

多地点共同作業支援環境 GTWS のユーザインタフェース

石崎健史¹ 北原千穂¹ 森賢二郎¹ 木下成顕² 宮本宜則²

¹(株)日立製作所システム開発研究所 ²(株)日立製作所中央研究所

マルチメディア情報を活用した電子会議システムである多地点共同作業支援環境 GTWS を開発した。本システムでは、利用者が容易に会議空間を認識できること、複数の会議空間を表現できること、会議参加者の映像・音声情報を積極的に活用することを重視して設計を行なった。会議空間を表現するため仮想会議室ウィンドウ内に会議参加者の動画像を表示するようにした。複数の会議空間の切り替えは、ウィンドウのフォーカスと連動した動画・音声制御により実現している。本稿では、GTWS のシステム構成、ソフトウェア構成の概略を示し、複数会議サポート方式とそのユーザインタフェースについて述べる。本システムを使った実験の結果得られた多地点電子会議固有の問題についても触れる。

User Interface of Group Tele-Working System: GTWS

Takeshi ISHIZAKI¹ Chiho KITAHARA¹ Kenjiro Mori¹
Shigeaki KINOSHITA² Takanori Miyamoto²

¹Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.
({ishizaki,morike,kitahara}@sdl.hitachi.co.jp)

292 Yoshida-chou, Totsuka-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 244, Japan

²Central Research Laboratory, Hitachi Ltd.
({kinosita,miyamoto}@crl.hitachi.co.jp)

1-280 Higashi-Koigakkubo, Kokubunji-shi, Tokyo 185, Japan

We developed the Group Tele-Working system (GTWS), which enables distributed participants to collaborate on their work stations using multimedia information. Multiple conference spaces are represented by the virtual meeting room windows and the participant can switch from one conference space to another by selecting the meeting room window. The voice and video are controlled with the change of the meeting rooms. This paper describes the system configuration and software architecture of GTWS and presents the concept and the mechanism to support multiple conference spaces. The overview of the experimental results are also presented.

1. はじめに

コンピュータとネットワークを利用して、グループによる協同作業を支援するさまざまなソフトウェア、ハードウェアがますます重要になってきている。

このような背景の下にわれわれは、複数のワークステーションをネットワークで接続し、参加者どうしがインタラクティブに相互作用を行なうリアルタイム型のシステムの研究・開発を行なっている。これまでにアプリケーションの表示画面を協同で参照しながら協同作業を行なえる電子対話システム ASSOCIA の開発を行なってきた^{[1][2][3]}。

ASSOCIA では、会議室ウィンドウを用いたユーザインタフェースを提供している。このインタフェースはアプリケーションが作るデータファイルをアイコンとして表示するだけの簡単なものである。また、音声による会話は基本的に既存の電話サービスを利用することを前提としており、参加者の動画像や音声を統合的に制御する仕組みは提供していなかった。

最近では、ハードウェアの高速化・低価格化にともない、動画・音声などのマルチメディアデータの取扱いもかなり容易になってきている。

そこで、電子対話システム ASSOCIA を拡張し、参加者の画像・音声データを利用したユーザインタフェースを提供する多地点会議システム「多地点共同作業支援環境 GTWS (Group Tele-Working System)」を開発し、実験を行なった。

本システムの特徴は、会議室ウィンドウ内に参加者映像などを配置することにより利用者が複数の会議空間を容易に識別できることである。複数会議参加時に、現在アクティブな会議を識別しやすくするため、利用者のウィンドウ操作に連動して会議音声および参加者映像の再生を制御する。

さらに、利用者が直観的に理解しやすいユーザインタフェースとするため、仮想会議室ウィンドウ内の各種オブジェクトを直接操作することにより会議機能を利用できるようにした。

本稿では、まず GTWS 設計の方針として会議空間の表現方式について述べる。次に開発した GTWS のシステム構成およびユーザインタフェースの概要、会議空間表現の具体例を示し、最後に実験結果から得られた評価を述べる。

2. GTWS における会議空間

2.1 会議空間の表現

会議を行うときに、参加者は自分が会議に参加していることを認識している。参加者が認識する相互作用の場を「会議空間」と呼ぶ。会議参加者が認識する会議空間は、参加者、会議室内の環境、会議で議論される内容などからなる。

ネットワークを利用した電子会議システムでも何らかの形で参加者が会議空間を認識することができる仕組みが必要である。ここでは、会議参加者の映像を利用した会議空間表現を考える。

会議参加者の映像の表示方法としては、

- 参加者映像を個別のウィンドウに配置する (個別ウィンドウ方式)

- 全参加者の映像を一括して一つの動画ウィンドウに表示する (動画ウィンドウ方式)

などの方法がある^{[4][5]} (図1)。

個別ウィンドウ方式では、どの参加者がどの会議に属するかを表現できないため、単一の会議空間しか提供できない。

動画ウィンドウ方式もすべての参加者映像が一つのウィンドウに表示されるため複数会議空間の表現はできない。

本システムでは、会議に対応する仮想会議室ウィンドウを表示することによって会議空間を表現している。仮想会議室ウィンドウ内には、当該会議の参加者の映像、会議机、OHP などの会議用ツール、会議資料などが置かれている。仮想会議室ウィンドウを複数表示することによって複数会議空間の表現が可能である。

共同作業と個人作業とが混在する環境では、仮想会議室ウィンドウによる会議空間表現は特に有効である。すなわち、仮想会議室ウィンドウを操作しているときは会議という共同作業に関与しており、その他のウィンドウを操作しているときは個人作業に従事していることになるからである。

2.2 会議空間の切替え

複数の会議空間を提供する場合、会議空間そのものを認識しやすくすると同時にある会議から別の会議への切替えが容易にできなければならない。換言すれば、参加者が現在どの会議空間と相互作用を行っているかを適切に表現する必要がある。ある時点で複数の会議空間のうち利用者が最も密に相互作用を行っている会議空間をアクティブな

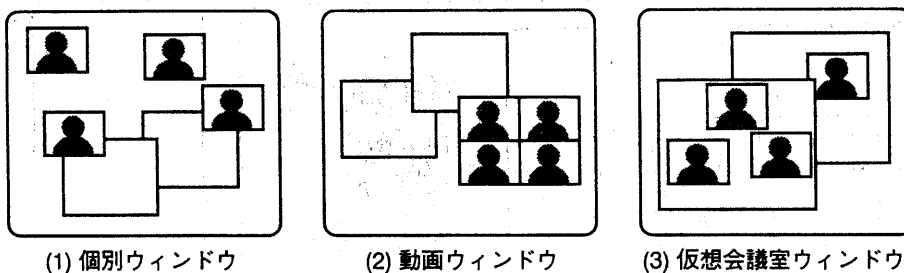


図 1. 会議空間の表現方式

会議空間と呼ぶ。

会議空間の切替えを表現するために、次のような表現手段を用いることが考えられる。

- アクティブな会議空間の音声だけを再生する。
- アクティブな会議空間に対応する仮想会議室ウィンドウを前面に出す。
- アクティブでない仮想会議室ウィンドウでは参加者映像を静止画にする。

これらの表現手段、あるいはその組み合わせにより、参加者は複数の会議を切替えながら効率よく共同作業を行えるであろう。

2.3 直観的なユーザインタフェース

電子対話システム ASSOCIA を利用すると自分が持っている資料を複数の WS で共同実行することができる。本システムでは資料を表すアイコンを OHP を表すアイコンに重ね合わせることで ASSOCIA の機能を簡単に利用できるようにした。これは、実際の会議において自分の資料を参加者に提示する操作から容易に類推可能であり、利用者にとって理解しやすいユーザインタフェースである。本システムではその他の会議機能についてもできる限り利用者が直観的に理解しやすいインタフェースを提供するようにした。

3. 多地点協同作業支援環境 GTWS

本システムでは、

- 利用者が容易に会議空間を認識できること
- 複数の会議空間を表現できること
- 会議参加者の映像・音声情報を積極的に活用すること

を重視した設計を行なった。

本システムでは複数会議空間の切替え方式として、ウィンドウフォーカスに連動した動画・音声

制御方式を提案している。

一般にマルチウィンドウシステムでは、ユーザが指定したウィンドウに対してのみ入力を行なうことができる。この入力可能なウィンドウのことを「フォーカスがある」という。利用者は、マウスなどを使ってフォーカスのあるウィンドウを切替えることができる。

本システムでは、会議空間を仮想会議室ウィンドウによって表現しているので仮想会議室ウィンドウにフォーカスがあるときとないときで次のような違いを持たせる。すなわち、仮想会議室ウィンドウにフォーカスがあるときにはその会議の参加者の動画および音声再生される。仮想会議室ウィンドウがフォーカスを失うと、参加者の動画は一時停止して静止画となり、音声は消音する。

これによって、会議と関係のない個人作業を行なっているときや、別の会議に参加しているときには、会議の音声停止するため、会議空間の切替の認識がより容易になる。

4. システム構成

4.1 概要

図 2 に本システムのシステム構成を示す。

WS 本体と、動画・音声コーデックを備えた多地点会議ユニット (Audio Video Unit: AVU) とで 1 システムを構成する。

多地点会議ユニットは動画・音声データの符号化・復号化を行う。多地点会議ユニットには、入出力装置としてカメラ、マイク、スピーカが接続される。カメラはディスプレイの上、マイクはキーボード前方、スピーカはディスプレイ両側に配置される。

多地点会議ユニットは、最大 16 地点からの画像

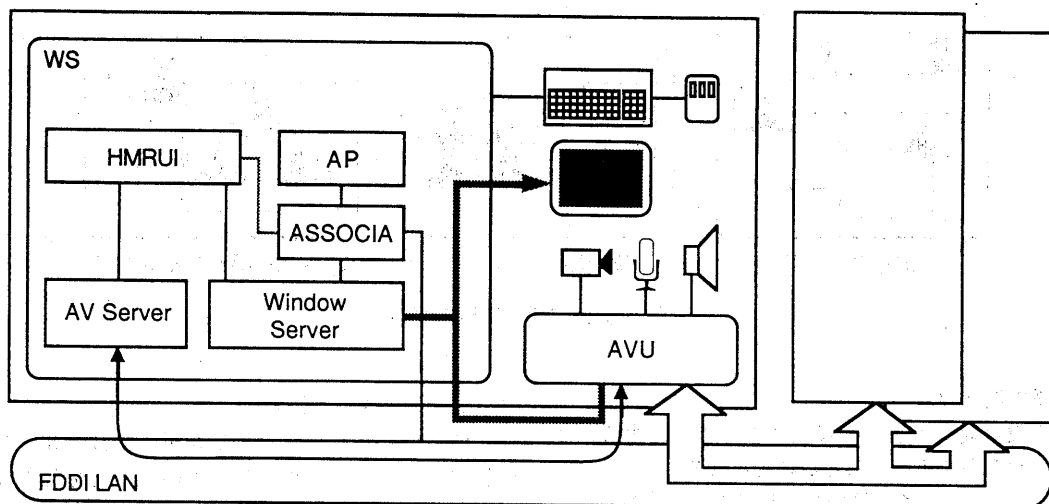


図2. GTWS システム構成

データを受信し、NTSC 一画面を 16 分割して合成して出力する。相手が 1 人の場合には一画面全体を相手の画像にしたり、相手が 4 人までの場合は一画面を 4 分割して合成したりすることも可能である。

AVU からの画像出力は WS からの画面出力と合成されて表示される。

音声についても最大 16 地点からのステレオ音声を受信し、任意の音量で再生できるようになっている。

参加者の画像・音声を含む情報を伝達し、相手の状況を確認しながら協同作業を行なうことができる環境を提供する。利用者は通常使用しているアプリケーションプログラムの画面を同時に参照しながら、編集作業を行なうことができる。協同作業を遂行するために必要な操作は、仮想会議室と呼ぶウィンドウ上でマウスを使って直観的に操作できるようにしている。

4.2 ソフトウェア構成

GTWS ではカメラ、マイクなどの AV 機器をソフトウェアで制御する必要がある。そこで、サーバクライアント型のウィンドウシステムのアーキテクチャに準拠した AV サーバ・クライアントシステムを開発した。

AV サーバと AV クライアントとの間は TCP/IP コネクションで接続され、AV プロトコルと呼ぶプロトコルを定義して利用している。

(1) AV サーバ

クライアントから接続され、リクエストを受信して、各種 AV 機器を制御する。実際の AV 機器は、仮想機器 ID を割り当てられており、クライアントは仮想機器 ID を指定して、機器制御オブジェクトを生成する。AV サーバは機器制御オブジェクトに対するリクエストを解釈し、実際の機器のドライバレベルの制御コマンドを発行する。

(2) AV ライブラリ

AV サーバを利用するクライアントプログラムは、AV ライブラリと呼ぶサーバアクセス用の関数インタフェースを利用する。最初に AVOpenServer() 関数によってサーバとのコネクションを確立し、以後はそのコネクションを通じてリクエストをサーバに送信する。実際にディスプレイに動画を表示するときには、AV ライブラリに加えてウィンドウシステムの動画拡張機能を利用する。

(3) ユーザインタフェース部

GTWS のユーザインタフェースを制御するプログラムであり、仮想会議室ウィンドウを表示し、直接操作オブジェクトの処理を行なう。

(4) 通信制御部

会議参加者間の接続および情報交換、会議参加者情報の管理を行なう。仮想会議室を開くと起動され、以後会議参加者を呼び出すごとに、呼び出された会議参加者のユーザインタフェース部と接続される。通信制御部は、ユーザインタフェース部から参加者情報や状態変化の通知を受け、他の会議参加者に情報を伝達したり、会議全体の情報

(開始時刻や現在の参加メンバなど)を管理する。

4.3 仮想会議室ユーザインタフェース

実際の会議においては、会議室には

- 自分以外の会議参加者
- 会議で使用する資料
- OHP, 黒板 (ホワイトボード) などの備品

などが存在する。

GTWS の仮想会議室ウィンドウには、上記の各要素が直接操作可能なオブジェクトとして配置される (図3)。

直接操作オブジェクトは、利用者が見たときにその機能が直観的にわかりやすいように工夫している。これらのオブジェクトは、マウス操作によって選択する。オブジェクトを選択して、マウスの第3ボタンを押すと、ポップアップメニューが表示され、そのオブジェクトに対して適用可能な操作であるメソッドを実行することができるようになっている。オブジェクトが選択された状態でメニューバーからプルダウンメニューによってメソッドを選択することもできる。また、オブジェクトをダブルクリックすると、そのオブジェクトのデフォルトメソッドを実行することができる。

(1) 会議机オブジェクト

会議机上には会議参加者で共有される資料が表示される。

さらに会議机オブジェクトは資料配布機能の実行にも利用する。すなわち、会議資料を会議机オブジェクトに置くことにより当該資料が全会議参加者にファイル転送される。配布された資料は会議机上に表示されるようになる。

(2) OHP オブジェクト

電子対話システム ASSCIA のアプリケーション共同実行機能を提供する。すなわち、会議において OHP を用いて自分の資料を参加者に提示するように、自分の持つデータを参加者の画面にウィンドウとして表示することができるようにする。資料を OHP オブジェクトに直接重ね合わせることで、この機能を利用できるようにし、直観的にわかりやすい操作にしている。

(2) 参加者オブジェクト

参加者の動画表示を行う。参加者オブジェクトは仮想会議室ウィンドウ内において、会議机オブジェクト上などを除く任意の位置に配置可能にする予定である。現状ではスキャンコンバータの制約から動画は別ウィンドウに一括表示している。表示可能な参加者数は最大15人であるが、会議ウィンドウの面積を考慮すると、4人程度までが適当であろう。参加者数が最大16人であることは、一つの会議の参加者が16人というより、数人規模の会議ウィンドウを複数開いたときに有効であると考えている。

(3) 会議資料オブジェクト

会議資料オブジェクトはアプリケーションが使用するデータファイルを示す。資料オブジェクトをダブルクリックすると対応するアプリケーションが起動される。資料オブジェクトを OHP オブジェクトに重ね合わせると、電子対話システム ASSOCIA のアプリケーション共同実行機能により、他の会議参加者の画面にも当該アプリケーションプログラムのウィンドウが表示される。

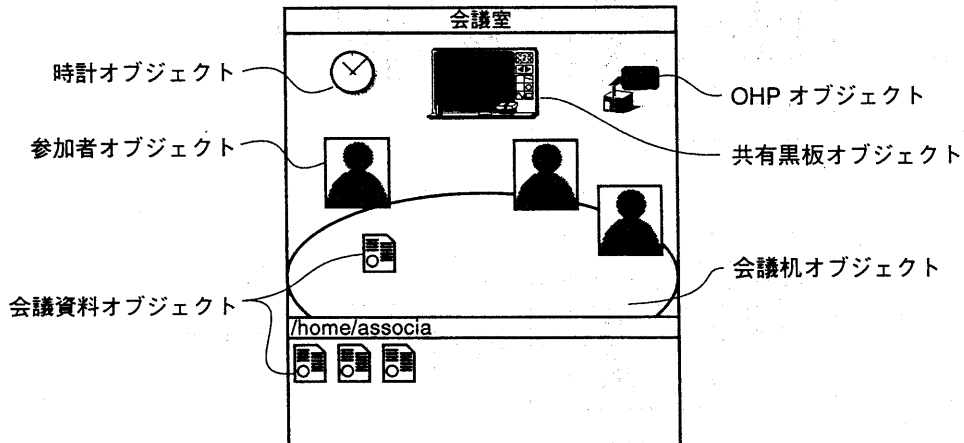


図3. 仮想会議室ウィンドウ

(4) 時計オブジェクト

現在のシステムでは現在時刻を表示するだけである。会議で利用するためには、会議経過時間や、終了予定時間などを表示するようにしてもよいだろう。

(5) 共有黒板オブジェクト

本システムが提供する共有黒板アプリケーションが起動され、全会議参加者の画面にウィンドウが表示される。このアプリケーションは、通常の会議で使うホワイトボードの機能を提供する。すなわち、会議参加者が意見を書き込んだり、図を示したりできる。

5. フォーカス連動

5.1 フォーカス連動

複数の会議に参加している場合には、現在どの会議にアクティブに参加しているかを適切に表現

する必要がある。本システムでは、利用者のウィンドウ操作に基づいてアクティブな会議を表現している。ウィンドウへの入力権、すなわちウィンドウフォーカスの変化と連動して会議空間の切り替えを行うので、この方式を「フォーカス連動」処理と呼ぶ。

図4のように参加者Bが会議1・会議2の二つの会議に参加している場合を考える。会議1には参加者A,Bが、会議2には参加者B,C,Dが参加している。

図5は参加者Bの画面を示している。(a)では仮想会議室ウィンドウ1にフォーカスがあるので会議1がアクティブな場合である。このときスピーカからはこの会議の参加者の音声だけが再生される。会議2の参加者の音声は停止し、映像も静止画となる。

同図(b)のようにマウス操作により仮想会議室2にフォーカスを移すと会議2がアクティブになる。すなわち会議2の参加者の音声再生されるよう

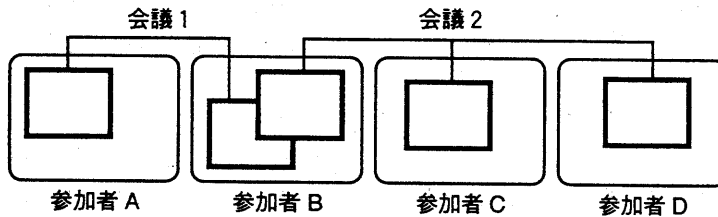


図4. 複数会議空間

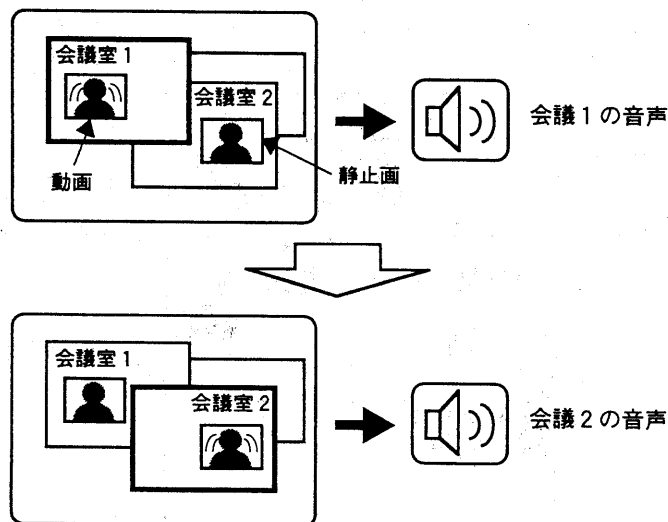


図5. 会議空間の切替え

になり、参加者の静止画も動画となる。逆に会議1の音声は停止し、参加者映像も静止画となる。

このように仮想会議室ウィンドウのフォーカスと連動して会議音声、参加者映像を変化させ、会議空間の切替えを認識できるようにしている。

共同作業空間と個人作業空間とが共存している場合にも、両空間の切り替えはフォーカス連動処理によって表現可能である。すなわち、共同作業ウィンドウ（仮想会議室ウィンドウ）にフォーカスがあるときは会議音声が発生され、参加者映像が動画で表示される。個人作業用のウィンドウにフォーカスがある場合には、すべての会議の音声が発生停止し、映像が静止画となる。ここで述べたフォーカス連動処理はユーザインタフェース部がAVサーバに指示を送ることによって制御する。すなわち、ユーザインタフェース部は表示している仮想会議室ウィンドウのフォーカス状態をモニタしており、状態変化を検知するとAVサーバに対して音声・動画の停止・再生を指示する。

5.2 ウィンドウグループ

会議空間を構成するのは仮想会議室ウィンドウだけではない。たとえば、会議室から起動されたアプリケーションのウィンドウは会議参加者全員で共有される共有ウィンドウである。したがってこのアプリケーションが表示するウィンドウも会議空間を構成するウィンドウの一つとしてフォーカス連動の対象とする必要がある。本システムでは、ある会議に属するウィンドウを一つのウィンドウグループとしてフォーカス連動対象としている。

ウィンドウグループを具体的な例で説明する。図6は仮想会議室ウィンドウVからアプリケーション

を起動しウィンドウSが開かれた場合を示している。ウィンドウIは参加者Aの個人作業用ウィンドウである。このとき、参加者Aにとっては、ウィンドウVとSが会議空間に属するウィンドウグループとなる。したがって、ウィンドウVとSのいずれかにフォーカスがあるときに会議音声が発生され映像は動画となる。ウィンドウIにフォーカスがあるときはその逆となる。

ウィンドウグループを管理するためにユーザインタフェース部と、ASSOCIAとの連携処理を行う必要がある。すなわちASSOCIAが新しいアプリケーションを起動したときにはそのアプリケーションが表示するウィンドウをユーザインタフェース部に通知する。ユーザインタフェース部は通知されたウィンドウをウィンドウグループに追加する。ユーザインタフェース部は登録されたウィンドウグループ内のウィンドウすべてについてフォーカス状態の変化をモニタする。

6. 適用・評価

本システムを4人の参加者による会議で使用する実験を行った。4台のWSを使用し、3台を同じ部屋に、他の1台を別のフロアに配置し、FDDI LANで接続した。

仮想会議室ウィンドウによる複数会議空間の切替えは有効であることが確認されたが、問題点も指摘された。それは、ある会議空間を選択しているときに、他の会議空間の音声が発生し止ってしまうと不便であることである。これは、音声を聞いていないほうの会議からの強制呼び出しの手段が提供されていなかったことに起因する。対策としては、アクティブでない会議の音声も小音量で

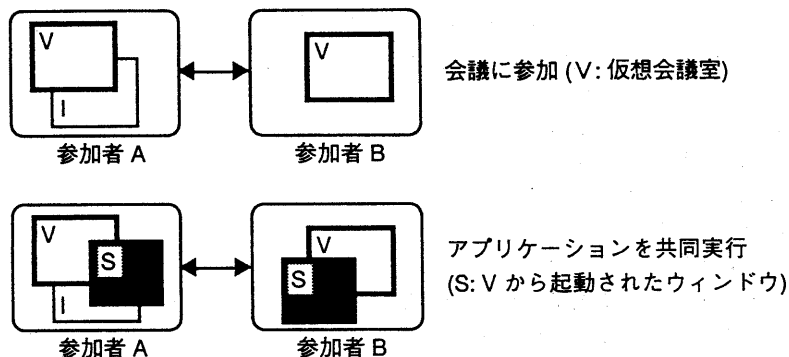


図6. ウィンドウグループ

再生する、強制的な呼び出しのための手段を提供することなどを検討している。

別の問題として、会議において「聞こえますか」とか「つながっていますか」といった確認のための言葉が多く使われるのが観察された。本システムが実験段階にあってシステムの信頼性が十分ではないためとも考えられるが、別の側面として多地点会議固有の特徴として次のようなことが言える。

テレビ電話のように1対1で通話を行う場合には、自分が何か発言すると相手は相槌や返答によって必ず反応するので相手との接続を認識することができる。これに対し、本システムのように多地点を接続する会議システムでは、ある人が話したとき残りの参加者はお互いに誰か別の人が反応を返すかも知れないと考えて特に何の反応も示さない場合がある。このため発言した人は果たして自分の声が聞こえているのかどうか不安になると考えられる。

いずれにしても、本システムのように複数の会議参加者によるネットワークを通じて円滑なコミュニケーションを行うためには、会議参加者が自分以外の参加者と接続されていることを実感できることが重要であることがわかる。この実感が得られれば、相手との確認を絶えず確認することは不要となり、会議をより円滑に進めることができると考えられる。

7. おわりに

会議空間の表現と複数会議空間の切替えの必要性を述べ、多地点協同作業支援環境 GTWS における仮想会議室によるユーザインタフェースについて報告した。

高速 LAN と多地点会議ユニットを使って会議参加者の映像・音声などの状況を見ながら電子的な会議を行なうことができる。本システムは、特定のサーバマシンを必要としないため、研究者どうしのインフォーマルな打合せに敵していると考えられる。今後さらに試用を行ってマルチメディア電子会議の特性を評価していく。

現在、本システムではワークステーションを利用しているが、低コスト化・高性能化とともに急速にオフィスに普及していくと考えられるパソコンなどを使ったシステムの重要性が高まっている。さらにコンパクトで実用的なシステムの開発が必

要であろう。

参考文献

- [1] 中山良幸, 森賢二郎, 中村史朗, 山光忠: 多者間電子対話システム ASSOCIA, 情報処理学会論文誌, vol. 32, No. 9, pp. 1190-1199 (1991).
- [2] 石崎健史, 中山良幸, 北原千穂, 森賢二郎, 山光忠: 多者間電子対話システム ASSOCIA におけるアプリケーションプログラム実行方式の拡張, 情報処理学会第 44 回全国大会 (1992).
- [3] Hoshi, T., Mori, K., Takahashi, Y., Nakayama, Y., Ishizaki, T.: B-ISDN Multimedia Communication and Collaboration Platform Using Advanced Video Workstations to Support Cooperative Work, IEEE, *j. Selected Areas in Comm.*, Vol. 10, No. 9, pp. 1403-1412 (1992).
- [4] 渡部和雄, 阪田史郎, 前野和俊, 福岡秀幸, 大森豊子: マルチメディア在席会議システム MERMAID, 情報処理学会論文誌, vol. 32, No. 9, pp. 1200-1209 (1991).
- [5] 島村和典, 正木茂樹, 谷川博哉: B-ISDN 用多地点間マルチメディア通信会議システム PMTC, 電子情報通信学会技報 [オフィスシステム], OS90-34, pp.31-36 (1990).