

修士論文  
記録作成を基にした  
対面議論への参加支援に関する研究

慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科  
モバイル広域ネットワークプロジェクト  
評価プロジェクト

江木啓訓

指導教員

村井純

井下理

徳田英幸

2002年1月15日

## 修士論文要旨 (2001年度)

### 記録作成を基にした対面議論への参加支援に関する研究

本研究は、会議の参加者が議論において内容の理解や発想、意識共有の質的向上を実現することを目標とする。そのために、複数のユーザが同時に文書を編集できるソフトウェアを対面同期での議論に導入することにより、参加者が内容に関する記録編集に参加できる環境を構築する。

本研究は、対面同期での議論支援の目的を、単に利便性を高めるのみならず、参加者が議論に関して何らかの形で貢献できることに置く。パーソナルコンピュータを持ち寄った対面での議論の環境を想定し、参加者が議論の内容を理解しているか確認し、傍観することなく主体的な態度で参加できることを狙いとする。議論において参加を阻害する要因としては、議論の内容の理解に齟齬があること、理解に必要な背景となる知識が十分でないこと、グループの組織構造や議論の進め方などから発話者が偏ってしまうこと、といった点が挙げられる。その結果、他の参加者が理解しているかどうか判らないまま議論が進んでしまうという問題がある。

まず、議論における貢献をどのように促すことができるか、課題を設定して実験を行った。その結果、議論への参加を促すために必要となる要件が明らかになり、ツール上での他者の挙動を認知するアウェアネス機構が対面同期環境においても必要であるということが示唆された。これをもとに、議論の参加者が手元のコンピュータを用いて協同で記録の作成と編集を行うための共有エディタを設計、実装した。発言という方法以外に議論の記録や内容の整理などでグループに貢献することが可能であることが明らかになった。併せて、単にソフトウェアを開発するだけでなく、付随して必要となる議論の運営法や記録のセマンティクスなど、本環境を実現するために必要な要求事項についても検討を加えた。

#### キーワード

1. CSCW 2. 議論への参加 3. 共有エディタ 4. 対面同期環境 5. アウェアネス

慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科  
江木啓訓

# Abstract of Master's Thesis

Academic Year 2001

The object of this research is to enable participants of a discussion to be able to improve the level of understanding, ideas, and shared consensus in a discussion. Toward this end, software which allows editing by multiple users at once was introduced during face-to-face discussion, creating an environment where participants of the discussion can also participate in the editing of the discussion records.

This research holds its objectives not in simply increasing the facility of discussion, but in enabling each participant to contribute in some form or another. In an environment where discussion participants bring along their personal computers, the aim is that each participant understands the content of the discussion and can take active part. Factors such as varying degrees of understanding, lack of sufficient background knowledge, and a tendency for a certain set of people to constantly be actively participating due to organizational structure can be said to deter discussion participation. As a result, discussion can carry on without the understanding of all of the participants.

First, in order to discover how to encourage discussion contribution, experiments were done. As a result factors necessary to encourage active participation were discovered. At the same time the necessity for a mechanism to keep participants aware of the actions of others was uncovered. Based on these discoveries, a shared editor which allows discussion participants to cooperatively create and edit the discussion records was designed and implemented. It became apparent that means other than actual commentation during discussion, such as creating and organizing records, made contribution possible. Furthermore, this research did not stop at merely creating the necessary software, but also investigated factors necessary to the completion of the ideal environment, such as the skills of managing discussion and the semantics of the records kept.

## Key Words

1.CSCW 2.Participate in meeting 3.Shared editor 4.Face-to-face environment 5.Awareness

Graduate School of Media and Governance, Keio University.

Hironori EGI

# 目次

第1章	本研究を取り巻く背景	1
1.1	グループ活動支援の現状	1
1.2	ユーザを取り巻く情報環境の変化	2
1.3	対面同期議論の支援の必要性	3
1.3.1	議論への参加阻害要因	5
1.3.2	記録作成による参加方法の提案	5
1.3.3	グループにおける記録作成の効果	6
1.4	本論文の構成	6
第2章	本研究で対象とするグループ活動	7
2.1	対象とするグループの活動	7
2.2	議論への参加の定義	9
2.3	記録の性質と特徴	10
第3章	既存の技術との比較	12
3.1	チャット・Instant Messenger	12
3.2	Dynacs 会議システム	12
3.3	NetMeeting	14
3.4	学習におけるプロジェクタ投影法	14
3.5	電子黒板	15
第4章	要件定義のためのプロトタイプ的设计・実装と実験	16
4.1	プロトタイプ的设计と実装	16
4.2	予備実験の検証項目と実施概要	16
4.3	予備実験の結果	18
4.3.1	プレアンケート	18
4.3.2	議論の結果とその観察	23
4.3.3	ポストアンケート	24
4.4	実験から得られた所見	26
4.4.1	テキストを主体とする利点	26
4.4.2	共有エディタ形式の利点	27
4.4.3	アウェアネス機能の重要性	27
4.4.4	認知的負荷	29
4.4.5	会議のセマンティクスとツールの関係	29

4.5	実験から得られたソフトウェアの要件事項	30
4.5.1	アウェアネスに関する機能	30
4.5.2	参加を妨げないための機能	31
4.5.3	記録が見えることによる知識共有のための機能	31
<b>第5章</b>	<b>要件事項を実現するための機能構成</b>	<b>32</b>
5.1	アウェアネスに関する機能	32
5.1.1	参加ユーザー一覧の表示	32
5.1.2	記録系のトークン	33
5.1.3	行書き換え中を示す識別子	33
5.1.4	他ユーザのカーソルの位置の表示	33
5.1.5	文字色の変更による編集履歴の表示	33
5.1.6	他ユーザのモードの識別	34
5.1.7	文書の編集部位の表示	34
5.1.8	行番号の表示	34
5.2	参加を妨げないための機能	34
5.2.1	ロックによる行管理機構	34
5.2.2	エディットモードとブラウズモードの切り替え	35
5.3	知識共有のための機能	35
5.3.1	画面の表示	36
5.3.2	履歴の記録と表示機能	36
<b>第6章</b>	<b>ソフトウェアの設計・実装と評価</b>	<b>37</b>
6.1	通信に関する部分	37
6.1.1	クライアント同士の接続確立	37
6.1.2	通信の原則	38
6.2	データ管理に関する部分	40
6.2.1	ロックによる行管理機構	42
6.2.2	行の内部データの構造	42
6.2.3	履歴の記録と表示機能	43
6.2.4	システムデータ	43
6.3	画面表示に関する部分	44
6.3.1	システムメッセージ	44
6.3.2	接続しているユーザー一覧の表示	44
6.3.3	他ユーザのカーソルの位置の表示	45
6.4	ユーザからの入力に関する部分	45
6.4.1	記録系トークン	45
6.4.2	行書き換え中を示す識別子	45
6.4.3	文字色の変更による編集履歴の表示	46
6.4.4	行番号の表示	46
6.4.5	他ユーザのモードの識別	46

6.4.6	エディットモードとブラウズモードの切り替え . . . . .	46
6.5	評価 . . . . .	46
<b>第7章</b>	<b>今後の課題と応用の可能性</b>	<b>47</b>
7.1	今後の課題 . . . . .	47
7.1.1	記録のセマンティクスに関する検討 . . . . .	47
7.1.2	会議の運営法の分析 . . . . .	48
7.2	応用の可能性 . . . . .	48
7.2.1	遠隔同期環境での利用 . . . . .	48
7.2.2	遠隔非同期環境との関係の検証 . . . . .	50
7.2.3	障害者の参加 . . . . .	50
7.2.4	学習場面での利用 . . . . .	50
	謝辞	51
	付録A 予備実験における調査票	52
	付録B 予備実験での記録	55
	参考文献	60

# 目 次

1.1	パーソナルコンピュータの国内出荷台数(単位:千台)[3]	4
1.2	国内出荷台数に占めるノート型パソコンの割合(単位:パーセント)[3]	4
2.1	プロジェクタ投影モデル	9
2.2	ツール利用モデル	11
3.1	IRCの画面例	13
4.1	プロトタイプ画面	17
4.2	実験風景	21
6.1	接続の確立手順	39
6.2	基本的な通信の構成図	41
7.1	遠隔環境でのツール利用モデル	49

# 表 目 次

1.1	時間と空間によるツール分類 [1]	1
1.2	グループの規模と支援内容 [1]	2
1.3	インフラの普及状況 [2]	3
2.1	グループでの議論の種類と特徴	7
4.1	予備実験の実施概要	18
4.2	予備実験時の指示内容	19
4.3	予備実験の課題内容	20
4.4	対面議論でのコミュニケーション機能	30
5.1	アウェアネスに関する機能一覧	32
5.2	参加を妨げないための機能一覧	35
5.3	知識共有のための機能一覧	36
6.1	ソフトウェアの構成	37
7.1	コミュニケーションのチャンネル	48

# 第1章 本研究を取り巻く背景

本研究が対象とするグループ活動の現況、情報環境などの背景について概観する。

## 1.1 グループ活動支援の現状

ネットワークを用いたグループ活動の支援は、CSCW(Computer Supported Cooperative Work)の研究として1980年代から盛んになった。インターネットの普及を受けて、広域でのコミュニケーション環境の構築や、教育への応用といった形で研究が続けられている。それらの研究が対象とするグループ活動は、大きく以下の二つの性格で分類される。また、具体的には表 1.1 のようなアプリケーションが代表的なものとして挙げられる。

- 作業員全員が同じ部屋で作業する形態 (対面型) または、作業員が地理的に分散して作業する形態 (遠隔型)
- 作業員がそれぞれ独立した時間に作業する形態 (非同期型) または、作業員全員が同時に作業する形態 (同期型)

表 1.1: 時間と空間によるツール分類 [1]

	同期	非同期
対面	電子会議室 黒板型ワークステーション	×
非同期	分散会議システム 分散エディタ メディアスペース	電子メール、電子掲示板 ワークフロー 情報フィルタリング 議論支援システム 協調執筆支援システム

また、グループの規模や活動内容も多岐に渡る。グループの規模と、それに応じた支援の例を表 1.2 に示す。

本研究は対面同期型の議論の支援に焦点を当て、構成員がグループに参加できるコミュニケーション環境の構築を目標とする。その上で、活動の記録を作成するプロセスを用いて参加を促進する手法を検討する。

表 1.2: グループの規模と支援内容 [1]

規模	支援対象の例	備考
個人	文書作成	パーソナルコンピューティング
数人のグループ	打ち合わせ 協調執筆	電子メールの応用 市販グループウェア
プロジェクト	製品開発 イベント運営	市販グループウェアの高度な利用 プロジェクト管理システム
組織	会社業務一般 ワークフロー	昔はメインフレーム 今はイントラネット
複数の組織	商取引、共同開発	いわゆるエクストラネットを利用
コミュニティ	出会い、話題提供	コミュニティコンピューティング

本研究は、知的生産活動を目標として継続的に活動を続けていくグループを対象とし、参加者同士のコミュニケーションに着目する。

## 1.2 ユーザを取り巻く情報環境の変化

ここ数年のコンピュータとネットワークに関する環境の変化は、グループでのコミュニケーション環境の設計にも影響を及ぼしている。その要因としては以下のものが挙げられる。

- ノート型コンピュータの普及

パーソナルコンピュータの小型・軽量化が進み、我々の社会生活のあらゆる場面での利用スタイルを議論する土壌が整ってきた。例えば、図 1.1 ならびに図 1.2 にある通り、パーソナルコンピュータの出荷台数に占めるノート型パソコンの割合はここ数年上昇しており、2000 年度第 1 四半期にはデスクトップ型パソコンを超えるに至った。これにより、据付のコンピュータを前提とするのではなく、人間の動きや活動内容に対して柔軟に対応できる環境をデザインすることが容易になったと言える。

- ネットワーク環境の普及

従来はアナログ回線によるダイヤルアップ接続が主流であったが、ADSL やケーブルテレビによる接続といった広帯域なインフラの割合が急激に増加し、廉価で利用できるようになった (表 1.3)。更に、深夜のみの定額課金から、常時接続サービスが定額で提供されるようになった。電話代金や ISP (Internet Service Provider) の課金を気にせず利用できる環境は、インターネットを利用するスタイルが浸透する上で重要な要素である。

- 無線通信の普及によるワイヤレス化

表 1.3: インフラの普及状況 [2]

接続形態	2001 年 2 月	2001 年 9 月
FTTH	300 件	3,500 件
DSL	3.4 万件	65.1 万件
CATV	62.5 万件 (2000 年 12 月)	115.1 万件

近年、IEEE802.11b 方式による無線 LAN 通信の利用が拡大している。無線基地局とインターフェイスの低価格化により、オフィスや自宅で無線による接続環境の構築が可能となった。IEEE802.11b のインターフェイスが標準で搭載されたノート型パソコンや、前述の ADSL やケーブルテレビによる接続時に用いるブロードバンドルーターと無線基地局が一体化した製品が利用できるようになった。

更に、オフィスや自宅での無線利用だけでなく、接客業や飲食業で利用客を対象としたサービスとして、都心のホテルやファーストフード店などにおいて接続サービスを提供する実験が行われている。また、駅や鉄道内など、公共の場でのネットワーク接続サービス (ホットスポット) を提供する実験も行われている。今後、前述の有線の広帯域インフラをバックボーンとして、無線での接続性がサービスとして提供される地域が広がることが考えられる。

また、PHS や携帯電話を用いたダイヤルアップによる接続が利用されているが、2001 年 8 月から PHS を用いた定額課金の接続サービスが提供されるようになった。帯域などの面で改善すべき点は多いものの、IEEE802.11b による接続方式の普及と併せて、あらゆる場所でユビキタスな無線ネットワーク環境を利用できるようになってきた。

- チャット、インスタントメッセージ (IM) などの普及

インターネットの利用者増加や常時接続ユーザの増加の結果、Web ページ上のチャットシステムや IRC (Internet Relay Chat)、ICQ や MSN Messenger といったコミュニケーションツールを使うユーザが増えつつある。単に趣味を同じくするユーザのオンラインコミュニティ形成だけでなく、オフィスや研究機関での日常的な連絡手段としても使われつつある。

### 1.3 対面同期議論の支援の必要性

このような潮流をふまえ、グループでのコミュニケーションには、いつでも、どこでも、だれでも利用できるコラボレーション環境が必要である。従来のグループ活動支援の研究は、物理的なハードウェアを据え付けた会議室を用意し、専用のデバイスを用いるものが

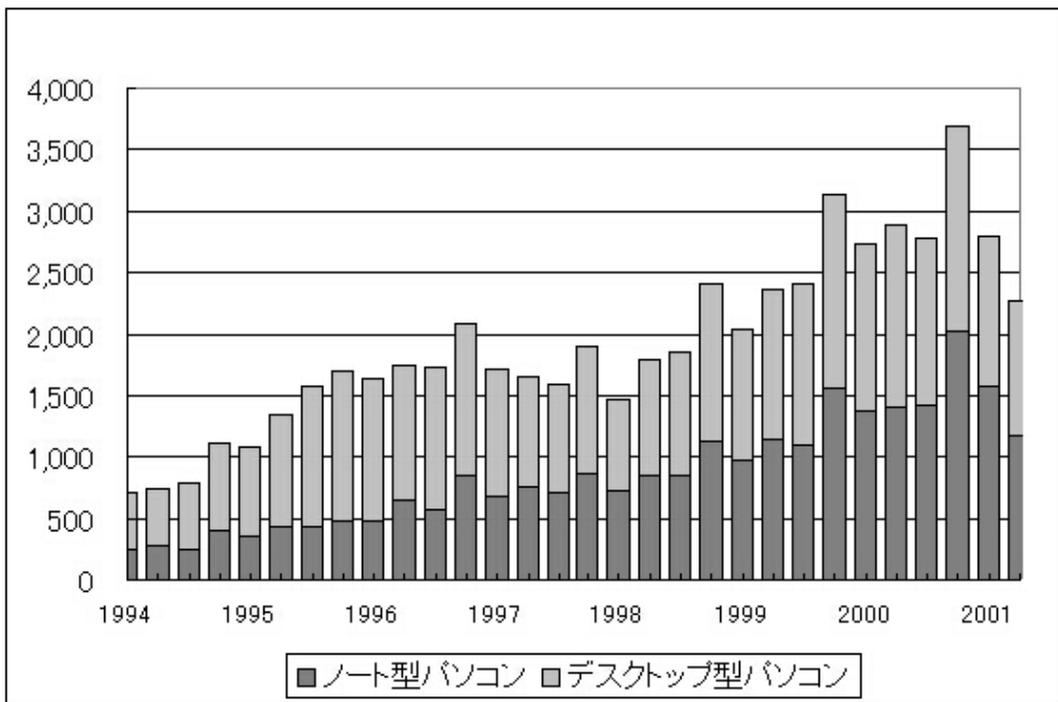


図 1.1: パーソナルコンピュータの国内出荷台数 (単位:千台)[3]

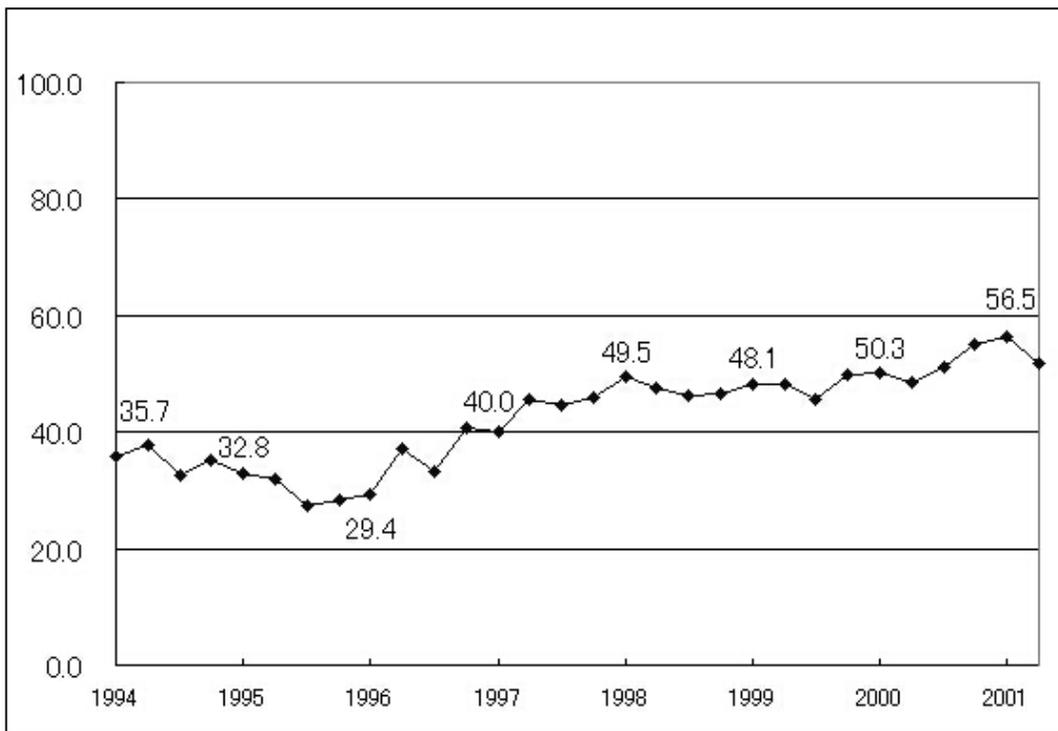


図 1.2: 国内出荷台数に占めるノート型パソコンの割合 (単位:パーセント)[3]

多かった。しかし、ユーザがノート型パソコンを持ち歩き、どこでもネットワークに接続できる状況で、より汎用性の高い対面同期での議論を支援するシステムを検討する必要がある。このような対面同期議論の支援は、ビジネスはもとより、研究や教育といった場面においても必要性がある普遍性の高い課題であると考えられる。

### 1.3.1 議論への参加阻害要因

実際に参加者が物理的に一ヶ所に集まって議論を行う、対面同期でのコミュニケーション環境をデジタル化することによって、現状の会議が持つ問題点を改善できる可能性がある。

ここでの会議の例として、研究グループでの議論を取り上げる。それぞれの参加者は進捗の報告や、内容に関して建設的なコメントをすることにより、個々人の活動を刺激し、チームでの生産性を高めることができる。しかしながら、実際のインタラクションが発生する上では、参加を阻害するいろいろな問題点がある。実会議を分析した研究 [4] では、会議中発言しない参加者の存在とそのパターンについて分析し、参加をサポートする必要性を説いている。

仮に全てのメンバーが情報を持ち寄って交換するという互恵的なミーティングであれば、全員が等しく発言する機会が持てる。しかし、実際には背景となる知識や経験などが異なっているため、それぞれの参加者の内容理解に差が生じたまま会議が進行することが起きる。また、グループの社会的構造や議論の進め方などから、上位の立場にある者に発話者が偏り、下位の立場の者はそれを遮って発言しなければならなくなったりする。

ヒエラルキーのある集団での参加を促す方法の一つとして、コンピュータネットワーク上で匿名性を用いて議論を行うという研究がある [5]。しかしながら、グループレビューのような場面で用いられることが想定されており、日常的な対面の活動で匿名性を用いるのは現実的ではない。

### 1.3.2 記録作成による参加方法の提案

そこで、記録の作成という間接的な方法でのグループへの貢献も「参加」と定義する。従来は黒板やホワイトボードといったツールを議論をまとめるために使っていたが、対面での議論を行う際にノート型コンピュータを用いることができる。これにより、発言以外のタイミングで、全ての参加者が手元から議論の内容を整理することができる。

これにより、グループにとっては議論に対して傍観せず主体的に参加できる方法を参加者に対して示し、グループへの参加に対する敷居を下げることができる。また、集団の構造的に下位の立場にある参加者が、記録の作成を通じて自分の理解の範囲で上位の立場にある人たちの議論に参加できる。

実際の会議を運営する上で役割を固定してしまうと、記録や議事運営といった部分に特化して貢献することが求められるため、自由に発言できない。また一方で、会議は常に動的に変化するという点が指摘されている [4]。同一話者が関連話題に言及して展開する、あるいは別話者が忘れないうちに発言するという展開がみられる。このように会議の進行はあいまいであり、それが内容理解と参加を妨げていると指摘されている。

記録作成による参加方式は、各参加者の役割を固定するのではなく、動的かつ柔軟に役割を交代できることによって参加の機会を広げることができると思う。

### 1.3.3 グループにおける記録作成の効果

個人同士のインタラクションに焦点を当て、個々の参加者が活動に関する記録の作成を通じてグループに貢献し、情報を共有・整理するための要件事項を整理する。

議論の途中で資料の作成や改編をより手軽に行えるという特性を生かすことにより、論点となるべき事項を挙げる、現在の主張を書き上げて論点を明確にする、議論の経過と結論を記録として残すといったプロセスをコンピュータを用いて実現できる。その際、単なる記録作成にとどまらず、その過程において参加者の内容理解や発想、参加者間の意識共有といった効果が期待できる。

ノート型コンピュータを用いて記録を取る方法は、データの編集や共有、再利用性といった点で利便性が高い反面、記録作成者の負荷が高く、参加者として議論に参加しつつ記録を取るのには極めて困難である。更に、記録の質は記録作成者の能力に大きく依存し、必要な情報の欠落などが起きる可能性がある。複数の参加者が一つの記録を同時に編集することにより、負荷を分散して質の高い記録を取ることができる。

実際の議論に用いるために必要な機能の吟味と、本研究が目的とする方式を導入する上での問題点を明確にする。集団での議論の実験を行った上で、グループの対面同期での議論環境において積極的な参加を促すためのソフトウェアとその運用法について検証する。

## 1.4 本論文の構成

第1章では、実際に我々を取り巻くデジタル環境について概観し、対面同期議論の支援が必要とされる背景について述べた。続く第2章で本研究が対象とするグループについて述べた上で、議論への参加や記録といったキーワードの概要を説明し、その手法を選択した理由について整理する。

第3章で、関連するコミュニケーションシステムとの比較と、先行研究に関する分析を行う。第4章では、プロトタイプ的设计と実装を行った。事前に行った被験者を集めての予備実験の概要と結果、ならびにそこから得られた考察と機能的な要件事項についてまとめる。

予備実験の結果をふまえ、第5章では要件事項を設計のどの部分に機能的に盛り込むかを述べ、次いで第6章において、アプリケーションの設計と実装について記述し、議論への参加を促す環境に関する評価と分析を行う。

第7章で、改善点と今後更に議論を重ねていくべき事項、ならびに応用の可能性について整理し、本研究の有用性について考察する。

## 第2章 本研究で対象とするグループ活動

前章で述べた背景をふまえ、グループでの活動を支援する環境について検討する。その上で、特に対象とするグループの特性、本研究における参加の要件ならびに記録に関する性質と特徴について分析を行う。

### 2.1 対象とするグループの活動

本研究では、概ね3名から十数名程度のメンバーで構成される少人数のグループを対象とする。グループの課題、活動のフィールドについては特に指定しない。想定されるグループは、代表的なものとして企業や研究者のプロジェクトチーム、協調学習のためのグループなどが挙げられる。

グループの特性として、集団の構造、ヒエラルキーの有無、前提とする参加者のリテラシー、集団の目的、議論の方法などがあるが、これらのいずれかの特性に特化せず、汎用性の高いアプリケーションを供することによって、それ以外の部分についても検討する。

支援の対象となるグループでの議論の種類として、いくつかのタイプが考えられる(表2.1)。本研究ではこのうちいずれかの種類に特化はしないが、課題の内容と方向性については、本環境の評価の際に考慮する必要がある。

表 2.1: グループでの議論の種類と特徴

議論のタイプ	特徴
問題解決型	解決方法そのものを検討し、必要な解決案を導くタイプの課題。
意思決定型	多数存在する解から一つの解を選択するタイプの課題
ブレインストーミング型	独創的アイデア創出のために考え出された、許容的な雰囲気の中での自由な討論。
多数決型	選択肢の項目に関する相違を明らかにし、決定を行う。
実践型	特に議論の方向付けを行わず、出てきた議論の流れに任せる

尚、数十人程度から構成される中集団より大きい人数でも利用することは可能であるが、全ての参加者が貢献できるという目的を達成する為にはスケーラビリティにおいて限界がある。数名が記録の作成を行い、大多数のその他の参加者は閲覧するのみという使い方であれば機能すると考えられる。一方、参加者が2名であったとしても、本環境を議論の記

録を作成する目的に用いる上では有効である。

しかしながら、上記の2つのケースはいずれも議論への参加を促すという目的から外れるため、特に2名、あるいは数十名以上の参加者での議論に関しては以後考慮しない。

一回の会議において、参加者が内容を理解して参加することにより、単体で質の高い議論とすることが可能である。しかしながら、本ツールが使われる場面として、継続的に活動を行うグループを考慮する。

このようなグループでは、活動の直接的な成果だけではなく、参加者の動機付けと技能向上が重要である。個々人が十分に意欲的に取り組めること、活動内容を理解してフィードバックを得られることにより、情報共有や議論にかかる時間的コストは高くなるが、長期的にはグループ全体の負荷軽減や能率向上に繋がると考えられる。この目標を実現するために、アプリケーションと運用法、リテラシーのトレーニングを包括的に用意する必要がある。

このような環境において用いられるソフトウェアは、意思決定の早さや、キーワードの発想数などといったグループ全体での生産性の向上をもって評価されることが多い。ある目標を遂行するために構成されたグループがプロジェクトを効率的に運営し成果を上げるために、そのような観点で評価されたツールを用いることができる。しかしながら、それらのツールでは、グループと個々の参加者間でどのようなインタラクションがあり、参加者がグループ活動にどのように貢献したか、あるいはどのような経験を得られたかまでは十分に測れない。

活動が長い期間に及ぶグループでは、効率的に活動の成果を上げるだけではなく、参加者の持つ力を十分に引き出して継続的な活動を続けていくことが重要である。そのためには、参加者個人が持っている情報や見解を共有し、グループでの活動を理解しているか確認し、促進していく必要がある。そこで、対象となるグループは本研究により以下の項目を達成できる。

- 個々人が持つ知識を十分に引き出すこと

全ての参加者が持っている情報を忌憚なく共有できるよう、情報開示のための障壁を取り除く。手元のノート型パソコンだけで動作し、特殊なデバイスを用いたり、特定のプラットフォームに依存したりしない。

- 積極的に参加・貢献できること

個々人の活動の様子を容易に認識して、グループ内でのインタラクションへ積極的に関わることができる環境を用意し、参加を促す。同時に、インタラクションの様子を記録し、参加者のコミットメントや貢献を追跡したり、正当に評価したりできるようにする。

- 活動内容を理解し十分なフィードバックが得られること

直接的な活動の成果物だけではなく、個々人の新たな発見や知識習得といった成果が得られるよう、グループ活動からの参加者へのフィードバック機構を用意する。グ

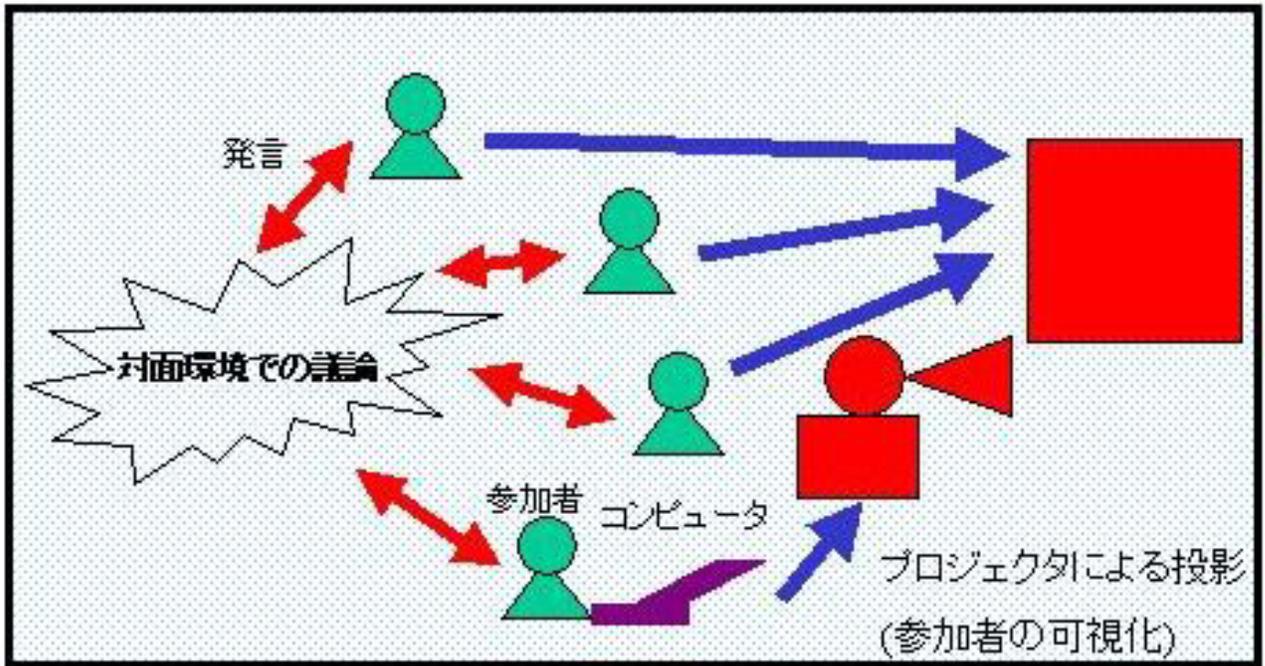


図 2.1: プロジェクタ投影モデル

ループへの情報の提供や議論への参加の過程において内容を理解し、新しい知識を発見したり、技能を習得したりすることによって、以後の活動の効率化をはかる。

## 2.2 議論への参加の定義

本研究における「参加」は、必ずしも議論での積極的な発言である必要はない。あるグループにおいて、比較的経験の浅い参加者は議論の内容が込み入ってくると発言の機会が減ってくる。そのような状況で内容的に貢献できる発言を望むというのは難しい。そこで、本研究では内容の理解、記録作成や編集による貢献も参加に含める。発言内容が全員にいつでも見え、編集できることにより、グループ全体としての作業の生産性向上が期待できる [6]。

従来の記録は会議の初めに担当者を決め、会議中に作成したものを後で回覧するというモデルであった。直接会議中にどのような記録を作成しているかは見えず、後から回覧する際に初めて内容が明らかになる。この問題を解決するためには、記録担当者の画面をプロジェクタで投影することによって、その場で本人が作成した記録を見ることができる。同時に、その記録に対する訂正や補足を口頭で行うことによって、より精度の高い記録を作成することができる (図 2.1)。

更に、本手法では各参加者の手元にコンピュータがあって記録の編集ができるため、ブ

ロジクが不要であるだけでなく、最終的な編集に一人ではなく全員が参加することができる。

しかしながら、全員が参加できることによって、メンバー全員の利益となるためには、ログをどう協調して書くか検討する必要がある。誰が記録作成になるか競争が起きたり、逆に参加者に記録作成への意欲がなければ、記録担当者の押し付け合いになり、かえってグループにとってマイナスの効果になる可能性がある。従来の会議の発言権の交代と同様、操作権の交代などの、新たな社会的プロトコルの確立が必要である [6]。

## 2.3 記録の性質と特徴

グループでのコミュニケーション環境を構築するにあたり、本研究ではグループ活動の記録を作成するという行為に着目する。思考の内容を文字で記録に書き落とすことによって情報が吟味され、内容の理解や参加者の意識共有、活動に関する発想に役立てることができる。

活動の記録とは、参考資料として収集した情報、新たに考えて書き記した情報、ミーティングにおける議論を記録した議事録文書などの文字情報をさす。日常的な活動の記録としてこれらの文書が作成され、電子メールなどで共有されることが多い。本研究では、記録として利用するメディアを文字情報のみとする。

記録文書の作成方式には、大きく分けて以下の二つのタイプが考えられる。

- 速記型、ライブ型

ただ発話の内容を忠実に文字化し、状況を再現する方針で取られるもの。どのような話の流れで結論に至ったか、会議の様子を把握することができる。しかし、記録として膨大になり理解に負荷がかかる。また、記録作成者も発話に絶えず注意する必要があるため負荷が大きい。

- 議事録型、サマリー型

会議での決定事項、大まかな議論の流れや論点のみを簡潔に記す。決定事項が簡潔にわかり、参照の際の負荷は低い。だが、却下された意見やインフォーマルコミュニケーション、関連付帯事項が記録として落ちる可能性がある。

記録を作成する場合と利用する場合、その内容が期待したものと一致するとは限らない。記録のセマンティクスや使い方のイメージといった記録のルールセットを、あらかじめ参加者で設定して共有する必要がある。

また、記録を作成する目的とその使い方は、作成中とそれ以降で異なる。

- 会議中に参照する場合

参加者の内容の理解と、議論の場の活性化をはかる。会議中に話し合われた事項について、意思疎通に関する齟齬がないか確認し、あればその場で確認する。

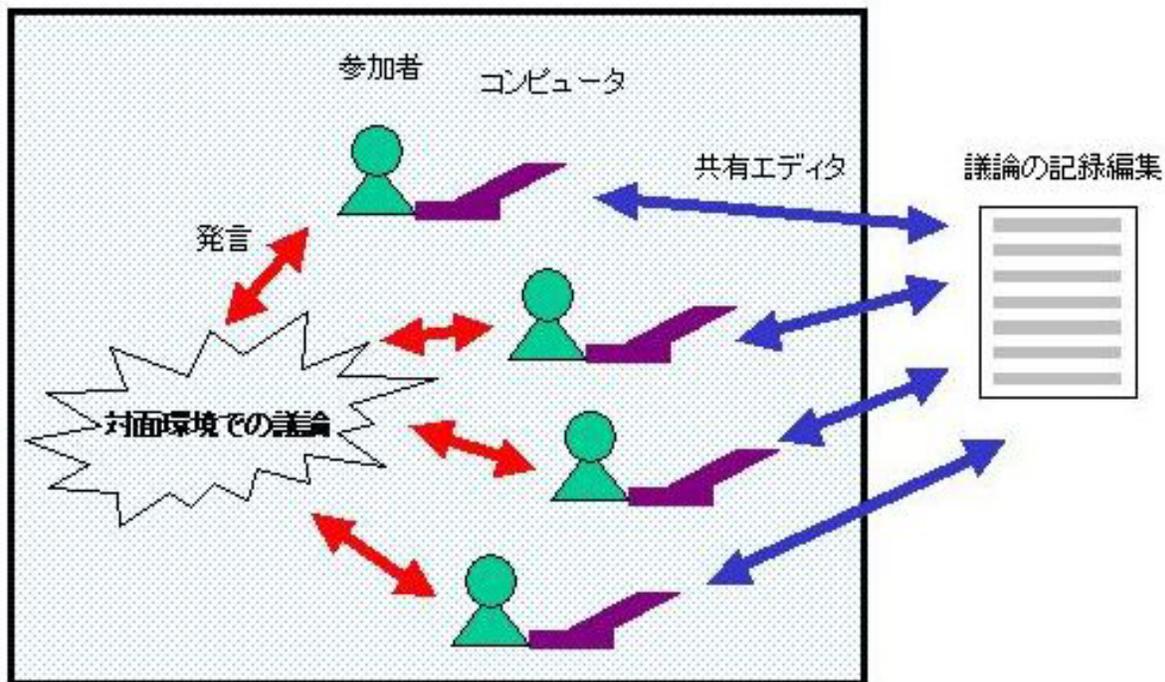


図 2.2: ツール利用モデル

- 会議以降に参照する場合

後で議論の概要を参照するのに用いる。そのため、会議中に比べてまとまっていることが期待される。議論の内容を積み重ねて、振り返りと次のステップへの発想に繋げる。

本研究で提案する方式は、参加者が記録作成と改編を分散して行えるため、全員が活動に参加でき、導入による負荷をかけずに収集した情報の整理をすることができる。記録の作成や整理が煩雑となると、特定の参加者に対して大きな負荷をかけてしまう。グループの中で、他者の集めた情報の収集、整理や分析を専門とする参加者を置くことにより、他のメンバーはそれぞれの活動分担に専念できる。しかし、マネジメントを専門とする参加者を一名用意すると、かかるコストの問題や活動に参画できないという問題が発生する。

本研究ではグループ活動のさまざまな場面において記録を作成するプロセスを取り上げる。単に記録する、後から参照するというだけではなく、一次情報の取得と作成、情報の共有と選別、議論の構築と参加をネットワークを用いて行い、記録を作成する過程において参加を促す。構成モデルを図 2.2 に示す。

## 第3章 既存の技術との比較

ここでは、チャット、Instant Messenger(IM)といった関連するアプリケーションとの構造や機能の比較を説明する。

### 3.1 チャット・Instant Messenger

PCを利用し、ネットワークにおける同期的なコミュニケーションを行うツールとして代表的かつもっとも普及しているものは、IRCとインスタントメッセンジャーである。双方とも複数ユーザによるテキストベースのチャットの同時利用、ファイルの送受信などを手軽に行えるツールであり、入手しやすさと操作の容易さからインターネット上で広く普及している。IRCの画面例を図3.1に示す。これらのツールは遠隔でのコミュニケーションツールとして設計されているが、対面の議論の際に記録作成のツールとして使うことも可能である。

両者の基本的な機能は以上に述べたとおりであるが、IRCはもともとインターネット上のコミュニティで開発され、利用されてきたためにプロトコルがRFCとして標準化されており、UNIX系OS/Windows/Macintoshなど幅広いOS上で利用できる多種多様なクライアントが出回っている。それに対し、インスタントメッセンジャーはMicrosoftとAOLがそれぞれ独自に開発し、Windows版とMacintosh版のクライアントしか配布されていないという相違点がある。

これらのツールは文字によるチャットを前提として作られているため操作が容易であり、レスポンスも迅速なものとなっている。そのため、議論の経過をありのままの形で保存することができる。

その反面、発言の容易さから議論が発散しやすいという性質を持つ。また、ログは時系列順に機械的に記録されるため、重要な発言とそうでないものが区別されておらず、重要な発言が全体の中に埋もれてしまう可能性も高い。さらに、ログは対話を生のまま保存してあるためそのままでは再利用しにくく、有効に再利用するためには議論の後に発言の重要性や話題、文脈などに配慮して記録を再編集しないといけないというデメリットがある。

### 3.2 Dynacs 会議システム

対面同期の議論を支援する会議システムとして、富士通研究所のDynacsがある[7][8]。Dynacsは会議資料を電子的に共有することを目的としており、電子白板と参加者が手元で操作するための端末(パーソナルコンピュータ)から構成される。参加者は電子白板に手

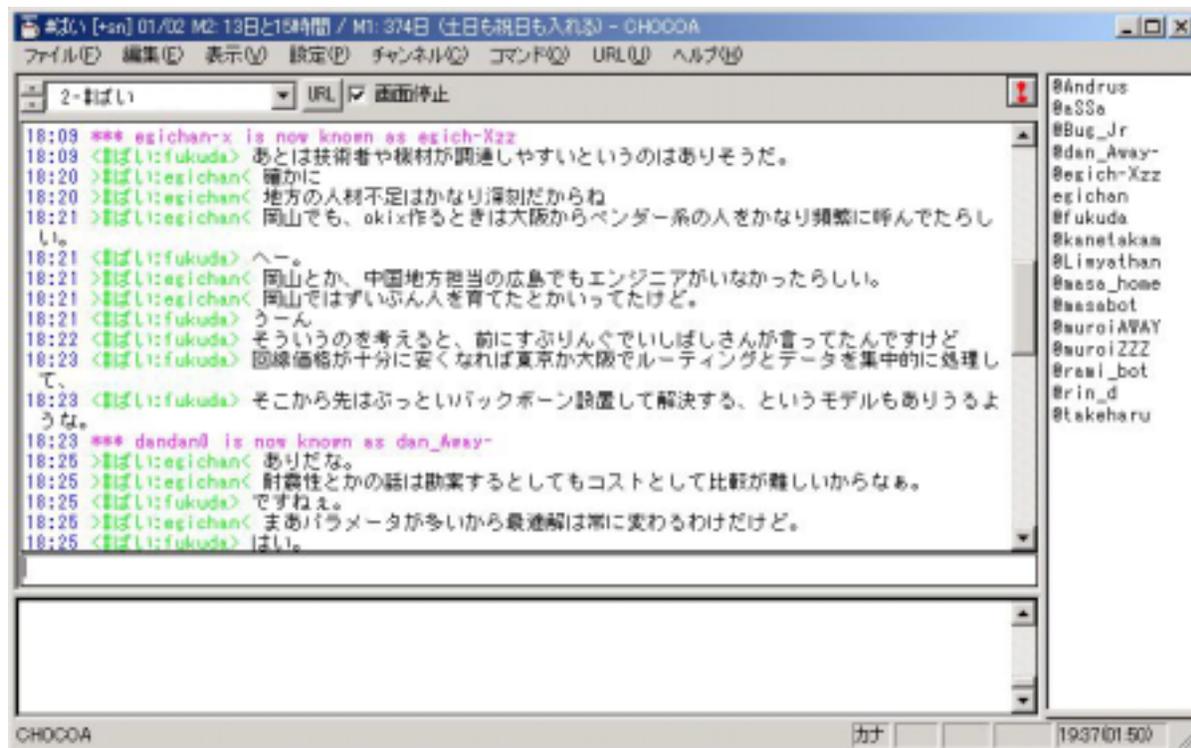


図 3.1: IRC の画面例

元の端末から資料を送信したり、手元 PC のマウスやキーボードを使って電子白板を操作したりすることによって会議を進める。参加者が日常的に利用しているノート型パソコンを持参し、コラボレーション環境に組み込んで会議室での各種サービスを受けられることを実現している。特に、全ての出席者がポインティングできる機能や、資料配布、アプリケーションの共有やチャットなどの機能が実装されている。

Dynacs の研究においていくつか注目すべき知見が紹介されている。まず、会議資料を電子的に配布して共有し、議論が行われていたが、電子白板に表示している資料を議論しながら結論にあわせて修正するといった行動がみられたということが挙げられる。また、文字を入力する会議では会議時間が長くなる傾向にあるという。更に、資料の再利用が可能であり、出席者の間で思い違いが少なくなるといった指摘をしている。

また、Dynacs の機能を電子白板を用いず、ユーザの PC のみで実現するプロトタイプシステム [9] では、電子白板の画面全体の出力を各 PC に表示している。この際、電子白板に比べてユーザ同士のアイコンタクトがとりやすいが、個人作業スペースと共有作業スペースの切り替えに操作が必要となるという指摘があった。

### 3.3 NetMeeting

NetMeeting[10] は、各ユーザ同士が遠隔でミーティングを行う際に利用するツールであり、機能として、音声による通話やチャット機能の他にホワイトボード機能、アプリケーション共有機能などを持っている。

ホワイトボード機能は、ペイントソフトを複数のユーザで共有する機能であり、複数人のユーザが同時に書き込み図を作成することが可能である。ただし、画像を用いているため文字データに比べて編集して再利用するためには手間がかかる。NetMeeting のホワイトボードに書いたものを OCR で読み取るといった方法も考えられるが、識字率は高くなる反面手間もかかり現実的ではない。

アプリケーション共有機能は、特定のアプリケーションを複数のユーザで共有する機能である。この機能を用いる場合、共有しているアプリケーションを同時に操作することができるのは一人であり、他のユーザが操作するには操作権の取得が必要となる。また、描写に必要な全データを転送して画面を表示しているため、多くのアプリケーションを共有することができる反面、動作が重くなる。

### 3.4 学習におけるプロジェクタ投影法

高等教育においてのみならず、文部科学省ミレニアム・プロジェクト「教育の情報化」で 2005 年度までにコンピュータ 2 台とプロジェクタが各教室に据え付けられる [11] のを見据えて、初等中等教育機関においても活用法が研究されている [12]。林・中川らは、特に学習におけるプロジェクタの利用において「大きく映すことができる」「さまざまなメディアとの接続が可能」「あらゆる場所での投影が可能」の三点が重要であると指摘している。特に Web ページなどを投影したり、プロジェクタと組み合わせて使うことを想定した過般型

スクリーン [13] を導入し、マグネットで黒板に貼り付け、白板用マーカーで記入する方法を実践している。

### 3.5 電子黒板

メディアとしての黒板を電子化する上で、学生とのインタラクションを支援することが不可欠であるという指摘がある [14]。これをもとに、講義型授業を想定して、生徒からのフィードバックを表示する機構を持つ電子化黒板の研究がある [15]。これは単にフィードバックを送るのではなく、それを開示する機能を持っている。また、思考の内容を文字で記録に落とすことによって情報が吟味され、それによる問題の解決をはかることができるという指摘がある [16]。文字情報は、集積した上で検索や加工を行うことが容易であるため、このような作業に向いていると考えられる。

# 第4章 要件定義のためのプロトタイプ的设计・実装と実験

本章では、プロトタイプ的设计と実装を行って実施した予備実験の結果をもとに、対面議論の支援に必要な要件定義を行う。

## 4.1 プロトタイプ的设计と実装

本研究を遂行するにあたり、ユーザが必要とする機能を検証するために、プロトタイプ的设计と実装を行った。

実装は Microsoft Windows 95 以降 + Winsock1.1 で動作するサーバ・クライアント機能を持つ協調エディタとして、Visual C++ 6.0 によって行った。

本プロトタイプのスクリーンショットを図 4.1 に示す。ツールバーやステータスバーなどの画面構成は Windows の標準的なタイプであり、中央に記録をとるためのテキスト編集用のウィンドウがある。各クライアントが接続を確立した後、ここで一つの記録に対して各ユーザが同時に編集を行う。右側には現在会議に参加しているユーザの一覧が表示されており、画面下部には現在のカーソル行番号や文書の総行数、ユーザのステータス変更といったシステムメッセージが表示される。

## 4.2 予備実験の検証項目と実施概要

前節で述べたプロトタイプをもとに、対面同期環境における議論において、協調エディタによる議論への参加が可能か検証を行う。

予備実験の段階では、対面同期の議論にコンピュータを用いるという方法について、利用の障壁となる点、利用によるメリットとデメリット、ならびにそれらをふまえて本プロトタイプに追加して実装すべき機能を調査した。

アプリケーションとしての要求項目に関する聞き取り・検証を行うために、被験者を集めてプロトタイプとして実装した協調エディタを用いて議論する予備実験を行った。

被験者は、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス (SFC) に在籍する学部・大学院修士課程の学生であり、ノート型のコンピュータを所持し、有線または無線による学内 LAN への接続が可能な学生とした。予備実験では 9 名を被験者として行った。実験の概要を表 4.2 に示す。

まず、日常的にコンピュータネットワークを利用しているか、記録の作成法はどうしてい

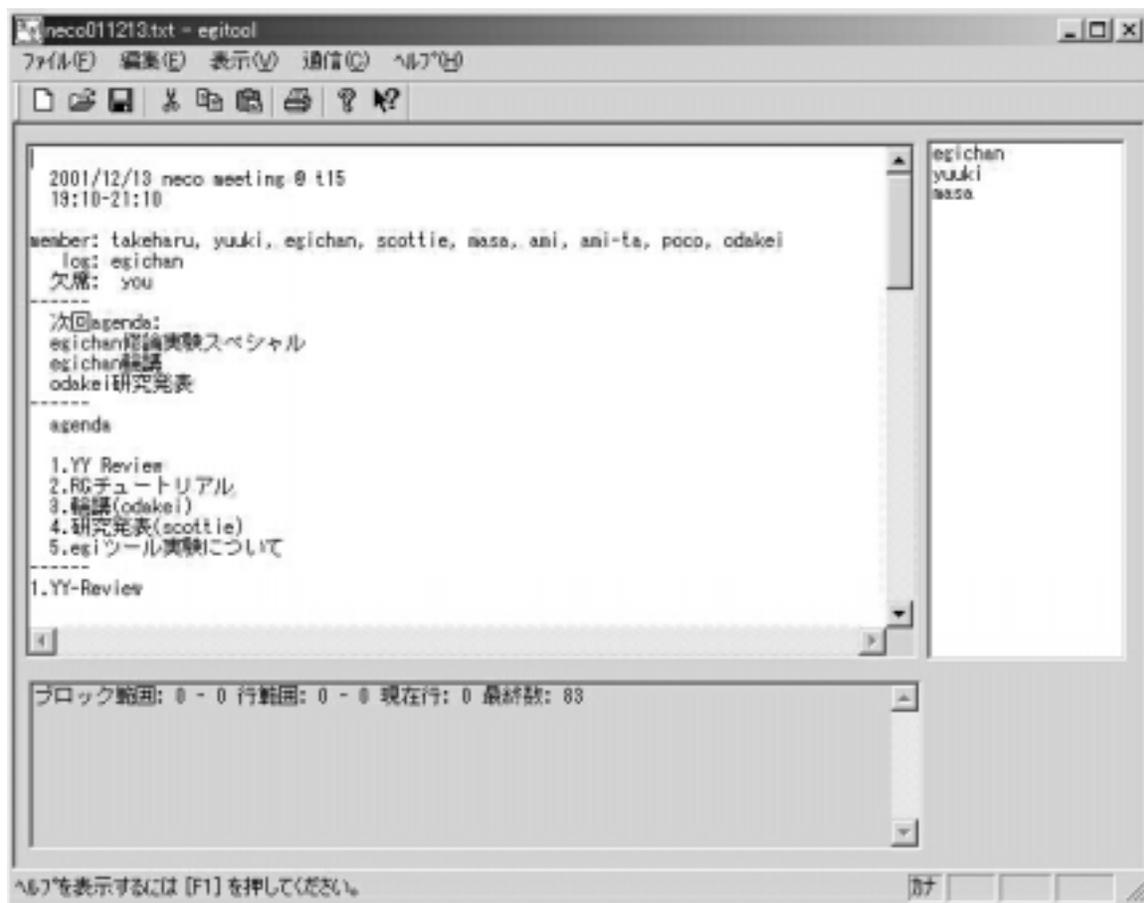


図 4.1: プロトタイプの画面

るかといったメディアリテラシーに関する項目、議論に参加する際の態度やといったパーソナリティに関する項目について質問紙による事前調査を記名・自記式で行った。

その後、実験の主旨と本プロトタイプの利用法に関して説明を行った。説明の内容は表 4.2 の通りである。次に、3 名ずつに分かれてグループ毎に別室へ移動した。各グループにはスタッフが一名つき、アプリケーションのインストールのサポートと、課題の配布ならびに参加観察を行った。グループは、性別や学年、学内での集団所属といった点で偏りが出ないように編成した。

各班には問題解決型とブレインストーミング型の 2 つの課題を提示し、一定時間プロトタイプを使いながら議論を行ってもらった。提示した課題を表 4.2 に示す。第一の課題は、集団で議論しながらキーワードを平易な文章に書き直してもらおうというものである。テーマには、社会的にも関心が高く、被験者が関心を持っているであろう民族問題に関する課題を選んだ。続けて行う第二の課題は、本研究が目標としている対面同期環境でのコンピュータを用いた議論支援について自由に意見を述べてもらおうというものである。特に議論の進め方やアプリケーションの使い方に関しては指示を行わず、各班に一任した。発言に関する条件統制も行わなかった。実験の様子を図 4.2 に示す。

再び集合した教室に戻り、議論における振る舞い、参加度に関する質問、アプリケーションの利用に関する質問を中心とした質問紙による事後調査を記名・自記式で行った。

表 4.1: 予備実験の実施概要

被験者数	9 名 (男 6 名, 女 3 名)
実施日時	2001 年 12 月 20 日
実施時間	課題 1, 課題 2 とともに 15 分

## 4.3 予備実験の結果

12 月 20 日に、被験者 9 名による予備実験を行い、プレアンケート、参加観察ならびにポストアンケートを実施した。以下にその結果を示す。

### 4.3.1 プレアンケート

事前のアンケートでは、日常的なコンピュータネットワークの利用、議論における記録の作成法はどうしているかといったメディアリテラシーに関する項目、議論に参加する際の態度といったパーソナリティに関する項目について質問紙で調査した。今回のプレアンケートではサンプルが少ないため、参考までに加重平均値を取り被験者のおおまかな傾向を把握するに留めた。尚、いくつかの項目については 2 年前に実施された SFC におけるコンピュータネットワーク利用意識調査 (LAMP2) の設問とその結果 [17] を参考にした。

表 4.2: 予備実験時の指示内容

<p>実験主旨</p>	<p>本実験では、対面議論でのノート型コンピュータの利用に関する検証を行うことを目的とします。コンピュータを使った議論はチャット等を用いて遠隔で行われることが多いですが、本研究は対面議論での利用をターゲットにしています。参加者はノートパソコンに向かい、口頭での議論と並行して全員で一つの文書を共有して書くことによって意見を整理し、まとめることができます。プロトタイプの利用と議論を通じて、本環境への率直な感想な意見をお聞かせください。</p>
<p>利用上のアドバイス</p>	<p>対面での議論にコンピュータを使う方法はまだそれほど一般的でないため、最初は操作や議論のどちらかに集中したりと、うまく使い分けることが難しいかもしれません。口頭での議論が中心であり、それを整理・記録するつもりで使ってください。</p> <p>画面は全員同じものが見えますが、聞いたものを書いて返事をするのではなく、話す時は話して、他の誰かが記録を取るようにするとよいでしょう。</p> <p>記録を取る人が重なったり、いかなかったりしないようにうまく調整してください。</p>

表 4.3: 予備実験の課題内容

課題 1	問題解決型	<p>「民族紛争問題」という言葉について、その意味する概略を小学生にわかる程度の平易な言葉で簡潔に説明する文章を作成してください。字数は特に制限しませんが、できるだけ短くなるように検討してみてください。</p>
課題 2	ブレインストーミング型	<p>本ソフトウェアは、このような対面での議論におけるコンピュータネットワークの利用を支援するために設計しました。既に、黒板やノートといった既存のメディアと、ノートパソコンやプロジェクタといった機材を使った、または見た機会があるかと思います。グループワークのような少人数で議論する環境をイメージして、それを円滑に進めるために本ソフトウェアのようなツールがどのように役立てられそうか、導入時のメリットや導入の上での障壁はどのようなものか考えてください。</p>



図 4.2: 実験風景

## デジタルメディアの利用

- 問 1-1. メールを読むことが好きである
- 問 1-2. メールを書くことが好きである
- 問 1-4. Web ページを閲覧することが好きである
- 問 1-5. Web ページを作成することが好きである
- 問 1-6. チャット (Web,IRC など) を利用することが多い
- 問 1-7. メッセンジャー ( ICQ,MSN など ) を利用することが多い
- 問 1-8. 携帯電話でメールを利用することが多い
- 問 1-11. タッチタイピングには自信がある

電子メールの読み書き、Web の閲覧と作成については、LAMP2 調査と同じく発信・作成よりも受信・閲覧の方に積極性が見られた。チャットの利用は多くないものの、Instant Messenger や携帯電話でのメールのやりとりはよくされる傾向にあった。タイピングについてはコンピュータの利用年数にもよるが、自分の能力に関して意識にばらつきがみられた。

## デバイスの利用

- 問 1-9. PDA ( Palm, Pocket PC など ) を利用することが多い
- 問 1-10. 外出時にノートパソコンを持ち歩くことが多い

PDA などの携帯デバイスについては、ほとんどの学生が利用していなかった。ノートパソコンの持ち歩きについては、近年の軽量化もあって持ち歩いている学生もあり、ややばらつきがあった。

## グループでの議論

- 問 1-3. メールを使って議論することが好きである
- 問 2-1. グループでの議論の際、白板等を利用することが好きだ
- 問 2-2. グループでの議論でまとめ役になることが好きだ
- 問 2-3. グループでの議論でログ係を担当することが好きだ
- 問 2-4. グループ活動では積極的に発言することが多い
- 問 2-5. プレゼンテーションの際、ビジュアルも重視する

議論に電子メールなどのデジタルメディアや、白板やログなどのツールを重視することに関してはやや消極的な回答が多かった。LAMP2 調査でも「授業やゼミのディスカッションはオンラインでできる」「直接会わなくてもグループワークがうまくいく」といった設問に対して否定的な回答が多く、グループでの議論はできるだけ対面で行い、メールでの議論を好まない傾向にあった。一方で、プレゼンテーションにおいてはビジュアルを重視し、コンピュータを用いた方法をよくとっている。

## 記録作成

- 問3. あなたが文章を作成する際に主に利用しているソフトウェアは何ですか

学生は概ねワードプロセッサ (Microsoft Word) と、プリインストールされている、あるいはフリーソフトウェアとして配布されているエディタ (メモ帳、ノートパッド、秀丸など) を利用していた。

### 4.3.2 議論の結果とその観察

各グループの議論の結果については付録として 55～58 ページに記録そのものを掲載してある。

各グループに対して参与観察のために実験のスタッフがついた。スタッフは議論の様子をモニタと、被験者の名札の配布ならびに操作法に関するサポート以外では介入しないようにした。

第一の課題には、社会的にも関心が高く、被験者が関心を持っているであろうテーマを選んだが、実験の際観察した限りでは、特に本テーマに関して著しく関心がばらついているという事は見られなかった。第二の課題は、既に第一の課題で本プロトタイプを用いて議論を行っていることから、議論の前提として必要な知識と実体験は十分に供されたと考えた。実際に、それぞれのグループともに議論が滞るということはなく、本研究に関するコメントや実験に関する提言などを得られた。

以下に各グループでの議論の様子を簡単に述べる。

#### A グループ

全般的に発言が途切れることが多く意見が少なかった。課題 1 についての議論の際に、被験者が意見や独り言をプロトタイプ上に記述することによって発言の替わりとしていた。発言と記述の使い分けに苦労していたようで、課題 2 ではあまり利用されなかった。

#### B グループ

課題 1 に取り組む際、一名が議論の進行役となり、もう一名が時々議論に対して突っ込みを入れ、残りの一名が記録係として記録を取っていた。プロジェクトで議論のログを投

影するモデルに近かった。記録係の一名のみが文章をまとめて入力しており、その作業を待つ間残りの二人が雑談をする場面もみられた。

課題2では、ずっと記録係として記録を取っていた一名が記録係を他の被験者に振り始めた。その結果、暗黙のうちに発言した人が自分の発言を後から書くルールとして利用された。使用しているうちに感覚をつかみ、同時に同じ部分にまとまった記述をしようとして混乱しないよう、口頭で操作権を宣言して衝突を制御していた。

## Cグループ

他の班に比べて、部屋のネットワーク構築と設定にやや時間を多く費やした。サーバ役の被験者がずっと議論のチェアとして運営する方法で議論が進行していた。

課題1では、被験者が本プロトタイプの利用に慣れず、最も頻繁に発言していた一名が積極的に入力を行っていた。もう一名は聞き役として相槌を打つのみで、残り一名も時々発言するものの、ほとんど聞いていた。終了直前の最後の3分で、まとめの文章を整理して仕上げた。

課題2では、先の二名が中心となって議論を展開していった。二名で発話と記録を交互に行う方法で進められた。画面を見ながら入力すると同時に相手と話すことがうまくできず、議論の最中に間ができていた。

### 4.3.3 ポストアンケート

実験後のポストアンケートから、おおまかな利用に関する傾向と感想、本実装に向けた課題を分析する。今回も被験者数が少なかったため、定量データに関して検定などは行わなかった。

#### プロトタイプの利用

- 問1-1. 実験ツールは利用しやすかった
- 問1-2. 実験ツールを使うことに違和感があった

Aグループではとっつきにくく、本プロトタイプの利用が難しかったが、逆にBグループでは使いやすかったという傾向がみられた。

#### 議論への発言・参加

- 問1-3. 実験ツールを利用する事で、議論に参加しやすくなった
- 問1-4. 実験ツールを利用する事で、自分の意見が言いやすくなった
- 問1-5. 実験ツールを利用することで、他の人の意見が理解しやすくなった

- 問 1-6. 私は、議論においてよく発言した
- 問 1-7. 私は、議論の内容をよく理解していた

Aグループは、本プロトタイプの利用によって発言が促進されなかった。また、全グループにおいて、議論の内容そのものはそれほど難しくなかったものの、本プロトタイプによって他人の意見を十分に理解するには至らなかったと考えられる。

#### 記録の作成

- 問 1-8. 私は、自分の発言内容をログに入力した
- 問 1-9. 私は、他者の発言をログに入力した
- 問 1-10. 意見を述べながらログを入力するのは難しいと思う
- 問 1-11. 自分の意見をログとして記入することに抵抗を感じる
- 問 1-12. 他者の意見をログとして記入することに抵抗を感じる

4.3.2でも参与観察の結果として述べたように、AグループとCグループは他者の発言を入力しており、Bグループでは発言後に自分の発言を入力するという方式をとったようである。

Aグループは記録作成に対する難しさを指摘している一方、Bグループはさほど困難ではなかったという回答を寄せている。Bグループは発言内容を自ら記録しているので、負荷がさほどかからなかったと考えられる。

Aグループを除いて、記録作成への抵抗はあまり感じられなかったようである。Bグループの被験者は、他者より自分の記録を作成することの方がより自然であったと回答している。

#### 使用への意欲

- 問 1-13. 私は、この実験の趣旨を理解していた
- 問 1-14. 私は、ぜひ今後もこのシステムを使ってみたい

実験の趣旨は概ね理解されていたようであるし、被験者も実験を通じて関心を持ったようである。

#### 定性回答

- Q2. 今回利用したシステムについて、利用した感想をご自由にお書きください
- Q3. 今回の実験について、コメント、ご意見等があればご自由にお書きください

定性設問でコメントを求めた。機能的な指摘としては、以下の項目に挙げた内容が寄せられた。

- 入力メディアに関して、文字だけでない方がいい。
- 会議において補完的ツールとして用いられるだろう。
- 複数人で同じことをしてしまう事には改善の余地がある。
- 他人に書かれることで、自分の意見を理解してもらったように感じた。
- 誰が書いているか、フォントや色を変えて表示できるようにしてほしい。
- 丸でかこんだり、アンダーラインをつけたりしたい。
- 編集を行よりももっと大きくとれると混乱がなくてよいのではないか。

## 4.4 実験から得られた所見

予備実験の結果は 4.3 で述べた通りである。この結果を整理し、以下の項目が要求事項として明らかになった。実装への要求事項として、ソフトウェアを設計する際以下の項目を考慮する必要がある。

### 4.4.1 テキストを主体とする利点

本ツールが複数のユーザが同時にまとまった量の文章を書けるテキストエディタの方式をとったことについて、特に違和感はなかったと思われる。

記録を作成するために絵を描くなどの作業は煩雑で手間がかかる。文字情報は、キーボード入力に慣れれば記入が容易である。また、情報を集積した上で検索や加工を行うことが容易であるため、記録作成のような作業に向いていると考えられる。更に、メールに添付したり Web に貼るなどの再利用が容易である。これは、現実に実際の多くの記録が文書で作成されていることから、テキストを用いるメリットが大きいと考えられる。

本方式は、データ転送量が少なく済むため、参加人数のスケラビリティが高いという利点がある。富士通研究所の Dynacs のように、自分のコンピュータに相手のコンピュータの画面をそのままネットワーク越しに表示し操作することにより、協調作業を実現するソフトウェアもある。しかしながら、参加人数が増えるにつれより広帯域の環境が必要となるため、文字情報を用いる方が少ないデータ転送量でより多くの参加者の知識情報を集約できる。

しかしながら、テキストデータ以外に画像を貼付するなどの使い方をしたいという意見もあった。HTML や XML を利用して記録をとる方法について検討する必要があるだろう。

#### 4.4.2 共有エディタ形式の利点

予備実験で共有エディタを提供し、どのように利用されたかを観察した。話していない人が書く、話した人が後から書くなどの方法が見られたが、一人が書き続けるのではなく概ね協同で書くという試みがなされた。

1つの文章ファイルをリアルタイムに複数人間が編集できることが重要である。一人で書くと、記録者が記録の作成で手一杯になってしまい議論に参加できない。また、記録者の能力次第で情報の欠落が起きたり、恣意的に書かれたりし、結果としてログの質を保つのが困難になるという問題が起きる。複数人が内容を推敲するため、負荷を分散した上で記録内容の精度を向上することができる。

ユーザ同士の操作に関する衝突を回避するためには、操作権を取得したユーザが独占的に作業を行うという方式が一般的である。しかし、他者に対して発言の意思を通知して操作権を取得する方式は、突然話を切り出すような場面と似ており、十分に参加できず入力上の障壁となったという研究報告もある [18]。

また、エディタを用いる本方式は、特定のインターフェイスやデバイスに依存せず、クライアントのパーソナルコンピュータとインターネットへの接続性のみの環境で実現できるという利点がある。対面での会議の支援として、既存の白板をベースにした電子白板などのデバイスが開発されている。それらは書いたものを画像データとして取り込めるといった点では利便性が高いが、特定のハードウェアに依存するため、可搬性に乏しく利用する場所が限られるというデメリットがある。本方式では普段用いているノート型のコンピュータを持参することで、場所を選ばずその場で会議環境を構築することができる。

#### 4.4.3 アウェアネス機能の重要性

参加への障壁として最も大きな問題となるのが、議論に参加している相手がコンピュータ上で何をしているか知ることが難しいという、アウェアネスの欠如である。対面環境にあるので他の参加者が発言中か、思考中か、それとも記録の入力中であるかはある程度認知できる。しかしながら、他のユーザのカーソルといった情報がないこと、議論の場面にノート型コンピュータを持ち込むとディスプレイ越しに会話をするので相手の手元が見えない、視線が目のディスプレイに向かうといったことから、参加者にとってはコンピュータを使わない対面議論よりも、相手の状況を認知することが難しい。また、コンピュータをネットワークにつなぐことで議論の最中に調べものなどが可能であるが、操作に熱中して会議にならない危険が指摘されている [6]。

ロックの情報やカーソル位置の表示が重要であり、色やフォントなどを変えて通知する方法が考えられる。他者のステータスを認識することによって、複数の記入者が競合したり、議論が進行しているにも関わらず記入者がいないといった状況を防ぐことができる。主に伝えるべき情報としては以下のものが挙げられる。

### 相手がどういう状態にあるか

- 何もしていない
- タイピング中
- 別のアプリケーションで調べものをしている

### 相手がどこに注目しているか

- 画面上の何に注目しているか
- 記録の何行目付近に注目しているか
- 記録の何行目に記入しようとしているか
- 記録の何行目を削除しようとしているか

### 相手がどういう動作をしたか

- いつ
- 誰が
- 誰の発言を
- どこに
- どうしたか (記入、編集、削除)
- どういうコンテキストで書いたか
- どういう記号的表現 (コード) で書いたか

### 会議の役割のステータスはどうか

- 今の発話に関する記録を誰が取っているのか
- 今の発話に関する記録を誰も取っていないのか
- 今の発話に関する記録を二人以上取って衝突していないか

#### 4.4.4 認知的負荷

予備実験では、全ての参加者に対して固定的な役割を与えず、発言による直接的参加、記録作成による間接的参加が可能か調査した。しかし、議論の際、他者の意見と自分の意見を同時に「読みながら書く」こと、「書きながら聞く」こと、ならびに「読みながら話す」ことや、自分の意見を「書きながら話す」ことは、他人の意見を「読みながら聞く」ことに比べて、トレーニングを行う機会もなく、日常的に慣れていないため極めて困難であることがわかった。そのため、認知的負荷が高く、間があいたり議論に要する時間がかえって長くなる可能性が示唆された。

例えば、予備実験におけるAグループは課題1において、対面の議論にも関わらず意見を発話ではなくエディタ上に記述する、いわゆるチャット的な利用の仕方をすることによってその負荷を軽減しようとしていた。また、課題2において「慣れればもうちょっと使えるようになる気がする。浸透して、みんなタイピングも早くできるなら、しゃべりながら打つ、しゃべりながら打つっていうのができるようになったら、いいかもしれない」という意見が挙げられた。日常的に反復して利用するトレーニングをし、本方式に慣れる必要があると考えられる。また、Aグループから、音声認識ソフトウェアとの組み合わせの可能性が指摘された。

尚、予備実験におけるBグループのように発言の内容を自分で記録する方式と、その他のグループのように他者の発言に関する記録を取る方式が考えられる。前者の「発言者＝記録者」というモデルでは、発言を完了してから記録に取りかかることによって認知的負荷を下げるができるが、発言を咀嚼して記述する必要がない上に、発言機会が少ない参加者は記録作成を促されることがないため、相互作用が効果的に働かない可能性がある。よって、本研究の目標とする記録作成による参加には後者が適していると考えられる。

#### 4.4.5 会議のセマンティクスとツールの関係

被験者はコンピュータネットワークを日常的に使用していたものの、コンピュータを用いた会議の方法に精通していたわけではなく、効果的な使い方を模索しながらの実験であった。そのため、本ツールのミーティングの中での位置付け、ミーティングの進め方との関連が定まっていなかった。それらの関係性について検証し、参加者が記録編集に参加できる効果を引き出す会議法を検討することも大きな課題である。

課題とツールの使い方、参加者の人数と会議時間、チームの社会的属性と編成などの条件によっては、本ツールをより活用できたと考えられる。例えば、各自が予め用意して持ち寄った資料を加筆していくといった使い方であれば、より効果が現れた可能性がある。

また、前小節でも述べたように最初は本ツールのみで議論を進めようとしたAグループから、「会話用の画面と整理用の二つの画面があるとよい」という指摘があった。対面同期であるため会話をオンラインで行う必要性は低い、少なくとも発話と整理の機能がそれぞれ必要であるという指摘は重要である。ツールだけで全てを進めるわけではなく、会話とそれをまとめる機能の関係があり、それらを使い分ける必要があるということを示唆していると言える(表4.4)。

記録作成のルールについても様々な方式が考えられる。例えば全員に対して意見を求める際、次に発言する者が直前の発言者のログをとるといったルールを定めることができる。発言と記録作成を役割として固定すると、自分の担当部分に専念できるため負荷が少ないが、動的な変更が可能であることによる参加のメリットが現れない。

表 4.4: 対面議論でのコミュニケーション機能

議論での発言	話者が直接の意見を話す 内容の整合性や順序が 守られるとは限らない。
共有エディタ	話者同士のコミュニケーション を支えるメディア。 議論や話題の整理を行う。 議論での発言と併用する。

## 4.5 実験から得られたソフトウェアの要件事項

本章の実験によって、対面議論への参加を促すためのソフトウェアが備えるべき要件事項が明らかになった。大まかに以下の三点であると考えられる。

### 4.5.1 アウェアネスに関する機能

共有エディタ上での他者の挙動を認知するための機能を用意する必要がある。対面であるにも関わらず、他の参加者の振る舞いを認知するのは難しい。これを解決するために、大きく以下の三点に関する機能を盛り込む。

- グループへの参加者に関する状況

参加者がどの部分に入力しようとしているのか、現在入力の意味がないか、入力しようとしているのか、それとも入力中かという情報を他の参加者にも伝えることにより、編集に関する競合や衝突を防ぐ。

- 会議の役割分担に関する状況

実際にどのユーザが参加していて、現在の議論を誰が記録しているかといった参加者間での役割分担に関連する項目を決定し表示する。これにより、議論に必要な作業分担をスムーズに行い、担当者の不在や重複割り当てを防ぐ。

- 文書に関する状況

文章のステータスを示す。行番号や、書かれてどれくらい経過しているか、あるいはどういう情報が誰に書かれて、誰に編集されたかという情報を記録する。

#### 4.5.2 参加を妨げないための機能

各参加者に議論への参加を促すためには、ユーザが記録の編集を行う際に手続きが必要であったり、記入を始めるまでの操作に時間を要したり、編集を拒まれたりするようなデザインは好ましくない。排他的制御を行う単位をできるだけ小さくしたり、操作権を用いず同時に並行して編集できるなど、参加者が手元から自由に記録作成に参加できるような機構を検討する。

#### 4.5.3 記録が見えることによる知識共有のための機能

参加者が記述した記録は、その場で他の参加者が手元のコンピュータで閲覧することができる。これにより、記録を書いた参加者が議論の内容をどれぐらい的確に理解しているかがわかる。同時に、他の参加者は議論の内容を理解するために参照したり、逆に十分に理解されていない事項の記録を加筆修正して補足できる。参加者全員での知識共有をはかるため、このようなインタラクションを促進するための機能を追加する。

# 第5章 要件事項を実現するための機能構成

前章で明らかになった要求事項を、ソフトウェアの機能としてどう盛り込むか検討する。いずれの機能もプロトタイプ時点では検討されていなかった。このため、新たに以下の機能を追加する。

## 5.1 アウェアネスに関する機能

4.5.1 で述べたアウェアネスに関する問題を解決するため、共有エディタ上での他者の挙動を認知するための機能を盛り込む。実際には、ユーザの状況や会議全体の状況、記録の状況に関して以下に挙げる項目の設計を行う。

表 5.1: アウェアネスに関する機能一覧

名称	機能
参加ユーザー一覧の表示	現在参加しているユーザ名の一覧を表示
記録係のトークン	現在の議論の記録責任者を指名するトークン
行書き換え中を示す識別子	反映されていない記録の存在を他のユーザに通知
他ユーザのカーソルの位置を表示	他のユーザのカーソル位置を色別で表示
文字色の変更による編集履歴の表示	各ユーザの書いた情報を色別 (カーソルと同じ色) で表示
他ユーザのモードの識別	他のユーザのモードをカーソルの形状で表示
文章の編集部位の表示	各ユーザのカーソル位置をサマリウインドウで表示
行番号の表示	全ての行について左側に行番号を表示

### 5.1.1 参加ユーザー一覧の表示

画面右側に現在参加しているユーザ名の一覧が表示され、ユーザの参加や退出の際に更新される。ユーザ名の部分に、そのユーザに関する諸々のステータスを表示する。

### 5.1.2 記録系のトークン

予備実験において、誰が今の議論に関する記録を作成しているかがわからず確認する場面が頻繁に見られた。既に作成された記録への加筆や編集、あるいはこれから議論される議題に関する補足を随時並行して行うことは直接の議論の支障とならない。しかし、現在の議論に関する記録担当者がいない場合、編集の対象となる議論の一次的内容そのものが記録されないという問題が起きる。逆に、複数のユーザが記録を作成しようとするとう衝突することが考えられる。

この問題を解決するため、現在の議論の記録責任者を指名するトークンを導入した。トークンを保持しているユーザが積極的に議論に参加したい場合、他の参加者を指名してその役割を振ることができる。指名されたユーザは引き続き記録の作成を行う。このようにして、誰が現在の発話内容に関する記録を作成しているか全員の参加者に示しつつ、議論の間は少なくとも一名が途切れることなく記録を取るモデルを実現する。

### 5.1.3 行書き換え中を示す識別子

対面同期環境での議論のため、参加者のタイピング行為を目視することにより、誰が現在入力を行っているかを知ることができる。しかし、仮にキーボードからの入力を行っていなかったとしても、そのユーザがまだ画面に反映されていない記録を保持している可能性がある。予備実験でも、他者の入力行為は認識できるものの、まだ続きがあるのかどうか参加者の振る舞いと画面上の表示からはわからないという指摘があった。特にカーソルの近いユーザの挙動を認知し、参加者同士での衝突を避けるためには、反映されていない記録の有無を他のユーザに通知する機構が必要であると考えられる。

あるユーザが現在カーソルを置いてロックしている行の内容を変更したか、それとも元の行データのままであるかを、画面上のユーザリスト部に示す。

### 5.1.4 他ユーザのカーソルの位置の表示

複数のユーザのカーソル位置を、色を変えて表示する。これにより、個々の参加者がどの行周辺に記入しようとしているか、あるいはどの行周辺に注目しているかを他の参加者が認識することができる。

### 5.1.5 文字色の変更による編集履歴の表示

記録は時系列順に並べられるのではなく、文脈に応じて並べ替えられたり、加筆や削除などによって修正されたりする。このため、例えばユーザが目を離しているうちに記録の内容が変更されていた場合、元の記録と比べてどこが変更されたかがわからない。

この問題を解決するため、直近に編集された部分は文字色をカーソルと同色にして表示する。これにより、元々あった記録か、それとも直前に書き換えられたかという情報や、ユーザがどこに注目して編集作業を行っているかという情報を他の参加者に伝えることが

できる。

### 5.1.6 他ユーザのモードの識別

他のユーザがエディットモードかブラウズモードであるかをユーザのカーソルの形状で示す。ブラウズモードであれば、カーソルが置かれていてもロックされておらず、編集することが可能である。逆に、エディットモードであれば該当行がロックされている上、その近辺の行を編集する意思があると判断することができる。

### 5.1.7 文書の編集部位の表示

編集中の記録は議論の時間に比例してデータ量が増える。一画面に表示できる行数を超えた場合、画面のスクロールはそれぞれのユーザによって手元で行われる。全員が同じ記録を共有しているが、同じ画面を見ているわけではないので、他のユーザのカーソルが自分の画面外に出ると、記録全体の中でどこに注目しているか見失ってしまう。

このため、行数が増えて縦スクロールの必要が生じた場合、右下に記録全体を俯瞰するサマリウィンドウを表示し、記録全体のうちどの部分にカーソルがあるかを表示する。

### 5.1.8 行番号の表示

記録の内容をもとに議論を行う際、一部分を指すためのテレポインタとしてはカーソルを用いることが考えられる。しかし、複数の行や特定の範囲を指定するためにカーソルを移動させることは、操作に手間がかかる点や無駄なトラフィックが発生するという点から考えても非効率的である。

全員が同じ記録を共有していることを考えると、自分のカーソルが置かれている行番号だけでなく、全ての行について左側に行番号を表示し、口頭で行番号を述べて指摘することによって解決する。

## 5.2 参加を妨げないための機能

各参加者に議論への参加を促すために、それぞれの参加者が手元から自由に記録の編集に参加できる環境を構築する。そのためには、極力ユーザに対する制限事項や、操作に関する待ち時間を与えないようなデザインにする必要がある。以下の点について検討し、参加を極力妨げないような機能を盛り込むことにする。

### 5.2.1 ロックによる行管理機構

先に述べたように、複数人が同時に記録編集を行うことによる参加を目的としているため、できるだけ記入上の障壁となるような排他的制御機能を設けない方が望ましい。操作

表 5.2: 参加を妨げないための機能一覧

名称	機能
ロックによる行管理機能	行単位でロック管理を行う
エディットモードとブラウズモードの切り替え	編集モードと表示のみモードの切り替え

を行う場合にまず操作権を取得し、取得できた参加者一名だけがアプリケーションを独占的に操作するモデルは適さない。

しかしながら、複数人が同じ部分に同時に書き込むことによる衝突を防ぐために、最小限での排他制御を行う必要があるため、行単位でのロックとアンロックを行う。まず、あるユーザがカーソルを移動した際、移動先の行が既に他のユーザによってロックされているか確認する。既に他のユーザが置かれている(ロックされている)場合、その行に対する変更を行うことができない。どのユーザもカーソルを置いてロックしていなければ、ロックを通知して変更を加える。編集を終えてカーソルを他の行に移した際に、ロックを解除し変更後の行の内容に更新する。

### 5.2.2 エディットモードとブラウズモードの切り替え

カーソルを置いた行を自動的にロックすることによって、ユーザは煩雑な操作を行うことなく領域の指定と文章編集を行うことができる。しかし、例えばあるユーザがたまたま記録の閲覧中に特定の行にカーソルを置いたまま発言を続けると、他のユーザが該当行の編集を行うことができない。これを防ぐため、編集を禁止し記録の表示のみを行うブラウズモードと、通常の編集を行うエディットモードを各ユーザが切り替えられるようにした。

ユーザは一時的に席を立つ場合や入力の意味がない場合はブラウズモードに切り替えるものとするが、一定時間以上カーソルが動かなかった場合、手を止めて発言しているとみなし自動的にブラウズモードに移行することとした。これにより、特定のユーザがある行に対して長時間排他的な編集権を持つことを避けることができる。

## 5.3 知識共有のための機能

本ツールは全ユーザに同一のデータを表示するため、取られた記録を参加者が会議中にその場で閲覧し、加筆修正を行うことが容易である。これにより、記録を記述した者が的確に内容を理解して簡潔に記述しているかどうか判断し、理解が異なる場合は相互に訂正することができる。

表 5.3: 知識共有のための機能一覧

名称	機能
画面の表示 履歴の記録と表示機能	WYSIWIS エディタ、全ユーザで1つの記録を共有 全ユーザの編集履歴をファイルに記録

### 5.3.1 画面の表示

本プロトタイプはエディタとしての基本的な機能を備えており、テキストファイルの読み込みや保存、印刷、検索やコピー&ペーストといった基本的な操作を行える。それらの操作はユーザがそれぞれ行うことができるが、複数の参加者での利用中は、一つの記録を共有する。いわゆる WYSIWIS であり、その場で共有した記録をもとに議論したり、訂正したりできる。

### 5.3.2 履歴の記録と表示機能

行情報の変更を逐次記録し、エディタ上での全ユーザの振る舞いとテキストの変更内容を履歴としてファイルに記録する。このデータは各ユーザの動向を分析する際のデータとして用いる。

本研究の記録作成方式では、チャットと違い必要な情報のみが整理されて簡潔な形で残る部分が重要である。しかし、一度記録として記述された内容が別のユーザによって重要でないと判断された場合、別のユーザによって削除されてしまい最終的には記録としては残らない。履歴データに基づいて、誰がいつ何を書いたり消したりしたかという情報を時系列順に「記録の記録」として別のファイルに残す。これを基に、後から記録編集の進行を追跡することが可能である。

これにより、最終的に残った記録に関する文脈を「履歴の再生」によって参照することができる。また、議論に参加できなかった欠席者が、大まかに議論の推移を追うことができる。

## 第6章 ソフトウェアの設計・実装と評価

本章では、前章で整理した機能的な要件を満たすアプリケーションの設計と実装ならびに評価を行う。

対面の議論への参加が促進するためのソフトウェアの設計と実装を行う。ソフトウェアは以下の3つの部分から構成されている。

表 6.1: ソフトウェアの構成

通信部	他のクライアントとの通信を行う
データ管理部	記録のデータを管理する
画面表示出力部	記録やユーザのリストとステータスを表示する
ユーザ入力部	ユーザからの入力を検出する

以下、それぞれの部分毎に設計ならびに実装した内容を示す。

### 6.1 通信に関する部分

他のユーザとの通信を制御する部分であり、接続の確立と切断、実際のデータ転送を行う。

#### 6.1.1 クライアント同士の接続確立

本アプリケーションは、LAN 環境に接続されたクライアント PC で動作する。ファイヤーウォールの内側にあるオフィスの会議室や、外出先でのアドホックなネットワーク環境でも動作するよう、特定の場所にサーバを置かず、クライアント PC のうち一台をサーバとして、残りのクライアントの PC と通信を行う。

各クライアントはユーザ情報としてユーザ名とメールアドレスを設定する。サーバへ接続する前でも、接続中であっても自分のユーザ名はいつでも変更することができる。その場合は自分の UID と新しいユーザ名をサーバに送信し、サーバから全てのクライアントに通知する。これは、IRC などのチャットにおいて、ステータスや状況に応じてユーザ名を変更したり接尾辞をつけるといった行動がみられるため、そのような要求にも対応できるようにしている。

対面での議論を前提としているため、参加者から所有の端末をサーバとする一名を口頭で選出する。サーバを担当するユーザは、本アプリケーションでポート番号を指定して(任意

の番号を指定できるが、初期値では 8229 である)TCP のソケットを作成して待機し、サーバの起動を行う。既に議題一覧や議論の叩き台となるドキュメントがある場合は、そのテキストファイルを開いて待機しておく。その他のユーザは、サーバを担当するユーザの端末にクライアントとして接続する。接続先のサーバ名と TCP のポート番号を指定し、接続を確立する。

接続が成功した場合、まずクライアント側からユーザ名と電子メールのアドレスを送信する (join-request)。ユーザ名は 16 バイト以内の ASCII 文字とし、画面上で参加者を識別するのに用いる。電子メールのアドレスはユーザ名と併せて併せて保持し、身元を調べるためのユーザ情報として用いる。いずれも予めサーバへ接続する前にクライアント側で設定する。

サーバは新しいユーザの参加要求メッセージを受け取ると、まず既に接続している全てのユーザに対して、ドキュメントの全域をサーバによってロックするメッセージを送付する (alldoc-lock)。これは、新しいユーザの参加と、全ドキュメントを送付する間の行の書き換えを防ぐためである。

新しいユーザには、返送としてそのクライアントのユーザ識別番号 (UID) を通知する (UID-notify)。UID はサーバを 0 とし、ソケット毎に最大 255 までの番号を割り振る。新しいユーザの参加要求を受け取ると、現在最も大きい値に 1 加算した UID を発行し、サーバとなっている参加者のユーザ名とメールアドレスと共に、新しいユーザに通知する。

クライアント側は受け取った自分の UID とサーバとなっている参加者 (UID:0) のユーザ名とメールアドレスを格納し、全ユーザの情報をサーバに要求する (alluser-information-request)。

サーバは全ユーザの情報を新しいユーザに送付し (user-information)、新しいユーザはこれを格納する。全ユーザの情報を新しいユーザに送付した後、次に全てのユーザに対して新しいユーザの UID とユーザ情報を通知する (notice-userjoin)。クライアント側では新しいユーザの参加をシステムメッセージとして表示する。

次に、サーバが現在保持しているドキュメントに関する情報 (項目については後述する) を行単位で分割して新しいユーザに送信する (send-alldocument)。新しいユーザはこれを全て受け取って格納した後、テキスト編集用の画面に表示する。

サーバは新しいユーザからドキュメントの転送が完了したというメッセージ (ack) を受け取ると、既に接続している全てのユーザに対して、ドキュメント全域のロックを開放する (alldoc-unlock)。

これで新しいユーザの参加が完了する。接続の確立の手順を図 6.1 に示す。

### 6.1.2 通信の原則

接続確立後の全てのデータは、クライアントからまずサーバの UID を指定してサーバに対して送られる。サーバはデータを受け取ってから検証し、不正やエラーがなければ自分の手元のデータを書き換えて、クライアントから受け取ったデータを全クライアントに送付する。クライアントはサーバから受け取った通知をもとに、クライアント側のデータに反映させる。基本的な通信の構成図を図 6.2 に示す。

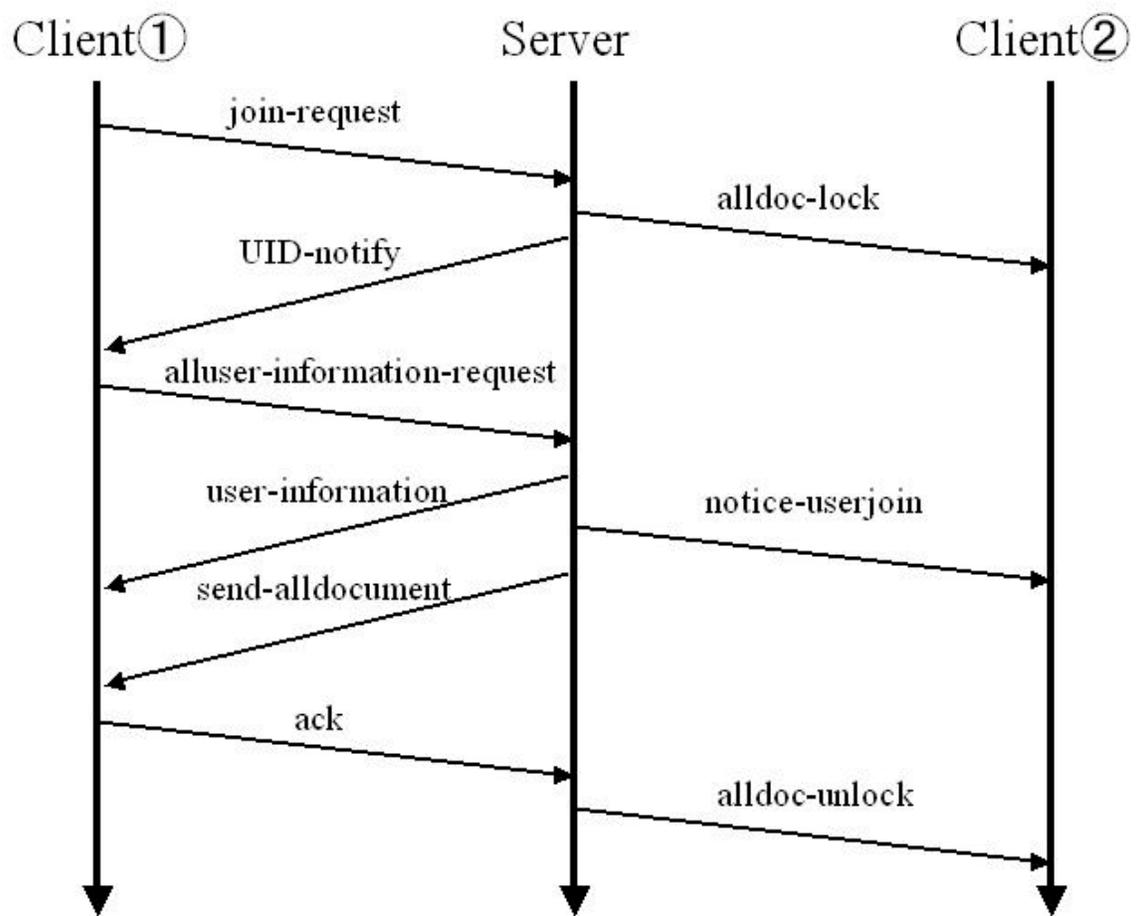


図 6.1: 接続の確立手順

一般的なデータの中身は以下の項目から構成される。

- バージョン番号  
アプリケーションのバージョン番号。メジャーバージョン番号の違うクライアントとは互換性がないとみなし通信しない。
- パケット種別  
記録データ、トークン、カーソル情報といったデータの種別。エラーが発生した場合、エラー番号に書き換えて返送される。
- 送信元 UID  
送信元の UID。パケットを受信したソケットを接続しているユーザと UID が異なる場合はデータを破棄する。
- 宛先 UID  
送信先の UID。自分の UID と異なる場合は、宛先が異なるとみなしデータを破棄する。
- 行為の主体者の UID  
ロックや編集などの動作を行ったユーザの UID が入る。送信元 UID は、返送や転送をされる際に書き換わるので、行為の主体者の UID を別に送付する。
- データ  
実際のデータ。中身はデータの種類ごとに異なるが、例えば一行分の記録データを送信する場合 ( 6.2.2 参照 ) は以下の項目が入る。
  - 行番号
  - テキストデータ本体
  - ロックしているユーザ
  - 最後に編集したユーザ
  - 編集された日時
  - 行の古さ

## 6.2 データ管理に関する部分

各行毎のステータスに関する内部データ、ユーザのカーソルやトークンといったシステムデータの管理を行う。

キーボードから入力されたり、通信部から受け取ったデータを確認し、要件を満たしていれば指定されたデータに格納したり、ロックとアンロックのメッセージを発行して書き換えたりする。

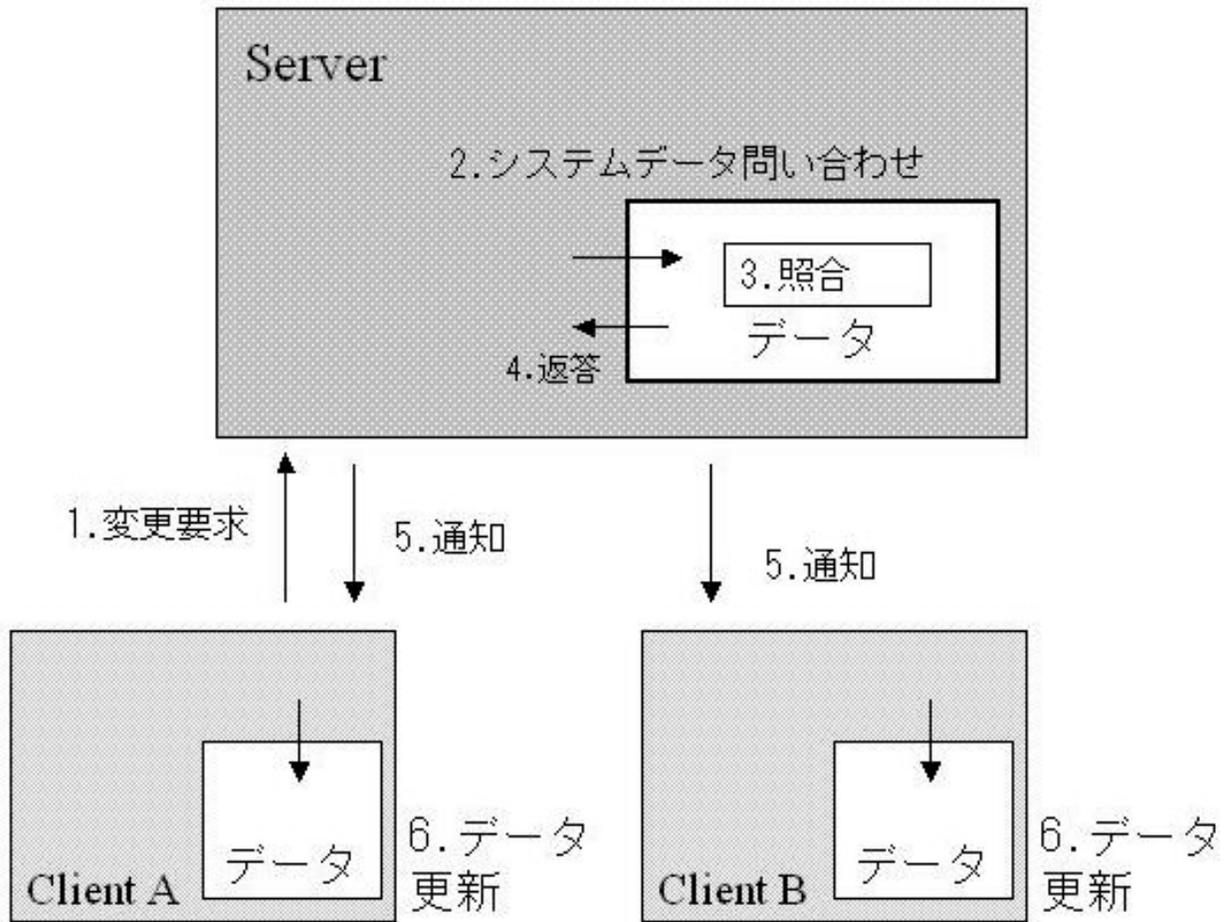


図 6.2: 基本的な通信の構成図

このようにして、内部データを各クライアント同士で、またテキストボックスに表示されたデータと完全に整合性を取る。

また、内部データに変更が加えられた場合は、変更の内容を履歴として出力する。

### 6.2.1 ロックによる行管理機構

複数人が同時に記録編集を行うことによる参加を目的としているため、できるだけ記入上の障壁となるような排他制御機構を設けない方が望ましい。しかしながら、複数人が同じ部分に同時に書き込むことによる衝突を防ぐために、最小限での排他制御を行う必要がある。排他制御の方法としては、範囲を指定してロックを宣言し、ロック解除を宣言した際に変更を反映するという方法や、一文字ずつ入力を管理してロックしないという方法が考えられるが、本研究では、カーソルの移動によって自動的に行単位でロック、アンロックを行うという排他制御方式を採用した。

まず、あるユーザがカーソルを移動した際、移動先の行が既に他のユーザによってロックされているか確認する。既に他のユーザが置かれている(ロックされている)場合、その行に対する改変を行うことができない。誰もカーソルを置いてロックしていなければ、サーバを経由して他のユーザにその行に対するロックを通知する。編集、変更を終えてカーソル行が他の行に移動するイベントが発生した際、内容が変更されていれば変更後の行の内容とアンロックを通知する。

行の削除や統合、新しい行の挿入などは、改行やBSキーなどの入力検知によって対処している。

### 6.2.2 行の内部データの構造

エディタとしての基本的な機能を利用でき、テキストファイルの読み込みや保存、印刷、検索やコピー&ペーストといった基本的な操作を行える。しかし、クライアントとして接続中は、各ユーザのローカルディスクにテキストファイルの保存はできるが、読み込みの動作はできない。サーバとなるユーザが編集するファイルの決定権を持つため、ファイルの読み込みはサーバでのみ可能であり、その際クライアントには読み込まれたファイルの内容が送信される。

前小節で述べた通り、複数人で編集する際の最小単位を行とした。サーバとクライアントはそれぞれ編集中のテキストデータに関して、ウィンドウに表示されているデータと整合性を取った上で以下の情報を行単位で保持している。これらの情報は、ユーザがカーソルを移動した際に更新される。

- 行番号  
テキストの先頭行を0行目として通し番号をつける。
- テキストデータ本体  
実際に入力された行の文字列データ。

- ロックしているユーザ  
この行がロックされている場合、ロックしているユーザの UID が入る。ロックされていない場合は空値である。
- 最後に編集したユーザ  
最後にこの行を編集したユーザの UID が入る。テキストデータを読み込んだ後何も手を加えられていなければ空値である。
- 編集された日時  
最後にこの行が編集された日時が入っている。
- 行の「古さ」  
最後にこの行を編集したユーザが、その後編集した行の数が入っている。編集数を 0 とし、編集後に 1 ずつ増えて、一定値を超えると空値になる。この値は、テキスト行が編集されてからどれくらい経過しているか、最近書き換えられたものかそうでないかを示すために用いる。

### 6.2.3 履歴の記録と表示機能

本研究の記録作成方式では、チャットと違い必要な情報のみが整理されて簡潔な形で残る部分が重要である。しかし、一度記録として記述された内容が別のユーザによって重要でないと判断された場合、別のユーザによって削除されてしまい最終的には記録としては残らない。履歴データに基づいて行情報の変更を逐次記録し、誰がいつ何を書いたり消したりしたかといった、エディタ上での全ユーザの振る舞いとテキストの変更内容を情報を時系列順に「記録の記録」として記録本体とは別のファイルに記録する。

このデータを基に、最終的に残った記録に関する文脈を「履歴を再生」することによって、後から記録編集の進行を追跡することによって確認できるほかに、議論に参加できなかった欠席者が、大まかに議論の推移を追うことができる。また、各ユーザの動向を分析する際のデータとして用いる。

### 6.2.4 システムデータ

各行毎に保持しているデータとは別に、システムとして各ユーザに関する以下のデータを保持している。

- UID とユーザ名、メールアドレス  
そのユーザの UID とユーザ名、メールアドレスのテーブル。メールアドレスは特に使用しないが、ユーザを識別するプロフィールとして表示する。

- 記録係トークンの有無  
そのユーザが記録係のトークンを保持しているかどうかという情報。
- ユーザ識別色  
そのユーザに割り当てられている識別用の色番号。カーソルや編集履歴の表示に用いる。
- カーソルの位置  
そのユーザのカーソルが現在置かれている位置。
- モード  
エディットモードかブラウザモードかという情報。

## 6.3 画面表示に関する部分

記録のドキュメントや、ユーザのリストとステータスなどを表示する。

### 6.3.1 システムメッセージ

画面下部のウィンドウには、カーソル行の位置などのローカル情報、接続に関する状況を始めとする諸々のステータスを表示する。ユーザの新規参加や退出、ユーザ名の変更といったイベントが発生すると、通知を受け取った該当のクライアントのユーザ名とメールアドレスを表示する。また、主にデバッグに用いることを前提としているが、より細かいクライアントの挙動について逐次表示を行うこともできる。

### 6.3.2 接続しているユーザー一覧の表示

サーバに接続した後は、画面右側に現在参加しているユーザ名の一覧が表示される。新規ユーザが参加した場合はユーザ名一覧が更新され、ユーザが接続あるいはエディタそのものを終了したり、回線が切断されたりした場合はその旨をシステムメッセージとして表示し、ユーザリストから削除する。

それぞれのユーザ毎に以下の項目について該当する情報をリスト上に表示する。

#### 記録係トークン

特にシステム上の強制力はないが、トークンを保持しているユーザは画面上のユーザリスト部にその旨が表示され、現在の議論に関する記録を作成する責任を負うものとする。

## 行書き換え中を示す識別子

あるユーザが現在カーソルを置いてロックしている行の内容を変更したか、それとも元の行データのままであるかを、画面上のユーザリスト部にその旨を示す。これにより、現在反映されていない記録の有無を知ることができる。

## 現在どこを編集しているか

編集中の記録は議論の時間に比例してデータ量が増える。一画面に表示できる行数を超えた場合、画面のスクロールはそれぞれのユーザによって手元で行われる。全員が同じ記録を共有しているが、同じ画面を見ているわけではないので、他のユーザのカーソルが自分の画面外に出ると、記録全体の中でどこに注目しているか見失ってしまう。

このため、行数が増えて縦スクロールの必要が生じた場合、右下に記録全体を俯瞰するサマリウィンドウを表示し、記録全体のうちどの部分にカーソルがあるかを表示する。

### 6.3.3 他ユーザのカーソルの位置の表示

他のユーザのカーソル位置情報を通知し、UID 毎に別々に固定的に割り当てた色で表示する。混乱を避けるために、色の変更はできないものとする。しかし、特に定期的に本ツールを用いるグループの場合、UID ではなくユーザ名で色の割り当てを決定したり、最初にユーザに選択させてその色情報を保持するといった実装も考えられる。また、色でなくフォントを変更するという方法もあるが、ユーザが識別する際に色で行う場合よりも認知的負荷が高くなると考えられるため採用しなかった。

他のユーザがモードを識別できるように、エディットモードかブラウズモードであるかによって、ユーザのカーソルの形状を変えて表示する。

## 6.4 ユーザからの入力に関する部分

ユーザからのキーボードによる入力や、ネットワークからのイベントを受け取る。

### 6.4.1 記録係トークン

ユーザを選択肢、記録係のトークンを指名する。最初はサーバとなったユーザがトークンを持ち、現在トークンを保持しているユーザが次の担当を指名するものとする。

### 6.4.2 行書き換え中を示す識別子

キーボードから入力があった段階で変更があること(ダーティである)を検出し、記録として反映されると変更なし(クリーンである)の状態に戻す。

### 6.4.3 文字色の変更による編集履歴の表示

直前に編集された部分は文字色をカーソルと同色にして表示する。これにより、元々あった記録か、それとも直前に書き換えられたかという情報や、ユーザがどこに注目して編集作業を行っているかという情報を他の参加者に伝えることができる。編集された行の数が一定数を超えると、古いものからもとの色に戻して表示する。尚、過去の編集作業に関して何行分まで文字色を変更するかについては、サーバが任意の数に変更できるものとする。

### 6.4.4 行番号の表示

記録の内容をもとに議論を行う際、一部分を指すためのテレポインタとしてはカーソルを用いることが考えられる。しかし、複数の行や特定の範囲を指定するためにカーソルを移動させることは、操作に手間がかかる点や無駄なトラフィックが発生するという点から考えても非効率的である。

全員が同じ記録を共有していることを考えると、自分のカーソルが置かれている行番号だけでなく、全ての行について左側に行番号を表示し、口頭で行番号を述べて指摘することによって解決する。

### 6.4.5 他ユーザのモードの識別

他のユーザがエディットモードかブラウズモードであるかは、ユーザのカーソルの形状で判断する。ブラウズモードであれば、カーソルが置かれていてもロックされておらず、編集することが可能である。逆に、エディットモードであれば該当行がロックされている上、相手がその近辺の行を編集する意思があると判断することができる。

### 6.4.6 エディットモードとブラウズモードの切り替え

カーソルを置いた行を自動的にロックすることによって、ユーザは煩雑な操作を行うことなく領域の指定と文章編集を行うことができる。しかし、特定のユーザがある行にカーソルを置いたままにすると他のユーザが該当行の編集を行うことができない。これを防ぐため、ロック・アンロックと編集を禁止し、記録の表示のみを行うブラウズモードと、通常のロック・アンロックと編集を行うエディットモードを各ユーザが切り替える。

## 6.5 評価

本研究では、グループ活動において個々の参加者が知識を共有し、内容の理解や発想、意識共有の質的向上を実現することを目標とした。そのために前章と本章において、複数のユーザが同時に文書を編集できるソフトウェアを対面同期での議論に導入することにより、参加者が内容に関する記録編集に参加できる環境を構築した。

# 第7章 今後の課題と応用の可能性

本章では、前章での実装と評価の結果をもとに、今後の課題と応用の可能性について検討する。

## 7.1 今後の課題

本研究では、参加者が内容に関する記録編集に参加できる環境を用意することにより、参加者の議論における内容の理解や発想、意識共有の質的向上をはかった。今後更に検討を加えるべき課題は以下の通りである。

### 7.1.1 記録のセマンティクスに関する検討

本研究では、実際に多くの会議で最終的に残る記録がテキストベースであることから、文字情報に限定した記録を取り上げた。しかし、画像の貼付や文字サイズ、文字色の変更といった要求もあるため、これらにどう対応していくかは今後の課題である。ただ、文字色やフォントを可変とする場合、アウェアネス機能を損なわず実現する方法を併せて検討する必要がある。

また、テキストベースの記録の場合、文字以外の付加情報をつけることができない。このため、矢印や箇条書きを用いた書き方をした場合、その記号が持つ接続性に関する意味を文脈から推定する必要がある。

テキストエディタ以上の記録に特化した機能は実装していないため、記録の章立てや構造化などは全て手動で行う必要がある。参加者リストや次回までの課題といった部分を抜き出して記述する作業は別途行わなければならない。また、記録を最後に誰が編集したかという情報は残っているものの、発言そのものが誰によるものかを必要とする場合は発言者を書き足す必要がある。

しかしながら、会議の様式や記録のスタイルは集団によっても異なるため、特定の様式に特化した会議支援システムとすると汎用性に欠ける。今後は一般的な議事録や本ツールで作成された記録のセマンティクスを分析し、記録の様式について更に分析を深めていく。その上で、例えば本ツールを共有XMLエディタとして機能を拡張し、記録のセマンティクスを予め Markup として記述しておくといった方法が考えられる。

## 7.1.2 会議の運営法の分析

会議の進め方とも密接に関連するため、記録ツール単体ではなく議論の運営法と一体となった利用が不可欠である。例えば、他のメディアとの併用のスタイルについても吟味する必要がある。報告と質疑を主体とした会議は、資料としてレジюмеやスライドを持ち込んで行われることが多い。一方、本ツールを導入して行う会議は、前提とする資料が必ずしも必要ではなく、むしろプレーストーミングのようにその場で出た発言の内容を吟味し、議論の記録を作成するという方法に近い。事前の資料がどのように用意され、それが議論の途中でどう使われているかといった点を観察する必要がある。

本ツールをさまざまなタイプの議論で用いることにより、より実状に即した細かい要件事項の洗い出しと吟味を行う。

## 7.2 応用の可能性

本研究は、対面同期での議論に関して 2.1 で述べた環境にあるグループを対象にしている。しかしながら、対面同期以外の条件や、特定の性質を持つ集団に特化した環境構築への応用が可能であると考えられる。考えられる代表的なものとして以下の例が挙げられる。

### 7.2.1 遠隔同期環境での利用

他の遠隔地間コミュニケーション用のアプリケーションとの併用について検討する。インターネット電話 (Voice over IP) やチャット (IRC) といったツールと同時に使うことが考えられる (表 7.1 参照。これは表 4.4 と構造的には同じである)。これらのツールは直接参加者がコミュニケーションを行う一次的なチャンネルとしての機能を持つ。利用モデルを図 7.1 に示す。

表 7.1: コミュニケーションのチャンネル

	プライマリチャンネル	セカンダリチャンネル
性質	話者同士が直接の意思を伝える一次的なチャンネル。内容の整合性よりも即時性が必要。	話者同士のコミュニケーションを支えるメディア。議論や話題の整理を行う。プライマリのチャンネルが別に必ず必要。
実例	映像、音声チャットなど	共有エディタなど

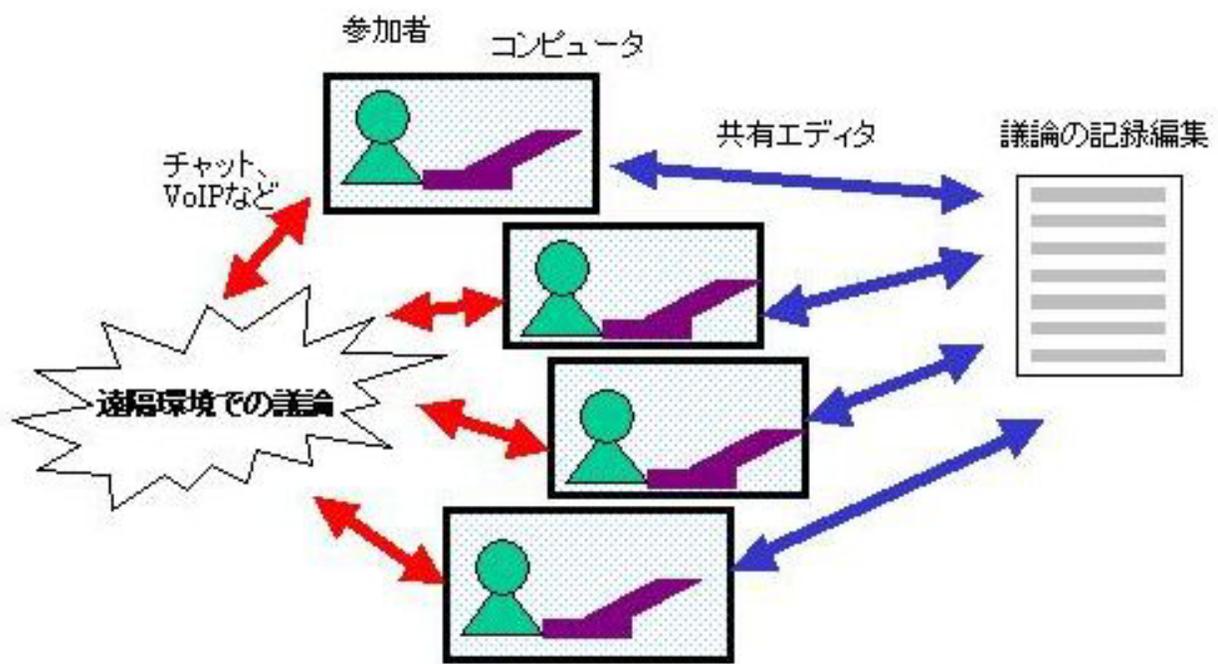


図 7.1: 遠隔環境でのツール利用モデル

## 7.2.2 遠隔非同期環境との関係の検証

遠隔非同期環境からの議論への参加の障壁を低くするため、対面同期の議論と非対面の議論の関係性を考慮する。広帯域ネットワーク網の普及によって時間的、物理的に分散した環境での活動が容易になった。特定の環境に特化したグループ活動支援のソフトウェアが実装されているが、実際のグループ活動は対面同期環境での議論と、遠隔非同期での議論や情報共有を組み合わせられており、それらの接続性について検証の余地がある。例えば、学習場面におけるオンラインとオフラインの接続の必要性が指摘されている [19]。

対面同期環境で集約された記録をうまく遠隔非同期環境でも共有し、情報を追加できるか、また遠隔非同期環境で集約された情報と対面同期環境で取られた記録を透過的に扱えるような方法も視野に入れていく必要があるだろう。

## 7.2.3 障害者の参加

音声読み上げソフトや、音声認識などのソフトウェアと、電子メールやチャットといったネットワークアプリケーションの利用できる環境を組み合わせることによって、視覚や聴覚に障害のある人たちが障害者同士、あるいは健常者とコミュニケーションを円滑にすることが可能である。聴覚障害者が議論を理解するために、チャットを用いて議論の要約筆記システムを実現している例がある [20]。このような場面でもチャットと組み合わせることによって、議論への参加と内容の理解をはかることができると考えられる。

## 7.2.4 学習場面での利用

本研究は学習場面における対面同期での学習に容易に応用できると考えられる。CSCL環境の構築にあたっては、学習者の主体的な参加が重要であるため、本研究のアプローチとの親和性が高いと考えられる。また、ツールの利用記録を取ることをもって、学習におけるポートフォリオの作成にあてることもできる。

集団学習におけるグループでの議論での利用はもとより、講義型の授業におけるノートテイキングや、7.2.1 で述べたような環境にある遠隔教育との組み合わせなどが考えられる。

# 謝辞

本研究に取り組むにあたって、ご指導頂きました慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科モバイル広域ネットワークプロジェクトの村井純教授、楠本博之助教授、中村修助教授ならびに南政樹専任講師に深く感謝いたします。

また、副査として研究のご指導を頂いた政策・メディア研究科評価プロジェクトの井下理教授に深く感謝いたします。

快く副査を引き受けてくださった徳田英幸教授に感謝いたします。

また、SFC研究所の石橋啓一郎訪問研究員、政策・メディア研究科の折田明子助手、看護医療学部の宮川祥子専任講師ならびに政策・メディア研究科の内山映子氏には、研究を進めるにあたり多大なアドバイスを頂きました。併せて感謝の気持ちを伝えたいと思います。

特に社会心理実験と評価において北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科の尾澤重知氏、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科の望月俊男氏に、ソフトウェア開発において政策・メディア研究科OBの小浦大将氏に、英文に関して政策・メディア研究科OBの中前周氏と環境情報学部の中前綾氏に、それぞれアドバイスをいただきました。深く感謝いたします。

活動に関する議論、ならびに執筆の支援を頂き、日夜研究生活をともにしてきた環境情報学部村井研究室「ネットワークコミュニケーションに関する研究グループ (neco)」の皆様、政策・メディア研究科モバイル広域ネットワークプロジェクトの皆様、大学院棟 20 住人の皆様、総合政策学部井下研究室の皆様ならびに政策・メディア研究科評価プロジェクトの皆様に感謝いたします。

「修論の夜」を共に過ごした 2001 年度修了の徳田・村井研究室 rg-96 諸氏に感謝と労いの言葉を送ります。おつー。

最後に、ちょうど一年前の今日、若くして急逝した友人の故・浜田晃充君の霊前に本論文を捧げます。

# 付 録 A 予備実験における調査票

実施したアンケートの調査票を以下に示す。実施概要は第 4 章 ( 16 ページから ) にある通りである。

実験システム評価シート（事前調査）

以下の各項目についておたずねします

全くあてはまらない  
あまりあてはまらない  
どちらともいえない  
あてはまる  
どちらかといえば  
とてもあてはまる

- 1 メールを読むことが好きである ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 2 メールを書くことが好きである ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 3 メールを使って議論することが好きである ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 4 Web ページの閲覧することが好きである ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 5 Web ページを作成することが好きである ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
  
- 6 チャット(Web,IRC など)を利用することが多い ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 7 メッセンジャー (ICQ,MSN など) を利用することが多い ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 8 携帯電話でメールを利用することが多い ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 9 PDA (Palm, Pocket PC など) を利用することが多い ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 10 外出時にノートパソコンを持ち歩くことが多い ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
  
- 11 タッチタイピングには自信がある ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1

グループ、集団での議論（打ち合わせ、ブレインストーミングなど）  
についておたずねします

全くあてはまらない  
あまりあてはまらない  
どちらともいえない  
あてはまる  
どちらかといえば  
とてもあてはまる

- 1 グループでの議論の際、白板等を利用することが好きだ ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 2 グループでの議論でまとめ役になることが好きだ ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 3 グループでの議論でログ係を担当することが好きだ ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 4 グループ活動では積極的に発言することが多い ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1
- 5 プレゼンテーションの際、ビジュアルも重視する ..... 5 --- 4 --- 3 --- 2 --- 1

あなたが文章を作成する際に主に利用しているソフトウェアは何ですか。

あなたのお名前（）  
ご協力ありがとうございました。

.....

.....

1 .....5 ---4--- 3 ---2---1  
 2 .....5 ---4--- 3 ---2---1  
 3 .....5 ---4--- 3 ---2---1  
 4 ..5 ---4--- 3 ---2---1  
 5 .....5 ---4--- 3 ---2---1

6 .....5 ---4--- 3 ---2---1  
 7 .....5 ---4--- 3 ---2---1  
 8 .....5 ---4--- 3 ---2---1  
 9 .....5 ---4--- 3 ---2---1  
 10 .....5 ---4--- 3 ---2---1  
 \$~ .....5 ---4--- 3 ---2---1  
 \$% .....5 ---4--- 3 ---2---1  
 ~  
 \$& .....5 ---4--- 3 ---2---1  
 \$' .....5 ---4--- 3 ---2---1



# 付録B 予備実験での記録

予備実験で各グループに課題に取り組んでもらった結果を示す。文章やレポートの形でまとめるという条件をつけなかったため、ここには最終的に作成された記録をそのまま掲載してある。

## Aグループ

### 課題1

民族 = 外国人？  
なぜ紛争が問題化？  
多くの人が死ぬから

考えていることが違う人々がけんかすることで起こる問題。

### 課題2

しゃべりながら打つのは不可能な気がする  
絵がかけるといいかもしれない  
発言者の名前が残ると良い  
カメラと音声じゃまずいの？  
一人が書記じゃなくて、みんなが編集できるホワイトボード  
インターフェースがよろしくないかも。

声

全員が同じ物を見てるのは、よい。  
過去に話したことをみんなが振り返られる。

障壁

人間は一つのことしかできない。

慣れればOK？

一人がまとめながらログを取り、

それを議論者が全員で参照できるようにして使えば、よいのではないか。

## Bグループ

### 課題1

たとえばー

ロシアの人たちと中国の人たちがけんかをしたとします。  
この人たちは、使っている言葉や生活などが違うので、  
日本人同士のけんかとは違います。  
ぶっちゃけ、僕達の普段の生活のけんかとは違うわけです。  
おもちゃとかを取り合うのとはわけが違います。

使っている言葉やものの考え方が違う人たちの間での争い。  
けんか。

同じ言葉を使い、同じものの考え方の人たちの間で起こるけんかとは違います。  
ex) 日本人同士のけんか。

たとえばロシアの人たちと中国の人たちがけんかをしたとします  
この人たちは、使っている言葉やものの考え方などがちがうので、  
同じ言葉を使って、同じものの考え方をもっている日本人どうしのけんかとはちがいます  
ぼくたちがいつもしている、おもちゃのとりあいのけんかとはちがうのです  
このような、使っている言葉やものの考え方がちがう人たちの間でのけんかを  
みんぞくふんそうもんだいと呼びます

### 課題2

ログを取る人が議論にも参加できる  
つまり、ログ係りが必要なくなる  
離れたところでも議論が交わせる  
作業がみんなのできるので、効率よくまとまるかもしれない。  
誰が書いたかわからない。  
プレストしやすい  
時系列で並んでいないので、修正するときに便利

自分で発言しながら同時に入力できるから効率がよい。  
途中で自由に出入りできる

ネット環境に依存してしまう。

タッチタイピングができないとつまらない  
二人だとやりやすい

4人だと  
もうやりにくい  
わざわざまとめなおす必要がなくなる。 即提出用にできる。

遅れてきた人がいたとき、議論に支障をきたさずにログをチェックできる  
みんなで同じログ画面を常に復習しながら議論をできるので同じ議論を繰り返すことがへって効率がよい。

冷静になりやすい  
熱くなって突っ走りそうなグルワに有効  
Face to face 議論の補完としてはとても有用  
ログ、チャットログとの大きな違いは、議論の流れでもって修正されたところが見えない。  
そうすると後から参加した人は、すでに議論された疑問点をもう一度提示しようとするかもしれない。

## Cグループ

### 課題1

民族 … 文化、宗教、言語、人種、思想

昔からの続く紛争？

宗教 … 信じる神の違い

人種 … 肌の色

言語 … 話す言葉

これらを共有する人たちの集まり

### 課題2

メリット

発言を整理しやすい

会議全体をまとめる必要が省ける  
大切なものがどれかが分かりやすい  
どれが重要な発言がわかりやすい  
そのままメールに貼付など情報を扱いやすい  
参加してなかった人も会議の流れがわかりやすい

#### デメリット

重複が起きることがある

お互いの顔を見なくなる

発言のスピードについていけないか  
賛成・反対など意見の対立がわかりにくい  
口頭の発言ナシに書き込むこと  
役割分担が大変そう  
本当に話し合いに参加しているのか？確かめにくい、不安になる  
パソコンを使っていると他のことをしてしまう

# 参考文献

- [1] 垂水浩幸: "グループウェアとその応用", 共立出版 (2000.9)
- [2] 首相官邸 IT 統計ベンチマーク集:  
<http://www.kantei.go.jp/jp/it/network/0104benchmark.html>(春季),  
<http://www.kantei.go.jp/jp/it/network/0111benchmark.html>(秋季) (2002.1 現在)
- [3] 電子情報技術産業協会: "コンピュータおよび関連装置等出荷統計",  
<http://it.jeita.or.jp/statistics/> (2001.1 現在)
- [4] 黒須正明, 山寺仁, 三村到, 炭野重雄: "実会議の分析(1)-グループウェアによる支援可能性の検討-", 情報処理学会グループウェア研究会報告, 95-GW-11-5, pp.25-30 (1995.4)
- [5] 西村祐貴, 江木啓訓, 折田明子: "グループレビューにおける匿名性の利用に関する研究", 情報処理学会第 40 回グループウェアとネットワークサービス研究会 (2001.5)
- [6] 石川裕: "リアルタイムグループウェアのデザイン", 情報処理, Vol.34, No.8, pp.1017-1027 (1993.8)
- [7] 松倉隆一, 渡辺理, 佐々木和雄, 岡原徹: "オフィスでの移動を考慮した対面コラボレーション環境の検討", 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.7, pp.3075-3084 (1999.7)
- [8] 渡辺理, 松倉隆一, 佐々木和雄, 木島裕二: "対面コラボレーション支援環境における電子的な共同スペースのメリットと望ましい操作 HI について", 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.11, pp.3847-3855 (1999.11)
- [9] 佐々木和雄, 松倉隆一, 渡辺理: "電子白板の不要なリアルタイム打ち合わせ支援システム", 第 57 回情報処理学会全国大会論文集, 4M-06, (1998.)
- [10] Microsoft: "NetMeeting",  
<http://www.microsoft.com/JAPAN/windows/netmeeting/> (2001.1 現在)
- [11] 文部科学省: "ミレニアム・プロジェクト「教育の情報化」の概要",  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/013/gijiroku/001/000601a.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/013/gijiroku/001/000601a.htm)  
(2002.1 現在)
- [12] 林誠, 中川一史: "プロジェクターの教育活用場面に関する一考察", 日本教育工学会第 17 回全国大会, pp.387-388 (2001.11)

- [13] 泉株式会社: "Wright on White", <http://www.izumi-cosmo.co.jp/screen/> (2002.1 現在)
- [14] Greiffenhagen, C.: "Interactive Whiteboards in Mathematics Education: Possibilities and Dangers", WGA(11) The Use of Technology in Mathematics Education, The 9th Internatinoal Congress on Mathematical Education (2000)
- [15] 佐藤弘毅, 柳沢昌義, 赤堀侃司: "授業時において生徒のフィードバックを表示する電子化黒板ソフトウェアの開発と評価", 日本教育工学会第 17 回全国大会, pp.529-530 (2001.11)
- [16] 吉村匠平: "「かくこと」によって何がもたらされるのか? 幾何の問題解決場面を通じた分析-", 教育心理学研究, No.48, Vol.1, pp. 85-93 (2000.3)
- [17] 慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス教材・教授法開発委員会: "第 2 回 SFC-CNS 利用実態調査 (LAMP2) 報告書", 慶應義塾大学湘南藤沢学会 (2000.12)
- [18] 渡辺理, 浅見俊宏, 岡田壮一, 角田潤, 勝山恒男, 安達基光: "電子化会議室ルームウェアにおけるユーザインタフェース", 人工知能学会ヒューマンインタフェースデザイン研究会資料, SIG-HIDSN-9602-03, pp.13-18 (1996.11)
- [19] 尾澤重知, 望月俊男, 江木啓訓, 井下理: "個人の内省を促すグループ学習環境の構築と問題点", 第 17 回日本認知科学学会大会 (2000.7)
- [20] 日本聴覚障害者コンピュータ協会: "日本聴覚障害者コンピュータ協会創立 10 周年記念報告", pp.29-31 (2000.9)