

## 多者間電子対話システム ASSOCIA†

中山 良幸<sup>††</sup> 森 賢二郎<sup>††</sup>  
 中村 史朗<sup>††</sup> 山 光 忠<sup>†††</sup>

離れた場所に居ながらにして、打合せ等のリアルタイムの共同情報処理を可能とする多者間電子対話システム ASSOCIA (An Autonomous Scheme for Synesthesia-Oriented Cooperative Information Agents) を開発した。従来のオフィスオートメーションが個人作業の効率化に重点があったのに比べ、ASSOCIA はワークステーション上の電子化情報と電話による音声を用いた共同作業の効率化を実現する。ここでは、マルチウィンドウ上で各参加者が同じプログラムを走らせながら、テレポインティング、テレライティング、文書の共同編集や意思決定シミュレーション等の即時実行、などが可能である。その特徴として、a) ASSOCIA 自体は電子対話の基盤を提供し、その下で既存のプログラムをほとんど修正することなく、実行することができる、b) 各参加者のワークステーション上には、共同処理中のデータだけでなく個人処理中のデータが共存できる、c) 同じプログラムが、個人処理状態と共同処理状態との間を円滑に移行できる。本文では、ASSOCIA の実現方式についても言及した。現在、ASSOCIA は実験評価中である。

### 1. はじめに

最近の通信ネットワークおよびワークステーションの急速な発展を背景に、これまで個人作業の効率化が主体であったオフィスオートメーション (OA) を、グループの共同作業 (CSCW: Computer-Supported Cooperative Work) の効率化にまで拡大しようとする試みが盛んになってきている<sup>1)</sup>。グループ構成員が同一の場所か離れているか、共同作業のリアルタイム性の有無、あるいは対象とする共同作業の活動内容などから、共同作業の支援ツールも多岐に渡る<sup>2)</sup>。既に実用化されている電子メールやファイル転送は、非リアルタイム (蓄積型) で離れた場所間用のツールである<sup>3), 4)</sup>。また、同一場所でのリアルタイムの打合せツールとしては、実験システム Colab<sup>5), 6)</sup> などがある。

一方、リアルタイム共同情報処理 (R<sup>2</sup>-CSCW: Remote & Realtime-CSCW) システムは、離れた場所にいる複数の人間が、電子化された共通の対象物に対し、リアルタイムに共同で処理を実行すること (リアルタイム共同情報処理 [本論文では、共同処理と略す]) を目的とし、今後の発展が期待できる分野である<sup>7)-12)</sup>。従来からあるテレビ会議システムが画像伝送に主体があるのに対し、R<sup>2</sup>-CSCW は共同情報処理に主体がある。本論文では、文書作成プログラムの使用などの従来の電子化された個人作業を、共同処理に対

して「個人処理」と呼ぶ。さらに、プログラムが個人 (共同) 処理に用いられていることを、個人 (共同) 処理状態にあるなどと呼ぶ。共同処理を実現するには、下記のような事項に対し、距離の壁を超越する手段を提供する必要がある。

- 音声による会話 (これは現在既に電話で実現)
- 同一処理対象物への注目
- 対象物上での討議箇所の明示
- 対象物の同時実行・修正・書き込み

処理対象物として最も典型的なものは文書である。しかし、文書に限らず意思決定支援ソフトウェアなど、処理対象は多様であり得る。さらに、例えば文書にしても、R<sup>2</sup>-CSCW のためだけに使用されるのではなく、同じ文書が個人処理状態から共同処理状態へ、あるいはその逆の状態変化においても処理できることが望ましい。これは、実際の日常のオフィス業務を想起すれば明日である。これまでの実験システムの例では、R<sup>2</sup>-CSCW 用の環境を従来の OA 環境とは別に提供するアプローチがとられているため、処理対象の制御 (例えば文書のみ) や従来の OA 環境との連携が難しいといった制約があったり<sup>13), 14)</sup>、従来環境を継承するアプローチをとったシステムでは、OS などの基本ソフトウェアの変更を伴ったり、テキスト処理を主としマルチメディア情報の取扱いに難があったりした<sup>15)-17)</sup>。

筆者らは、参加者の構成が流動的かつ数人規模の R<sup>2</sup>-CSCW を電子対話と呼び、当面の目標を電子対話をサポートする基盤システム (電子対話システム) の実現とした。この目的で開発した電子対話システムが ASSOCIA (An Autonomous Scheme for Synesthesia-Oriented Cooperative Information Agents) で

† A Computer-Supported Multiparticipant Realtime Teledialogue System by YOSHIYUKI NAKAYAMA, KENJIROO MORI, FUMIO NAKAMURA (Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.) and TADASHI YAMAMITSU (Software Development Center, Hitachi, Ltd.).

†† (株)日立製作所システム開発研究所

††† (株)日立製作所ソフトウェア開発本部

ある<sup>18),19)</sup>。ASSOCIA 開発の基本方針は、従来の OA 環境における個人処理との密な連携の下に、上述の R<sup>2</sup>-CSCW 実現のための基盤を提供することにある。具体的には、a) ASSOCIA の下で、文書処理や表計算といった従来の汎用 OA ソフトウェアやユーザプログラムを、ほとんど修正することなく実行できる、b) 個々の参加者のワークステーションには、共同処理中のデータ（複数可）だけでなく個人処理中のデータも共存できる、c) 個人処理状態で作成したデータを共同処理状態に、あるいは共同処理を完了したデータをそのまま個人処理状態に引き継ぐことができる、ことを目標とした。

ASSOCIA は、UNIX\* ベースのワークステーション<sup>20)</sup>上で実現している。このワークステーションは、マルチウィンドウ、プログラム間対等通信、各種 OA ソフトウェアなどを提供している。ASSOCIA では、共同処理の対象物となるデータは各参加者のワークステーション上に通常同じものが存在し、ある参加者の操作が全参加者の当該データに反映される分散型の制御方式を採用している。参加者の数には特に制限はない。通信ネットワークとして、例えば同一構内では LAN (Local Area Network) を、遠隔地間では ISDN (Integrated Services Digital Network) を利用する。

R<sup>2</sup>-CSCW は、コンピュータをコミュニケーションの手段として捉えており、今後、コンピュータの利用形態を人間中心に変えていくであろう。

ASSOCIA は、現在実験システムの開発を終了し、評価実験を行っている段階である。本論文の主旨は、ASSOCIA の概要・特徴、ならびにその開発目標に対し筆者らが採用した実現方式について報告することにある。

## 2. ASSOCIA の基本コンセプトおよび機能概要

### 2.1 基本コンセプト

人間中心にコンピュータを利用する R<sup>2</sup>-CSCW における活動は、その前後の作業と密接な関連を持っている。すなわち、個人で資料を作成し、それを会議に諮り、さらに会議結果に基づいて当該資料を修正するといったことが、日常的に発生している。したがって、R<sup>2</sup>-CSCW システムを開発する場合、共同処理に閉じるのではなく、個人処

理との移行性・共存性に配慮する必要がある。

ASSOCIA は、個人処理と共同処理の親和性を極力高めるといふ基本コンセプトを中心として展開されている。具体的には、次の3点を開発目標とした。

(1) 製品やユーザ作成の既存プログラムが、必要最小限かつできるだけ機械的修正で、電子対話環境でも使用可能となること。これは、個人処理との親和性、ならびに ASSOCIA の下で動作するプログラムの種類を豊富にするために重要である。

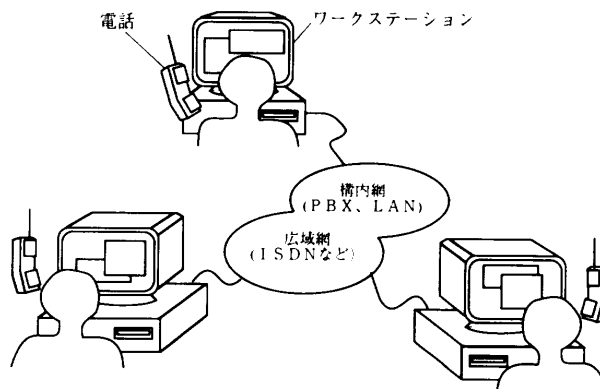
(2) 個々の電子対話参加者の画面には、共同処理中のデータ（複数可）だけでなく、個人処理中のデータも共存できること。これは、例えば、打合せ文書を介して相手の説明を聞きながら、個人的メモも取りたいときなどに必要である。

(3) 同一データが、個人処理状態と共同処理状態との間を、円滑に移行できること。例えば、個人で作成した資料をすぐに電子対話で使用したり、あるいはその逆ができることが必要である。

### 2.2 機能概要

表1で、即時共同情報処理の典型的な例である会議を取り上げて、R<sup>2</sup>-CSCW システムに必要な機能要件を明らかにする。表中、ASSOCIA では現在項番2と8を除いた機能をサポートしている。項番2は動画の応用を意図しているが、広域公衆網での動画伝達は現状では困難である。一方、動画を利用する AP があれば、ASSOCIA はそれを共同処理に取り込む機能を具えている。

ASSOCIA のハードウェア環境としては、図1に示すように、ワークステーションと電話を ISDN や LAN などの通信網で接続したものを想定する。これにより、互いに離れた場所にいながらして、ワーク



注) PBX: Private Branch Exchange

図1 ASSOCIA の機器構成  
Fig. 1 Hardware configuration of ASSOCIA.

\* UNIX オペレーティングシステムは、UNIX System Laboratories, Inc. が開発し、ライセンスしています。

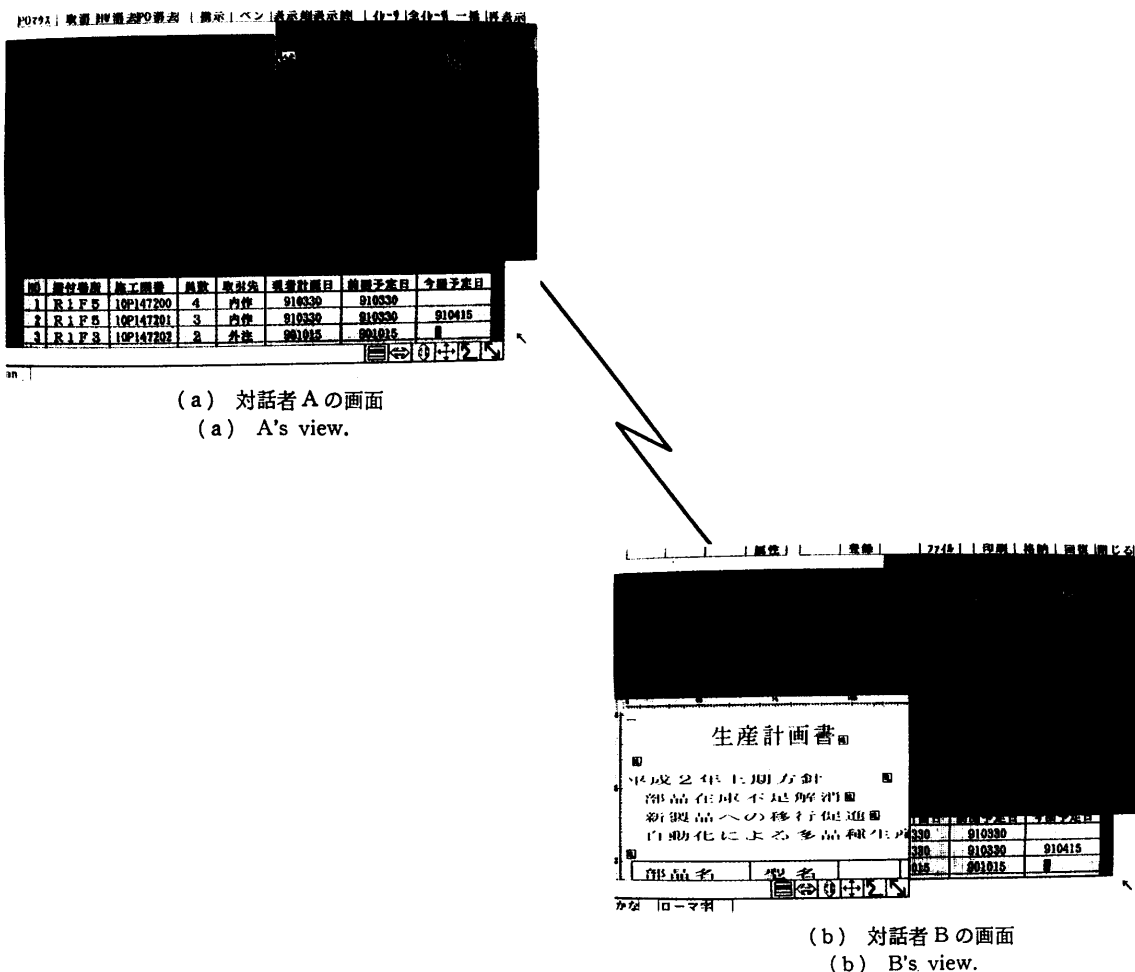


図 2 ASSOCIA における電子対話画面例  
Fig. 2 Example dialog screens of ASSOCIA.

ステーション上の電子化情報の共有と音声により、即座に打合せや相談を行うことが可能となる。3者以上の多者通話に関しては、電話系が提供する音声ミキシング機能に依存している。

図 2 は、ASSOCIA の機能を実際の画面で示したものである。図では、電子対話の一つの時点における A, B 二人の参加者の画面を示す。

(1) 両画面右上に現れた会議室という名前が付いたウィンドウは、電子対話で使用する仮想的な会議室である。当該ウィンドウの上部がピンクに変わっているのは、互いに通信路で接続されて1個の共同作業の場を形成したことを示している。

(2) 互いに接続された会議室ウィンドウの中にある同一名の資料は共用できる。共用するには、参加者の一人がその資料を選択すればよい。図では、2枚の写真と1枚の表とが共用されている（すなわち複数の

資料を共用可能である）。

(3) それぞれのワークステーション上における、資料の配置は自由である。

(4) 資料は、事前に相手に送っておくことも、対話中に必要に応じて送ることもできる。

(5) 共用されている資料に対しては、表 1 中の ASSOCIA が提供する機能が利用できる。

(6) 写真上に表示された手の形をしたものが、指示棒である。これを用いて対応するウィンドウ上の同一の場所を指示することができる。この機能をテレポインティングと呼ぶ。1個のウィンドウに参加者ごとの指示棒を複数同時に表示できる。

(7) 別の写真では、指示棒の形をペンに変え、手書き機能を使用している。一方のウィンドウ上で手書き線を描画すると、他方でも同様の図形が描画される。この機能をテレライティングと呼ぶ。

表 1 R<sup>2</sup>-CSCW システムの機能要件  
Table 1 Functional requirements of R<sup>2</sup>-CSCW systems.

| 項番 | 従来の会議における主たる事象           | R <sup>2</sup> -CSCW システムの機能要件  |
|----|--------------------------|---|
| 1  | 音声による会話                  | ● 電話機能  |
| 2  | 会議メンバーの表情・動作に基づく会議進行     | ● 動画像による会場および参加者の相互表示 (臨場感)<br>● 会議司会者 (議長) による議事進行 (多人数によるフォーマルな会議の場合) |
| 3  | 同一資料への注目 (コピーは複数あってもよい)  | ● 討議の対象となる資料の送付<br>● 討議の対象となる資料の全ワークステーション上への表示                         |
| 4  | 資料上での討議箇所の明示             | ● ワークステーションに表示された資料上で一方が指示した討議箇所の全ワークステーション上への表示 (テレポインティング)            |
| 5  | 黒板や資料上への書き込み・討議          | ● 手書きおよび手書き消去機能とその結果の全ワークステーション上への同時反映 (テレライティング)<br>● 会議ボードの提供         |
| 6  | 資料の修正                    | ● 討議対象資料に対する任意の参加者からの即時編集および編集結果の両ワークステーション上への同時反映 (遠隔相互編集)             |
| 7  | 必要に応じた関連資料・情報の討議場所への持ち込み | ● 会議中に必要となった資料の即時転送・表示<br>● ワークステーション内での会議以外の処理の共存                      |
| 8  | 会議準備・事後処理                | ● 日程調整・会議室予約・開催案内送付<br>● 議事録作成・配布・フォローアップ                               |

(8) 指示棒およびペンは、相手の動作状態を考慮することなく、各自のものを同時に並行して動作させることができる。

(9) 表では、“今回予定日”という欄にその場でタイプインしている。各参加者のもとにあるウィンドウには、タイプインされたデータに応じた同一の処理結果が表示される。この機能を遠隔相互編集と呼ぶ。

(10) 各ウィンドウ内で、指示棒やペンは同一の場所を示し、手書き線は同一の場所に表示され、遠隔相互編集は同一の処理結果を表示する。指示棒やペンの色のように、処理結果に差をつける時もある。

(11) B は、“生産計画書”というローカルな資料を開いている。すなわち、共同処理と個人処理との共存が可能である。

(12) 共用されなくなった資料は、個人処理に使用することができる。

(13) 図には表示されていないが、会議室を複数準備しておき、1台のワークステーションで同時に複数の会議に参加することも可能である。

### 3. ASSOCIA の実現方式

#### 3.1 電子対話システムの形態

##### (1) 集中方式対分散方式

まず、以下で用いる用語を定義する。「対話制御」とは、電子対話を制御する部分を指す。「対話 AP」

とは、対話制御の下で実際の処理を実行するアプリケーションプログラムである。

電子対話システムの形態は、大きく集中方式と分散方式とに分けることができる。集中方式では、図 3-(a) に示すように、対話 AP は 1 箇所で行われる。すなわち、対話 AP が置かれたワークステーションは、各種 AP が実行されるサイトという意味で対話サーバの役割を果たす。この変形として、全対話 AP を一つのワークステーションに集めるのではなく、対話 AP が存在するワークステーションをその対話 AP のための対話サーバとする形態も考えられる。集中方式では、対話制御はキーボードやマウスなどからの入力を対話サーバに集め対話 AP に渡すとともに、対話 AP からディスプレイへの出力を各参加者のワークステーションに分配する。

一方分散方式では、図 3-(b) に示すように、同じ対話 AP が各参加者のワークステーションに存在する。この方式では、分配するのは入力データだけである。実際の処理は各ワークステーションで行われ、処理結果はローカルに出力される。

集中方式と分散方式にはそれぞれ一長一短がある。集中方式は、次のような点で有利である。

- 対話 AP が一箇所で行われるため、アクセス制御など対話の制御が行いやすい。
- 対話 AP がホストコンピュータにアクセスする場

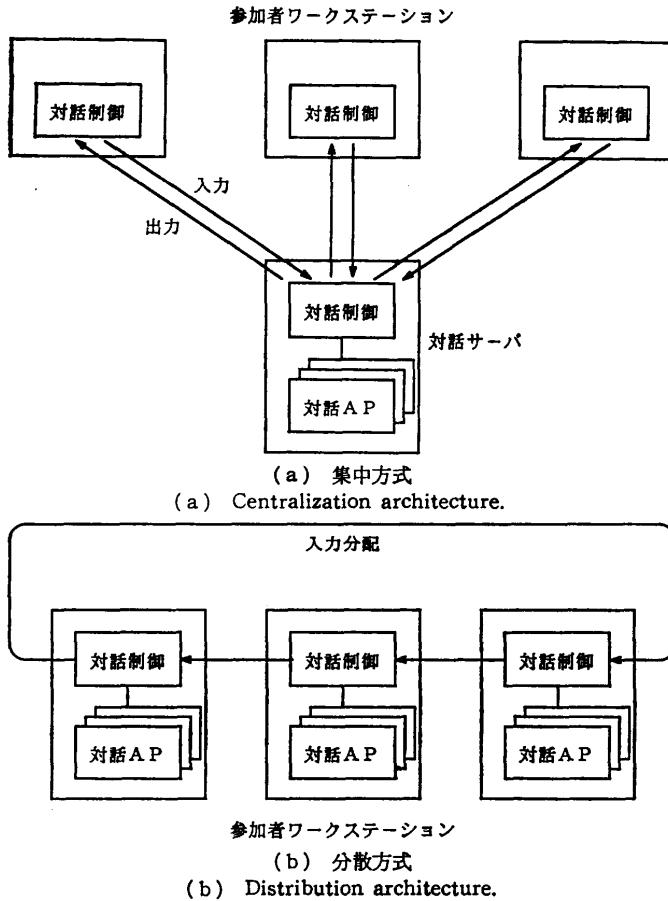


図3 電子対話システムの形態

Fig. 3 Architectures of electronic dialog systems.

合、それらを複数個連動させるとアクセスが競合するので、集中方式が適している。

一方、分散方式の利点は、以下である。

- 入力データに比べ、出力データはディスプレイへの描画等を伴うため、一般にデータ量が格段に多い。特に互いの場所が遠い場合、通信負荷の影響が大きく、表示応答性にも影響する。分散方式では、出力に関して、集中方式に見られるような通信負荷が発生しない。
- 集中方式に適したAPが存在するのと同様に、分散方式の方が共同作業を自然に行える状況がある。例えば、電子メールで配布された資料を用いた打合せのように、各参加者が自分の資料を意識している場合がそうである。
- 対話サーバの空き状態を気にすることなく、必要な相手が居さえすれば対話が可能である。

我々は、集中方式と分散方式が互いに排他的であり、どちらかを選択せねばならないとは結論しなかった。

分散方式は集中方式を含むのである。実際、ASSOCIA がそうであるように、分散方式において対応する対話APに何を採用し、入出力データをどう分配するかを規定することにより、集中方式になったり、あるいは、これまで述べてきた同一APの連動という意味での狭義の分散方式になったりする。そこで、我々は、今後の発展性を考慮して集中方式を含み得る分散方式を採用した。本論文では、分散方式を、特に、対応する対話APを同一にして、入力データのみを分配した場合に限定している。

## (2) 対話APの対話環境依存度

対話環境依存度とは、対話APを作成する際に知る必要のある、ASSOCIAに関する知識の程度である。依存度をゼロにできれば、既存の、あるいは、任意に作成したプログラムを全く変更せずに、個人処理にも共同処理にも利用可能である。一方、ASSOCIAの存在を前提にAPを作成すれば、ASSOCIAの支援を受けた共同処理状態では行き届いたサービスの提供が可能であるが、個人処理との共存性・移行性が犠牲になったり、対話APの品揃えのための開発量が膨大になるという欠点がある。

ASSOCIAは、ASSOCIAと無関係に作成されたAPを対話APとして利用することが容易であるように配慮している。一方、必要ならばASSOCIAを意識し、最初から共同作業支援を目的とするAPの作成も可能である。そのため、以下の二つのレベルのAPインタフェースを提供している。

### (a) 共同処理を意識しないレベル

既存APに少量かつ機械的な修正を施すことにより、共同処理あるいは個人処理いずれの状態でも動作できるようにするためのインタフェースである。したがって、AP自身は共同処理状態にあるか否かを意識しない。

### (b) 共同処理を意識したレベル

AP自身が共同処理を意識し、対話制御を利用して積極的にAP間のコミュニケーションを取りながら処理を進めるためのインタフェースである。特定分野向きの対話APを作成したりするのに使用する。

## 3.2 ソフトウェア構成および機能

本章では、ASSOCIAの内部処理方式の概要につい

て述べる。

3.2.1 全体構成

図4にASSOCIAのソフトウェア構成を示す。図中網かけを施した部分が、ASSOCIAの構成要素である。ここで強調しておきたいのは、ASSOCIAは電子対話の基盤を提供するという点である。電子対話のためには対話APが不可欠であるが、対話AP自体はASSOCIAの構成要素ではない。すなわち、ASSOCIAは特定の用途向けの電子対話を前提にしているのではない。対話APとして例えば文書処理プログラムを連動させれば、対象となる文書に関する共同編集や内容相談ができる。あるいは意思決定支援プログラムを連動させれば、種々の条件のシミュレーション結果をリアルタイムに見ながら、参加者間で意思決定を行うことができる。対話APとしてASSOCIAによる制御下で動作する条件は後述する。

ASSOCIAは、電子対話専用にはワークステーションを占有するのではない。図に示されているように、対話APと共に個人処理を並行して実行することが可能である。また、個人処理用APがASSOCIAのもとで利用可能ならば、個人処理で得られたデータを共同処理に使用したり、その逆が可能である。

図中、対話制御はASSOCIAの中核機能である。その主な機能は以下のとおりであり、これらについては後述する。

- 電子対話の開始・終了
- 対話途中の参加・離脱
- 対話APの起動・停止制御
- 入力データ分配
- 対話AP操作権制御
- 対話AP間無矛盾制御

図5は、対話制御のモジュール構成を示す。対話制御は四つのモジュールからなる：入力インタフェースモジュールは、対話制御や対話APが利用するウィンドウからの入力データをインタセプトし、各種情報を加えて対話制御内部のデータ形式に変換する。対話通信路制御モジュールは、対話制御を互いに接続してい

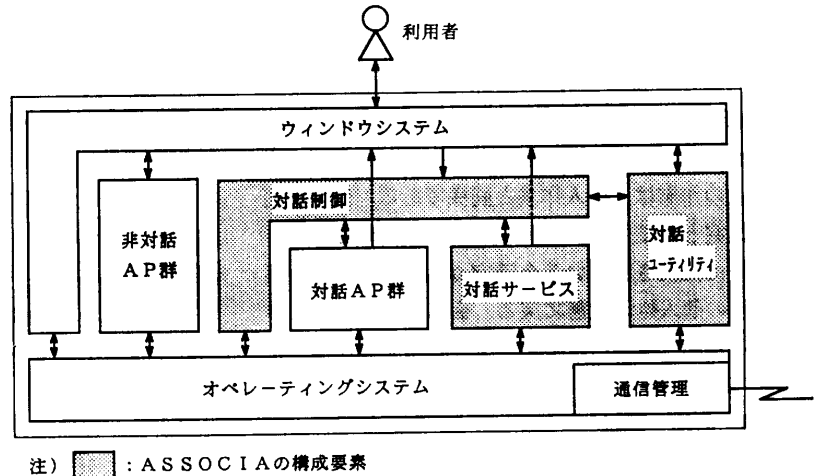


図4 ASSOCIAのソフトウェア構成  
Fig. 4 Software configuration of ASSOCIA.

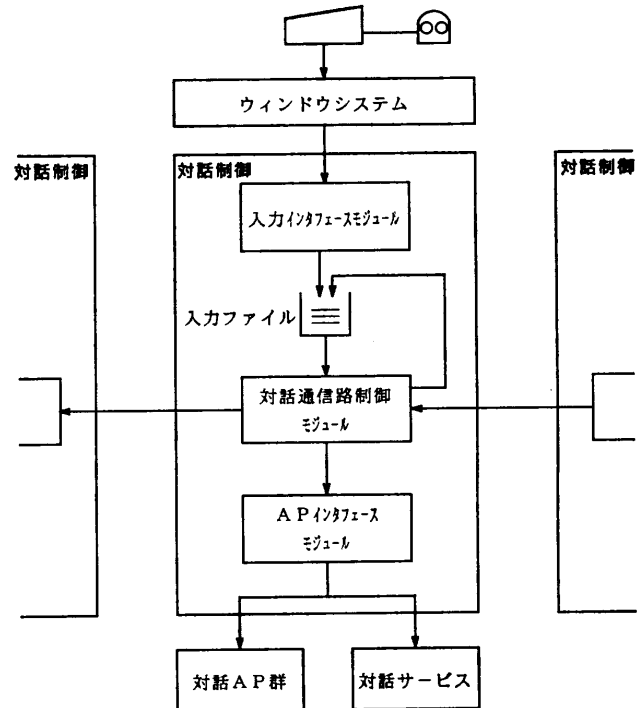


図5 対話制御のモジュール構成と入力データの流れ  
Fig. 5 Module configuration and input data flow in the dialog control.

る環状対話通信路の確立・制御・破棄を行うと共に、データの流れを管理する。APインタフェースモジュールは、操作権に基づいて、入力データを適当な対話APに渡す。

対話サービスは、図2で説明したテレポイントングやテレライティング、および共同作業に関する各種モニタ機能を提供する。また、対話ユーティリティ

は、対話用資料の送付や対話参加者指定のためのアドレス簿などの機能を提供する。

### 3.2.2 開始・終了

利用者は、「会議室」ウィンドウを開いて、まず、個人状態にて ASSOCIA を開始する。この状態での会議室上の作業は、個人作業と同様である。他の利用者の会議室と接続することにより、共同作業に移行し、自分に接続されている会議室がなくなると、再び、最初の個人処理状態に戻る。会議室の接続変更は参加者の参加・離脱に対応し、その利用者操作については次に述べる。

### 3.2.3 参加・離脱

ASSOCIA は、図 3-(b)に示したように、参加者に対応する対話制御を2個ずつ順に接続し、全体として環状の通信路を構成する。2個の対話制御を接続する通信路、あるいは、それらを要素とする環状通信路を対話通信路と呼ぶ。例えば、2B+D (2個のデータ伝送用Bチャンネルと1個の制御用Dチャンネル) で表される ISDN の基本インタフェースを用いて回線交換で接続する場合、参加者数に関係なく、各ワークステーションは2個のBチャンネルを対話通信路に割り当てることにより、多者間で電子対話を実行することができる(ただし2者の場合は1個でよい)。さらに、ASSOCIA は、環状対話通信路上一定方向にのみデータ伝送を許し、後述する無矛盾制御をアーキテクチャレベルでサポートしている。

対話制御は、各ワークステーション間で協調しつつ、上記環状対話通信路を一時的に切断し、新たな参加者を加えたり、既参加者が離脱する処理を実行する。

参加・離脱操作について、ASSOCIA は、1人の新参加者が参加する、あるいは、1人の既参加者が離脱するという操作単位を設けている。新参加者が参加するときは、新参加者が参加を表現すると共に、既参加者の1人が新参加者を指定する。既参加者が離脱するときは、既参加者が離脱を表明すればよい。このユーザインタフェースは、事前の参加者の特定を全く必要とせず、数人規模の打合せには柔軟に対応できる。

### 3.2.4 入力データの分配

ASSOCIA は分散方式の電子対話システムであるため、図4に示したように、ウィンドウからの入力データを対話制御がインタセプトし、通信管理を介して他の参加者にも分配する必要がある。

2章で述べたように、ASSOCIA の第一の開発目標

として、既存 AP を容易に対話 AP として利用できることを設定している。すなわち、ASSOCIA は電子対話の基盤であり、その下で多くの個人処理用プログラムを容易に共同処理にても利用可能にする。これを実現するためには、本来対話 AP が直接受け取っていた入力データを、対話 AP への影響がなるべく少ないようにインタセプトできる方式を考慮する必要がある。筆者らは、以下の方法論に基づいている。

一般に、AP は、ウィンドウシステムから提供された手段によってウィンドウから入力データを受け取ることができる。この時、ASSOCIA が、ウィンドウシステムが提供しているのと同様の“手段”を AP に与えることができれば、原理的に ASSOCIA は AP が行うウィンドウへのアクセスを制御できることになる。具体的に言えば、“手段”によって AP はウィンドウへの直接アクセスができなくなる。そして、“手段”の内部に対話制御とのインタフェースを設ければ、対話制御は、直接ウィンドウにアクセスしながら、このインタフェースを通じて、選択・加工したデータを AP に渡すことができるわけである。この“手段”の提供に当たり、AP への影響度の観点に限定すれば、下記の番号の若い方で実現できることが望ましい：

(1) バイナリ互換方式：既存の実行形式がそのまま利用できる。

(2) ソースコード互換方式：既存のソースコードが、再コンパイルにより、そのまま利用できる。

(3) ウィンドウインタフェース修正方式：ウィンドウシステムとの従来のインタフェース部分を、提供された“手段”(関数)で置き換える。

(4) 専用プロトコル方式：対話制御が独自の規約を定め、それに則って対話 AP を作成する。

現行の ASSOCIA では、ウィンドウインタフェース修正方式を採用している。バイナリ/ソースコード互換方式を実現した場合、オペレーティングシステムやウィンドウシステムの改造といった別の面の制約が生じてくる<sup>10)</sup>。

ウィンドウインタフェース修正方式は、ソースコードの修正が必要とは言え、インタフェース部分を表すキーワードを基にした機械的な作業で十分である。最後の章で実績として述べるように、その改造量はごく少ない。

対話制御内のより詳細な入力データの流れを、図5に示す。各機能要素間には FIFO (First-In First-

Out) ファイルが存在するが、図ではその内最も重要な役割を果たす「入力ファイル」だけを示す。

本来対話 AP がアクセスする入力装置 (ウィンドウ) に対しては、入力インタフェースが入力要求を発行する。対話 AP は、AP インタフェースを介して入力を受け取る。入力インタフェースは、受け取った入力データを入力ファイルに書き込む。対話通路制御は、入力ファイルからデータを受け取り AP インタフェースに渡すと共に、環状対話通路に沿って次に位置する対話制御に当該データを送る。一方、環状対話通路に沿ってデータを送ってくる対話制御からデータを受け取った場合は、それを入力ファイルに書き込む。このようにして、自ワークステーションから入力されたデータも、他のワークステーションから送られてきたデータも、同様に処理される。

上記において、環状対話通路に沿った入力データの転送の終了を判断する必要がある。また、対話通路制御は、単純な入力データの配布だけでなく、特定のワークステーションへのデータの送付、対話への参加・離脱、操作権制御、無矛盾制御など多様な制御情報のやり取りを行う。そのため、入力ファイルのデータには、対話制御用のヘッダがつけられる。

### 3.2.5 対話 AP の条件

3.1 節で触れたように、対話 AP には二つのレベルがある。ひとつは、各対話参加者のワークステーションに全く同じ対話 AP の環境を準備し、同じ入力データ列を配布することにより、参加者全員が同じ情報を見ながら共同で作業を進めることができるようにするものである。これを実現するためには、対話制御が入力データをインタセプトできるように (図 5)、対話 AP のウィンドウに対する入力要求を、ASSOCIA が提供する入力関数で置き換える必要がある。これは全く機械的な置き換えであり、かつ修正量もごく少量である。また、この修正により、従来の個人処理での利用方法が影響を受けることはない。すなわち、置き換えた入力関数は、対話制御下で動作しているかどうかを判定し、対話制御下になれば対話 AP にウィンドウからの入力を直接渡す。

もうひとつのレベルは、対話 AP が対話制御の機構を積極的に活用し、AP 間で連絡を取りながら処理を進めるものである。そのために、ASSOCIA では図 5 の入力ファイルへのデータ書き込みと、AP インタフェースからヘッダ付きでデータを受け取る手段を提供する。現在、これは ASSOCIA 自身の開発に活用し

ている。対話サービス、および対話ユーティリティの資料送付機能は、本機構をベースとしている。

### 3.2.6 操作権制御

操作権に関しては、対話 AP と対話サービスとはアプローチが異なる。テレポインティングあるいはテレライティングについては、各参加者にそれぞれポインタないしペンが割り当てられており、それらに対し各参加者が同時に操作を行っても競合は発生しない。したがって、テレポインティングあるいはテレライティングについては、操作権に関する制約はない。

一方、対話 AP については、参加者が勝手な操作をすれば競合が発生する。例えば、共同で文書編集を行っているときに、ある参加者が図形の移動を指示し、同時に他の参加者がその図形の削除を指示するような状態は好ましくないであろう。したがって、なんらかの調整機能が必要である。ASSOCIA では、参加者同士による調整を第一優先とし、システム側での制御を従としている。多者間対話といっても、電話のミキシング能力や現実的な運用を想定すれば、3~5 サイトが実質的な上限と考えられる。この程度の参加者数では、コンピュータシステム側で操作権の制御を行うよりも、人間のインテリジェンスに、あるいは、インフォーマルコミュニケーションに任せたいはずと効率的で操作性もよい。ただし、場合によっては他の参加者からの入力を抑制したい時もある。そのような場合には、特定の参加者に操作権を設定できる。

### 3.2.7 無矛盾制御

ASSOCIA では分散方式を採用しているため、処理結果の整合性に関し、次の二つの点から考える必要がある。

- (1) 形式的な整合性
- (2) 意味的な整合性

(1) は、各参加者サイトにおける処理結果が同一になるかどうかである。集中方式では、対話 AP は 1 コピーしかないので、この問題は発生しない。(2) は、一連の入力データの処理結果が、意味的に整合性がとれているかどうかである。

操作権設定を前提にしたシステムでは、本項の問題への対処は不要か、あるいは、極めて簡略化できる。しかしながら、ASSOCIA では、参加者間の調整に基づく自由な入力を第一義としているため、複数サイトから対話 AP に対し、ほぼ同時に入力が発生する可能性を考慮しておく必要がある。この場合、入力データをそのまま図 3-(b) の環状通路に沿って対話制



御に分配すると、到着する入力データの順序が異なる状況が起こりうる。すなわち、上記(1)の形式的な整合性が保たれなくなる。これはシステム側で対処すべき問題である。その詳細は本報の目的ではないが、ASSOCIA では入力データの「有効化権」というメカニズムを導入することにより、この問題を解決している。まず、ある対話制御がインタセプトした入力データは、すぐに対話 AP に分配されるのではなく、当該データに関する有効化権を保有している対話制御までは対話 AP に渡されずに対話制御間を転送される。入力データは、有効化権を有する対話制御に達して初めて対話 AP に渡されるようになり、それ以後、各対話制御の制御下にある対応する対話 AP への分配が実行される。すなわち仮想的には、対話 AP へのすべての入力には有効化権を有する対話制御に投入されたのと同じである。

有効化権は、シーケンシャルにデータを発生するキーボードやマウスに相当する仮想入力機器単位に設定することができ、本システムではウィンドウごとに有効化権制御を行っている。各ウィンドウについて、有効化権は、常に、最も頻繁に入力データを投入している参加者に対応する対話制御に移動する。これにより、投入された入力データは、ほとんどの場合即座に有効化され無駄な転送が生じない。さらに、テレポインティングのように、参加者ごとの入力データを識別し、入力データの順序制御を必要としない AP のために、AP が有効化権制御下から離れることを許している。

#### 4. おわりに

本論文では、離れた場所間でのリアルタイム共同情報処理 (R<sup>2</sup>-CSCW) を実現する電子対話システム ASSOCIA に関し、その概要、特徴および実現方式について述べた。現在、川崎・横浜・大阪の各オフィスの間やその内部で、LAN および ISDN を用いて、ASSOCIA の利用実験を行っている。その過程で下記のような知見が得られた。

- 遠隔相互編集、テレポインティング、テレライティングなどの即時系の電子対話処理の実行については、ISDN の基本インタフェースが提供する 64 kbps のベーススピードがあれば、応答時間に関しては全く問題ない。

- 既存ソフトウェアを対話 AP として利用できるようにするための修正量は、これまで 10 種類以上のプロ

グラム (ソースコード数千ステップから数万ステップ) に対し実施した結果では、プログラムの規模にはほとんど依存せず、10~20 ステップである。それも、機械的なサーチと置換である。

- ASSOCIA のような分散方式の電子対話システムでは、各参加者に同じ対話 AP 環境を設定する必要がある。プログラム自体の同一性は、プログラムが AP 名およびバージョンを保持していれば、それらの比較により確認する。ただし、実際に運用してみると、思いがけない事態も発生する。例えば文書編集を例に取ると、かな漢字変換辞書が学習によりそれぞれ内容が異なっている。そのため、サイトにより変換結果が異なる事態が発生する。この場合、電子対話では、学習結果に影響されていない辞書を使用する必要がある。

今回サポートしなかった動画利用と共同作業情報管理 (表 1 の項番 2 および 8) については、専用ネットワークを介して動画を利用した効果的 AP の開発や電子メールとの連携を試みている。今後、利用実験の積み重ねにより、さらに実用的なシステムへと改良していくつもりである。

謝辞 最後に、研究の推進にあたり常々ご指導いただいている当研究所の堂免信義所長、三巻達夫主管研究員、大町一彦企画室長、寺田松昭第 4 部部长、ならびに、本件につき討論いただいた星徹主任研究員に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) Kraemer, K.L. and King, J.L.: Computer-Based Systems for Cooperative Work and Group Decision Making, *ACM Comput. Surv.*, Vol. 20, No. 2, pp. 115-146 (1988).
- 2) Johansen, R.: *Groupware: Computer Support for Business Teams*, Free Press, New York (1988).
- 3) 阪田史郎, 上田鉄雄, 縄田敏郎: マルチメディア・ドキュメント通信システム—個人作業環境 (電子メール) とグループ作業環境 (会議) の統合—, 信学技報 (オフィスシステム), Vol. 86, No. 44, pp. 9-16 (1986).
- 4) 中山良幸, 野瀬俊郎, 森賢二郎, 小島富彦: マイクローメインフレームを利用した統合オフィスシステムにおけるユーザ・インタフェース, 信学技報 (オフィスシステム), Vol. 87, No. 246, pp. 13-18 (1987).
- 5) Stefik, M., Foster, G., Bobrow D.G., Kahn, K., Lanning, S. and Suchman, L.: Beyond the Chalkboard: Computer Support for Collaboration and Problem Solving in Meetings, *Comm. ACM*, Vol. 30, No. 1, pp. 32-47 (1987).

- 6) Stefik, M., Bobrow, D. G., Foster, G., Lanning, S. and Tartar, D.: WYSIWIS Revised: Early Experiences with Multiuser Interfaces, *ACM Trans. Off. Inf. Syst.*, Vol. 5, No. 2, pp. 147-167 (1987).
- 7) Sarin, S. and Greif, I.: Computer-based Real-time Conferencing Systems, *Computer*, Vol. 19, No. 10, pp. 33-45 (1985).
- 8) Greif, I. and Sarin, S.: Data Sharing in Group Work, *ACM Trans. Off. Inf. Syst.*, Vol. 5, No. 2, pp. 187-211 (1987).
- 9) 小幡明彦, 矢野勝利, 鎌田 肇, 平田治康, 原一之: マルチメディア通信端末におけるヒューマンインタフェース, 信学技報 (オフィスシステム), Vol. 87, No. 322, pp. 1-6 (1988).
- 10) 宮本宣則, 加沢 徹, 天田栄一, 鈴木俊郎, 森健: IVDLAN 用端末インタフェースの一構成法, 信学技報 (オフィスシステム), Vol. 88, No. 25, pp. 25-30 (1988).
- 11) 野田晴義, 北村浩三, フィン・トン・ハン, 広瀬直樹, 仁野平義則: オフィス・システムにおけるハンドライティングの応用, 情報処理学会研究報告 (マルチメディア通信と分散処理), Vol. 88, No. 35, pp. 33-39 (1988).
- 12) 鳩野逸生, 上田鉄雄, 阪田史郎: グループ協同作業支援のためのマルチメディア在席対話システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 30, No. 4, pp. 527-535 (1989).
- 13) Gibbs, S. J.: LIZA: An Extensible Groupware Toolkit, *Proc. CHI '89*, pp. 29-35 (1989).
- 14) Fukuoka, H., Watabe, K., Sakata, S. and Kiriha, Y.: Distributed Multiparty Conference System Based on Group Communication Architecture, *Proc. 4th International Joint Workshop on Computer Communications*, pp. 321-328 (1989).
- 15) Lantz, K. A.: An Experiment in Integrated Multimedia Conferencing, *Proc. Conf. on Computer-Supported Cooperative Work*, pp. 533-552 (1986).
- 16) Ahuja, S. R., Ensor, J. R. and Horn, D. N.: The Rapport Multimedia Conferencing System, *Proc. Conf. on Office Information Systems*, pp. 1-8 (1988).
- 17) Abdel-Wahab, H. M., Guan, S.-U. and Nievergelt, J.: Shared Workspaces for Group Collaboration: An Experiment Using Internet and UNIX Interprocess Communications, *IEEE Comm.*, Vol. 26, No. 11, pp. 10-16 (1988).
- 18) 中山良幸, 森賢二郎: リアルタイム共同情報処理支援オフィスシステムのアーキテクチャの検討と実現例, 情報処理学会研究報告 (マルチメディア通信と分散処理), Vol. 89, No. 5, pp. 1-8 (1989).
- 19) Nakayama, Y., Mori, K., Nakamura, F. and Yamamitsu, T.: Architecture and Implementation of an Office System for Realtime Cooperative Information Manipulation, *Proc. 4th International Joint Workshop on Computer Communications*, pp. 309-319 (1989).
- 20) 小島富彦, 秋田英彦, 村田文也: 高機能ワークステーションの概念と機能—クリエイティブ・ワークステーション 2050 への適用—, 情報処理学会研究報告 (マルチメディア通信と分散処理), Vol. 86, No. 28 (1986).

(平成 2 年 9 月 19 日受付)

(平成 3 年 6 月 13 日採録)



中山 良幸 (正会員)

1958 年生。1981 年東京大学理学部数学科卒業。1983 年筑波大学大学院数学研究科数学専攻修士。同年、(株)日立製作所入社。現在、同社システム開発研究所にて情報通信応用システムの研究開発に従事。ACM 会員。



森 賢二郎 (正会員)

1951 年生。1973 年九州大学工学部電子工学科卒業。同年(株)日立製作所入社。同社システム開発研究所勤務。情報検索システム、ならびに情報通信応用システムの研究開発に従事。電子情報通信学会会員。



中村 史朗 (正会員)

1946 年生。1970 年東京工業大学工学部電気工学科卒業。同年、(株)日立製作所入社。現在、同社システム開発研究所勤務。データベース、CSCW/グループウェアの研究開発に従事。1979 年から 1 年間 UCLA 客員研究員。ACM, IEEE Computer Society 各会員。



山光 忠

1960 年生。1983 年東海大学工学部通信工学科卒業。1985 年同大学院工学研究科電気工学専攻修士。同年、(株)日立製作所入社。同社ソフトウェア開発本部勤務。統合 OA システムの研究開発に従事。