

Title	臨場感通信における遠隔プレゼンテーションの研究
Sub Title	
Author	佐藤, 宏之(Sato, Hiroyuki) 津田, 智紀(Tsuda, Tomonori) 伊賀, 聡一郎(Iga, Soichiro) 安村, 通晃(Yasumura, Michiaki)
Publisher	慶應義塾大学湘南藤沢学会
Publication year	1995-03
Jtitle	リサーチメモ
JaLC DOI	
Abstract	本報告書では、遠隔コミュニケーション・プレゼンテーションを支援するPreViewを試作し、本システムを用いた3つの実験計画について述べている。又、仮想ボードによる実世界のホワイトボードとオプティカルペンによるプレゼンテーションシステムの試作を行い、実際のプレゼンテーションにおける有効性と、本プロトタイプシステムを元にした、協調作業支援システムへの発展について述べている。
Notes	Institute of Environmental Information
Genre	Technical Report
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=0302-0000-0561

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL INFORMATION

ISBN 4-906483-44-5

臨場感通信における遠隔プレゼンテーションの研究

佐藤宏之・津田智紀・伊賀聡一郎・安村通晃

1995年3月24日

KEIO-IEI-RM-95 - 005

慶應義塾大学
湘南藤沢学会

ENDO 5322, FUJISAWA, KANAGAWA 252, JAPAN

執筆者一覧

安村通晃 (慶應義塾大学 環境情報学部)

佐藤宏之 (慶應義塾大学 政策・メディア研究科)

津田智紀 (慶應義塾大学 環境情報学部)

伊賀聡一郎 (慶應義塾大学 政策・メディア研究科)

目次

第1章	はじめに	1
1.1	臨場感通信の課題	1
1.2	人と人とのインターフェイス	2
第2章	遠隔コミュニケーション/プレゼンテーション支援とは	3
2.1	遠隔コミュニケーションを支援するシステム	3
2.2	遠隔プレゼンテーション支援とは	5
2.3	遠隔プレゼンテーションにおける問題点	5
第3章	遠隔プレゼンテーション支援システム—<i>PreView</i>	7
3.1	設計指針	7
3.2	遠隔プレゼンテーション支援システム— <i>PreView</i>	8
3.2.1	動画像認識部	8
3.2.2	カメラ制御部	9
3.2.3	DTPR ツール部	11
第4章	実験計画	13
4.1	遠隔同期プレゼンテーション支援実験— <i>PreView</i> を用いて	13
4.1.1	実験方法	13
4.1.2	評価	15
4.2	遠隔非同期プレゼンテーション支援実験— <i>PreView</i> を用いて	15
4.2.1	実験方法	15
4.2.2	評価	17
4.3	遠隔プレゼンテーション支援実験—CATV と MALL を用いて	17
4.3.1	MALL を用いたマルチメディア Lisp 学習教材	17
4.3.2	実験計画	18
第5章	オプティカルペン入力システムによる仮想ボードの試作とプレゼンテーションシステムへの適用	19
5.1	コンピュータの世界と実世界の相補性	19
5.1.1	日常世界のコンピュータによる拡張	19
5.1.2	「仮想ボード」によるコラボレーションシステム	21

5.1.3	関連研究	22
5.2	「仮想ボード」の試作	25
5.2.1	オプティカルペン (OP)	25
5.2.2	光色解析	26
5.2.3	仮想ボード・プレゼンテーションシステムの試作	27
5.3	CSCW のための新しいシステムへの拡張	30
第 6 章 おわりに		31
謝辞		31
第 7 章 参考文献		32

第 1 章

はじめに

臨場感通信は、「どのようにすれば距離的に離れた場所にいる人間同士が、近くにいないかやりにくい共同作業などを、同じ場所にいるような感覚を持って実行することができるか」という問題を解決するものである。

現在、臨場感通信に関する研究では、臨場感を出すために多量のデータの転送と表示をいかに高速に行なうかが技術的な課題であり、そのために圧縮技術や部分情報からの再現技術などが重点的に研究されている。また、仮想物を実際に存在しているかのように認識させるために、人間の視覚、聴覚、触覚などの感覚器を刺激するためのハードウェアの開発が盛んである。

こうした研究の結果、離れた場所にいる人間同士が、さも同じ場所にいるかのように接することができたとしたら、それはたいへん魅力的なことである。また、臨場感を達成するための「美しい映像」、「迫力のある音」、「リアルな触覚」というものはアミューズメントとして考えればおもしろい。

しかし、たとえ話し相手の姿が3Dで臨場感をもって目の前に現れるシステムであっても人のぬくもりや本当にその場にいるという感覚は別の問題ではないだろうか。遠距離恋愛をしている恋人同士が、臨場感通信で連絡を取り合えば全く実際に会わなくても良いかといえ、そうではないだろう。

1.1 臨場感通信の課題

もちろん臨場感通信において、臨場感を高めていく研究は非常に意味がある。相手の微妙な表情や視線を読みとることができるのと、できないのでは、コミュニケーションに大きな違いが現れる。

しかし、臨場感通信は人間同士のコミュニケーションを助けるものであるから、人と人との自然なインタラクションを追求する一方で、コンピュータを介さなければできないコミュニケーションを確立することも重要な研究テーマであると考えられる。つまり、臨場感通信とは、人が日常生活で行なっているようなコミュニケーションを支援することに加えて、コンピュータを介さなければできない表現の手段を提供するものであるといえる。

ATR 通信システム研究所で研究されている臨場感通信システムでは、いろいろなイメージデータを参加者に提示しながら臨場感通信会議を行なうことができる [1][2][3]。仮想の会議室に表示されている物体のうち会議参加者により共有されることが望ましいものについては、実際の物体と同様に手にとってみたり、別の参加者に受渡したりすることが自由にできる。ものの形状などの言葉では説明が難しい事柄が 3D グラフィックスでメンバの共有空間に表示されるので、メンバ全員が同じイメージをもって検討を進めることができると考えられる。

このようなコンピュータを介さなければできないコミュニケーションが、本当にその場にはないという「リアリティの不足」を補うようになったときにさまざまな臨場感通信システムが実用化されていくと考えられる。ある事柄や用途に関しては、人と人とが直接会うよりもスムーズなコミュニケーションができるということであれば、テレビ電話で充分ということになってしまう。この点が臨場感通信の今後の大きな課題と考えられる。

1.2 人と人とのインターフェイス

また、既存のワークステーションなどの機器や限られたデータ容量のネットワークでどこまで臨場感通信が可能かということも問題である。

人と人とがコミュニケーションをとる際には、ノンバーバルな言語も含めてさまざまな情報が両者の間を流れる。臨場感通信では、前述したようにこれらの情報を 1 つも逃さずに離れたところにいる相手の前に再現できるようにするというアプローチでの研究が主に進んでいる。しかし、システムの実用性という点からすると、常に大きなスクリーンを前にしなければならず、1 つの場所でしかコミュニケーションを行なうことができないというのは問題がある。また、「スムーズな遠隔コミュニケーションを行なうには、相手側のすべての情報が再現されなければならない」といえるかどうかは疑問である。

臨場感通信システムを、人と人とのインターフェイスという観点から見ると、「本当に相手とコミュニケーションし易い環境を提供できているか」ということが重要な評価基準として問われる。この評価基準を満たすためには、相手側のすべての情報を再現し、両者が 1 つの場所にいるかのようにするというアプローチの他に、コミュニケーションを分析し、両者の間に流れる情報の何がどのようなときに必要で、どのような機能が求められているか把握し、それを反映したインターフェースを設計するというアプローチも考えられる。

本報告では、コミュニケーションのなかでも遠隔プレゼンテーションをとりあげている。そして、遠隔プレゼンテーションを行なう際に、どのようなものが人と人とのインターフェイスとしてふさわしいか、後述する遠隔プレゼンテーション支援システム *PreView*、オプティカルペンによる仮想ボードの試作・実験を通して探ることを研究の目的としている。

第 2 章

遠隔コミュニケーション／プレゼンテーション支援とは

本章では、遠隔コミュニケーション／プレゼンテーション支援の位置付け、関連研究について述べ、遠隔プレゼンテーションについて説明し、問題点を述べる。

2.1 遠隔コミュニケーションを支援するシステム

グループコミュニケーションを支援するためのシステムは、CSCW が世間の注目を浴び始めた 80 年代の半ばから広く研究されるようになった。これまでにさまざまなシステムが開発されてきたが、それらは、その時間的特性（リアルタイム型／蓄積・非同期型）および、空間的特性（対面型／分散型）により分類することができる（表 2.1 参照）[8]。

表 2.1: 空間・時間特性によるグループウェアの分類と応用例

	リアルタイム（即時）型	蓄積・非同期型
対面型	電子会議室システム	
分散型	グループエディタ 共用ウィンドウ／共用画面 在席マルチメディア会議システム テレビ会議システム	コンピュータ会議 タスクコーディネーション 協同文書作成, レビュー 情報フィルタリング オフィスプロシジャ制御 プロジェクト管理

遠隔コミュニケーションを考えると、その空間的特性は当然分散型である。リアルタイムで分散型のシステムとして、以下のようなシステムが代表として挙げられる。

- Media Space(Xerox PARC)
離れた地点間で、お互いの顔映像、音声、机上の描画の映像を送ることができるようにした環境を提供し、グループどうしのコミュニケーション形態に関する先駆的な実験研究を行なった。(80年代後半)
- VideoWindow(Bellcore)
2つの離れた空間を壁面サイズのスクリーンを接続して介すことによって、あたかも1つの部屋にいるかのような状況を作り出し、実験を行なった。協同作業のための空間は提供されていない。
- Hydra(University of Toronto,1992)
相手が誰に視線を向けているかわかるようにした遠隔テレビ会議システム。

また、単に映像と音声で遠隔地を結ぶだけでなく、ワークステーションをベースにし、文書などのグループエディタ機能を提供するシステムも近年多数登場している。代表的なものを以下に挙げる。

- MERMAID(日本電気 C&C 研究所,1989)
地理的に分散した他者間で動画を含む多様なメディアの同時利用を可能にすることを目的に設計され、ワークステーションをベースに動画像通信表示機能、会議制御機能、グループエディタ機能などを提供する。
- PMTC(NTT ヒューマンインタフェース研究所,1990)
B-ISDN を通信インフラとした多地点会議用ステーション。メンバが情報を共有する会議空間として、
 1. 参加者全員が同一の情報を共有する共有空間
 2. 特定の会議参加者間でのみ情報を共有する閉域空間
 3. 他の会議参加者と情報の共有をしない、あるいは会議に参加していない第三者と情報を共有する固有空間

の3種類の空間をサポートする。

- TeamWorkStation(NTT ヒューマンインタフェース研究所,1989)
「シームレスな協同作業空間」のコンセプトの実現と検証。ユーザは多様な既存ツールを協同作業空間において同時に利用できる。さらに協同作業空間においては、誰でも他のメンバの提示する情報のある箇所を指したりその上にマークを描き込んだりできる直接的なインタラクションが可能である。

非同期で分散型のシステムは、協同文書処理に焦点をあてたものが多い。これは、文書の協同執筆やレビュー全体を一貫して電子的にサポートしようというものである。

また、非同期で分散型のシステムには、オフィスにおける伝票処理のような定型業務を支援するものもある。これは、オフィスプロシジャシステムと呼ばれる。比較的

明確な手続き構造を有する業務のタスク構造を分析してモデル化し、そのモデルをコンピュータに解釈させながら複数の担当者にまたがる仕事の流れを支援しようとするグループウェアである。

2.2 遠隔プレゼンテーション支援とは

プレゼンテーションにはコミュニケーションの様々な要素が含まれている。講演者は、見る・聞く・話すという基本的な動作に加えて、身体的な動きも交えることで、聴講者に意図の伝達を行なっている。これらの動作を通じて、周囲の環境から情報を提供したり、引き出したりしている。これらの動作は通常、同一場所、同時間の講演者と聴講者が向かいあっているという状況で、「無意識」のうちに行なわれている。

しかし、近年のネットワークやビデオカメラの発達に伴い、テレビ会議システムが実際に利用される機会も見られるようになり、物理的に離れた場所でのプレゼンテーションや、時間的に差のある非同期のプレゼンテーションが行なわれる可能性がでてきている。その際には、プレゼンテーションというコミュニケーション形態の中で「無意識」のうちに行なわれていた動作を、システムの上で意識的に用いる必要性がでてくる。

遠隔プレゼンテーションにおけるパラメータとしては、講演者と聴講者の物理的な距離、プレゼンテーションが行なわれた時と聴講者が聴講する時の時間差、プレゼンテーションを聴講する人数の3つが挙げられる。これらのパラメータの変化により、さまざまなプレゼンテーションが構成され、それに対する支援システムが決定される。

支援システムの目的は、プレゼンテーションに参加する聴講者の人数によらず、すべての人の参加感を損ねずに、物理的な距離と時間差をなくし、同一場所、同時間でのプレゼンテーションに近付けることにある。

2.3 遠隔プレゼンテーションにおける問題点

人から何かの説明をきくときは、話しの内容にもよるが、話し手と同じ場所にいる方がその意図を理解し易くなる。これは、音声以外のジェスチャー、顔の表情、そして話しに関連する書類や資料の直接提示などのさまざまなコミュニケーションチャネルにより、伝達されている情報によると考えられる。

テレビ会議などの映像通信におけるコミュニケーションの問題点については、既にさまざまな研究がされている [6] [7]。筆者らは、プレゼンテーションにおいて、話し手と聞き手が物理的に離れた場合、理解を難しくしている要因を探るため、以下に述べる予備的な対照実験を行なった。

まず、はじめに聴講者と講演者が同一の部屋にいる状況でプレゼンテーションを行なった。次に2つの部屋を用いて、それぞれの部屋にビデオカメラとモニターを設置し、お互いの様子がわかるようにして、プレゼンテーションを行なった(図 2.1参照)。この実験の際に聴講者に、講演者が同一の部屋にいるときと違って、どういうときに、

ということが理解しづらいかを発話してもらい記録した。

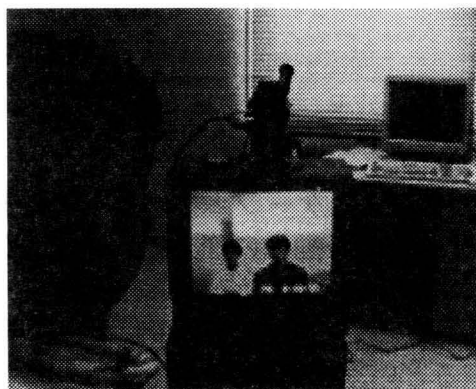


図 2.1: 遠隔プレゼンテーション予備実験

そして、このプロトコルデータをプロトコル分析した結果、離れた空間へのプレゼンテーションでは以下のような問題点が明らかになった。

1. モニターの中で自分の興味があるところを自由に見ることができない。
2. カメラが講演者を中心に写していないので、表情やジェスチャーが読みとりにくい。
3. 講演者が提示した資料が見づらい。
4. 講演者と共有する資料などがいないために、質問の際に講演者に自分の意図することを伝えづらい。
5. 相手と視線が一致しない。

さらに非同期の場合、つまり聴講者がモニターで予め録画されたプレゼンテーションをみるという実験を行なった結果、以下のような問題点が明らかとなった。

1. 質問をしたいと思った時点で、講演者への質問を残すことができない。
2. 講演者に意見やコメントをフィードバックする手段がなく、プレゼンテーションが一方向的である。

上記の結果から聴講者は、講演者と対面しているときと違って、講演者側が発生または提示する音声以外の情報をうまく入手できないということや、疑問や意見の表明手段が限られていたり、なかったりすることによる違和感を持つことがわかる。

そこで、これらの問題を解決するための遠隔プレゼンテーション支援システムの設計指針を次章で提案する。

第 3 章

遠隔プレゼンテーション支援システム—PreView

3.1 設計指針

聴講者と講演者が同一の部屋にいる場合は、無意識または簡単に相手やプレゼンテーションの内容に関する情報を引き出すことが可能である。例えば、講演者の微妙な表情や素振りを特に意識しなくても感じとることができたり、講演者から内容に関するちょっとした疑問の答を、違和感なく聞きだしたりすることができる。また、あらかじめ配布された資料に説明よりも先に目を通したり、あとから前に戻って見たりすることができる。前章で述べた問題の多くは、こうした動作が距離や時間によって妨げられた結果と考えることができる。

そこで、筆者らはこの点に着目し、遠隔プレゼンテーションを支援するシステムを設計する際に、重要であると考えられる設計指針を以下に提案する。

遠隔プレゼンテーション支援システムの設計指針

遠隔地間のコミュニケーションを支援する際には、話し手や聞き手のコミュニケーションという本来のタスクに影響を与えることなく、無意識もしくは簡単にコミュニケーションに必要な情報を引き出せるようにすることが重要である。

そして、この設計指針に基づいて実際に遠隔プレゼンテーション支援システム *PreView* を設計・構築した。

システムの詳しい仕様については次章以降で述べるが、*PreView* は以下の特徴を備えている。

1. ビデオカメラを講演者が中心に写るように標準的には自動制御しており、聴講者が常に、講演者の微妙な表情や動作を自然にとらえることを可能としている。
2. 聴講者が、講演者側の発表の中で自分の興味があるところを自由にモニターで見ることがも可能にするカメラ制御ツールを提供している。

3. WS の画面上で提示された資料を、講演者と聴講者との間で共有することを可能にしている。また、聴講者に講演者のその時点での説明に関わらず、資料を先読みしたり、あとから前に戻って見たりすることができる機能を提供している。
4. 聴講者が、テキスト、図、音声などさまざまなメディアにより簡単に講演者への質問やコメントを発することを可能としている。
5. 非同期のプレゼンテーションの場合も、聴講者がプレゼンテーション中のどの時点でも講演者へのコメントを記録することを可能としており、意見のフィードバックを容易にしている。

3.2 遠隔プレゼンテーション支援システム—*PreView*

PreView(Presentation Viewer System) をこの遠隔プレゼンテーション支援システムの設計指針に基づいて試作した。これは講演者と聴講者が物理的に離れている遠隔プレゼンテーションを支援するシステムである。また、発表と聴講に時間差のある非同期のプレゼンテーションも支援する。

システムは大きく分けて動画像認識部、カメラ制御部、DTPR ツール部の3つのサブシステムから構成されている。システム全体のイメージを図 3.1 に示す。

空間 A では、講演者によって DTPR ツールを用いたデスクトップ・プレゼンテーションが行なわれる。その様子は、固定カメラと可動カメラの2つのカメラによりとらえられる。固定カメラがとらえた映像は動画像認識部 (Image Analysis Part) に送られる。動画像認識部では講演者の動きを認識して、その位置データを可動カメラをコンピュータコントロールするカメラ制御部 (Camera Control Part) に送る。この結果、カメラ制御部により可動カメラがコントロールされ、講演者の動きを追従し、講演者を中心とした映像がとらえられる。

空間 B では、聴講者は可動カメラがとらえた映像をモニターにより見ることができる。そして、講演者がその時点でプロジェクターに映し出して説明している資料などを DTPR ツール部 (DTPR Tool Part) により WS の画面で見ることができる。さらに、講演者のその時点での説明に関わらず、講演者が前に説明した資料も呼び出して見ることができる。リアルタイムの場合、聴講者はカメラの直接操作により空間 A の自分の見たい場所を見ることも可能である。

非同期の場合、予め行なわれたプレゼンテーションを DTPR ツールにより記録し、再現する。その際、聴講者は DTPR ツール上で、コメントを挿入することができ、コメントは、講演者にフィードバックが可能である。

以下にそれぞれのサブシステムの機能と実装について説明する。

3.2.1 動画像認識部

動画像認識部では、固定カメラから画像ボードを持った WS に連続して入力される画像とあらかじめ記録しておいた背景となる画像との差分をとることで、講演者の位

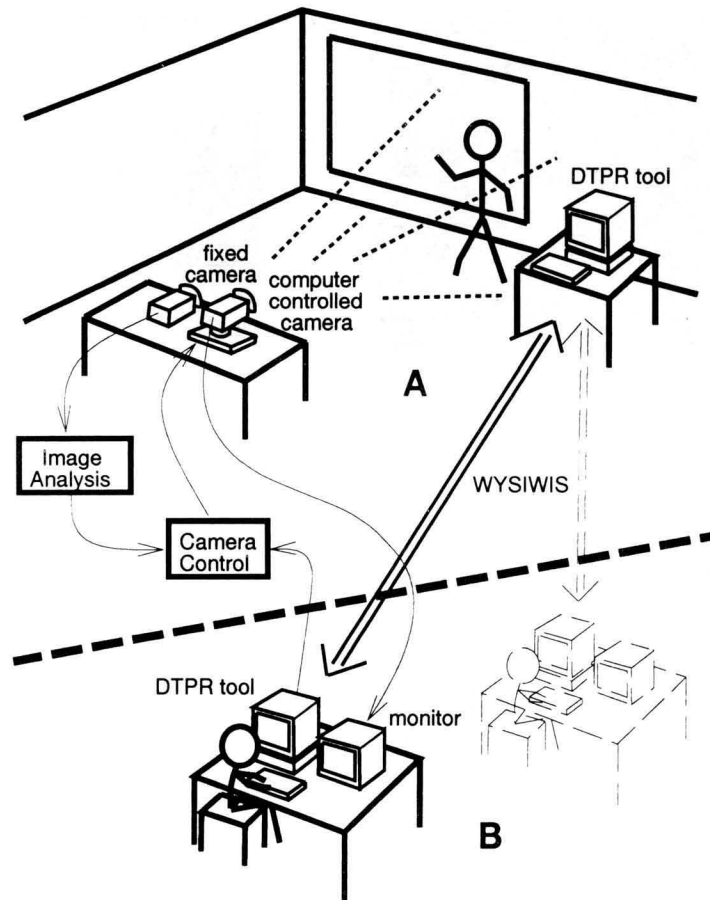


図 3.1: PreView システム構成図

置を認識する。差分計算では、入力された 2^8 色(256色)の画像に閾値を設け、2値化したものを比較している。得られたデータはカメラ制御部へ送信し、可動カメラのコントロールに利用するため、抽象化したオブジェクトとして認識している(図 3.2参照)。

3.2.2 カメラ制御部

カメラ制御部は、カメラの自動制御とツールによる手動制御の2つの機能を聴講者に提供する。

カメラの自動制御機能は、RS-232C インターフェイスにより上下左右にコンピュータコントロール可能な可動カメラを、動画像認識部から送られてくるデータを利用して、講演者が中心に映るように自動的にコントロールすることを可能にする。

カメラの手動制御機能は、リアルタイムのプレゼンテーションの場合、聴講者がインタラクティブにカメラをコントロールすることを実現する。

これらの機能を聴講者が使用する際には、動画像を取り込んだグラフィカルなユー

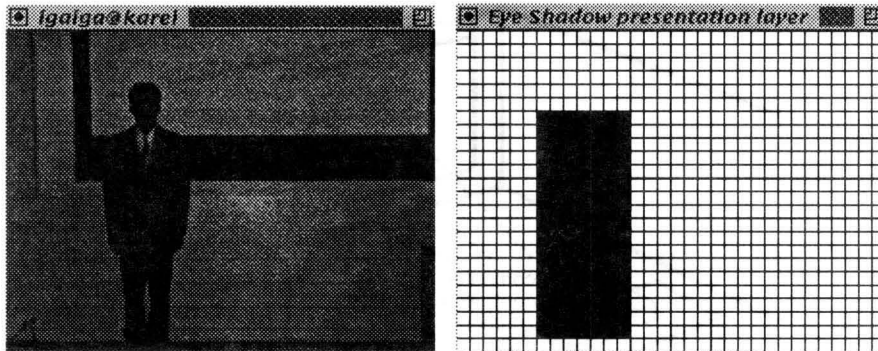


図 3.2: 講演者の認識 (固定カメラからの画像)

ザインターフェイスがWS上に提供される(図3.3参照)。インターフェイスのウインドウ内には、固定カメラによりとらえられた映像が表示されている。そして、映像上には太い枠線(フレーム)が表示されている。フレームは、その内側の映像が、モニターに映し出されている可動カメラの映像に対応していることを表すものである。このため、聴講者は講演者側のどこが可動カメラによってとらえられているかWS上で簡単に確認することができる。ツールによる手動制御の際には、このフレームをマウスポインターと連動して動かすことが可能になる。聴講者はマウスを用いてこのフレームを動かしたり、マウスボタンを押して、フレームの大きさを変えたりすることで可動カメラをコントロールし、モニターに自分の見たいところの映像を映し出すことができる。

聴講者は必要に応じて、上記の2つの機能(カメラを自動制御にするか、ツールを用いて自分でコントロールするか)を自由に選択し、切替えることが可能である。

本サブシステムにより、カメラの操作が自動もしくは簡単に行なえるようになり、聴講者はカメラの操作を意識せずに、プレゼンテーションを聴くという本来のタスクに集中できるようになる。

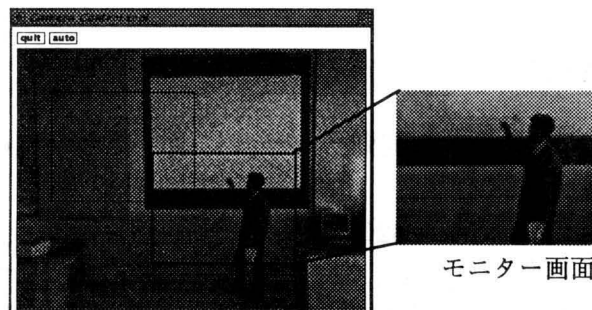


図 3.3: カメラ制御部画面例

3.2.3 DTPR ツール部

DTPR ツール部では、リアルタイム及び非同期の場合での、遠隔プレゼンテーションにおける資料の提示とプレゼンテーションの記録を行なっている。DTPR ツール部のハードウェア構成 (図 3.4参照) は、ネットワークに接続された音声ボード内蔵の WS、Visca コントロール可能な 8mm ビデオデッキ、8mm ビデオ用モニターから成る。WYSIWIS(*What You See Is What I See*) の画面構成をとっており、講演者と聴講者に同じ資料の画面を提示している。

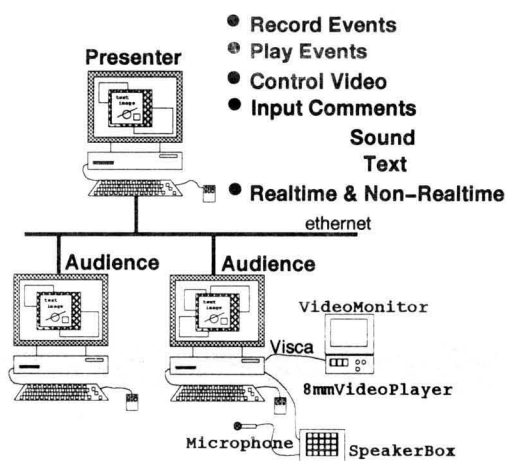


図 3.4: DTPR ツール部のハードウェア構成

リアルタイムのプレゼンテーションの場合、基本的には講演者が優先権を持ってプレゼンテーションを操作するが、聴講者も本ツールを制御することが可能である。ツールには、講演追従モード (follow mode) が設けてあり、聴講者は追従モードを解除することで、講演者の表示している画面に関わらず、前後の資料を閲覧することが可能となっている。また、カーソルの制御も講演者と同じように行なうことができ、発言の意志が発生した時点で、主体的にプレゼンテーションに参加し、コメントを入れることができる。これらの機能により、物理的な距離を感じさせないコメント入力が可能となっている。

非同期のプレゼンテーションの場合、あらかじめ講演者により行なわれたイベントと 8mm ビデオが再生され、聴講者はコメント入力の意志が発生した場合、画面上のコメント入力したい位置でマウスボタンをクリックすることで、音声及びテキストによりコメントを入力することができる (図 3.5参照)。音声とテキストは同時に入力することが可能になっている。これらのコメントはファイルとして保存され、聴講者には、本ツールを用いて自分の行なった講演の記録と、聴講者の行なったコメントの記録を同時に提示され、コメントがフィードバックされる。

本ツールの利用により、リアルタイムの場合、遠隔地での資料の提示が容易になり、聴講者による他空間からの情報の引き出しが可能となる。

非同期の場合、聴講者からのコメントの収集、及び、講演者へのコメントのフィードバックが容易となる。

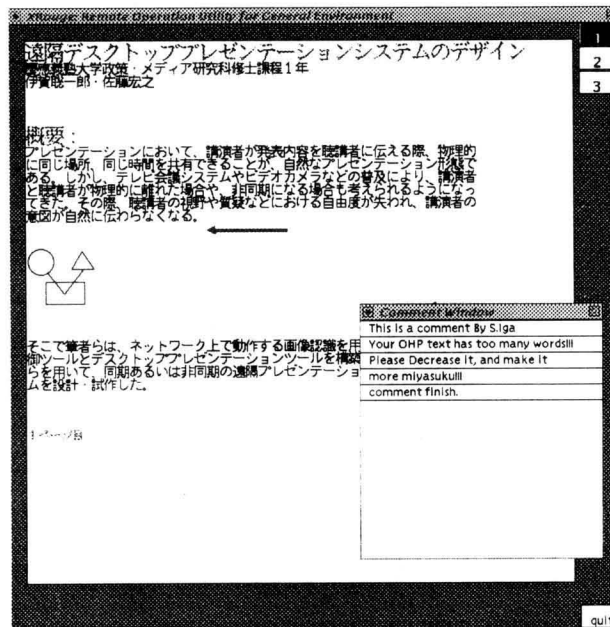


図 3.5: DTTPR ツール部画面例

第 4 章

実験計画

物理的に離れた 2 者間、あるいは多者間におけるコミュニケーションを分析し、システムの評価を行なうために、様々な実験を計画している。本章では、現在予定している、*PreView* を用いた遠隔同期・非同期プレゼンテーション実験と、CATV を利用した物理的に離れた場所での講義を題材にした遠隔プレゼンテーション実験について述べる。

4.1 遠隔同期プレゼンテーション支援実験—*PreView* を用いて

実際に *PreView* を用いて距離的に離れた 2 つの部屋を結び、遠隔同期プレゼンテーションを行なう。その際聴講者を被験者として、距離的に離れた場所で行なわれたプレゼンテーションをどのくらいスムーズに聴講できるかを分析する。

4.1.1 実験方法

聴講者を被験者とする。被験者に対して、同期の遠隔プレゼンテーションを行なう。その際、被験者に内容に関して少しでもわからないことがあったり、疑問に思ったことがあれば、*PreView* の機能を利用してコメントや意見をフィードバックするように求める。そして、被験者がどのような方法で（ツールのどの機能を使って）そのプレゼンテーションにコメントを出したり、意見を述べるか分析する。また、聴講者がどのような方法でプレゼンテーションが行なわれている場所にはいないというハンディを補おうとするかを分析する。分析は被験者の行動をビデオに記録し、そのプロトコルを解析して行なう。

プレゼンテーションの内容

- 複数のページを切替えて説明するもの（システムの説明、発表練習など）が良い。

- いろいろな道具（例えば OHP）を見せながら説明する。

実験システムの構成

使用機材の点からみた実験システムの構成を図 4.1 に示す。基本的な構成は、図 3.1 に示した *PreView* システムと同じである。映像と音声は、ビデオ信号 (アナログ) により送信する。

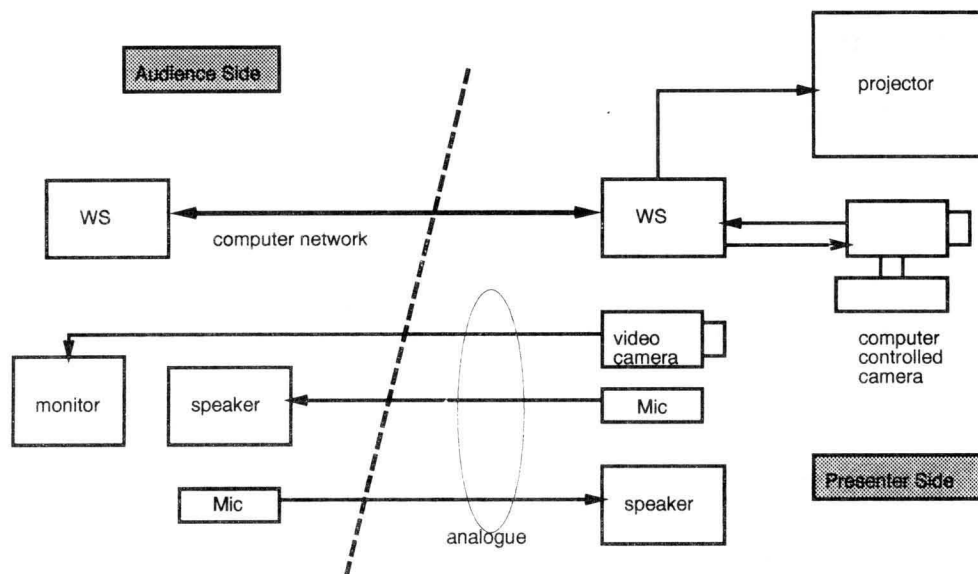


図 4.1: *PreView* 同期実験システムの構成

使用機材

- 講演者側
 - ビデオキャプチャーボード内蔵の WS (1 台)
 - コンピュータコントロール可能な可動カメラ (1 台)
 - ビデオカメラ (1 台)
 - マイク (1 台)
 - スピーカー (1 台)
 - プロジェクター
- 聴講者側
 - WS (1 台)
 - モニター (1 台)

- マイク (1台)
- スピーカー (1台)
- ビデオカメラ (プロトコル解析用)

4.1.2 評価

実験の結果から、聴講者が距離的に離れた場所でのプレゼンテーションをどのくらいスムーズに聴講することができたかを分析する。ここで使われている「スムーズ」という言葉は、聴講者が「コミュニケーションという本来のタスクに影響を与えることなく、無意識もしくは簡単にコミュニケーションに必要な情報を引き出せるかどうか」という意味で使っている。

聴講者に提供されている *PreView* システムのカメラ制御ツール、DTPR ツールが、スムーズな聴講を実現できるかという点を中心に分析を行なう。

4.2 遠隔非同期プレゼンテーション支援実験—*PreView* を用いて

聴講者を被験者として、前章の遠隔同期プレゼンテーション支援実験と同じ内容のプレゼンテーションを *PreView* を用いて非同期で行ない、被験者が時間差のあるプレゼンテーションをどのくらいスムーズに聴講できるかを分析する。

4.2.1 実験方法

聴講者を被験者とする。被験者に対して、非同期の遠隔プレゼンテーションを行なう。その際、被験者に内容に関して少しでもわからないことがあったり、疑問に思ったことがあれば、*PreView* の機能を利用してコメントや意見をフィードバックするように求める。そして、被験者がどのような方法で(ツールのどの機能を使って)そのプレゼンテーションにコメントを出したり、意見を述べるか分析する。分析は、被験者の行動や発話をビデオに記録し、そのプロトコルを解析して行なう。

実験システムの構成

実験システムの構成を図 4.2に示す。

使用機材

- WS (1台)
- モニター (1台)
- マイク (1台)

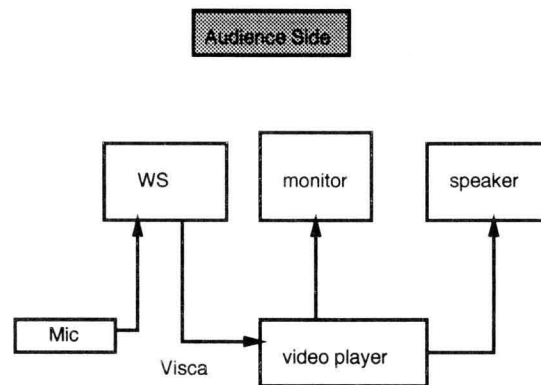


図 4.2: PreView 非同期実験システムの構成

- スピーカー（1台）
- visca コントロール可能な 8mm ビデオデッキ（1台）
- ビデオカメラ（プロトコル解析用・1台）

実験手順

1. キーボード操作が可能な程度の被験者を探す。
2. 被験者に実験の背景を説明。
3. 被験者に意見をフィードバックする際に（タスクを完了するのに）必要となる DTPR ツールの使用法を実演して説明。
 - プレゼンテーションの中断／再開の方法
 - 音声・図・テキストによる意見のフィードバックの方法
4. 被験者に実験の際の注意を説明。
 - 複数の方法があるときは、一番相手がわかりやすいと思われる方法を選ぶようにしてもらう。
 - もし、最良の方法を選択できないときは、理由（やり方がわからない、面倒だ etc.）を明らかにしてもらう。
 - 「声に出して考える」ように求める。
5. 実験を行なう。被験者の行動や発話をビデオ撮影する。
6. 終了時に簡単なアンケートを行なう。

4.2.2 評価

実験の結果から、どのようなときにどのような方法で、聴講者が遠隔かつ非同期に接する相手に対して、意見を述べたかを分析する。

また、

- どのようなときに複数のメディアを組み合わせる意見を行なうのか？
- 意見はスムーズに行なうことができるか？
- 他にどんな機能が必要か？

といった点を分析する。

分析の結果はシステムの改良にフィードバックする。

4.3 遠隔プレゼンテーション支援実験—CATVとMALLを用いて

慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス (SFC) では、マルチメディア語学学習システム MALL[12][13] が自然言語の教育教材の作成に用いられている。現在、人工言語である Lisp の教材作成にそのマルチメディア機能の活用を考えている。そして、MALL で作成した Lisp 教材を利用して、遠隔プレゼンテーション支援実験を行なうことを考えている。

本実験の目的は大きく分けて2つある。1つは、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスの学部2年生用に設けられた Lisp の講義のなかで、学生に教材を用いた遠隔講義を受けてもらい、遠隔同期プレゼンテーションの有効性についての評価を行なうことである。もう1つは、教育教材を、教育者から学習者へ指導を行なう際のプレゼンテーション媒体と考えることによって、非同期プレゼンテーションの新しい可能性を探ることである。

4.3.1 MALL を用いたマルチメディア Lisp 学習教材

基本的な教材の構成はハイパーテキスト構造であり、マウスのクリックによって本のページをめくるように教材を進めていくことができる。重要な概念などはクリックによってさらに詳しい説明を得ることができる。

教材は実際の講義の際のノートとしてだけでなく、自習用としても使えるものと考えている。

教材に MALL を用いることによる利点は以下のことが考えられる。

- シーケンシャルメディアの利用が可能
 - － アニメーションの利用
初心者にとって、Lisp システム内部のリスト・データがどのように構成さ

れているか簡単に理解することは難しい。そこでこのリスト構造を MALL 上でビジュアルに表現して初心者の理解を助ける。さらにマウスのクリックに対応して、リスト操作によるリスト構造の変化の様子を見られるようにする。

– 音声アイコンの利用

MALL を利用した自然言語学習教材の多くは、本文中の文章をマウスでクリックすることによってその発音が得られるようになっている。この機能を利用して簡単な語句や言葉の説明は、その部分をマウスでクリックすることによって音声で得られるようにする。これにより学習者は、効率良く学習を進めることができる。また、人間の高次元の知覚力をうまく活用し、必要最小限の情報のみ画面に表示しておけば良いので、見やすい画面を構成できる。

- 非同期の講義が可能
MALL は 8mm ビデオデッキのコントロールが可能なので、学習者は教師の講義のビデオを再生しながら学習できる。
- 非同期の場合、個人のペースにあった問題の演習が可能
人工言語の場合、答が1つであることが多いのでコンピュータによる自動添削問題の作成が比較的容易である。
- Lisp を実際に使いながら学習が可能
教材がワークステーションの画面上に表示されるので、別のウィンドウに Lisp のインタプリタを立ちあげておけば、実行を試しながら学習できる。

4.3.2 実験計画

具体的な実験計画はまだ定まっていないが、大学の学部2年生用に設けられた Lisp の講義のなかで、学生に教材を用いた遠隔講義を受けてもらい、遠隔同期プレゼンテーションの有効性についての評価を行なうことを計画している。

実験は、2つの教室間を CATV のトランスミッタを用いて無線でむすび、一方の教室で教員が講義を行ない、もう一方の教室にはその様子の映像と音声を送るという形式で行なう。2つの教室にはそれぞれ学生の数だけワークステーションがあり、教材を実際に使用しながら授業を聞くことができる。

講義後、2つの教室の学生に講義の理解度や遠隔講義による違和感などに関するアンケートを行なう。またさらに、2つの教室の学生を入れ換えて講義をし、アンケートを行なう。そして、教室毎に回収したアンケートを分析し、2つの教室間の違い（同期対面型と、同期遠隔型の講義の違い）を探る。

また、教材が自習においてどのくらい効果的であるかについても評価を行なう予定である。

第 5 章

オプティカルペン入力システムによる仮想ボードの試作とプレゼンテーションシステムへの適用

5.1 コンピュータの世界と実世界の相補性

5.1.1 日常世界のコンピュータによる拡張

コンピュータは便利な機械であり、優れた道具である。たとえば、プレゼンテーションという場面を考えても、コンピュータを使用する場合としない場合では、大きな違いが生じる。コンピュータ上のツールを利用すれば、口頭や黒板を利用するものより効果的である。たとえば、Macintosh の Persuasion というソフトは、箇条書きに近いスクリプトを書くだけで、プレゼンテーションに適した書式に整形される。コンピュータ画面をプロジェクターなどにつなげば、画面を簡単に操作するだけで、電子的な OHP として利用でき、煩雑な物理的作業からも解放される。また、ハイパーカードなどのソフトウェアに見られる「ハイパーテキスト」もコンピュータだからこそ、現実的なものとして成立する。

しかし、コンピュータは必ずしも便利な道具であるとは限らない。コンピュータを操作するには、キーボードやマウスが必要となり、コンピュータの前に座って利用しなければならないという束縛が伴う。前述のプレゼンテーションという場面で、コンピュータ上のプレゼンテーションツールを利用するには、発表者が自分でそれを操作しなくてはならない可能性が出てくる。この場合、発表者は聴講者に対する対人的 (Face to Face) なコミュニケーションチャンネルを犠牲にしなくてはならない。ここで言う、対人的なコミュニケーションチャンネルとは、人間の身ぶり手振りなどや、全身から発する熱気、語気、力説する顔の様子、あるいは「アイコンタクト」のような、ノンバーバルなコミュニケーション上のモダリティー (様相) を指す。人と人とのコミュニケーションには、このチャンネルが欠かせないことは言うまでもない。このチャンネルを犠牲にすれば、伝わるものも伝わりにくくなる。

このチャンネルを失わないようにするために、発表者はツールの操作を誰かに任せるといった選択もできる。そうすれば、発表者はたとえば壇上で、聴衆を前にして、身ぶり手振りを交え、壇上で精力的に動き回りながら、時には資料が映し出されているスクリーンを指し示しながら、「熱っぽく」メッセージを發し続けることが可能となるだろう。しかし、今度はそのかわりに、ツールを操作してくれる第三者に、プレゼンテーションとは関係のない「メッセージ」を傳達しなくてはならないという別の負荷が課せられることになる。プレゼンテーションには関係ないメッセージとは、たとえば、「次の OHP をお願いします」、「さっきの画面に戻ってください」というようなものである。これは、本質的な発表に関係ないものであるから、発表の流れを寸断し、かつリズムを狂わすことになる。この種の作業はえてして、スムーズにいかないものであるから、プレゼンテーション自体の質を下げることになることは想像に難くない。

このように、われわれが利用しているコンピュータ、そしてコンピュータ上のツールは必ずしも、最高の環境を提供するわけではない。

一方、紙と鉛筆などは古来から利用され、人間のもっとも利用しやすい、扱い慣れたツールであるといえよう。ちょっとメモをとるといった作業を考えても、いちいちコンピュータを起動して、エディターなどにキーボードを通して打ち込むという過程よりも、鉛筆を使って紙に書くという作業の方がはるかに簡素で自然である。しかし、紙と鉛筆がコンピュータに及ばない点もある。住所録などをノートなどで管理するより、データベース化してコンピュータに管理させたほうが、利便性は高い。

以上の話を要約すると、コンピュータと日常物には、それぞれの長所と短所とがあるということになる。両者にはそれぞれ得意な点もあれば、不得意な点もある。そしてその長所、短所は、人間がそれを使ってなしとげようとする目的であったり、目的にいたるまでの環境などによって、有効に働く面が強調されたり、反対に不便な印象しか与えなかったりする。

後述する「デジタルデスク」というシステムを製作した Pierr Wellner は、作業を行う場を、そのツールの性質によって、「コンピュータワールド」と「フィジカルワールド」としてとらえている。そして、それぞれの短所を互いの長所で補うという考えを提唱している [17]。

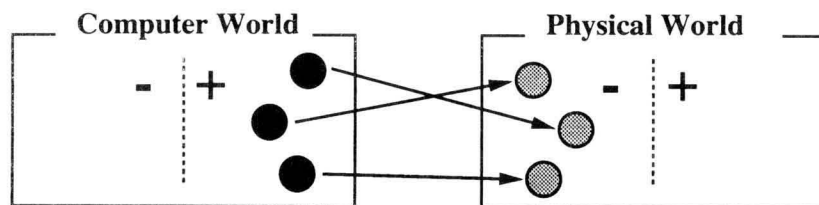


図 5.1: Physical World に Computer World の機能を移植する

今回は、上述した考え方を基本的な枠組みとして、「協同作業」という場面における新しいシステムを製作してみたいと考えた。

5.1.2 「仮想ボード」によるコラボレーションシステム

協同作業時などにしばしば利用されるホワイトボードや黒板などは、自由に書き込み、かつ簡単に利用でき、またそれを複数の人が眺めることができるという利点がある。しかし、そこに書かれた情報を加工したり編集したり記録をとったりすることは容易ではない。一方、コンピュータ上のツールでは、情報の記録や、編集が得意なかわりに、協同作業の相手とのコミュニケーションがとりにくく、せいぜい画面上のリアルタイムの小さな相手を見るだけである。また、ほとんどがキーボードなどを通してでしか情報を書き留められないなどの欠点がある。

そこで、ホワイトボードの欠点は、コンピュータでの得意とする機能であり、逆にコンピュータの欠点はホワイトボードの得意とする機能であるという視点にたち、相互の利点を組み合わせることで、新しいCSCW(Computer Supported Corporative Work)のための「仮想ボード・コラボレーション・システム」を考案した。

場所が離れていても、ふつうに立ち話をするような感覚で共同作業ができるようになれば、より緊密で自然なコミュニケーションが可能となり、作業の効率や、正確さも増す。これを実現するシステムが最終的な形である。このシステムは大きく分けて、「人とのコミュニケーション」と「物とのコミュニケーション」という観点から構成されている。

協同作業を行う上では、同じ作業に参加する複数の人間との対話が必要である。議論を重ね、緊密なコミュニケーションがとれて始めて、共同の作業が可能となる。

また、作業は単に他人と話すだけではない。議論が進めば、考えや議論の流れを図にまとめたり、実際の作業に関する資料(ドキュメント、VTRなど)を見、議論を補助していく。これは、物(オブジェクト)とのコミュニケーションであるといえる。この様子を図5.2に示す。

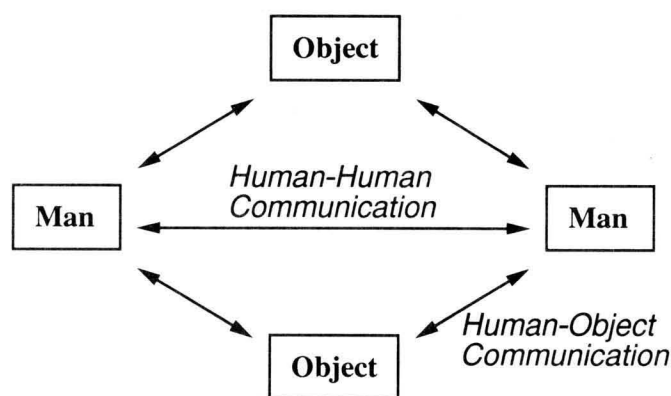


図 5.2: 共同作業における 2つのコミュニケーション

上の2つのコミュニケーションという観点にたてば、従来の協同作業システムでは、片方が満たされても、もう一方が不十分であるケースが見られる。たとえば、オブジェクトを介して協同作業をするという点では、コンピュータのディスプレイ上に画面を

共有して、協同描画したほうが確かに効率は良い。しかし、変わりに相手の様子まではわからない。また、相手と対話しながら作業を進めたくても、テレビ電話ではお互いの考えを主張するモデル図や、グラフなどは伝達しにくい。今回考案したシステムは、この相入れがたかった2つのコミュニケーションを両立する。

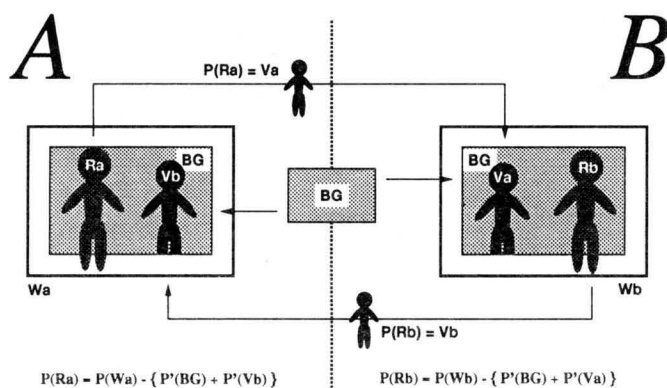


図 5.3: コラボレーションシステムの概要

協同作業空間 (平面 BG) を二空間 (A,B) で共有し、なおかつお互いにとっての相手 (Va,Vb) が、共有平面上に投射されるというのが、システムとしてのイメージである (図 5.3)。したがって、画面上をダイレクトに指すことが可能であり、かつ相手が何を指しているのかをも、横に立っている感覚で理解できるという状況を想定している。コミュニケーションは、立ち話を行う感じで図られる。また、相手の様子は、プロジェクターによって、等身大で投影されるので、全身の動きも、手ぶりなどの細部の動きも把握できる。従来のディスプレイの小さな相手が「遠くの相手」に感じられるのとは違い、「すぐそばの相手」という感覚を目指している。

空間ごとに存在する作業参加者 (Ra,Rb) の画像データだけを、うまく切りとり相手空間において、平面 BG と合成し、プロジェクターによって投影する、というのがシステムが「人とのコミュニケーション」を実現する原理である。したがって、それぞれの空間において、送られてきた画像データ (BG 及び相手の画像) を、全体画像から引き、それを、相手側に送り出すという操作を逐次行う。

今回実際に製作を試みた「仮想ボード」は、このシステムでの作業自体を支援する、「物とのコミュニケーション」を司る部分である。従って、協同作業には至らないが、プレゼンテーションなどのツールとしては十分機能する。

5.1.3 関連研究

上述した「仮想ボード・コラボレーション・システム」に関連した研究を2件掲げる。仮想ボードでの「物とのインタラクション」は、「デジタルデスク」で提示された、仮想世界 (Computer world) と現実世界 (Physical world) というとらえ方に得ており、

また「人とのコミュニケーション」は「クリアーボード」と似た発想になっている。

Xerox : Digital Desk

「デジタルデスク」とは、Xerox PARC の Pierre Wellner が開発した新しい形の作業支援システムである [17]。このシステムは、デジタルデスクの名の通り、水平に近い通常の机を作業スペースとし、机の上にプロジェクターを備え付けることにより、コンピュータの画面を投影する。そして、同じく机の上にはカメラが据え付けられており、作業を行うユーザの手の動きを画像として認識し、コンピュータとのインタラクションに利用する。(図 5.4、5.5)

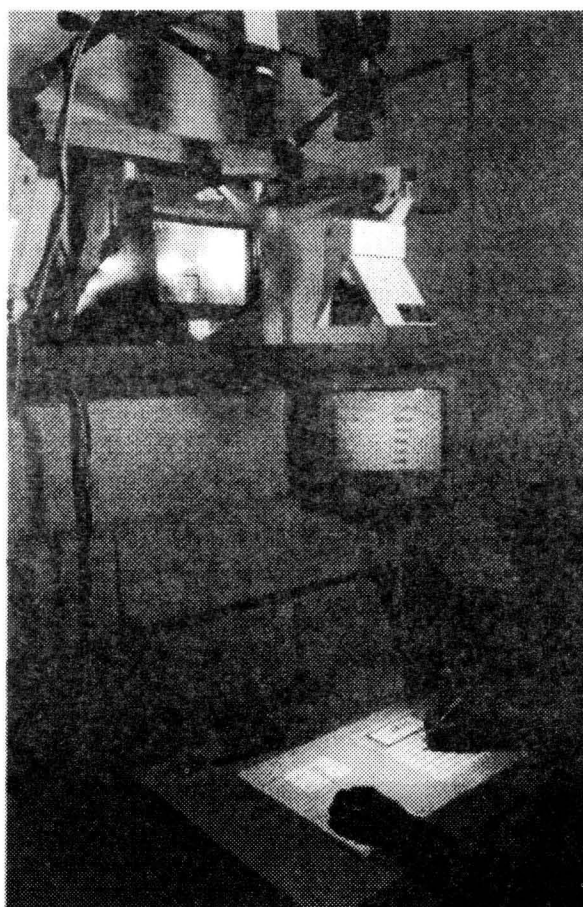


図 5.4: デジタルデスクのプロトタイプ [17]

このシステムは、先に述べたとおり、われわれが作業を行う際の場面(世界)を、コンピュータによるもの(Computer World)と、紙や鉛筆や机といった従来の道具を使う場合(Physical World)とに区別して捉え、より人間の作業を自然な方向へ導く支援システムとして、後者の世界に前者の機能を取り込むという発想にたっている。VR やデスクトップメタファーなどは、「最初にコンピュータありき」という立場で、そこでい

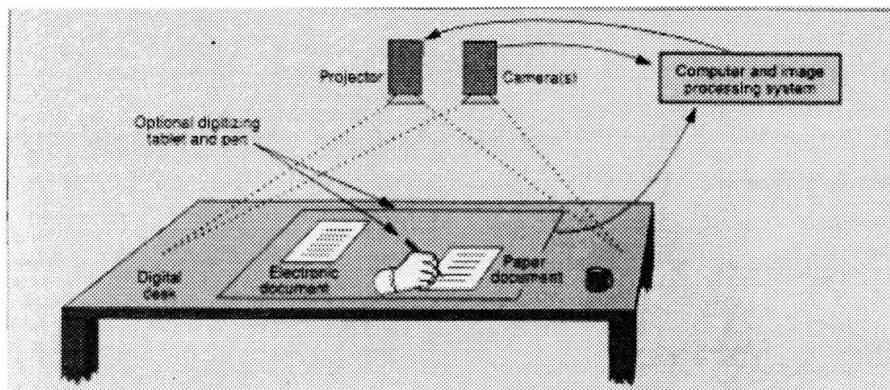


図 5.5: デジタルデスクのモデル [17]

かにインターフェイスを改善し、作業を支援するかというアプローチであり、デジタルデスクのそれとは対局に位置するといえる。

NTT ヒューマンインターフェイス研究所：Clear Board

NTT のヒューマンインターフェイス研究所で開発された、石井裕による遠隔コラボレーションツールである [8]。

遠隔地の相手と、協同の作業を行う際に、作業場として、透明のボードを利用し、ボード背面からのカメラによって、書き込まれた軌跡が認識され、プロジェクターによって相手側にも投影されるため、同じボードを常に共有することが可能である。しかも、人とのインタラクションとして、プロジェクターによって、相手の映像もボードに投影されるため、あたかもボードの向う側の相手と会話ができ、かつ相手がボードのどこを見ているのかまでわかる (ゲーズアウェアネス)。

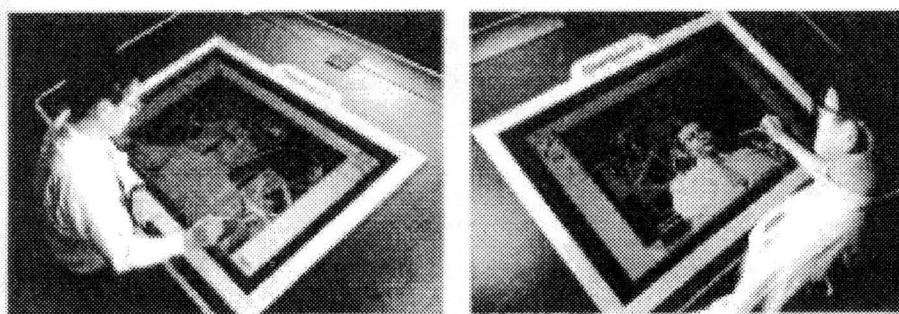


図 5.6: ClearBoard-2[8]

5.2 「仮想ボード」の試作

「仮想ボード」の核となるのは、「物とのコミュニケーション」を可能とする「オプティカルペン入力システム」である。これは、壁面に投影されたプロジェクター画像の前にながら、コンピュータとインタラクションをとるためのシステムである。以下に示すように、「オプティカルペン」本体と、画像からの「光色解析部」とで構成されている。

5.2.1 オプティカルペン (OP)

黒板に対するチョークのように、仮想ボードに対しても入力手段 (デバイス) が必要となる。その手段として、「オプティカルペン」を考案、開発した。

黒板のチョークと同じように、作業においては、ちょっとした書き留めをしたり、書かれた情報に目印をつけたりするなどの機能をもたせたのが「オプティカルペン」である。これは、ペン (指し棒) の先に「光」を放つ電球 (発光ダイオード) が付けられたもので、カメラから取り込む画像を解析することによって、この光を識別、特定する。

光といっても、実際の画像は RGB という色の 3 要素で得られる。したがって、画像解析とは、「色」の特定ということになる (以下では、特に断らない限り、光と色は同じ意味とする)。後述する解析のシステム上、より正確に、スムーズに光を特定するために、仮想ボードや人間、その他の物体とは差別化できる「光」を放つようにした。後述する「簡易プレゼンテーションシステム」では、「赤い色を放つ光」を、画像解析によって随時検出している。図 5.7 は、オプティカルペンのプロトタイプ 2 である。赤い色の 6V 電球をペン先に搭載し、はっきりとした赤い色を放つ。この他、青色の電球を使用したプロトタイプ 1、高高輝度の赤色発光ダイオードを利用したプロトタイプ 3 がある。

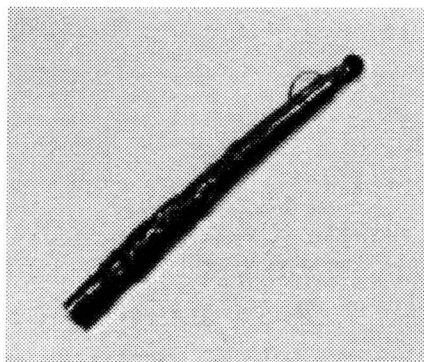


図 5.7: オプティカルペン本体 (プロトタイプ-2)

ペンが点灯していない場合、カメラでとらえられる画像には、「赤い色」が非存在の状態にあるため、なにも入力にはならず、ペンが点灯したときに、その存在が検出

され、点灯箇所が位置情報が特定される。プロトタイプ2は、圧力感知によって点灯する方式になっており、ボードをなぞれば、光を放ち、押したいボタンに触れることで入力ができ、直接的な感触を得られるようになっている。

5.2.2 光色解析

認識の構造は、ペンの放つ光を予め記憶(登録)し、その登録データと一致する色を見つけるパターンマッチである。

リアルタイムの動画は、IndyCam から Indy 本体に、まず図 5.8 のように、320x240 ドットの形で送られる。



図 5.8: カメラから得られる動画像

この画像データを、1セル 5x5 ドットとして、64x48 セルに分割、量子化する(図 5.9)。解析は、このセル単位に行われる。元のデータはドットごとに RGB 各々 256 階調で得られるが、量子化後のセルには、その矩形に入っている全てのドットの RGB 各々の平均がセットされる。そして、予め登録済みの、ペンが放つ RGB データとの照合によって、ペンの光が画像中のどこにあるのかが検出される。

この 64x48 のセル一つ一つに対して随時、先に登録したペンの光の色データとの照合を行い、もし合致するデータがあれば、その位置を特定することができる。パターンマッチは、完全な一致を求めず、RGB 各々について、多少の誤差を考慮している。

このようにして、オプティカルペンによる光を、画像解析で特定することにより、その位置情報などを、コンピュータ上のアプリケーションへの入力として利用することが可能となる。

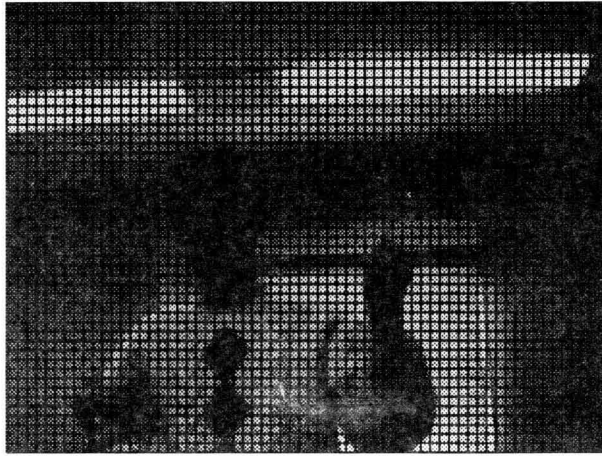


図 5.9: 量子化のイメージ (セルに量子化して解析する)

5.2.3 仮想ボード・プレゼンテーションシステムの試作

上述の「オプティカルペン」本体と、「光色解析部」とで構成される「オプティカルペン入力システム」を利用して、簡単な「仮想ボード・プレゼンテーションシステム」を試作した。これは、オプティカルペンの位置情報を利用して、ワークステーション上で動作するプレゼンテーションツールを操作できるようにしたものである。

図 5.10が、仮想ボードを利用した簡易プレゼンテーションシステムの外観である。カメラから取り込まれた画像は、光色解析を経て、位置情報として認識される。この位置情報が、プレゼンテーションツール(図 5.11)へ送られ、ツールを操作する入力として利用される。このツールは、ワークステーション上で動作し、その画面は、スキャンコンバーターを経て、プロジェクターに送られ、ホワイトボード上に投影される。

今回試作したシステムでは、4つのプレゼンテーション画面に対して、それぞれに対応する「ボタン」を用意し、オプティカルペンを利用してボタンを「光で指し示す」ことにより、その場にいながら、画面を切り替えることができるという、もっとも単純なものである(図 5.12)。さらに、プレゼンテーション画面(ツール画面のうちのファンクションボタン以外の領域)において、ペンを走らせれば描画が可能であり、電子的に、投影されているドキュメントへの目印、マークが可能となっている(図 5.13)。

当初、認識率の低さが予想されたが、実際の実験では、認識率はほぼ100%に近く、確実なものであった。これは、ボードで光が適度に反射することによって、識別が容易になったことや、ボード自体を赤の補色であるシアンに設定したことによると考えられる。現段階においても、十分実用に耐えうると考えられる。

また、処理容量の限界によって、画面切り替えまでの時間が長くなることで、フィードバック感の薄さが心配されたが、実際に試した感覚では、画面の切り替わりが遅いという感触は得られなく、快適な操作感も得られた。また、コンピュータを遠隔的に自由に操作できるということで、従来のコンピュータに対する操作とは異なった感覚

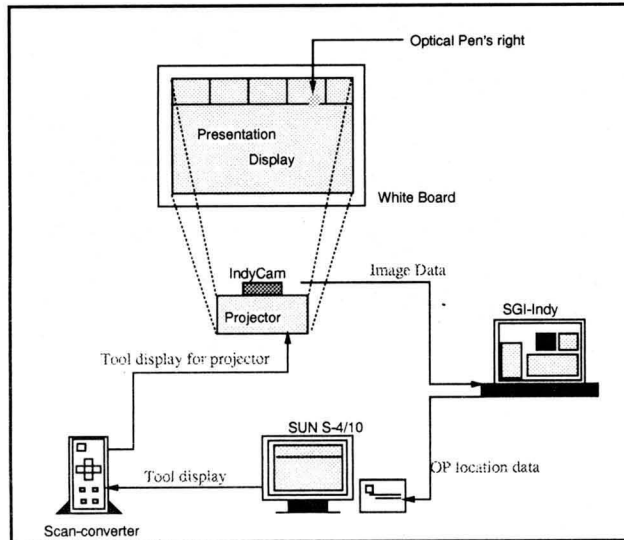


図 5.10: 仮想ボードプレゼンテーションシステムの概念図

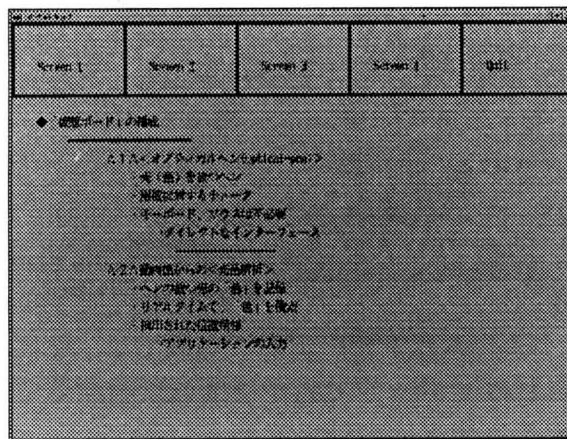


図 5.11: 簡易プレゼンテーションツール画面例

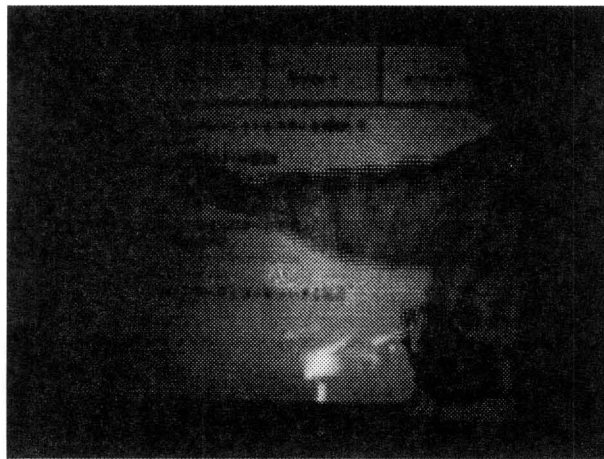


図 5.12: 実験 (スクリーンを呼び出し説明)

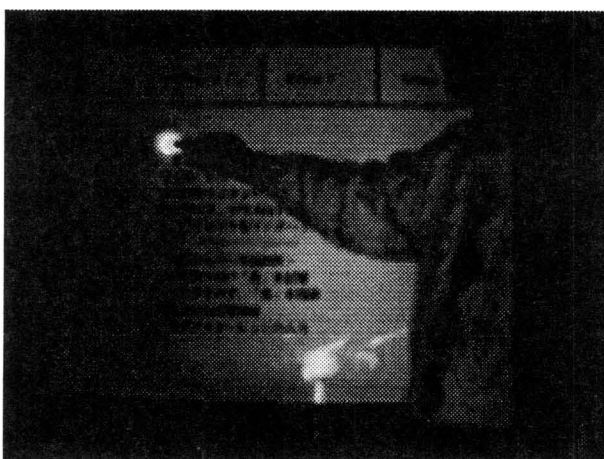


図 5.13: 実験 (OP によって、目印をつける)

が味わえた。

今後、ペンの光色を複数利用できるようにすれば、コンピュータへの入力に幅を持たせることも十分可能である。

5.3 CSCW のための新しいシステムへの拡張

今回は、新しい協同作業のためのシステムのうち、「物とのコミュニケーション」を実現するための基礎となる、「仮想ボード」を製作した。「オプティカルペン入力システム」によって、コンピュータの利便性をホワイトボードの感覚で利用できるようにした。したがって、従来の協同作業での「物とのコミュニケーション」に、新しい機能を付け加えることができた。

今までのコンピュータや、コンピュータを拡張したものは、コンピュータから「向こう側の世界」とのつながりは、強いと言える。プレゼンテーションや、協同作業では、「向こう側の世界」の機能を利用することが欠かせない。しかし、機能としての利点は得られても、実際には活用できないのが実状である。つまり、コンピュータの「手前の世界」とのインターフェイスがなおざりにされており、コンピュータからわれわれの世界までは「距離が存在する」からである。

今回製作した「オプティカルペン入力システム」は、「手前の世界」とのインターフェイスの基盤を提供するものである。このプラットフォームを利用して最初に試作したのが、「仮想ボード・プレゼンテーション・システム」ということになる。これは、単に一つの適用例にすぎず、さらに様々な利用方法が考えられる。

今後は、この仮想ボードを利用して「人とのコミュニケーション」を実現することを目指す。最終的には、前述した通り、人とのコミュニケーションが自然に行え、かつ物とのコミュニケーションが効率よく行える、インタラクションシステムを目指す。コンピュータを介して、向こう側の世界と手前の世界との距離が近づき、仮想ボード上で融合したときに、初めて創造的な作業空間が生まれると考えている。

第 6 章

おわりに

本報告では遠隔コミュニケーション・プレゼンテーションを支援するシステム *PreView* を試作し、本システムを用いた 3 つの実験計画について述べた。

また、仮想ボードによる実世界のホワイトボードとオプティカルペンによるプレゼンテーションシステムの試作を行なった。実際のプレゼンテーションにおける有効性について述べ、本プロトタイプシステムを元にした、協調作業支援システムへの発展について述べた。

今後はこれらのシステムに基づいて実験を行ない、その実験結果を評価し、「遠隔プレゼンテーションを行なう際に、どのようなものが人と人とのインターフェイスとしてふさわしいか」という問いに対する答のひとつをみつきたい。

また、本システムの使用による新しいコミュニケーション形態の提案も行なっていく予定である。

謝辞

実験に協力して頂いた慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス安村研究室の方々に感謝致します。また、仮想ボードシステムの試作にあたりご協力頂いた研究員の今野潤氏に感謝申し上げます。

なお、本研究の実施に際し、ATR 通信システム研究所 (寺島信義所長) からの御支援を頂きました。厚く感謝致します。

第 7 章

参考文献

- [1] 岸野文郎, 臨場感通信会議, 計測と制御, vol.30, No.6, June 1991, pp.485-489
- [2] 伴野明, 岸野文郎, 臨場感通信会議におけるヒューマンインタフェース技術, 人工知能学会誌, vol.6, No3, pp.48-59
- [3] 岸野文郎, 臨場感通信, in バーチャル・テック・ラボ, 館・広瀬監修, 工業調査会, 1992
- [4] 伊賀聡一郎, 佐藤宏之, 安村通晃, 遠隔プレゼンテーション支援システムの試作, 第 49 回情報処理学会全国大会, 1994.
- [5] 佐藤宏之, 伊賀聡一郎, 安村通晃, 遠隔デスクトッププレゼンテーションシステムのデザイン, 計測自動制御学会 ヒューマンインタフェース部会第 10 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム, pp.397-402, 1994.
- [6] 渋谷雄・田村博, 研究環境における双方向映像通信の役割についての実験的評価, 第 6 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, pp.251-pp.256, 1990.
- [7] 徳勲・友保康成・渋谷雄・田村博, テレビ会議技術の課題と利用法についての考察, 第 8 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム, pp.207-pp.212, 1992.
- [8] 石井裕, ヒューマンコミュニケーション工学シリーズ CSCW とグループウェア, オーム社, 1994.
- [9] 黒川隆夫, ヒューマンコミュニケーション工学シリーズ ノンバーバルインタフェース, オーム社, 1994.
- [10] 山本吉伸・佐藤充・安西祐一郎, 対話モデルに基づくプレゼンテーションツール CCC の設計と実装, 情報処理学会研究報告 91-HI-35, pp.131-pp.137, 1991.
- [11] Baudel, T・Lafon, M, CHARADE:Remote control of objects using free-hand gestures, Communications of the ACM 36, 7(July) pp.28-pp.37, 1993.

- [12] 田中公二, 伊賀聡一郎, 岡部学, 安村通晃, マルチメディア語学学習環境の開発と評価, 日本ソフトウェア科学会 コンピュータと教育 33-4, 1994.
- [13] 田中公二, 伊賀聡一郎, 安村通晃, ネットワークベースのマルチメディア語学学習環境の開発, 第 49 回情報処理学会全国大会, 1994.
- [14] 安村通晃・伊賀聡一郎, マルチモーダル・ヒューマンインターフェイスの試み, 第 35 回プログラミングシンポジウム, 1994.
- [15] 松下温・岡田謙一・勝山恒男・西村孝・山上俊彦編, 知的触発に向かう情報社会, bit 別冊, 共立出版, 1994.
- [16] 大須賀 節雄 (編), 知識工学講座 10, ヒューマンインタフェース, オーム社, 1992
- [17] Pierre Wellner, Interacting with Paper on the DigitalDesk, Comm. of the ACM, July 1993/Vol.36, No.7