

# 分散計算環境下における即時コミュニケーション機能

## Real-time Communication Facilities for Distributed Computing Environments

凍 田 和 美  
Kazuyoshi Korida

### ABSTRACT

Group work environments have gradually been available because of the maturity of personal computing environments and the wide spread of distributed computing environments. Groupware to support these environments raises a lot of new issues along with their progress. Taking group discussion on computer communication as an example of cooperative work in order to attack these issues, we are trying to support it. Especially, focusing on real-time communication, we have expanded our group communication tools based on the usage of them and our experiences with them so far.

Reviewing our groupware environment and reconsidering its support tools, this paper describes prototype of real-time communication facilities for group programming and its experimental application.

Keywords : Communication, Groupware, CSCW, Distributed Environment

### 1. はじめに

人間社会は、多くのメンバが絶えず他のメンバとコミュニケーションの形で相互作用を行いながら動いている。こうしたコミュニケーションには、対面のコミュニケーションの他にメディアを介した種々のコミュニケーションが存在する。例えば、手紙、新聞といった文字、図形情報を主体としたコミュニケーション、電話、ラジオといった音声情報を主体としたコミュニケーション、また、画像、音声情報を主体としたテレビによるコミュニケーションなどがある。このようなコミュニケーションは、方向性（一方向であるか、双方向であるか）、同時性（情報の伝達が即時であるか、否か）、記録性（情報の記録・再現が容易であるか、否か）、操作性（操作が容易であるか、否か）などによって、それぞれに特徴をもっている。

計算機の世界に於いても、ワープロ、パソコン、DTP（ディスタップパブリッシング）の普及により個人環境が充実し、また、計算機と計算機をイーサネット、光ネットワークなどの高速な伝送回線により接続した分散計算環境が普及したことにより、グループメンバが身近にある計算機を使って分散した環境で情報交換を行いながら1つの仕事を協同して行う作業環境（グループウェア）が注目を浴びるようになった。デスクの近くにある計算機を使って1つの仕事を協同で行う作業過程（分散共同執筆、分散グループプログラミング）には、従来の

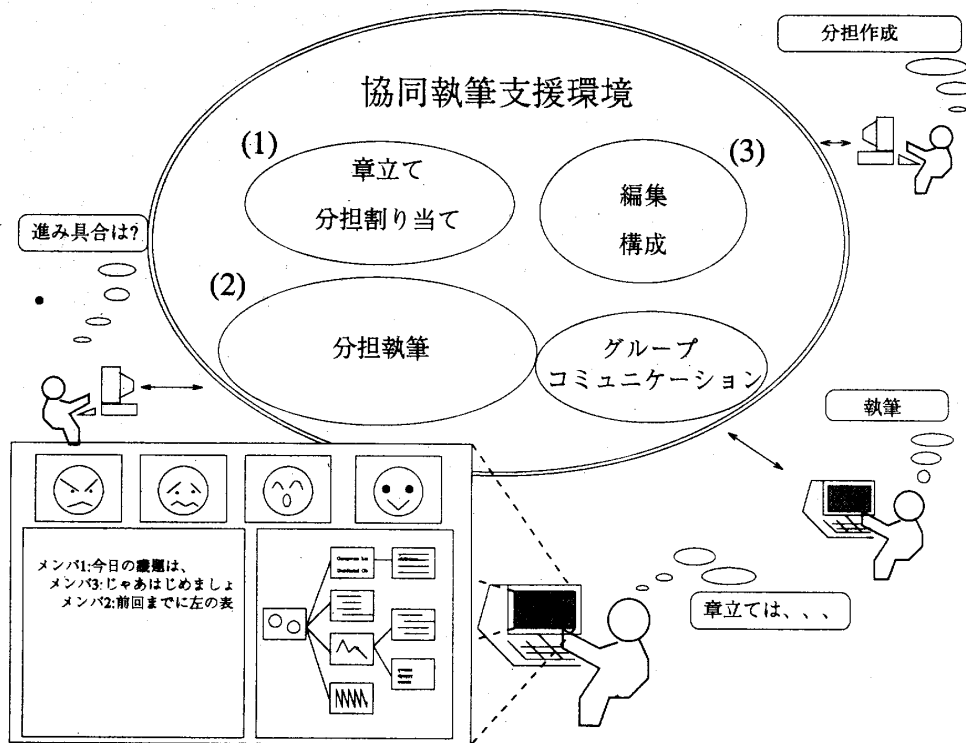


図1 目標とする分散共同執筆作業環境

対面の作業とは違った新しい問題が生じている<sup>[1]</sup>。こうした問題を明らかにするため、分散共同執筆をグループウェアの題材に選び、分散環境下での協同作業支援とその環境の構築を試みている<sup>[2]</sup>。分散環境下における協同作業支援の重要な要因の1つであるコミュニケーション機能、特に、即時コミュニケーションに焦点を置いて、共同執筆の初期行程で行われる目次や分担の打ち合わせ会議、分散個人作業に於ける1対1の情報交換、著書統合段階でのメンバの意見交換などのグループコミュニケーションをその利用形態に応じたツールとして実現している。本稿では、それらの即時コミュニケーションの考案、ツールの設計方針、その利用法および対面コミュニケーションとの比較予備実験についての経験について述べる。

## 2. 目標とする分散共同執筆作業環境

目標とする分散共同執筆作業環境を図1に示す。4～5名程度のグループメンバが、音声情報、イメージ情報を交換しながら、共有画面を通して、協同して1つの著書を作成する。グループメンバは、章立て、分担、分散執筆、全体合成の各作業において、メンバ間でコミュニケーションを行いながら作業を進めていく。図2は、グループメンバの関係をコミュニケーションのやり取りに基づいて表したものである。グループメンバは対等に意見を交換することとし、ただ作業の調整をする一人のリーダを含むメンバ構成を考える。

共同執筆作業は、コミュニケーションの観点から考えると次の3つの過程に分けることができる。

- (1) 全てのメンバは、章の構成、節分割、章の大まかな内容などを、意見を出し合いながら

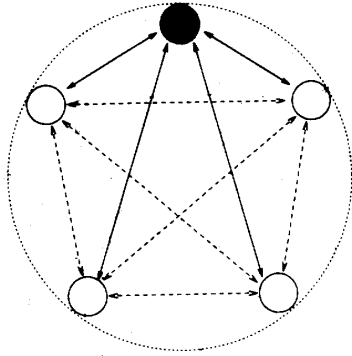


図2 グループメンバーの関係

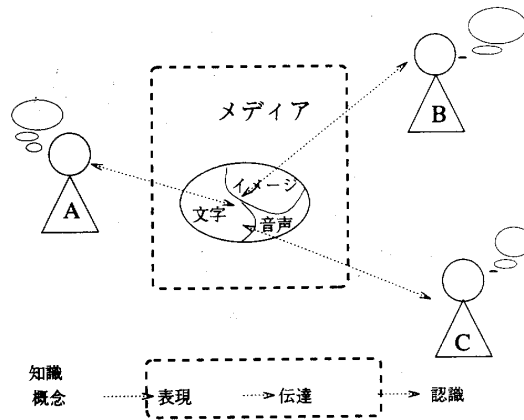


図3 グループコミュニケーションモデル

決めていく（設計段階）。

- (2) メンバはそれぞれ受け持ちの章を分担し、設計段階の話し合いに沿って章を執筆する（分散段階）。このステップに於いても、参考箇所の利用や著書全体の質の向上のため、しばしば、他のメンバと個々に情報を交わす。
- (3) それぞれのメンバによって作られた個々の章を合成し、全体の著書が完成する（統合段階）。この統合のプロセスは、章分割のプロセスをさかのぼることで達成される。この段階では、できあがりの著書をメンバ全員で確認し、各担当部分からみた意見を交わす必要がある。

### 3. 分散計算環境下のグループ作業環境

#### 3.1 グループコミュニケーション

複数人のグループのコミュニケーションを図3に示すコミュニケーションモデルをもとに考えている。送り手Aは、伝えようとする考え（アイデア）を頭の中に描き、それをメディアに表現する。コミュニケーションは、メディアを伝わったその表現が受け手B、Cにより認識され、送り手Aの頭の中の考えとして理解された場合に成立する。メディアとして、人間の感覚を用いた文字、符号、図形、画像、音声などがそれぞれの特性を生かす形で使われる。メディアを伝わったマルチメディア情報は、時間や意味に関してお互いに同期を取りあって、受け手の認識、理解を助ける。

#### 3.2 即時コミュニケーションと非同期コミュニケーション

グループウェアは、時間と空間により分類することができる<sup>[1]</sup>。ここでは、分散した空間で、協同して作業を行う環境に特に注目し、グループ間のコミュニケーションを、即時コミュニケーションと非同期コミュニケーションの2つに分けて考える（図4参照）。即時コミュニケーションは、即時で直接的な情報のやり取りを取り扱う。メディアに情報を表現する場合は、まったくバッファをもたないか、小さなバッファしかもたないので、メディアに表現される個々の情報の粒度は比較的小さい。場に表現されると即座に受け手に伝わるように、送り手と

即時コミュニケーション

非同期コミュニケーション

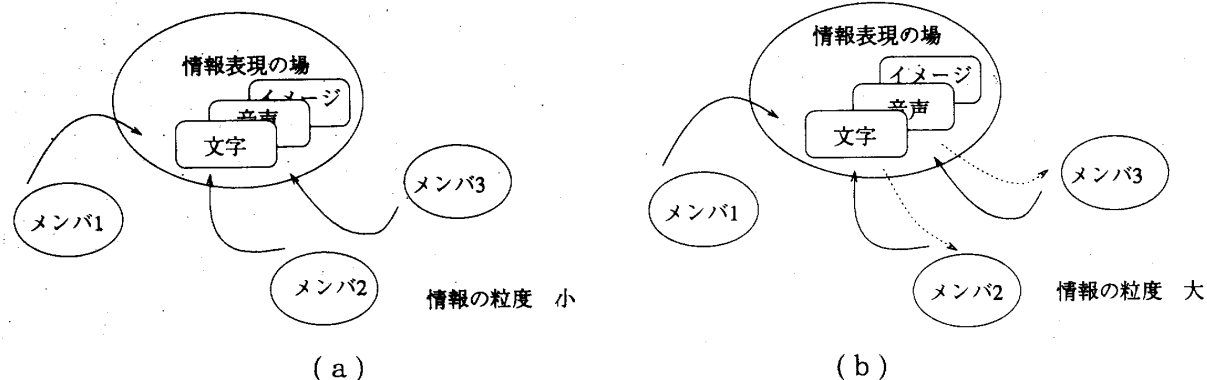


図4 即時コミュニケーション (a) と非同期コミュニケーション (b)

受け手のアクセスチャネルは一連のコミュニケーションの間、確保されている。グループの対話には、情報と情報の間に強い関係があり、寄せ集まった一塊の情報が意味（コンテキスト）をもつ。それに対して、非同期コミュニケーションは、比較的大きなバッファを通して多量の情報の非直接的なやり取りを取り扱う。その情報は、一時的に表現の場に保管され、情報アクセスの権利は受け手に依存する（時間に依存しない）コミュニケーションの特徴をもつ。また、共同執筆において個々のドキュメントの集まりが意味をもつ1つの著書になるように、1つ1つの情報が意味をもちながら、寄せ集まって1つの仕事をなすような情報のかたまりを表現できる。

### 3.3 分散グループ計算環境

コミュニケーションの観点からグループの計算環境を観ると、図5に示すように、3つの計算環境に大別される。

#### (a) パーソナル計算環境

それぞれのメンバが分散し、個人に適した環境で独自に作業を行う環境である。この環境下では、他のメンバにできるだけ邪魔をされずに各自の作業を行うことが望まれる。グループとして、質のよい仕事を達成するには、さらに必要な時必要なメンバや必要な情報源に対して、情報のやり取りをする必要がある。

#### (b) 即時コミュニケーションの計算環境

グループ全体に関係深いことについて、会話形式で情報のやり取りを行い、グループの方針、意志を決めていく環境である。発言と発言の関係づけや全体のなかでの発言の意味などで競合が生じる。背景にあるコンテキストを如何に表現するかが重要なキーを握る。

#### (c) 非同期コミュニケーションの計算環境

パーソナルな環境で作成した個々の非同期情報は、つながりを持ち、グループとしての1まとまりの情報となる。メンバは、必要な時に1まとまりの情報群の中から必要な情報にアクセスする。また、個人環境でつくった情報を他のメンバの利用を容易にするため、適切な場所に配置する。この場合、情報のつながり方やその内容に競合がおこる。

グループコンピューティングにおいては、上記のそれぞれの計算環境がシームレスに（切れ目なく）つながっている必要がある。非同期コミュニケーションの計算環境は、ハイパメディ

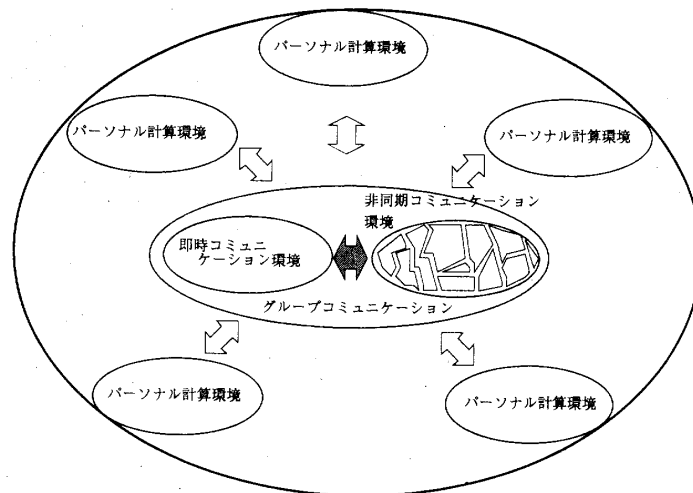


図5 グループ作業を支援する分散計算環境

アの概念<sup>[3]</sup>を取り入れることで、それぞれの情報を階層的に結び付ける形態によりに実現でき、必要な情報はパーソナルな計算環境下から容易に参照できる。

#### 4. グループコミュニケーションの支援

##### 4.1 グループの情報交換

グループメンバの情報交換をその目的によって大別すると、

- (1) 伝達を目的としたコミュニケーション
- (2) 議論や討論を目的としたコミュニケーション
- (3) 議決を目的としたコミュニケーション
- (4) 折衝や調整を目的としたコミュニケーション
- (5) 雑談を目的としたコミュニケーション

などに分類できる。

(1)は、電子メールや電子ニュースといった非同期のコミュニケーションが主体のコミュニケーションになる。(2)の議論を目的としたコミュニケーションは、対話形式の即時コミュニケーションが中心であり、グループ全員で、問題解決のためのアイデアなどを提示する。(3)では、決議のための電子投票などのグループ意志決定ツールが必要となる。(4)は、1対1の即時コミュニケーション、(5)は、1対多の即時コミュニケーションの形態が考えられる。本稿では、(2)、(4)、(5)の即時コミュニケーションの支援を主に述べる。

##### 4.2 即時コミュニケーションツールの設計方針

- (1) 1対1の即時コミュニケーション（折衝、調整）

共同執筆においては、あらかじめ相談し合った章立てに沿って作業を進めていくため、メンバ間のコミュニケーションは、比較的少ないと考えられる。しかしながら、設計段階の個別の折衝、意見の調整や分散、統合段階の個別の情報交換は、グループ作業における競合の解消、重複情報の削減にとって効果が期待できるコミュニケーションである。

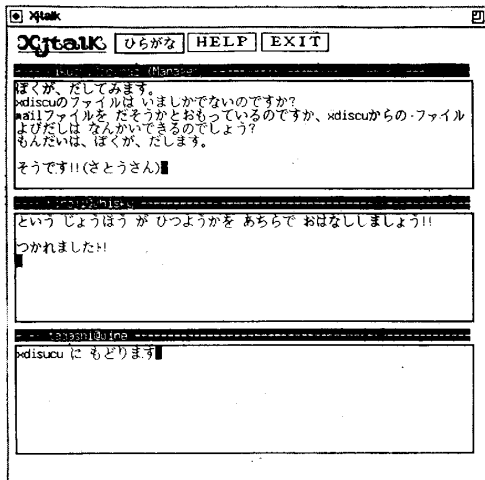


図 6 X j t a l k 利用画面



図 7 X j c h a t 利用画面

(2) 1対多の雑談コミュニケーション (雑談)

グループの作業において、議題を特定せず自由にグループメンバ全員で、意見を出し合う会話が、しばしば有用である。統合された執筆物を全員で評価する場合などに利用できると考えられる。

(3) 多対多のグループ議論コミュニケーション (議論)

複数の発言者の発言間の内容に関係が深い場合のコミュニケーションである。次節で詳しく述べる。

### 4.3 グループ議論

ブレインストーミングは、同じ数の個人が単独で考える場合と比較して、約2倍もの多くのアイデアが生み出されるという期待があるが、実際には、それほど効果が出ることは少ない。その原因としては、他の人の発言を理解するのに労力を要すること、発言と発言の関係を位置づけるのが容易でないなどが考えられる。メンバが一同に会した議論とその後の非同期での単独の熟慮を繰り返すことで、ブレインストーミングの効果を十分に発揮できると考える。

他の情報交換と比較して、議論がもつ重要な要因を次のように選んだ。

- (1) 発言間の強い関係
- (2) 複数の話題
- (3) 保存と整理の必要性

それぞれの要因に以下の機能を準備した。

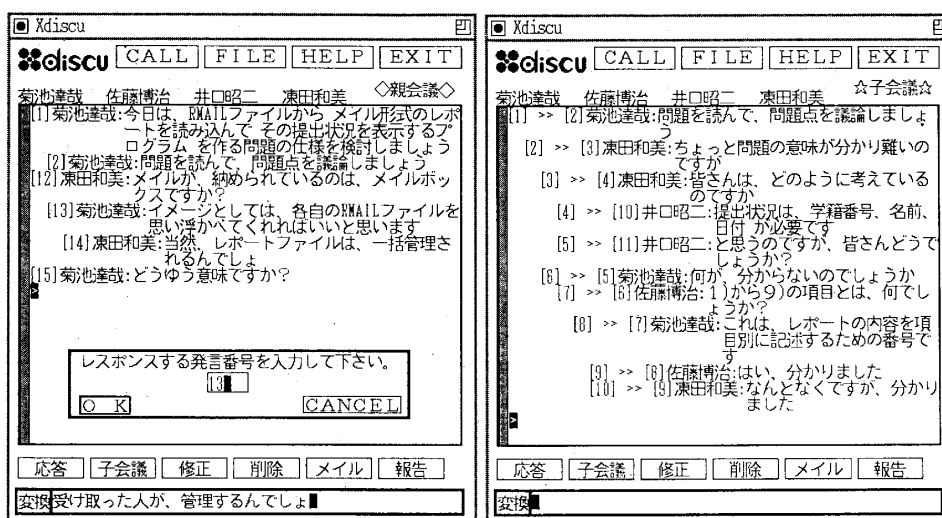
- (1) 注目する発言の次に発言を字下げ表示することで議論の内容の流れに沿う発言の表示法
- (2) 子会議機能による話題ごとのコミュニケーション
- (3) 履歴ファイルと発言の省略、修正、再現機能を利用した議論の整理

## 5. 即時コミュニケーションツールの実現と利用

### 5.1 実現方法

実現のアプローチとして、

## 分散計算環境下における即時コミュニケーション機能



(a)

(b)

図8 Xdiscuss 利用計画

- (1) 人間は何を行い、計算機には何をさせるか。
- (2) どのような情報（メディア）をどのように使うのが分散環境下の作業支援に適するか。
- (3) グループ作業での競合はなにか、そしてそれをどう解決すべきか。

の3つを明らかにするため、競合の解決を人間に強い弱い支援から出発し、実際に利用実験を行い、上の3点を解析することでそれぞれの機能にフィードバックする方法を選んだ。

イーサネットでつながったUnixワークステーションの環境で、C言語とX-windowのXlibを使って、即時コミュニケーションを支援するXjtalk, Xjchat, Xdiscussを実現した。

### 5.2 利用方法

#### (1) Xjtalkの利用方法

Xjtalkは、個人単位の手軽な情報交換を目的としたツールである。利用画面を図6に示す。利用者ごとにウィンドウをもち、相手のウィンドウを見ながら発言を行う。1対1の対話に適し、人数が増えると誰のどの意見に対する発言かの把握が困難になる。

#### (2) Xjchatの利用方法

Xjchatは、複数の利用者が1つの共有ウィンドウの会話を見ながらコミュニケーションを行うもので、会話は発言された時間順に表示される。利用画面を図7に示す。利用者は現在のWS利用者名の中から会話の相手を選び、即時会話を始める。共有ウィンドウには、参加者の会話が表示される。各自の発言は、発言ウィンドウで作成し、改行により文章が転送される。会話に途中から参加する機能、既存のファイルを共有画面に表示し、マウスを使って手書きの印を付ける機能、会話を保存し、不参加者へ見せる機能などをもつ。複数の利用者での手軽な会話や時間順に起きる現象のコメントなどに適すが、会話の内容が複雑になると、どの会話文に対応する発言かがわかりにくくなる。

#### (3) Xdiscussの利用方法

分散した環境下での議論を行なうツールとして、Xdiscussを試作した。Xjchatとのイ

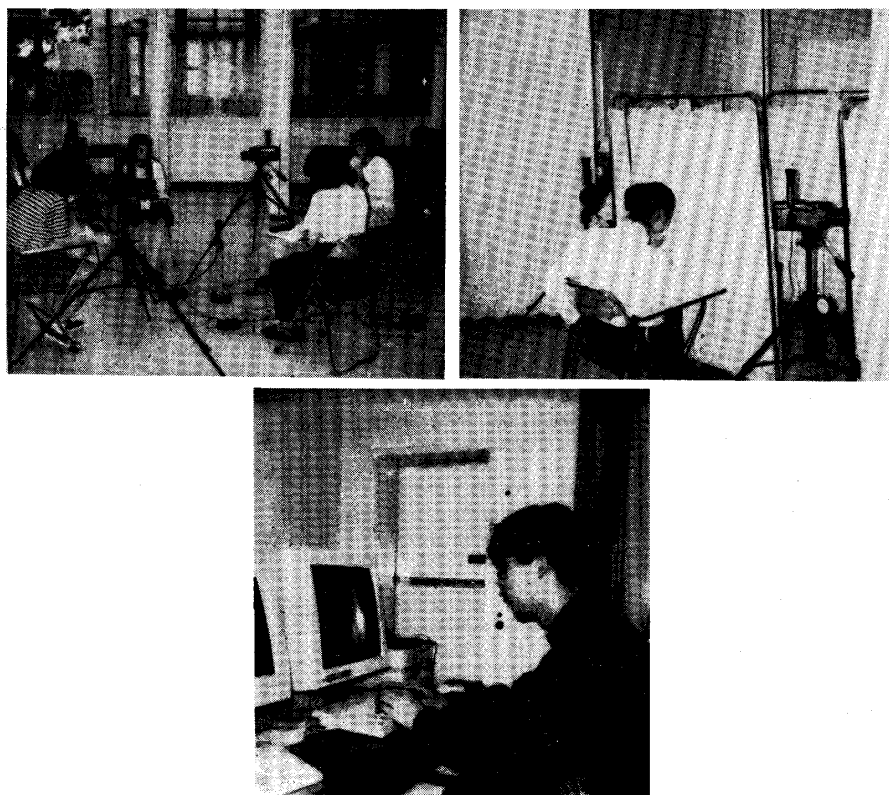


図 9 比較予備実験

インタフェースを統一するため基本的な利用はXjchatni準じた利用や表示画面とした。Xdiscussがもつ議論を支援する機能を以下に利用画面と対応づけて説明する。

(1) 字下げ表示

図 8 (a)は、ある特別の発言に対して返答を行なう会話画面である。ウィンドウで発言を作成後、レスポンスをマウスでクリックすると指示ウィンドウが現れる。対象の発言番号を指定することで、以前の発言に対する返答ができる。画面の共有ウィンドウに示すように、発言はその内容に沿って、時間順に字下げ表示される。

(2) 子会議機能

会議の中で、ある1つの話題について深く議論が続きそうなとき、子会議を開き、その中で議論を続けることで、会議内の話の流れを分かりやすくする機能である。図 8 (b)は、子会議を開いた画面である。親会議で、子会議のアイコンをクリックし、子会議に続けようとする発言番号を指定することで、その発言を最初の発言とする子会議が開く。子会議での利用法は親会議と同じである。

(3) 履歴ファイル

会議が終了すると、(a)会話の発言時間順の保存、(b)発言と発言との関係情報の記録、(c)会議の最終状況の3種類の履歴ファイルが作られる。この履歴ファイルを使って、会議の再現、再開、記録保存が行なわれる。

(4) 発言の省略、修正、再現機能

発言を修正、削除することで、会議のまとめができ、次の会議のための準備資料となる。また、議事録として保存できる。



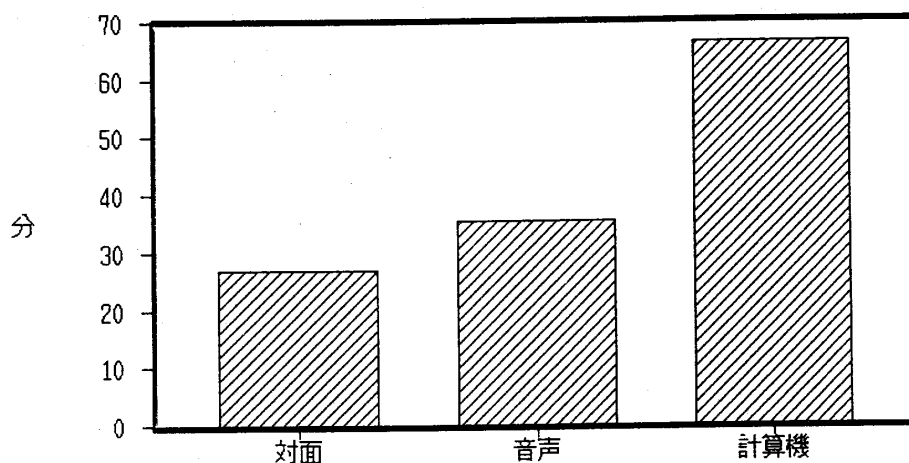


図10 議論に要した時間

## 6. 対面や音声だけによるコミュニケーションの比較予備実験

コミュニケーションの過程を比較することで、分散環境下におけるグループコミュニケーションに必要な機能を検討するため、前述の即時コミュニケーションツールを使って、対面議論との比較予備実験を行った。

### 6.1 コミュニケーション比較予備実験

コミュニケーションが如何に行われるかを観察、解析するために、以下の3環境下で、4人からなる複数のグループに対し、問題解決と集団意志決定の3課題を与え、その集団討議の内容を記録した。

(1) 対面コミュニケーション (図9 写真上左参照)

対面の議論において、言語情報と非言語が如何に使われているかをビデオカメラや録音器を使って記録した。

(2) 音声情報だけによるコミュニケーション (図9 写真上右参照)

同室において仕切板を使って視覚情報を遮断し、音声情報だけにより如何に議論が行われるかビデオカメラや録音器に記録した。

(3) 計算機によるコミュニケーション (図9 写真下参照)

計算機を介して対話的に文字情報をやり取りする即時コミュニケーション支援ツールを使って、分散した環境下で計算機を介した話し合いを行い、議論履歴を取った。

### 6.2 比較予備実験データの分析

観察・分析項目は次の通りである。

- (1) コミュニケーションの方向と情報量を比較する。
- (2) 発話内容をBalesやSearle<sup>(3)</sup>のカテゴリーに分類する。
- (3) 非言語情報と言語情報の関係を観察する。
- (4) 集団意志決定の前に行った個人決定と集団意志決定とを比較することで議論の質を比較

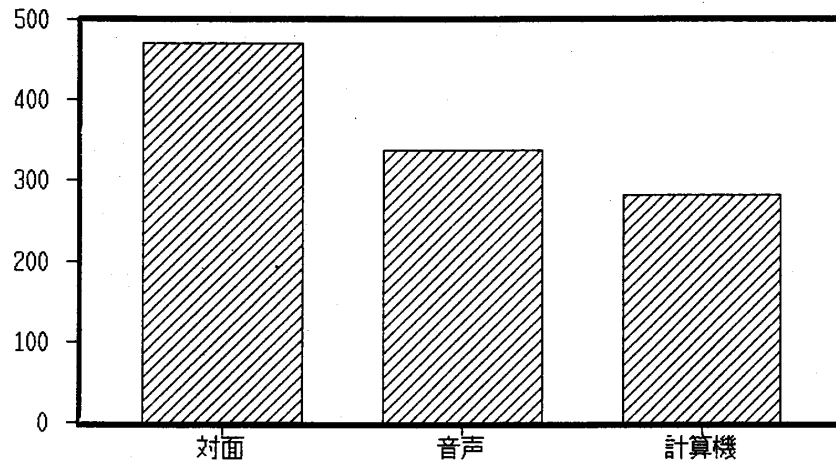


図11 発言数

する。

- (5) 実験後に議論満足度のアンケートを行い、満足度を比較する。

### 6.3 予備結果

本稿作成時はデータ解析の途中であるが、以下のような予備結果を得ている。

- (1) 対面、音声、計算機の順に議論の時間は増加するが、伝達情報は減少する（図10、図11参照）。
- (2) 議論の発言内容を、カテゴリーに基づいて分類した結果、対面、音声、計算機の順に相手の意見に対する同意を示す発言は増加するが、逆に発言の再確認や冗談などの緊張解消の発言は減少する。
- (3) 対面議論に於いては、発言者の視線、ジェスチャ、口調などの非言語情報が、議論の流れや発言の意図を決める重要な要因になっていた。メンバの顔を見ている時間は議論時間の約30%であった。
- (4)、(5) 議論の質、満足度に明確な差は認められなかった。

## 7. 検討と課題

試作した即時コミュニケーションツールを検討する。

### (1) 入力方法

グループ議論ツールでは、無指示時には最新のものを対象の発言とし、特に必要な場合のみ発言番号を直接指示する事で、キーインによる指定の煩わしさの低減を試みた。接続詞やキーワードで発言のつながりを推測する機能<sup>(4)</sup>の検討が必要である。会話を文字のキーインで入力するわずらわしさをなくすには、音声入力方式や文字情報以外のメディアの取り込みによる会話の状況（コンテキスト）の入力が必要である。

### (2) 表現方法

グループ議論ツールの字下げ表現で、議論の流れを読むのは容易ではない、議論を文字

情報だけで表現する方法は、多くの非言語情報が欠けてしまい、利用者は議論を理解しづらい。発言者の視線、ジェスチャ、口調などの非言語情報は、会話の状況を伝えるのに必要な情報と考えられる。現在、音声情報のやり取り、間欠静止画像表示ツールを作成中である。早急に音声、画像情報を計算機コミュニケーションに取り込み、その効果を確認する必要がある。また、これらの機能が社会的、人間的に受け入れられるかを、今後の利用実験により確認していきたい。話し言葉と書き言葉の差異についても今後検討が必要となる。

### (3) 会話モデル

対面の会話と同じように計算機を介して会話するために、実際の会話に対応した会話モデルを作る必要がある。The CoordinatorやIBIS<sup>[5]</sup>に見られるような会話の関係モデルを作成するために、多くの議論データを収集し、解析する必要がある。これらのモデルは、発言の意図の表現や、議論の促進の立場からの支援を考察するのに役立つ<sup>[6]</sup>、<sup>[7]</sup>。

### (4) 議論まとめ機能

計算機を介した議論の履歴情報は、計算機の情報の保存、再利用の利点を大いに発揮できた。しかしながら、計算機を介した議論のたびに会話をまとめる作業は、利用者にとって負担が大きい。議論が閉じているループの切捨てを行なうなどの知的な会話のまとめ機能の検討が必要である。こうした機能により如何に不要な情報を切捨て、必要な情報を残すかが計算機を使ったこうした情報処理システムの今後の課題でもある。

### (5) 対面との比較予備実験

対面、音声、計算機の順に議論時間は増加した。この傾向は、計算機利用の慣れたグループ、不慣れなグループとに大きな差異はなかった。それに反して、伝達情報量は逆に減少している。発話内容の詳細な検討とともに三宅、板倉、吉山との共同研究<sup>[8]</sup>の今後の発展に期待する。

## 8. おわりに

音声情報、イメージ情報の伝達機能を実現し、即時コミュニケーションの文字情報機能と統合することで、分散協同執筆システムを早急に完成したい。現在はまだ、議論における競合の調整、議論の進行などは利用者の人間能力に任されている。今後、議論における会話メカニズムの解明、会話の関係モデルの作成とその表示方法などを確立し、人が分散した環境下で本来の作業に専念できる可能性を追求していきたい。

### 〔謝 辞〕

常日頃、本研究のご指導、ご助言を頂く大分大学知能情報システム工学科の宇津宮孝一教授に深く感謝いたします。また、計算機支援ツールの実現に貢献していただいた大分大学工学部大学院佐藤博治君、阿南理君、菊池達哉君に感謝いたします。さらに、熱心にご意見ご討論頂く観察実験共同研究者の本学コミュニケーション学科、三宅助教授、板倉講師、吉山講師と被験者になっていただいた諸氏に感謝します。

参考文献

- (1) C.A.Ellis, S.J.Gibbs, and G.L. Rein: Groupware Some Issues and Experiences, Comm.ACM,34, 1, pp.39-58, 1991.
- (2) K.Korida, K.Utsumiya, K.Yoshida: An Group Programming Environment Using an Integrated Communication System, Proc.6th JWCC, pp.47-54, 1991.
- (3) J.Conklin: Hypertext: An Introduction and Survey, IEEE Computer, 2, 9, pp.17-41, 1987.
- (4) JAMES ALLEN: Natural Language Understanding, The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1987.
- (5) J.Conklin, J. and Begeman, M.: GIBIS: A hypertext tool for exploratory policy discussion, Proc. 2nd CSCW, ACM, pp.140-152, 1988.
- (6) ESA Auramki, ERKKI Lehtinen, and KALLE Lyytinen: A Speech Act-Based Office Modeling Approach, Trans.ACM on OIS, Vol. 6, No. 2, pp.126-152, 1988.
- (7) Searle, J.R: Speech Acts An Essay in the Philosophy of Language, Cambridge University Press, London, 1985.
- (8) 凍田、板倉、吉山、三宅他：分散計算環境下におけるグループ作業支援のための即時コミュニケーションの考案、第45回電気関係学会九州支部連合大会講演論文集（1992）。