の反面、問題点や課題も残されている。そのひとつは、対話的表示におけるユーザインターフェイスの問題である。3次元可

視化を用いる場合、表示対象とユーザ視点の双方に、位置と姿勢に3自由度づつ、合計6自由度あるが、マウスでは根本的に自由度が不足しており、またボタンやキーボードと組み合わせても、操作が直感的でなくなるという問題がある。また、3次元可視化では、2次元より多くの図の要素が表示可能であるが、これは、システムの表示速度低下とユーザの認知負荷増大という問題を引き起こす原因となりがちである。このような問題の解決が、3次元可視化システムの実用化のために重要な課題となっている。

2.2.4 情報可視化研究から見た本研究の位置づけ

本研究では、電子会議に参加する成員をノード、成員間に成立する対話関係をリンクで表す。図の基本系分類では連結系に該当する。ノードのマッピングは、対話アクティビティを表す軸を追加して3次元化し、対話的な操作が行えるよう拡張したサークルダイアグラムを用いる。この拡張されたサークルダイアグラムでは、ユーザの認知を妨げない速度で、注目対象とするノードの移動ができるサークルの回転アニメーションや、ユーザのマウス操作によるサークルダイアグラムの回転と拡大が可能にようにした。また、成員間の対話関係に加えて、同様に2次元図で表現可能な各成員の対話アクティビティを両立して表示するため、3次元可視化を採用した。

また、本研究は、対話状況の可視化によるアウェアネス支援を目的としているため、グラフの描画は、対話状況の更新を随時反映するようにした。同様にアウェアネス支援を目的として、メッセージ伝達状況のメッセージアイコンや、ノードの配置状況の把握を助ける補助線などを統合して表示する。実際の実装状況に関する詳細は、次節以下で述べる。

第 3 章

カンバセーションウェアネス支援環境 の構築

本章では、本研究で構築したカンバセーションウェアネス支援環境の、システム構成と機能について述べる。

3.1 システムの説明

3.1.1 開発環境

カンバセーションウェアネス支援環境は、一般的に普及しているテキストベース電子会議環境にアドオンする形での実現を前提としているため、サーバ側は、それらと同じ環境で実行可能な Perl5 による CGI を利用して開発した。また、同じ理由で、クライアント側は、一般的なユーザが使用するブラウザで利用可能な、JAVA Applet で開発した。

開発環境としては、JDK 1.2¹を利用したが、Java 1.1.5 以降を搭載した Netscape Navigator² Version 4.08 以降での動作を確認している。

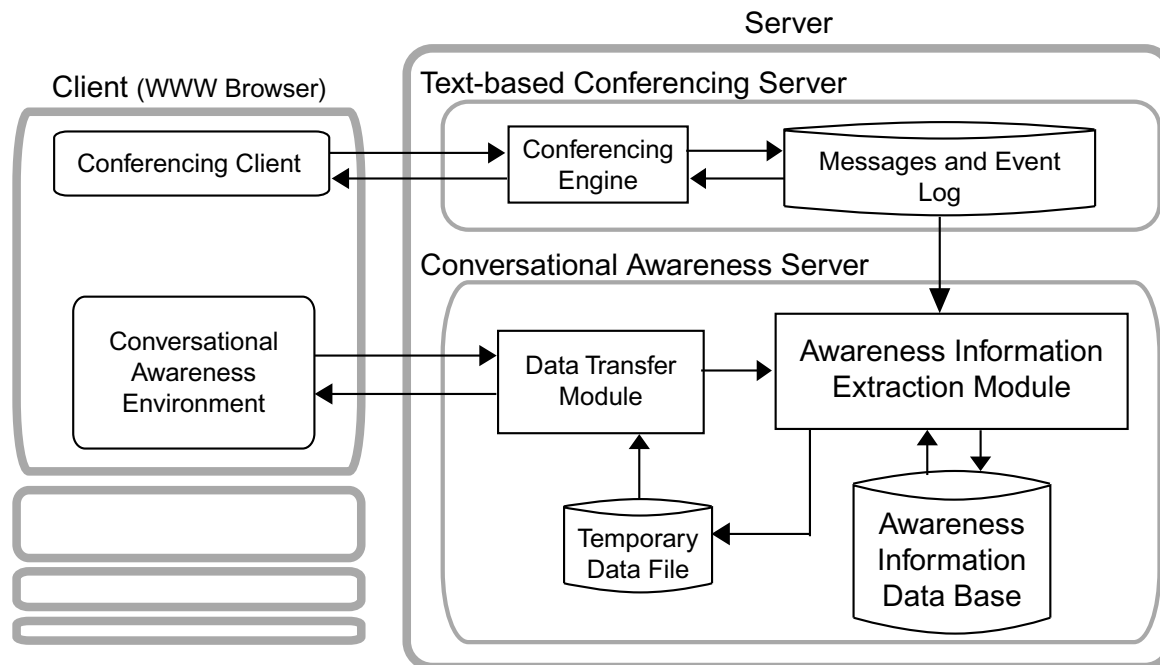


図 3.1: システム構成図

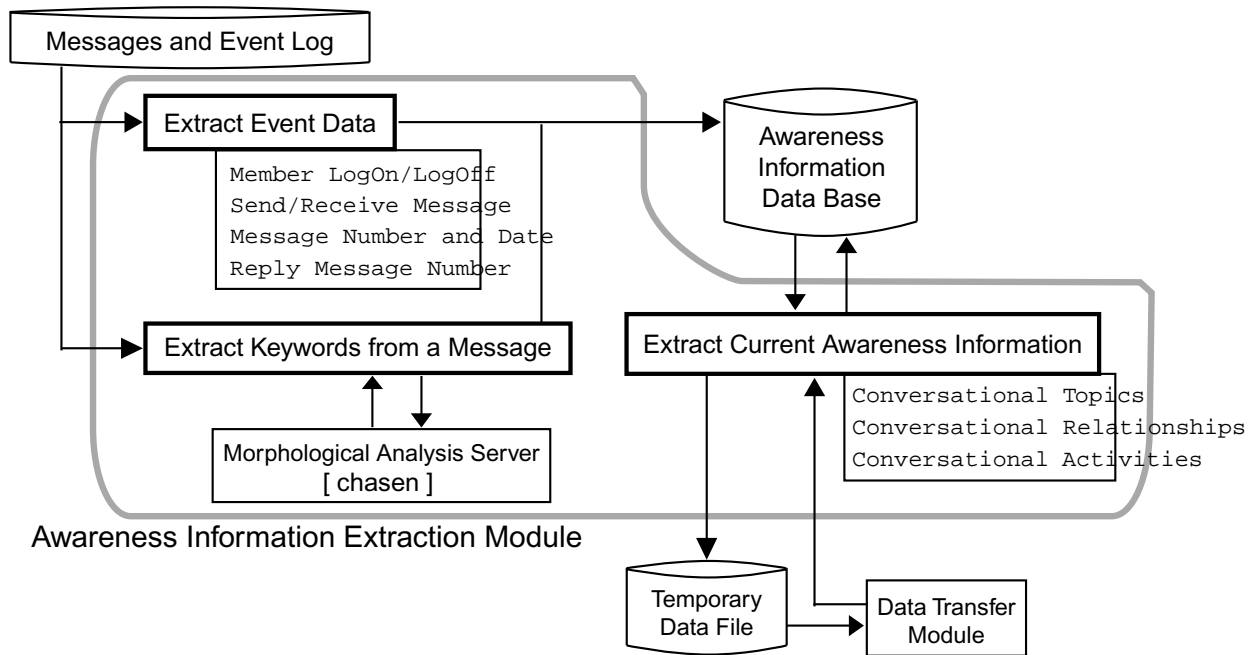


図 3.2: アウェアネス情報抽出モジュール

3.1.2 カンバセーションウェアネス環境の実現手法

本研究では、HTTP 環境で一般的に普及しているテキストベースの電子会議環境を支援対象としている。また、この電子会議環境で得られる通信履歴情報を、情報可視化によるウェアネス環境実現のための情報源としている。

本システムは、クライアントサーバモデルにより構築されている（図 3.1 システム構成、及び図 3.2 アウェアネス情報抽出モジュールを参照）。サーバ（ウェアネスサーバ）では、テキストベースの電子会議環境、及び通信履歴情報からウェアネス情報の抽出を行う。クライアントでは、各成員にカンバセーションウェアネス支援環境を提供する。

ウェアネスサーバでは以下の処理を行う。

ウェアネス情報データベースの生成

随時変化する対話状況を反映するために、通信履歴からのキーワード候補の切り出し、及び、成員の参加・非参加、各メッセージの発信・受信・返信日時と成員名に関わる情報の抽出などの処理は全てバックグラウンドにて行う。ここで処理されたデータは、ウェアネス情報データベースとして保存し、クライアントに渡すウェアネス情報を生成する。

ウェアネス情報は、データベースの更新毎にテンポラリファイルへと出力され、データ転送に特化したモジュールにより、クライアントへ渡される。これは、アクセス集中による遅延やファイルの破損を防止するための措置である（図 3.2 参照）。³

キーワード候補の切り出しについて

近年、文書の電子化やインターネットの発達に伴い、大量の文書群から効率良く目的とする文書を得る技術の開発が求められている。キーワード抽出技術

¹The Java[™] Development Kit Version 1.2, Copyright Sun Microsystems, Inc.

²Netscape^R Navigator, Copyright Netscape Communications Corporation.

³但し、選択キーワードによる対話関係と対話アクティビティの表示に関する機能（3.4 対話内容の可視化 参照）は、ユーザからの要求に応じて個別のデータを生成する必要があるため、これを除く。

表 3.1: 切り出されたキーワードの例

<p>userA,21,2000年1月18日18時6分56秒,userB,userB,10,</p> <p>>>>直江津まで北上しなきゃダメなの???</p> <p>>>他には大阪 門司 12時間コースもあるね .</p> <p>>>門司から鹿児島まで7時間 .</p> <p>>車が長いってのはしんどいでしょう …。</p> <p>下道で一泊しながら行ったほうが楽しいよ . 阿蘇もあるし大分の地獄温泉もあるし .</p>
<p>キーワード：時間, 門司, 地獄, 直江津, 他, 大阪, 大, ダメ, 下道, コース, 一泊,</p> <p>鹿児島, 北上, 阿蘇, 温泉</p> <p>ウェアネス情報源：userA,21,2000/1/18 18:6:56,userB,userB,10,0,</p>

は、効率的な情報フィルタリングや検索用索引の作成に必要な技術として多くの研究が進められている。英語などの単語の切れ目が明示的な言語を対象とする場合、単語をキーワード化の単位とすることが一般的であるが、日本語のように、スペースなどでの区切りがない言語では、形態素解析や n-gram などを用いてキーワード候補の切り出しを行う。表 3.1 参照。

本研究では、形態素解析に、日本語が対象の形態素解析ツールとして定評のある「茶筌 Ver 2.0b6」[17]を使い、数詞・前置詞・接続詞・疑問詞・助動詞・代名詞などの機能語を排除し、名詞と未知語⁴をキーワード候補として切り出した。⁵

対話関係情報の抽出

⁴名詞を基底語とした場合に検索精度が良いという結果が出ている例 [24]。

⁵本研究では、単語切り出しを茶筌に依存するため、形態素解析の誤りや複合語問題については、簡単な後処理で可能な範囲に限って対応した。具体的には、「ぁ」「ぉ」「ー」などの口語表現の中で頻繁に使われる語（通常、未知語と解析される）について、キーワードとして適切でないとのヒューリスティックから、キーワード候補から排除している。

本システムでは、単位時間⁶内に発信に対する返信があり、返信メッセージを発信元成員が開いた時点で、対話関係が成立したとみなした。ここでは、単位時間内に成立した各成員間の対話関係数を、メッセージの送受信履歴から抽出する。

対話アクティビティ情報の抽出

対話アクティビティの表示は、対話関係を示すサークルダイアグラムに対して垂直方向に+10 から-10 のレベルでの、アイコンの上下位置変化によって示される。ここでは、以下のルールに沿って、対話アクティビティのレベルを決定する。

単位時間内の発信について、現在時刻に近いものから高いスコアを与える。ただし、結果の初期値は0、最大値は10とする。発信が無い場合、単位時間内の受信について、現在時刻に近いものから高いスコアを与える。ただし、結果の初期値は-9、最大値は-1とする。発信、受信とも無い場合は、-10とする。

対話内容情報の抽出

対話内容情報は、2つの機能から構成される。成員毎の話題キーワード表示と、選択されたキーワードでフィルタリングした対話関係と対話アクティビティの可視化である。成員毎の話題キーワード表示では、単位時間内の該当成員による発信メッセージ中のキーワード候補から、出現頻度の高いキーワード候補を話題キーワードとして採用する。⁷選択されたキーワードでフィルタリングした対話関係と対話アクティビティの可視化では、それぞれの情報可視化について、選択キーワードが含まれたメッセージのみを参照対象とする。

クライアントでは以下の処理を行う。

⁶現在は5分に設定

⁷単位時間内の各成員による発信メッセージ群に文書内出現頻度 (Term Frequency) 法を適用している。結果に対する補正は行っていない。なお、5.2 今後の課題 を参照。

カンバセーションウェアネス環境の描画と対話的操作

ウェアネスサーバにより生成されたデータをもとに、カンバセーションウェアネス環境となる、対話関係、対話アクティビティ、対話内容を可視化表示する。表示方法については、図 3.3 参照。⁸

3.2 テキストベース電子会議環境

本研究は、HTTP 環境で一般的に普及しているテキストベースの電子会議環境を支援対象とし、これらの電子会議環境で得られる通信履歴情報を、情報可視化によるウェアネス環境実現のための情報源としている。ここでは、本研究で情報源とした電子会議環境⁹の各機能について述べる。

成員の登録と対話開始

任意の ID とパスワードにより、参加成員の登録を行う。このとき、成員を示すユーザアイコンのイメージファイルも同時に登録する。適切なアイコンが無い場合は、ダミーとして用意されたイメージを使用する。成員は、この ID を使って、対話環境にログオンすることができる。

対話方法

メッセージの発信は、MainPanel (図 3.3 参照) 中の、他成員名 (図 3.3 (a-2) (a-3) (a-4) 参照) をクリックすることで、Send Panel が開き、送ることができるようになる。他成員からのメッセージの有無は、incoming messages (図 3.3 (a-2) 参照) として表示される。これをクリックと、Reply Panel

⁸なお、サーバからのデータ取得は HTTP を用いておこなう。JAVA Applet を利用してサーバ・クライアント環境を構築する時に、発生しやすい問題として、セキュリティ上の問題から、ファイアウォールの設定によっては接続ができない、といった事態がある。本システムでは HTTP を利用し、新たなポートを開くことがないため、クライアント利用者にプロキシの設定などを要求することなく、このような問題を回避できる。

⁹普及している既存の電子会議システムを流用する案もあったが、システム構築の自由度と著作権上の問題などから、新規に実装したものを使用する。通信履歴情報などは、他の電子会議システムと同等であり、ウェアネス環境に関わるシステム部分は、これらの通信履歴情報読み込み部分を変更することで、他の電子会議環境でも適用可能である。

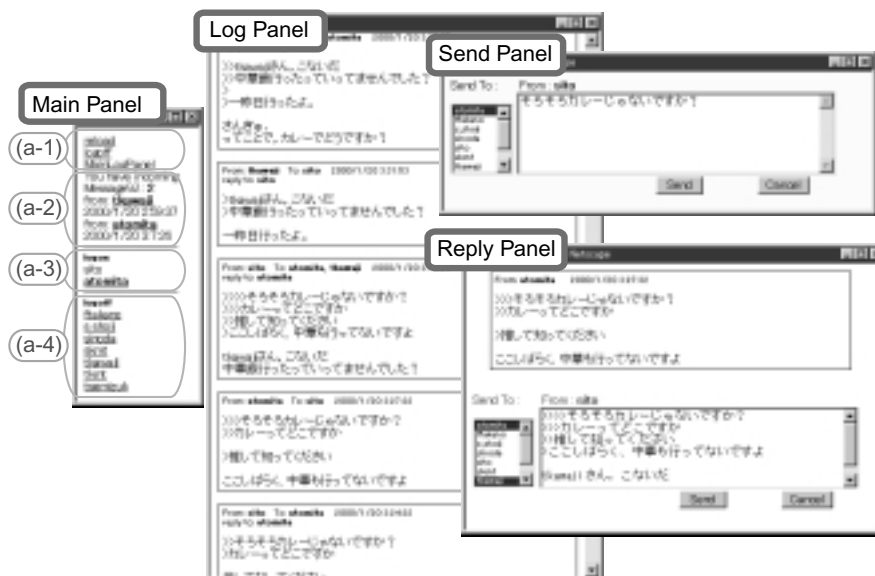


図 3.3: テキストベースの電子会議環境

(図 3.3 参照) が開き、受信メッセージの内容確認と、それに対する返信ができる。

対話履歴の参照

会議環境全体の対話履歴は、MainPanel (図 3.3 参照) 中の MainLogPanel (図 3.3 (a-1) 参照) のクリックによって開かれる、LogPanel によって、参照できる。

通信履歴情報一覧

このテキストベースの電子会議環境で保存される、通信履歴情報は、以下のとおり。

- ・ 成員のログオン / ログオフ
- ・ メッセージ内容・メッセージ番号・発信日時・発信成員・着信先成員
- ・ 返信先メッセージ番号 (返信メッセージの場合)

3.3 対話関係と対話アクティビティの可視化

3.3.1 本機能の目的と役割

対面状態にある現実の会議環境では，他成員の存在を確認し，その視線や表情，姿勢を認識することが，会議環境における成員間の関係を把握する助けになっている [2]．しかしながら，コンピュータを介したコミュニケーションでは，このような手がかり情報の認識が困難であるため [26][5]，以下のような問題が生じている．

- ・ 成員間の対話関係の継続により発展的に形成される対話文脈の把握が困難．
- ・ 発言の様子が認識困難であるため，適切な対話相手や時期の選択ができない．

これらは，対話状況の把握が困難になるという意味で，対話への参加を阻害する要因となるほか，特定成員へ向けた発言や返答要求の集中など，実世界の会議環境では，誰が誰に発言しているかが明確であるために起こり難い，成員への過剰な負荷を発生させてしまうという問題がある．

また，これらの問題が起因となって，より直接的に成員間の関係を破壊する原因として，以下のような現象が指摘されている [5]．

- ・ 対人圧力や集団意識の低下による議論のリスクシフト¹⁰．
- ・ フレーミング¹¹．

これらの問題に対処するため，臨場感志向のアウェアネス支援環境研究では，高解像度の動画を用いて対話者の表情を伝達することにより，対話状況のアウェアネス支援を行う手法が多くとられてきた．ゲイズアウェアネス [9] はその代表的なものである．

しかしながら，これらの臨場感志向のアウェアネス支援環境では，特殊な外部機器やアプリケーション，潤沢なネットワーク環境が必要であるといった動作条件が課せられており，一般ユーザへの普及は難しいのが現状である．

¹⁰ 意思決定が危険性や冒険を伴う方向に偏向する現象を示す．

¹¹ 対話が感情的に過熱した状態を示す．但し，これはコンピュータを介したコミュニケーションに特有の問題ではない，とする意見もある [16]．

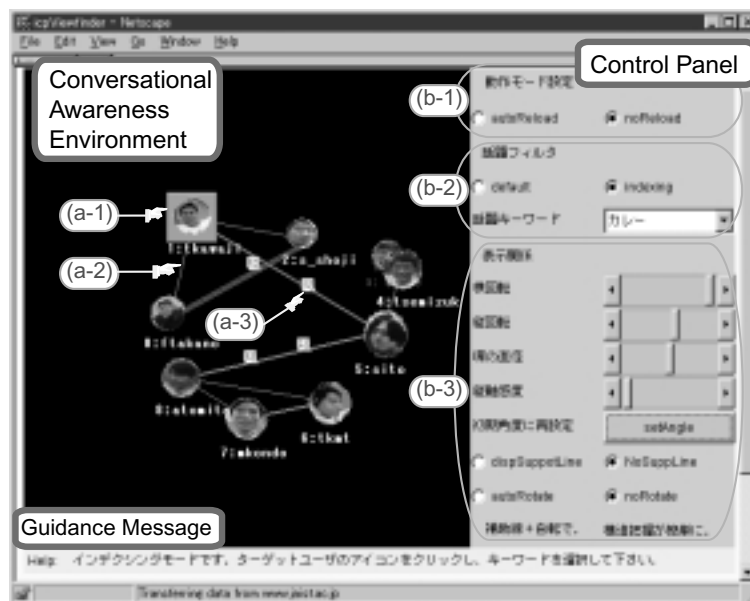


図 3.4: 対話関係・対話アクティビティに関わる機能説明

本研究は、一般ユーザに利用可能な電子会議環境として広く普及している、テキストベースの電子会議環境を土台とし、ここで社会性志向の継続的対話関係の醸成を阻害する要因である、対話状況の把握が困難という問題について、情報可視化環境をアドオンすることによる解決を目指している（1.2 参照）。

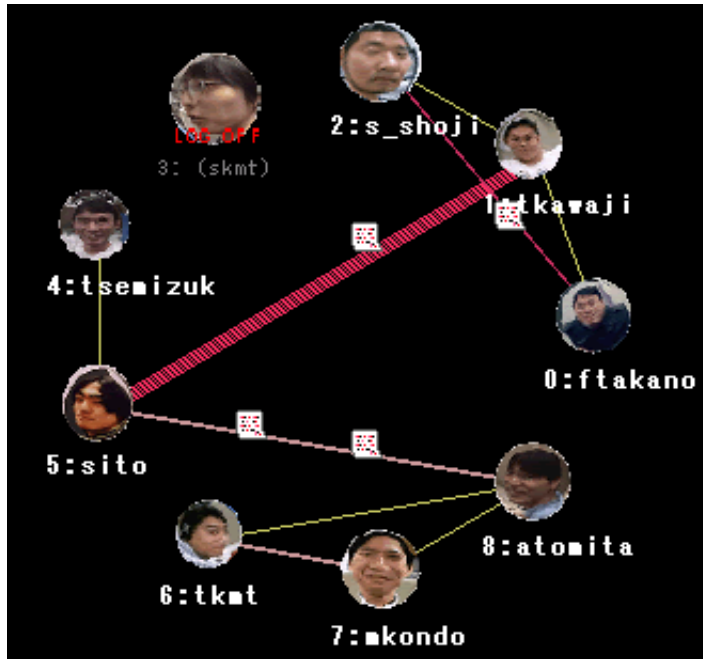
本機能は、対話状況における対話関係と対話アクティビティ（表 1.1 参照）に関わるウェアネス情報（3.1.2 参照）について、以下で述べる手法を用いて可視化し、これを成員に提供する。

この機能により、成員による対話関係と対話アクティビティの認識が促進でき、継続的対話関係の支援が可能であると考えられる。

3.3.2 機能説明

Conversational Awareness Environment の表示情報

カンバセーションウェアネス支援環境は、ユーザアイコン、メッセージアイコン、及びユーザアイコン間のリンクによって表現される（表 3.2 参照）。ユーザアイコンは、成員が会議への参加状態にあるか否かを表し、3次元空








z 軸方向から見た図 = 対話関係 (サークルダイアグラム)



x-y軸方向から見た図 = 対話アクティビティ

図 3.5: 対話関係・対話アクティビティの表示

表 3.2: 表示情報

	表示情報	表現手法	表示例
存在	参加 / 非参加	ユーザアイコン	 / 
行動	発信・受信状況	メッセージアイコンの移動	
	アクティビティ	ユーザアイコンの高さ	
関係	対話の成員間関係	ユーザアイコン間のリンク	 (線種は6段階)

間の x - y 平面上に、サークルダイアグラムのノードとしてマッピングされる (図 3.4 の (a-1), 図 3.5 参照)。

ユーザアイコン間のリンクは、現在の成員間対話関係の強さ (単位時間内の対話回数) を線種の変化 (幅) によって示し、成員はこれを見ることで、会議参加者の誰と誰が活発に話し合っているのかを知ることができる (図 3.4 の (a-2) 参照)。

また、交されるメッセージは、メッセージアイコンがユーザアイコン間を発信元成員から着信先成員へ移動することによって、随時表現される (図 3.4 の (a-3) 参照)。この表示により、成員は誰に対して発言が集中しているのかを知ることができる。

成員のメッセージ発信頻度 (但し、着信先成員によるメッセージの表示を条件とする) は、対話のアクティビティとして、ユーザアイコンのサークルダイアグラムに対して垂直方向の移動によって表現される。このため、サークルダイアグラムを水平方向から見る (図 3.5 参照) ことで、各成員の対話アクティビティを参照することができる。

オブジェクトの回転と移動

Conversational Awareness Environment をマウスでクリック & ドラッグすることで、オブジェクト（サークルダイアグラム）の回転が可能。また、Control Panel の (b-3) にある、スクロールバー（横回転・縦回転・環の直径）でも、回転と拡大ができる。

成員による観察を助ける機能として、縦軸感度によって対話アクティビティの z 軸に対する反映度合いが変更できる。ユーザアイコンが重複して見難くなった場合など、自由に調節して、配置状況を適切な状態にすることが可能。初期角度に設定・dispSupportLine・autoRotate の各機能も、位置関係の把握を助ける機能である。初期角度に設定では、オブジェクトの回転角度を起動時に戻すことができる。dispSupportLine では、サークルダイアグラムの円環と z 軸を示す補助線を引くことで、位置関係の把握を助ける。autoRotate は、サークルダイアグラムを回転させるアニメーションを表示することで、立体的な位置関係の把握を助ける¹²。

(b-1) 動作モードの変更

ネットワーク環境によっては、ウェアネス情報の送受信に帯域を割くことができない場合もあるため、ウェアネス情報を随時更新するか、更新を手動にするかの変更が可能のようにしている。

3.3.3 拡張されたサークルダイアグラムの表示について

初期のプロトタイプは、ノードの配置規則にスプリングモデル [8] を用いて、対話関係の強度をスプリングに適用したものである（図 3.6 参照）。実装には、表示部に VRML2.0¹³、演算部に JAVA を利用している。しかし、以下のような問題があったため、最終的には表示部も JAVA Applet を利用することとなった。

一般的なブラウザで利用可能な VRML Viewer は、VRML2.0 の仕様を満たしていないことが多く、独自の拡張があるなど、本研究が一般的なブラウザ

¹²ユーザアイコンの位置関係把握を助ける、初期角度に設定・dispSupportLine・autoRotate の機能は、インターフェイスの予備調査を行ったときに、被験者から得た知見にもとづいて付けられたものである。

¹³Virtual Reality Modeling Language

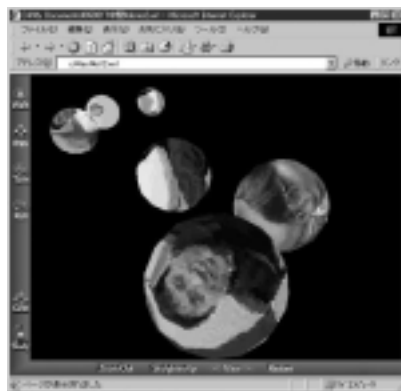


図 3.6: スプリングモデルによるプロトタイプ

で利用可能なテキストベースの電子会議環境を支援対象としているのに比較して、独自の環境をユーザに要求することになりかねないこと。
線分の描画命令が実装されていないことが多く、ノード（ユーザアイコン）の配置関係が把握し難いこと。

また、スプリングモデルの使用についても、以下のような問題点が明らかになったため、ノードの配置規則としては、サークルダイアグラムを拡張して用いることにした。

スプリングモデルでは、全体のスプリングのエネルギーが最小になるようにノードのマッピングを行うため、個々のノード（ユーザアイコン）間関係について、ユーザによる多義的な解釈を許すことになる。

本研究で実装した、JAVA Applet による、拡張されたサークルダイアグラムの表示は、これらの問題に対応するものである。

なお、ここで実装した拡張されたサークルダイアグラムでは、ディスプレイ上への2次元変換に、正射影変換を利用している。これは計算量を減らすためである。ただし、正射影変換を利用した場合、遠近感は表現できないため、ユーザ視点からの距離（depth 値）でユーザアイコンをソートし、depth 値に応じてユーザアイコンの大きさを変えて表示することで、擬似的に遠近感を再現している。

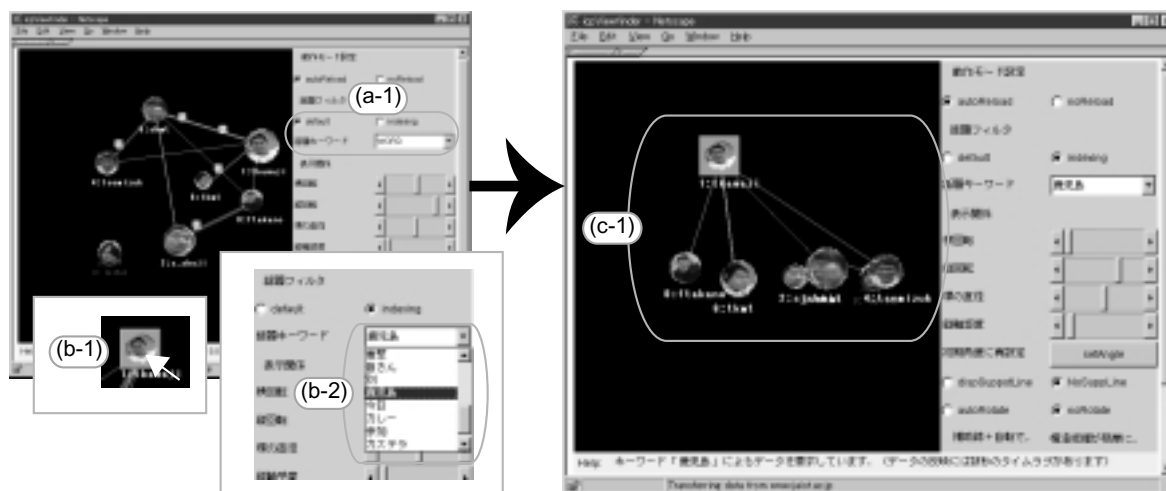


図 3.7: 対話内容の表示

3.4 対話内容の可視化

3.4.1 本機能の目的と役割

一般に、テキストベースの電子会議環境では、メッセージの相手先を指定して発信するか、あるいは着信メッセージに対する返信という形で対話関係が進行するため、直接的な対話関係にない成員が、他成員間の対話内容を把握するには、常に対話内容を追跡して確認する必要があり、困難である。

本機能では、メッセージから抽出したキーワード群を提供することで、全ての対話履歴を読むことなく、対象成員の発言内容の概要をある程度把握することを助ける。また、指定キーワードが含まれるメッセージを対象として、対話関係と対話アクティビティを表示することにより、そのキーワードに関連する対話を行うグループや、そのグループ内での発言頻度を知ることができる。これにより、そのキーワードに対して最も積極的な姿勢を取っているのが誰であるのかを知ることができ、対話への参加に際して、その話題に関して中心的役割を担う成員を類推することが可能になると考える。

3.4.2 機能説明

ユーザ毎のキーワード表示

話題フィルタリングを行うモードに設定し（図 3.7 (a-1) 参照），対象成員をアイコンで選択（図 3.7 (b-1) 参照）することで，その成員について，単位時間内で出現頻度が上位のキーワードが表示（図 3.7 (b-2) 参照）される（現在は最大 20 個まで表示）。

キーワードでフィルタリングした対話関係と対話アクティビティの表示

表示されたキーワードから，目的の語を選択（図 3.7 (b-2) 参照）することで，そのキーワードが含まれるメッセージに表示対象を限定した，対話関係及び対話アクティビティの状態が表示される（図 3.7 (c-1) 参照）。

第 4 章

評価実験

本章では，構築したカンバセーションウェアネス支援環境の評価実験を行い，その結果を検討する．

4.1 実験計画

4.1.1 方針

本研究は，対話状況の情報可視化を行うカンバセーションウェアネス支援環境の構築により，テキストベースの電子会議環境での社会性志向の継続的対話関係醸成を支援することを目的としている．したがって，ここではテキストベースの電子会議環境単体の場合と，カンバセーションウェアネス支援環境を利用した場合について，以下の各要素が比較検討可能な実験を行う必要がある．

- ・ 対話状況に関わるウェアネス情報の伝達
- ・ 他成員や対話状況に関わる認識の変化
- ・ 対話過程の変化

これらは，通信履歴とウェアネス情報データベースからの定量的分析と実験後の被験者に対するアンケートによって検証する．また，本システムで実装した各機能について，アンケートで，その有効性を確かめる．

4.1.2 実験条件

本学学生7人を2組を被験者とし、テキストベースの電子会議環境単体の場合と、カンパセーションウェアネス支援環境を利用した場合の比較実験を行った¹。全員テキストベースの電子会議には、十分な経験があり、キーボードの打鍵速度などの条件に極端な差は無い。

実験は以下の手順で行った。

1. 実験趣旨とシステムの使用方法に関する説明
2. 慣れによる評価値の変動を防ぎ、対話の予備的素地をつくるための、使用練習。²
3. 実験本番

使用練習によって形成された予備的话题群を継承して、以下の条件でそれぞれ30分の実験を行った。なお、この実験は分散環境で行った。

- a. テキストベースの電子会議環境単体での対話
- b. カンパセーションウェアネス支援環境を利用しての対話

4.2 実験結果

定量的分析結果として、メッセージ数の変化を表4.1に示す。

定性的分析結果として、実験後の被験者に行ったアンケート結果について、「対話の経過」を表4.2、「対話状況の認識」を表4.3、「カンパセーションウェアネス支援環境」を表4.4に示す。「対話の経過」及び「対話状況の認識」に関しては、テキストベースの電子会議環境のみの実験1と、カンパセーションウェアネス支援環境を使った実験2で、同じ質問項目を使い、5段階での評価をお願いした。「対話状況の認識」に関しては、全ての実験終了後にYes/Noの選択による評価をお願いした。

¹その他、予備的調査として、同程度の人数による模擬実験や、50人程度の登録と数日間の連続運用による負荷実験、小人数での試用実験とアンケート収集などを行った。

²対話の種として「卒業旅行として鹿児島に行くには？」というテーマを最初は提供したが、実験開始前には「旅行先としてウラジオストク」や「システム設計上の問題(履歴表示が見難い>改善した)」といった話題群へと展開した。

表 4.1: 定量的評価

DATA COLLECTED	TbC	CAE	rate of increase
number of messages	338	506	49.7%
number of reply messages	269	475	76.6%
% message had reply	79.6	93.9	18%
number of threads	179	218	21.8%
average thread depth	3.7	5.4	45.9%
average message size	58.2	99.4	70.8%

TbC = Text-based Conferencing System

CAE = Conversational Awareness Environment

表 4.2: 定性的評価：アンケート「対話の経過について」

質問項目	実験 1		実験 2	
	平均	分散	平均	分散
Q.1-1a 同時に複数メッセージを受信することはあったか	4.4	0.6	4.6	0.3
Q.1-1b この影響で返信内容が不十分になることはあったか	3.3	1.9	3.1	1.5
Q.1-2a 返信を要求したことはあったか	1.3	0.6	1.3	0.6
Q.1-2b 返信待ちにストレスを感じたことはあったか	3.3	2.2	2.9	1.5
Q.1-3a 対話中に自分の対話関係以外の成員から メッセージを受信することはあったか	3.7	1.6	3.9	1.1
Q.1-3b そのメッセージを邪魔と感じることはあったか	2.3	1.2	2.3	1.9
Q.1-4a 他成員間の対話関係への介入を目的として メッセージを送信したことはあるか	2.7	3.6	2.4	1.3
Q.1-4b 介入に失敗したと感じることはあったか	3.3	0.6	2.3	0.9
Q.1-5 受信メッセージに文脈の理解困難なものはあったか	4.0	0.7	2.9	1.8

表 4.3: 定性的評価：アンケート「対話状況の認識について」

質問項目	実験 1		実験 2	
	平均	分散	平均	分散
Q.2-1 他メンバーのアクティビティは認識できたか	2.6	2.3	3.3	1.9
Q.2-2 最も自分との対話関係が強かった人はわかるか	3.1	4.1	3.7	2.2
Q.2-3 他メンバー間の対話関係は容易に認識できたか	1.4	1.3	3.0	2.0
Q.2-4 他メンバーの発言内容は把握できているか	2.0	1.0	2.1	1.1
Q.2-5 自分と同話題のメンバーは誰かわかるか	1.4	0.6	3.1	2.5
Q.2-6 自分と異なる話題のメンバーは誰かわかるか	1.4	0.6	2.7	1.9
Q.2-7 会議の中心的メンバー（牽引役）は認識できたか	2.1	1.5	3.1	2.8
Q.2-8 会議全体の概要を把握するメンバーは誰かわかるか	1.7	0.9	3.6	2.0
Q.2-9 他メンバーから自分の存在は認識されていると思うか	2.6	1.3	3.4	1.3
Q.2-10 他メンバーから自分の話題は認識されていると思うか	2.1	1.1	3.3	1.9
Q.2-11 他メンバーから自分の対話関係は認識されていると思うか	2.4	1.3	3.1	1.5
Q.2-12 会議再開時に対話の再開を希望する相手はいるか	3.1	2.8	3.3	2.9
Q.2-13 新規に対話の開始を希望する相手はいるか	1.9	1.5	3.1	1.5

表 4.4: 定性的評価：アンケート「カンバセーションアウェアネス支援環境について」

質問項目	YES	NO
Q3-1a ユーザアイコンによる表示は直感的であったか	100%	0%
Q3-1b これにより参加の実感は湧いたか	71.4%	28.6%
Q3-2a メッセージアイコンによる表示は直感的であったか	100%	0%
Q3-2b メッセージアイコンにより送受信状況の把握は容易になったか	100%	0%
Q3-2c これにより発言タイミングをはかることはあったか	28.6%	71.4%
Q3-3a ユーザアイコン間のリンクにより対話関係の把握はできたか	85.7%	14.3%
Q3-3b 対話関係の強い成員に興味を持つか	100%	0%
Q3-3c 対話関係の強い成員の対話内容を参照したいと思うか	85.7%	14.3%
Q3-3d リンクの線種表現は適切だったか	85.7%	14.3%
Q3-4a アイコンの上下動により対話アクティビティの把握はできたか	71.4%	28.6%
Q3-4b アクティビティの高い成員に興味を持つか	57.1%	42.9%
Q3-4c アクティビティの高い成員の対話内容を参照したいと思うか	85.7%	14.3%
Q3-4d ユーザアイコンの位置関係の把握は容易だったか	71.4%	28.6%
Q3-5a ユーザ毎のキーワードは対話内容を適切に表していたか	57.1%	42.9%
Q3-5b キーワードによる対話状況の再描画は、 対話関係を適切に表していたか	42.9%	57.1%
Q3-5c キーワードによる対話状況の再描画機能はあった方が良いか	71.4%	28.6%
Q3-5d 対話内容の参照により対話の前提知識を得られたか	66.7%	33.3%

4.3 結果の考察

4.3.1 定量的評価

表4.1は、各実験中に成員から発信されたメッセージについて、その総数と返信の有無や対話の継続を調べたものである。本研究では、対話状況のウェアネス支援により、社会性志向の対話関係、すなわち、他者への配慮や継続的対話により形成される社会的関係の醸成が促進されるという立場をとっている。このような、対話者に対する配慮や社会的関係が成立した会議環境では、他成員が自分に対して送ったメッセージについて、これを無視することが難しくなるため、対話関係の成立率が高まることが予想される。また、ここで成立した対話関係により形成される社会的関係を維持しようとするならば、対話が長く継続されることになる、と予測される。

$$\text{対話関係成立率} = \frac{\text{返信のあるメッセージ数}}{\text{全メッセージ数}} \times 100$$

本実験の結果から、対話関係成立率と対話の継続回数³の平均は、ともに増加していることが確認された。また、平均的なメッセージの文字数も増加していることが確認された。これは、対話内容がより密度の濃いものになったためであると考えられる。

4.3.2 定性的評価

対話の経過について

表4.2は、実験中の対話経過についてのアンケートを実験1と実験2で比較したものである。一般的に、一対一での対話関係にある時は、メッセージは交互にやりとりされるため、同時に複数のメッセージを受け取ることは、少ないと考えられる⁴。今回は、複数人数での会議であるため、同時に複数のメッセージを受け取ることが予想される。しかし、メッセージアイコンの表示によって、「自分がメッセージを受け取っている」ことが、会議全体に知ら

³Thread Depth

⁴但し、今回被験者となっていた本学学生の7人は、テキストベースの電子会議に慣れているため、一対一の関係でも、同時並行的に複数の話題を展開することがある、ということが追加調査でわかった。

されている状態にある場合には、同時受信が対話の阻害要因になることは、少ないと予想される。

アンケート結果（表 4.2 参照）を参照すると、実験 2 でのメッセージ総数の増加（表 4.1 参照）に伴い、メッセージの同時受信（Q1-1a）は増えている。しかし、このことが、返信を急かされたと感じて不十分な状態で返信を返したり（Q1-1b）、そのメッセージを邪魔と感じる（Q1-3b）といった、対話を阻害する要因になったかという設問に対しては、メッセージの同時受信ほどには、影響が無かったという結果がでている。また、他の対話関係への介入（Q1-4a）という、比較的対話の阻害になりがちな行動について、介入者側が失敗したと感じる程度は、減少していることが確認できる。

対話状況について

表 4.3 は、実験中の対話状況に対する認識の変化について、実験 1 と実験 2 で比較したものである。テキストベースの電子会議環境では、特に自分と直接対話関係に無い他の成員に関する認識が希薄であり、他成員の発言内容や対話関係を把握することが困難であり、会議全体の把握も難しいと予想される。実験 1 のアンケート結果を参照すると、自分との対話関係に関する認識（Q2-2）に対して、他成員に対する認識（Q2-1, Q2-3, Q2-4, Q2-5, Q2-6, Q2-7, Q2-8）は低く、他成員が自分を認識していると思うか（Q2-9, Q2-10, Q2-11）という設問に対しても、あまり認識されていないと応える被験者が多かった。

これに対して、実験 2 の結果からは、他成員の対話アクティビティ（Q2-1）や対話関係（Q2-2, Q2-3）に対する認識が増したことが確認できる。また、他成員の対話内容に関しても、会議全体を通じた話題の違い（Q2-5, Q2-6）に関して、より認識されるようになったことがわかる。これは、他成員の存在や対話関係に対する認識が増した結果、成員の話題のような他の属性についても、注意を向けるようになったためであると考えられる。個々の成員に対する認識に限らず、全体の対話状況の表示は、会議全体の中心的役割（牽引役）を果たした成員（Q2-7）や、会議全体の概要を把握する成員（Q2-8）についても認識を増していることがわかった。また、その具体的な名前をあげてもらったところ、実験 1 では 2 人の名前が上がったが、実験 2 では 1 人であり、そ

れが正確であることが確認できた．このような会議全体へ注意を向ける姿勢は，新たな対話関係 (Q2-13) を志向するという結果にも出ている．他成員からの被認識感覚 (Q2-9, Q2-10, Q2-11) についても，それぞれ増していることが確認された．予備的調査の段階で，対話の開始時や対話関係への介入時には，介入側と被介入側の双方が，相手の話題や対話関係について認識していた方が，スムーズな対話を開始できるという結果を得ており，このアンケート結果には，カンパセーションアウェアネス支援環境が対話関係の開始を支援する原因の一つが現れているといえることができる．

カンパセーションアウェアネス支援環境について

ユーザアイコン，メッセージアイコン，およびリンクに関する機能的評価 (Q3-1a, Q3-2a, Q3-2b, Q3-3a, Q3-3d, Q3-4a, Q3-4d) については，概ね好評な結果を得ることができた．本研究で採用した表示方式は適切であったといえることができる．

拡張されたサークルダイアグラム全体の使用方法としては，対話関係か対話アクティビティが明確になる角度で固定して使用している被験者と，適宜マウスのドラッグで回転させる被験者，また回転アニメーションを常に使用している被験者など様々であり，必要な情報が最も把握しやすい状態で利用されていた．

機能的側面から評価が低かったものとして，ユーザ毎のキーワード表示は対話内容を適切に表していたか (Q3-5a)，及びキーワードによる対話状況の再描画は対話関係を適切に表していたか (Q3-5b) という設問がある．

実験条件の問題として，今回のように短時間の会議では，各自が対話関係にある範囲で，それぞれの対話内容を十分に記憶しており，また対話ログの参照や検索も期間が限られていることから容易に可能であるため，キーワード表示の有効性について，あまり評価されなかったと考えられる．追加調査の結果，直接対話関係にない成員の話題把握に役立つという点での評価は高かった (表 4.3 参照，会議全体に対する認識の向上) が，今回の実験では対話が円滑に進んでおり，この機能を積極的に使用する状況にあまりならなかった，

という感想が多く聞かれた。また、本システムは、実験後も解放して被験者が自由に使える状態にしておいたが、他の参加成員が少ないか居ない時に、キーワードの表示機能を使って他成員の対話関係や対話内容を積極的に参照し、新たな対話のきっかけにするという行動がみられた。また、対話内容の思い出しといった、補助的な役割に対する評価があった。これらの結果は、キーワード表示に関わる機能が、受動的注意関係における副次的対話支援の要素が強いことを表している。

機能面では、キーワード抽出が名詞と未知語の出現頻度による簡略的なものである、という問題がある。また、現実の対話内容の反映手法として、対象キーワード候補を、単位時間内のメッセージに限定するなどしたが、話題の転換に対応できていないことや、出現頻度と実際の対話中で印象に残る語とは異なることが原因として考えられる。その他にキーワードの抽出を困難にする原因として、今回の実験で観察された現象としては、対話関係の継続による共通の知識基盤が増えるほど、省略表現⁵が頻繁に用いられるようになったということがある。また、対話関係や対話アクティビティの再描画機能については、特定成員やメッセージスレッドを排除する機能の要望があった。このような自由度の高い操作を可能にすることが、問題解決策の一つであると考えられる。

機能の効果的側面に関するアンケート結果によるならば、対話における手がかりやきっかけとなる情報の認識という側面では、比較的高い評価がある(Q3-1b, Q3-2b, Q3-3b, Q3-3c, Q3-4c, Q3-5d) にもかかわらず、これにもとづいて実際の行動が変化したかについての問いである、メッセージアイコンの表示状況に応じて送信タイミングを調整することはあったか(Q3-2c)には、ほとんどの被験者が無いと回答している。事前の予想として、他者への配慮が可能な状況では、相手方成員のメッセージ受信状況が認識できれば、メッセージの送信を一時的に待って、相手に負荷をかけないように配慮するものと考えていた。しかしながら、実際の実験状況や追加調査の結果、メッセージ受信状況が認識できることは周知であるため、相手方の返信が遅くなる可能性に

⁵名詞に限るものではなく、省略による代用表現自体が省略されることも多く観察された。

についても発信者側には周知の事実であり，この事態を発信者側と返信者側の双方が容認している，という配慮の逆転が起こっていることがわかった．この事態は，複数メッセージの同時受信が増加したにも関わらず，発信者側では返信待ちのストレスが減少(Q1-2b)しており，返信者側でも，不十分な状態でとりあえずの返信をしてしまうような事態が減少(Q1-1b)していることから明らかである⁶．

但し，このような暗黙的ルールの発生は，成員間でアイコンの解釈にズレが生じる可能性を示唆しており，これは対話の阻害要因となり得る．今回は社会性志向の対話関係を支援対象としていることから，強制的な発言の制限といった手段は問題解決の方法としてそぐわないが，アイコンの表示形態変更など，今後の検討が必要である(5.2 今後の課題 参照)．

⁶また，追加調査による聞き取りでも，そのような意識で発信していたことがわかった．

第 5 章

結論

本章では，本論文のまとめと，今後の課題及び将来展望について述べる．

5.1 本論文のまとめ

本論文では，テキストベースの電子会議環境における，社会性志向の継続的対話関係の醸成を支援するアウェアネスについて考察した．まず，テキストベースの電子会議環境での対話支援手法として，カンバセーションアウェアネスを提案した．その後，この検証を行うため，カンバセーションアウェアネス支援環境を構築し，その有効性を確かめるため被験者実験を通じて評価実験を行った．

評価実験では，カンバセーションアウェアネス支援環境を使用した場合としなかった場合とで，以下の要素の変化について考察した．

- ・メッセージの総数や返信率，対話関係の継続回数などの定量的要素について．
- ・対話の経過や対話状況に対する認識の変化といった定性的要素について．

最後に，今回実装したカンバセーションアウェアネス支援環境についての，アンケートによる評価を行った．

これら評価実験の結果について以下にまとめる．

- ・ 定量的評価から
メッセージ数が増加した．(49.7%増)

対話の成立率が上昇した。(18%増)

継続的対話が続くようになった(45.9%増)

- ・ 定性的評価から

対話関係に対する認識が増した。

対話アクティビティに対する認識が増した。

対話内容に関する機能は、条件付きの利用で、対話のきっかけになることがあった。

- ・カンバセーションアウェアネス環境について

サークルダイアグラムをはじめとする表現手法について、肯定的な意見をえられた。

以上の評価実験結果から、テキストベースの電子会議環境における、社会性志向の継続的対話関係の醸成支援のためのシステムとして、カンバセーションアウェアネス支援環境が有効であったと考えられる。

5.2 今後の課題

今回の評価実験を通して、最も問題が指摘されたのは、対話内容のアウェアネスに関わる、キーワード表示に関する機能であった。キーワード抽出手法については、3.1.2 カンバセーションアウェアネス環境の実現手法 で述べた。今回は出現頻度と時間だけを抽出の因子として利用したが、随時対話内容の変化がある電子会議環境により適合したキーワード抽出手法についての考察が必要である。

今回、情報可視化手法に拡張したサークルダイアグラムを選択した理由として、スプリングモデルを利用したユーザアイコンの配置方法では、アイコン間関係の解釈に多義性が生じるといった問題があったことは、3.3.3 で述べた。しかし、評価実験の結果、メッセージアイコンの解釈についても、多義的な解釈が生じる可能性が示された。アウェアネス支援という立場からは、メッセージアイコンの表示による送受信状況の認識にとどまらず、その解釈という段階においても、多義性を抑制する表示方式の考案が必要である。

評価実験の問題として、コミュニケーション支援環境の評価としては、サンプル数と期間が共に十分ではないということがある。可用性の厳密な測定には、多人数の電子会

議環境での使用と、長期間にわたる評価実験が必要である。

5.3 将来展望

本研究では、テキストベースの電子会議環境のように比較的ブアな通信環境においても、情報可視化による対話の支援が可能であることが示された。この延長として、以下のような機能追加が考えられる。

サーバの JAVA 化と公開サービス

昨今の INTERNET コミュニティを巡る環境の変化として、サーバ側に JAVA を使用したテキストベースの電子会議環境を提供するサービスが徐々に広まりつつある、ということがある。これを受けて、本システムでも、サーバの JAVA 化と同時に Perl による CGI よりは自由度が高いので、高機能化が可能であると考ええる。但し、テキストベースの電子会議環境へのアドオン形態での提供はできなくなるので、評価実験の実施に際しては、サーバを公開して被験者¹を募り、公開サービスによるデータの収集が必要であると考ええる。

複数コミュニティへの対応

今回は、一つの CGI による電子会議環境に対応する支援環境という形であったため、単一のコミュニティを支援対象として想定してきたが、複数コミュニティを複数のサークルとして表示する方法が考えられる。ユーザによるコミュニティを示すサークル間の渡り歩きや、キーワードなどの属性による自動グルーピングなどの機能を備えた、INTERNET 上の仮想パーティ会場としての実現が可能であると考ええる。

臨場感志向研究との融合

本研究は、テキストベースの電子会議という、対話状況の Awareness が不足している環境を対象に支援を行うものである。しかし、対話状況という明示され得ないものを可視化表現することで対話を支援するという方策は、臨場感志向の Awareness 環境へも適用可能であると考ええる。

¹ここでは無料のチャットサービス利用者を意味する。

具体例として、対話状況に応じて対話音声の音像を変換することが考えられる。これと複数コミュニティへの対応を合せて、対話内容によるカクテルパーティ効果の擬似的支援といった機能が可能である。

謝辞

本研究を進めるにあたっては、多くの方々に多大なご支援をいただきました。この場を借りて感謝の気持ちを表したいと思います。

指導教官の國藤進教授には、研究に関する様々なご教示、ご指導を賜りました。自由な研究環境をはじめとし、日頃の研究生生活全般への配慮に深く感謝致します。

藤波努助教授、金井貴助手には、常日頃から研究に関する多くの有益なご意見、ご助言を頂きました。心より感謝致します。

武蔵大学の林義樹教授、徳島大学の西村美東士助教授には、本研究にとどまらず、貴重なご助言を数多く頂きました。心より感謝致します。

創造性開発システム論講座の皆様には、常日頃から研究に関する助言や議論を重ねていただき、研究活動以外の面でも大変にお世話になりました。心から感謝します。

最後に、私事で恐縮ですが、これまでの学生生活を金銭的、精神的に支えてくれた両親にも、感謝の意を表させていただきます。

2000年2月14日

伊藤 禎宣

本研究に関する発表論文

研究会

[1] 伊藤禎宣, 國藤進, カンバセーションアウェアネス支援 : カンバセーション状況の視覚化による新たなコミュニケーションツールの提案, 人工知能学会第39回基礎論研究会資料, pp.87-92, 1999.

参考文献

- [1] Card, S. K., Mackinlay, J. D., and Robertson, G. G., The Information Visualizer: An information workspace, ACM Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI '91), pp.181–188, 1991.
- [2] Cook, M., Experiments on Orientation and Proxemics, Human Relations, 23, pp.61–76, 1970.
- [3] Bateson, G., Ruesch, J., COMMUNICATION – The Social Matrix of Psychiatry, W.W.Norton & Company, INC., 1968. (邦訳:佐藤悦子『コミュニケーション』(新思索社, 1989)).
- [4] Dourish, P. and Bly, S., Portholes:Supporting Awareness in a Distributed Work Group, In Proc. of CHI'92, pp.541–547, 1992.
- [5] Dubrovsky V.J., Kiesler, S. and Sethna, N.B., The equalization phenomenon: Status effects in computer-mediated and face-to-face decision-making groups., HCI, 6, pp.119–146, 1991.
- [6] 長谷川隆三, 越村三幸, 並列プログラミングおよび性能デバッグのための視覚化, コンピュータソフトウェア, Vol.12, No.4, pp.22–44, 1995.
- [7] 藤代一成 サイエнтиフィックビジュアリゼーションからインフォメーションビジュアリゼーションへ, 3D Image Conference '97 論文集, pp.24–29, 1997.
- [8] 藤田邦彦 創造的な討論を行う会議を支援するシステムに関する研究, 北陸先端科学技術大学院大学博士学位論文, 1999.

- [9] 石井裕, グループウェアのデザイン, 共立出版, 1994.
- [10] 石井裕, Tangible Bits:情報の感触 / 情報の気配, 情報処理, Vol.39, No.8, pp.745-751, 1998.
- [11] 出原栄一, 吉田武夫, 渥美浩章, 図の体系 - 図的思考とその表現 -, 日科技連, 1986.
- [12] 小池英樹, 石井威望, 3次元ソフトウェア視覚化の枠組みと実例による有効性の評価, 情報処理学会論文誌, Vol.33, No.6, pp.778-789, 1992.
- [13] 小池英樹, インタラクティブ3次元情報視覚化, コンピュータソフトウェア, Vol.11, No.6, pp.20-31, 1994.
- [14] Krackhardt, David, Blythe, Jim, McGrath, Cathleen, Krack Plot 3.0 User's Manual, <http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~krack/kp3man.html>
- [15] 國藤進, オフィスにおける知的生産性向上のための知識創造方法論と知識創造支援ツール, 人工知能学会誌, Vol.14, No.2, pp.50-57, 1999.
- [16] Lea, Martin, T. O'Shea, P. Fung and Russell Spears, Flaming in Computer-Mediated Communication: Observations, Explanations, Implications., Contexts of Computer-Mediated Communication, edited by Martin Lea, pp.89-112, 1992.
- [17] 松本裕治, 今一修, 山下達雄, 北内啓, 今村友明, 日本語形態素解析システム 茶筌 version 2.0b6 使用説明書, 奈良先端科学技術大学院大学 松本研究室, 1996.
- [18] 松浦宣彦, 日高哲雄, 岡田謙一, 松下温, VENUS:Interest Awareness を支援したインフォーマルコミュニケーション環境, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.6, pp.1332-1341, 1995.
- [19] 三末和男, ダイアグラム・プロセッサの構築 - 領域連結図を用いる思考支援システムへの応用を中心として -, 東京大学博士学位論文, 1997.
- [20] 中川健一, 國藤進, アウェアネス支援に基づくリアルタイムな WWW コラボレーション環境の構築, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.10, pp.2820-2827, 1998.

- [21] 仲谷美江, 西田正吾, インフォーマルコミュニケーション研究の動向, 計測と制御, Vol.33, No.3, pp.214–221, 1994.
- [22] Noik, E. G., Exploring Large Hyperdocuments: Fisheye views of Nested Networks, Proc. of ACM Hypertext '93, pp.192–205, 1993.
- [23] Shepard, R. N., Metzler, J., Mental Rotation of Three-dimensional Objects, Science, Vol.171, pp.701–703, 1971.
- [24] 菅井猛, 和田光教, WWW上の電子新聞に対する情報フィルタリングとその評価, 情報処理学会, 基礎研, Vol.43, No.13, pp.89–96, 1996.
- [25] 杉山公造, グラフ自動描画法とその応用, 人工知能学会誌, Vol.8, No.5, pp.568–574, 1993.
- [26] Sproull, L. and Kiesler, S., Reducing social context cues: Electronic mail in organizational communication., Management Science, 32, 1492–1512, 1986.
- [27] Sproull, L. and Kiesler, S., Connections: New ways of working the networked organization, MIT Press, 1992. (邦訳:加藤丈夫『コネクションズ:電子ネットワークで変わる社会』(アスキー, 1993)).
- [28] Robertson, G. G., Card, S. K., and Mackinlay, J. D., Information Visualization Using 3D Interactive Animation, CACM, Vol.36, No.4, pp.57–71, 1993.
- [29] Rogers, David, Sociometric Analysis of Interorganizational Relations: Application of Theory and Measurement, Rural Sociology, 39, pp.487–503, 1974.
- [30] 塩澤秀和, 西山晴彦, 松下温「納豆ビュー」の対話的な情報視覚化における位置づけ, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.11, pp.2331–2342, 1997.
- [31] 山上俊彦, 関良明, Knowledge-awareness 指向のノウハウ伝播支援環境:CATFISH, 情報処理学会 93-DPS-59, pp.57–64, 1993.
- [32] 山上 俊彦, 小グループの情報共有過程の可視化, 情報処理学会 GW Jan, pp.159–164, 1998.

[33] 安田雪, ネットワーク分析, 新曜社, 1997.

[34] 郵政省, 通信白書平成 11 年版, 郵政省, 1999.