

解説



グループウェアの実現に向けて

2. グループウェアのための  
マルチメディア通信処理技術†

阪田 史郎††

1. はじめに

グループウェア (CSCW) の目的は、人と人とのコミュニケーションを通じた協調活動を支援することにある。コミュニケーションを円滑に行うためには、さまざまな情報メディアを効果的に組み合わせ (マルチメディア:ここでは、文字、図形、イメージ、音声、動画などの物理表現形態としての各種メディアの情報をなんらかの形で関係づけ同時に扱うことをマルチメディアと呼ぶ<sup>1)</sup>)、人間の五感に総合的かつ的確に訴えることにより、意思を伝達し合うことが重要となる<sup>2)~4)</sup>。

CS (Computer Supported) の視点からグループウェアシステムを捉えると、コミュニケーションの手段を提供するネットワーク (通信)、人との直接のインタラクションを通して情報活動を支援するコンピュータ (処理) が、その基本構成要素となる。ネットワークとコンピュータの有機的結合によるマルチメディア情報の効果的な利用、すなわちマルチメディアネットワークとマルチメディアコンピューティングおよびその統合技術が、グループウェアシステム実現の鍵となる<sup>5)</sup>。

また、グループウェアは、マルチユーザによる協同作業を対象としており、このような環境では、グループに属するユーザ群に同一情報を通信するマルチキャスト (同報) 機能が重要となる。

本稿では、マルチユーザを対象としたグループウェアシステム実現の中核技術となる、マルチメディアネットワークとマルチメディアコンピューティング、

およびその統合技術に関する動向を述べる。さらに、マルチメディア情報の通信と処理の統合を実現した代表例として、すでに4年以上の間、遠隔オフィス間において実際に利用され、さまざまな協同作業を支援しているグループウェアシステム (MERMAID) を紹介する。

2. グループウェアシステムの体系

マルチメディアに関連する技術の位置づけを明確にするため、グループウェアシステムの機能の体系化を試みる。人間を上位、インフラストラクチャ (以下インフラ) を下位のように階層分けすると、グループウェアシステムは図-1のように体系化することができる。アプリケーションを含めた情報通信の機能体系である OSI 参照モデルとの対応も図に含める。高速プロトコル処理、個別メディア制御以下の部分はハードウェア、その上位はソフトウェアでおおむね実現される<sup>5),6)</sup>。

図の各技術要素は通信とコンピュータの双方に関連し、ネットワークの部分とコンピューティングの部分とに明確に分けることは難しい。ここでは、特にマルチメディア通信を直接制御する通信インフラと高速プロトコルの部分をマルチメディア

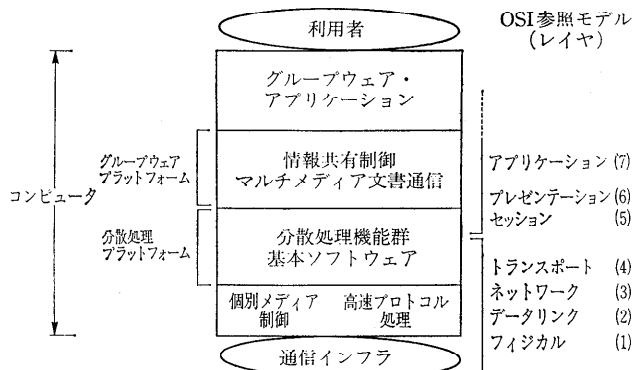


図-1 グループウェアシステムの全体アーキテクチャ

† Multimedia Information Communication and Processing Technologies for Groupware by Shiro SAKATA (C&C Research Laboratories, NEC Corporation).

†† 日本電気(株) C&C 研究所

アネットワーク、コンピュータ上での処理が主の個別メディア制御、分散処理プラットフォーム、グループウェアプラットフォームの部分をマルチメディアコンピューティングに位置づける。

以下では、図-1の体系に沿って下位の部分から説明する。

### 3. マルチメディアネットワーク

#### 3.1 通信インフラ

マルチメディア通信の基本は、リアルタイム性が要求される動画、音声と、伝送遅延よりもビット誤りなしが優先されるデータ系メディア（文字、図形、イメージ、手書き）とをいかにそれぞれの特性にあった形で混在させ、かつメディア間の同期をユーザに対して自然に感じるように制御できるか、という点にある。この技術動向をマルチキャスト機能を含める形で述べる。

##### (1) 広域網

現在マルチメディアの形態で通信が可能なサービスとしては、1988年に開始されたN(Narrow-band)-ISDN(Integrated Services Digital Network)がある。しかし、N-ISDNでは最高通信速度が約1.5Mbpsであり、グループウェアなどの高度なアプリケーションからみるとデータやイメージの転送速度、動画の品質の点で性能的に不十分である。通常のテレビ放送(NTSC)の画質を得るには10Mbps程度は必要とされており、光ファイバを利用したB(Broadband)-ISDNへの期待が高まっている。B-ISDNで採用されるATM(Asynchronous Transfer Mode)方式では、以下のようにメディアの統合を網内で実現し、156Mbpsを基本とする高速通信を提供する。HD(High Definition)TVに代表される高精細で臨場感のあるリアルな映像の通信も可能となる。

ATMでは、図-2に示すようにデジタル化した文字や音声、映像などの各種情報をセルと呼ぶパケットに類似した固定長のブロック(ヘッダ部5バイト、データ部48バイト)に挿入し、このセルを単位として順次情報を多重化し非同期転送す

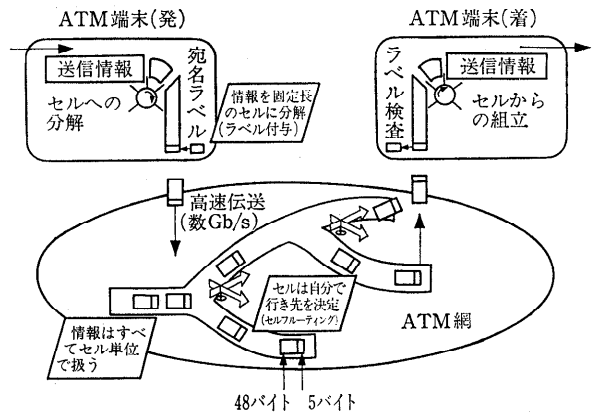


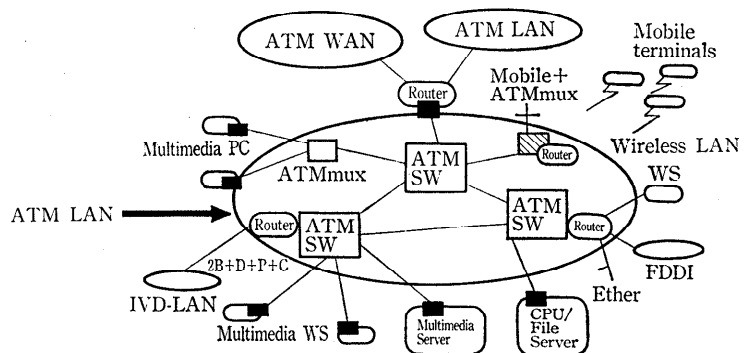
図-2 ATMの原理

る。セル単位で回線型のデータ(音声や動画など)とパケット型のデータ(文字や図形など)とを区別することなく多重化し転送するため、異なる伝送速度に柔軟に対応(多元トラフィック処理)でき、伝送路を効率的に利用できる。固定長のセルにすることにより、プロトコル処理もハードウェア化が容易で高速通信が可能となる<sup>7)</sup>。

B-ISDNは、90年代半ばに開始予定の企業向けの専用線サービスを経て、2020年ごろまでにはFTTH(Fiber To The Home)と呼ばれる一般家庭への導入が計画されている。

##### (2) 構内網(LAN)

N-ISDNのインタフェースを備えたマルチメディア対応のIVD(Integrated Voice and Data)-LANがすでに製品化されているが、帯域が不十分ということもあり、普及には至っていない。100Mbps以上の高速なマルチメディアLANについては、FFOL(FDDI Follow On LAN)とATM-



Router: マルチメディア・マルチプロトコル対応ノードプロセッサ  
■: ATM インタフェースカード

図-3 ATM-LANの構成概要

LAN の二種類の LAN に関し、現在標準化の検討がなされている。特に ATM-LAN は、広域網としての B-ISDN との親和性を利点とし、コンピュータやルータのメーカーも参加して92年より急速にインタフェースの標準化が進展している。

図-3 に ATM-LAN を含めたネットワーク構成のイメージを示す<sup>8)</sup>。

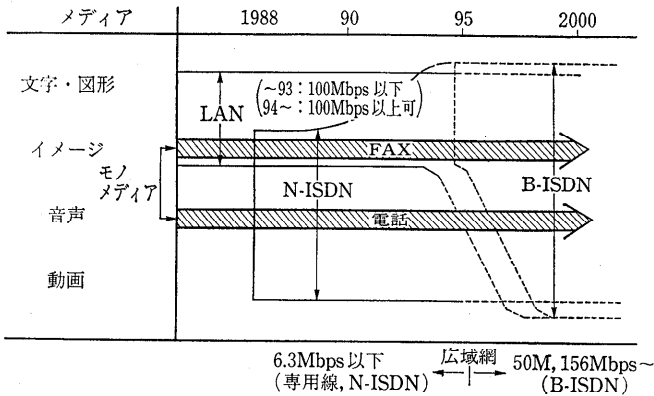


図-4 情報メディアからみた通信インフラの変遷

レイヤ2	上位レイヤ		・サービス対応の機能
	アダプテーションレイヤ (AAL)	コンバージョンサブレイヤ (CS)	・ユーザデータユニット単位の機能
セル分解組立サブレイヤ (SAR)		・ATMセル単位の機能	
レイヤ1	ATMレイヤ		・VC/VPのルーティング ・セル多重・分離
	物理レイヤ	伝送変換サブレイヤ (TC)	・有効セル識別 ・セル同期 ・伝送フレームへのセル流挿脱 ・伝送フレームの生成/復元
		物理媒体サブレイヤ (PM)	・ビットタイミング ・伝送媒体

ATM 階層構造 各階層の機能

図-5 B-ISDN プロトコル参照モデルとレイヤ機能

表-1 ATM で提供するサービスと ATM アダプテーション・レイヤとの関係

(CCITT 勧告 1.362, 1.363)

クラス	A	B	C	D	X (SEAL)
パラメータ					
送受信タイミング	必要		不要		
ビット・レート	固定	可変			ユーザ定義
モード・コネクション	コネクション型			コネクションレス型	コネクション型
個人サービス	・サーキット・シミュレーション ・固定速度 (CBR) 符号化映像	・可変速度 (VBR) 符号化映像	・コネクション型データ	・コネクションレス型データ ・LAN 間接続	・コネクション型データ
AAL サービス	1	2	3	4	5

(3) 放送系との関連

同報通信に着目すると、無線による放送系を無視することはできない。これまで放送系は単方向、不特定多数への音声、画像分配を主とし、通信系は双方向、単一/特定複数間の情報交換を可能としてきた。しかし今後は、情報のマルチメディア化、コンピュータとの連携によるサービスの高度化、デジタルテレビと呼ばれる統合端末の出現などともなっており、その境界が不鮮明になり、企業や家庭での利用において、さまざまな形態での融合が図られていくと思われる。

いずれにしても、マルチメディア情報を駆使した円滑でかつ効率的なグループ協同作業の支援には、B-ISDN のようなネットワークの利用が必須である。広域、構内とも95年ごろに本格的なマルチメディアネットワークのインフラが整備され始めるとと思われる (図-4)。

3.2 高速プロトコル処理

高速プロトコル処理には、コンピュータどうしがネットワークを通じた、高速マルチメディア通信のためのプロトコルを規定することと、規定されたプロトコルをいかに実装するかという二つの側面がある。

B-ISDN のレイヤ1 とレイヤ2 においては、図-5 と表-1 に示す AAL (ATM Adaptation Layer) のサービスクラス (A, B, C, D, X) によってメディアの違いを意識した通信制御が行われる。すなわちプロトコルとしてはほぼ規約化されている。

このサービスクラスに応じて VC (Virtual

Channel) と呼ばれる論理的コネクションがコンピュータ間で設定されるが、マルチメディア通信では複数の VC が設定されることになる。AAL における処理は、おおむねハードウェアにより実現されることから、100 Mbps 以上の高速通信性能が得られる。この処理はコンピュータ側では TA (Terminal Adaptor) あるいは内蔵のインタフェースボードの形で実装される。

レイヤ3とレイヤ4については、OSIのプロトコルよりも、UNIXワークステーションを主体とするコンピュータネットワークにおいて適用されてきたTCP/IPが普及している。しかし、TCP/IPはこれまでコンピュータデータの扱いが中心で、動画や音声を含めた高速通信については考慮がなされていない。現在、大容量で時間要素をもつ動画と音声の取込みとそれにとりまなう効率的な通信を可能とするプロトコルの研究が、TCP/IPの拡張としてさまざまな形で進められている<sup>9),10)</sup>。主な拡張機能としては、

- 動画、音声用のパケットを優先して送出し受信処理する制御

- データを転送する前に、通信帯域に相当する送信率(単位時間当りの送出パケット数)を送受信間で調停

- 多少のビット誤りが利用者にはほとんど影響を与えない動画、音声のためのパリティチェック省略

などがある。このような研究の事例としては、XTP (Protocol Engine, Inc.), TP++ (Bellcore), NETBLT (MIT), TP5 (INRIA), ST-II (BBN, IPのみ) などがある。

また、マルチキャスト機能についてもこれまでのTCP/IPでは一対一通信が主であったため、

- マルチコネクション制御(マルチユーザ用のグループコネクションの設定と管理)

- グループアドレスの登録とそのアドレスを用いた自動同報通信制御

などの形で機能拡張が図られている。このような研究事例としては、XTP, VMTP (Stanford大), ST-II などがある。

TCP/IPのマルチメディア、マルチキャストへの拡張は、通信インフラの整備にともなって90年代半ばには標準化がなされ、通信とコンピュータの接点として、ハードウェアとソフトウェアの両

面から実装技術の開発が進展すると思われる。

#### 4. マルチメディアコンピューティング

##### 4.1 個別メディア制御

動画と音声のコンピュータへの取込みに関しては、バス的高速化、主記憶・二次記憶の高速大容量化、入出力インタフェース、圧縮・伸長処理などの研究が進められている。CD-ROMを中心とした入出力・格納媒体の出現により、マルチメディアコンピューティングのインフラとしての環境が整いつつある。特に通信との関連では動画の圧縮技術が重要となる。

N-ISDN環境においても、現行のテレビ(NTSC)の216 Mbps相当のフル画像に対しては100分の1以下に圧縮する必要がある。動画の圧縮方式については、テレビ会議やテレビ電話で用いる通信系、パッケージメディアやデータベースなどの蓄積系、デジタル放送・分配を目的とした放送系の三系統での標準化が、それぞれCCITT(現ITU-TS)、ISO、CCIR(現ITU-RS)において進められている(表-2)。蓄積系のMPEG(Moving Picture Experts Group)については、将来の通信と放送との融合を想定し、MPEG2の実装方式をCCITTとの間で共通化する動きがあることが注目される。

グループウェア、特にマルチメディア会議などでは、リアルタイムビデオとも呼ばれるたれ流し型の通信が重要となる。このような動画の通信については、CCITTが90年にP\*64 kbps(Pは1~30、N-ISDNに対応する部分)チャンネルの各メディアへの割付け方法などに関する国際標準をH.261シリーズの名で勧告している。91年にはテレビ会議での利用を目的とした標準準拠の動画CODECの製品が出現し、その後在席会議システム(後述のMERMAIDなど)での利用を想定した、ワークステーションやパソコンでの実装が可能な小型、低価格の動画CODECの開発が進められている。グループウェアにおいてはリアルタイムビデオに加えて、保存・検索、編集・加工が可能な蓄積型のビデオ(ストレージビデオとも呼ばれる)の利用も重要で、現在MPEG1のチップの開発も活発に行われている。

今後、情報処理との相性がよいMPEGと、通信技術の延長としてISDNとの親和性が考慮され

表-2 音声と動画の符号化方式の標準

	標準化機関	勧告/方式	ビットレート	アプリケーション
音声符号化	CCITT	G. 726	16~40 kbit/s	電話
		G. 722	64 kbit/s	TV 会議, 音声会議
	ISO	MPEG 1	32~192 kbit/s	デジタルストレージメディア
画像符号化	CCITT	H. 261	64 kbit/s~2 Mbit/s	TV 電話, TV 会議
		H. 26X	~数十 Mbit/s	ATM 網での各種画像サービス
	ISO	MPEG 1	1~1.5 Mbit/s	デジタルストレージメディア
		MPEG 2	制限なし	各種画像サービス (HDTV への拡張可)
		MPEG 4	32 kbit/s 以下	移動通信, 加入電話網用低速度対応
	CCIR	Rec. 723	32~45 Mbit/s	デジタル TV 一次分配
		Rec. 721	140 Mbit/s	素材伝送用
		—	10~20 Mbit/s ?	デジタル TV 二次分配
		—	—	HDTV 一次/二次分配

ている H. 261 の双方が, おのおのの特徴を生かす形で共存していくと思われる。

#### 4.2 分散処理プラットフォーム

分散コンピューティングとも呼ばれる分散処理プラットフォームは, 現在はグループウェアやマルチメディアとは独立に技術開発がなされている。今後はマルチメディア情報を取り込むとともに, グループウェア, 特にユーザ間での情報共有や情報の一貫性制御を支える基本機構として重要な役割を果たすことが期待される。

分散処理プラットフォームの発展経緯は表-3 に示すとおりである。分散 OS の時代がシステムプログラムの支援を対象としていたのに対し, 現在は分散処理の基盤環境を構築することにより支援対象をアプリケーションプログラムにまで上げている。さらに, 次の世代では分散透過性の概念をより徹底させ, 広域でのシングルシステムイメージという究極の形態への発展を目指している。分散透過性は, 利用者がネットワークの物理構成や, プログラム, ファイルなどの物理位置を

意識することなく所望のリソースにアクセスしたりサービスを受けたりすることができることを意味する, 分散処理の基本概念である。

分散処理プラットフォームは, 基本ソフトウェア (OS) と, その上位に位置づけられる分散処理機能群に分けることができる。

##### (1) 基本ソフトウェア

80年代前半までは UNIX を中心とする分散 OS の研究が主であったが, 並行処理による高速化や動画, 音声の取込みを狙いとしたリアルタイム OS, マルチメディア OS の研究も活発になりつつある<sup>11),12)</sup>。リアルタイム OS では動画, 音声の取込みも想定し, プリエンプション (割込み優先制御) を含むタスクスケジューリング, タスク間での同期, リップ・シンク (lip-synching) のようなメディア間同期を保証するタスク間での同時並行メッセージ転送などについて研究が進められている。これらの研究をベースとしたマルチメディア OS についても, IEEE の POSIX を中心に標準化活動が進められている。

表-3 分散処理プラットフォームの変遷

第一世代 (~80年代末)	分散 OS の研究 ●ローカル (LAN などで結合) な利用環境を主な対象とした分散ファイル機能の提供	システムプログラムを対象
第二世代 (~90年代前半)	分散コンピューティング基盤環境構築 ●クライアント・サーバ・モデル, RPC 機構をベースとする ●分散処理のための機能群を整理し体系化	アプリケーションプログラムを対象
第三世代 (90年代半ば~)	オブジェクト指向概念の浸透による大規模な単一システム環境構築 ●ORB ベースのエンドユーザレベルでの分散透過性実現 ●グループウェアとの融合	エンドユーザを対象

(2) 分散処理機能群

分散処理機能群については、80年代半ばに開始されたヨーロッパを中心とした ANSA (Advanced Networked Systems Architecture) プロジェクト、ISO における ODP (Open Distributed Processing)<sup>13)</sup> によるフレームワークの検討を経て、現在は UNIX に関する OSF (Open Software Foundation) と UI Unix International) の二つのコンソーシアムにおいて具体的な機能やインタフェースが議論されている。OSF, UI で提案された分散処理プラットフォームは、それぞれ DCE (Distributed Computing Environment), ATLAS と呼ばれ、各機能群が91年から構築され始めている。OSも含めた現在の分散処理プラットフォームの機能体系は図-6に示すとおりで、DCEもATLASもおおむねこの体系と同じである。

しかし、グループウェアから見た現在の分散処理プラットフォームには、

- リアルタイム性の保証……機能モジュール間の論理的なインタフェースについては、動画や音声の取込みとも関連する応答性の保証、絶対時刻の扱いがいまだ対象外である。
- マルチメディア情報の扱い……機能群の中では、コンピュータデータしか扱いの対象としておらず、優先制御やメディア間の同期に関連するマルチメディアへの考慮がなされていない。
- マルチクライアント・サービスへの対応……クライアント・サーバモデルは、一つのクライアントからの要求をサーバ(群)が解決し応答するという仕組みであるが、グループウェアではクライアントどうしのインタラクションが前提となり、このためのインタフェースが必要となる。などの今後解決すべき課題がある<sup>14)~16)</sup>。

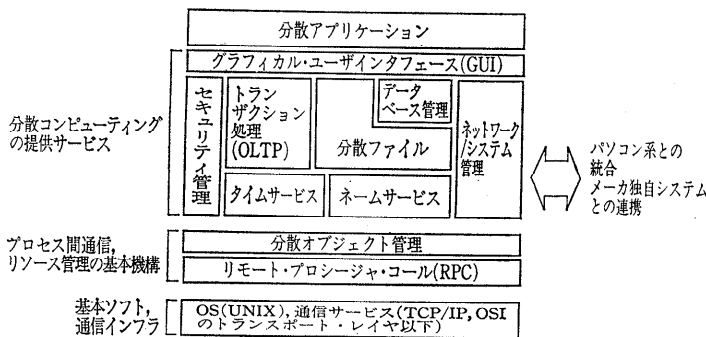


図-6 分散コンピューティングの機能体系

4.3 グループウェアプラットフォーム

(1) マルチメディア文書通信

アプリケーションプログラムやユーザがマルチメディア情報を通して処理するには、情報の構造や表現に関してなんらかの規約が必要となる。たとえば、端末のマルチウィンドウ上に表示された二次元のマルチメディア情報や、表示全体を一頁としその集りを複数頁にして格納した三次元のマルチメディアドキュメント(文書)を、送り手で一次元のビット列に展開し送信した後に、受け手で同じ位置に表示あるいは同じ形式で格納できるように、情報構造を規約化しなければならない。

レイヤ7(アプリケーションレイヤ)におけるマルチメディア通信プロトコルには、ISOを中心として標準化が進められている文書通信プロトコル ODA (Open/Office Document Architecture) がある。ODAでは、文字、図形、イメージという現在コンピュータで扱えるデータ系のメディアのみが対象範囲となっており、これらのメディアで構成される構造化文書の表現形式と交換手順が規約化されている。動画と音声の取込みは検討が始まった段階にある(図-9)<sup>17), 18)</sup>。

文書の表現形式には、図-7に示すようにレイアウト構造と論理構造の二種類があり、同一文書を両方の視点から構造化できる点が特徴になっている。レイアウト構造は、ディスプレイやプリンタへの表示や出力する空間的(物理的)位置を指定する視覚的な情報である(図-8)。論理構造は、目次、章、節、項、索引など文書の構成内容に関連する意味情報である。リアルタイムメディアの取込みとそれにとまなうメディア間同期のための動作記述、レイヤ4以下のプロトコルとの実装を含めた整合などが課題になっている。

マルチメディア情報の構造化に関しては、図-9のように ODA 以外に、HyTime (Hypermedia/Time-based Structuring Language) や MHEG (Multimedia and Hypermedia information coding Experts Group), SMDL (Standard Music Description Language) があるが、これらでは、スタンドア

ロンすなわち通信のない一台のコンピュータ内での処理が主な規定対象となっている。

マルチメディア文書通信プロトコルに関する重要課題の一つは、現在検討されている標準が、

- データ系メディアの処理のみを対象
- データ系メディアの通信のみを対象

- リアルタイムメディアの処理のみを対象
- リアルタイムメディアの通信のみを対象

のそれぞれで個別に規約化されているという点にある。すなわち、グループウェアのような通信とコンピュータの有機的結合が重要な情報システムや応用に対し、双方を包含した統一的な標準が現時点でない、という点である。MHEGではこの反省から、拡張 ODA (ODA Extension) と連携して、通信と処理を統合化したマルチメディア情報規約の標準化作業を開始している<sup>19)</sup>。

3. も含めた、マルチメディア通信からみたレイヤ1からレイヤ7までの動向を、マルチキャスト機能を含める形で表-4 にまとめて示す。

(2) 情報共有制御

グループウェアの基本である作業空間(ワークスペース)の共有においては、マルチユーザ間での情報共有、すなわち

ユーザ間での情報の同一性を保証することが重要である。分散環境における情報の共有には、表-5 と図-10 に示す三つのレベルが考えられる<sup>20)</sup>。

蓄積データの共有については、分散データベースの分野において、データアクセスに関する排他制御、データの同時更新とその一貫性制御、バージョン管理などを対象とした研究が古くから行われているが、作業空間の共有という視点からはやや関係が薄いため、以下ではビューの共有と処理結果の共有のみを扱う。

i) 同時参照のためのグループ調整・排他制御 (ビューの共有)

会議システムなどのリアルタイム型のグループウェアにおける、共有情報へのアクセス(書込みや編集)に関する排他制御が代表例である。各ユーザのディスプレイ画面やウィンドウ上の情報の同一性を保つことは、ユーザ全員で同一の目的をもって協同作業するときの必須機能である。

このレベルでの共有制御では、排他制御の設定単位と排他制御の方法に関する自由度が重要となる。排他制御の設定単位については、ある時点での操作対象情報全体、特定のウィンドウ内の表示情報全体、特定の情報の集まりの単位(たとえばスキャナからの入力

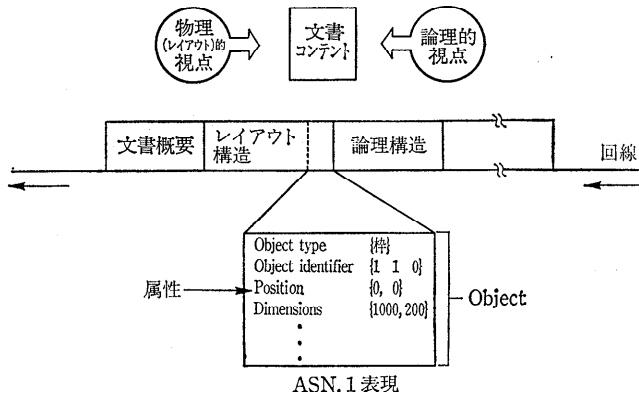


図-7 ODA における文書表現形式

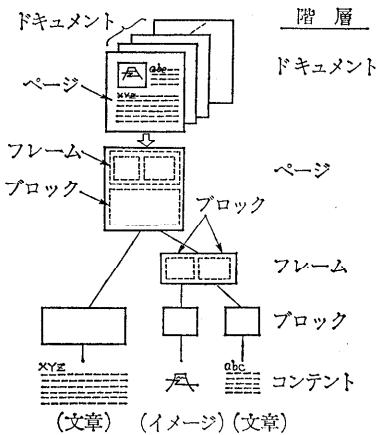


図-8 ODA におけるレイアウト構造の概要

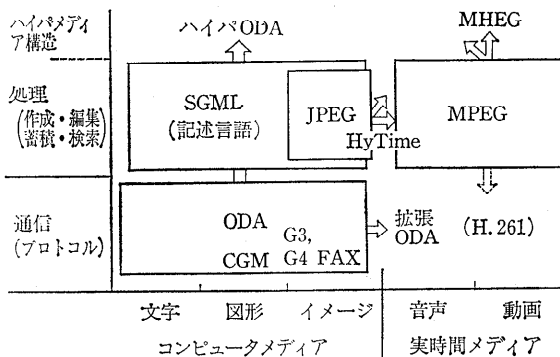


図-9 マルチメディア情報表現・プロトコル標準化動向

表-4 マルチメディア通信に関する現状

	対応レイヤ	実現手段	メディア統合	高速性	マルチキャスト (同報)
AAL [ATM Adaptation Layer]	レイヤ1 (フィジカル)	ハード	<ul style="list-style-type: none"> <li>●B-ISDN (ATM) 内で実現</li> <li>●AAL サービスクラス (A, B, C, D, X) によりメディアに対応する通信品質 (QoS) を指定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●光ファイバの利用, ATM 交換機内でのハードウェア (セル) 処理により, 155 Mbps 以上の通信が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●発信元 ATM 交換機内のバスにおける分岐, および中継 ATM 交換機での受信情報のコピーとその多方向への送出が考えられるが, 未実現</li> </ul>
エンド・ツー・エンド通信	レイヤ3, 4 (ネットワーク, トランスポート)	主にソフト	<ul style="list-style-type: none"> <li>●動画と音声の取込みを高速化として捉え, プロトコル (TCP/IP) の拡張として研究中 (割込み優先/プリエンプション制御, 適応型フロー制御, チェックサム省略など) 例. TP+, XTP, NETBLT, TP5</li> <li>●実装についてはいまだ試作レベル</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●プロトコル (TCP/IP) の拡張として検討中 (マルチコネクション制御, グループアドレス導入など) 例. VMTP, XTP, ST-II</li> <li>●実装についてはいまだ試作レベル</li> </ul>
マルチメディア文書通信	レイヤ7 (アプリケーション)	ソフト	<ul style="list-style-type: none"> <li>●マルチメディア文書通信, 標準プロトコル (ODA) では動画と音声を取り込まれていない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ソフトウェア処理のため高速性への考慮はいまだなし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●マルチメディア文書通信標準プロトコル (ODA) では同報通信未検討</li> <li>●実験レベルでは提案が開始している (マルチメディアを陽には扱っていない) 例. ISIS</li> </ul>

表-5 情報共有に関する三つのレベル

ビューの共有	<ul style="list-style-type: none"> <li>●マルチユーザ間でのリアルタイム情報の同時参照</li> <li>●WYSIWIS (What You See Is What I See) に対応</li> <li>●マルチウィンドウのシステムでは共有ウィンドウ制御とも呼ばれる</li> </ul>
処理結果の共有	<ul style="list-style-type: none"> <li>●入力された情報が処理されるプロセスに関係なく, 処理された同一の結果が各ユーザに共有される</li> <li>●90年代に入って研究が活発になっている (グループ) アプリケーションの分散協調制御, アプリケーション共有に対応</li> </ul>
蓄積データの共有	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ファイル, データベースなどある程度の時間間隔において格納されている共有情報へのアクセス制御, 一貫性維持管理に対応</li> </ul>

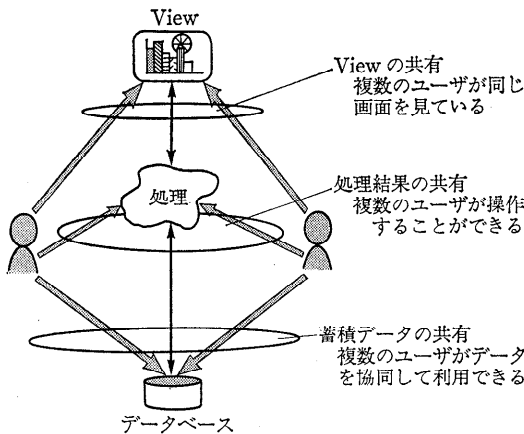


図-10 情報共有に関する三つのレベル

ii) アプリケーション共有制御方式 (処理結果の共有)

広く解釈するとビューの共有も含むうるが, 一般的には, ビューの共有のみでは会議など使い方が限定されるのに対し, 処理結果の共有では会議に相当する機能の上位に位置づけられる多様なアプリケーションが協調的に動作できるように支援することを目的とする。

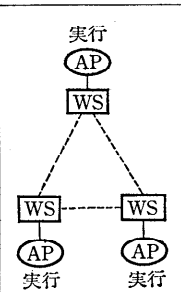
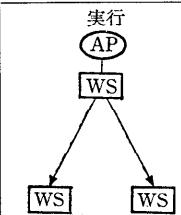
アプリケーションを共有するとは, グループ協同作業において, ある参加者がアプリケーションに入力したとき, その入力に対する実行結果を参加者全員がリアルタイムに得ることができることをいう。一つの文書を協同で何人かで同時に編集したり, 一つのスプレッドシートを協同で作成したりするときに必要な機能である。

共有方式には, 分散 (または重複) 方式と集中方式がある。分散方式では, アプリケーションを各サイトで起動し, 入力をすべてのサイトに分配し, 実行は各サイトでローカルに行う。集中方式では, アプリケーションを一つのサイトで起動し実行 (出力) 結果を各サイトに同報する。表-6

イメージ情報, スプレッドシートにおける特定の行列位置など) などが考えられる。しかし, この単位を細かくすればするほど操作が複雑になり, ヒューマンインタフェース上問題となる。排他制御の方法については, 集中制御, 要求順, パトン型などのさまざまな形態によるアクセス権の移動方法が検討され, 評価されている<sup>21)~24)</sup>



表-6 アプリケーション共有制御に関する分散方式と集中方式の比較

	方式概要	長所	短所
分散方式 (重複)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 処理指示が同報され各WS上のAPで実行</li> <li>.....</li> <li>● 処理指示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 処理指示のみがWS間で送受信されるので、ネットワーク・トラフィックが小さい</li> <li>● 実行結果を自WSのAPから受け取るので応答時間が短い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● すべてのWSが、APの分散協調が実行できる環境（ハードウェア、ソフトウェアの初期状態が同一）でなければならない</li> <li>● 同一の処理指示が、すべてのWSで同一の順序で処理される必要があるため同期制御が難しい</li> </ul>
集中方式	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 一つのWSのAPで実行し、その結果（データ本体）を同報</li> <li>→ 実行結果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各WSに実行結果が同報されるので、APの同期制御が容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各WSに実行結果が同報されるのでネットワーク・トラフィックが大きい。特にイメージなどの情報量の大きなデータを利用するAPの場合、大きな遅延が生じる</li> <li>● 高速伝送路を必要とする</li> </ul>

に両方式の定性的な比較を示す<sup>23)~26)</sup>。

分散方式の実現例としては、日本電気のMERMAID、日立のASSOCIA、AT&T Bell Lab.のRapport、BBNのMM-Confなどがある<sup>23)~30)</sup>。集中方式については、最近X Windowを対象としたウィンドウ単位での情報の共有（処理としては情報のコピー）を目的としたXTV、shX、pscrawlなどのソフトウェアが開発されている<sup>31)</sup>。これらは、OSに近いレベルで実現することにより、アプリケーションからそのインタフェースを隠蔽し、スタンドアロン用に開発されたアプリケーションでも変更することなく、効率的な共有を可能にすることを狙いとしている。

5. マルチメディア情報の通信と処理を実現したグループウェアシステムの事例

これまで述べたマルチメディアネットワークとマルチメディアコンピューティングの統合を実現した代表例として、4年以上の間実用に供している日本電気のMERMAID (Multimedia Environment for Remote Multiple-Attendee Interactive Decision-making)を紹介する。MERMAIDは、地理的に離れた複数地点にいる人たちがそれぞれの席についたままワークステーション (EWS 4800)を利用して、会議をはじめとするさまざまなグループ協同作業を行えるシステムである。ISDN (実運用はN-ISDNであるがATM交換機

を介したB-ISDNとも接続して利用)やLAN、専用線などを自由に組み合わせたネットワークを利用して、文字、図形、イメージ、手書き情報、ポインタに加え、音声、動画のあらゆるメディアを同時に交換し、全員で共有し処理することができる<sup>32)~36)</sup>。MERMAIDの研究はグループウェアを先取りする形で83年に遠隔グループ協同作業支援(テレワーク)システムの名で開始され、89年3月に開発、その後東京、川崎、つくば、大阪、神戸さらに米国のプリンストン(ニュージャージー州)などの12地点40台以上のワークステーションを結び、4年以上の間技術討議や分散シミュレーション、分散ソフトウェア開発などに利用されている。MERMAIDを利用した分散ソフトウェア開発の例としては遠隔地間での分散シミュレーションとそのプログラム開発、デバッグがある<sup>37)</sup>。この例では、スーパーコンやWSで実行されたシミュレーションプログラムの結果(動画や三次元グラフなど)をほかの遠隔のWS群にリアルタイムに同報し、シミュレーションの実行状況を遠隔の各利用者が同時に見ながら、音声、手書き、ポインティングを使って議論し、プログラムの修正・再実行を繰り返す形でシミュレーションを効率化している。図-11に、米国と日本の4地点の計5地点を結んで利用しているときの画面例を示す。

現在は標準のUNIX、X Window、動画はH.



図-11 MERMAID を米国（プリンストン）と日本の遠隔地点の合計5地点で利用している様子

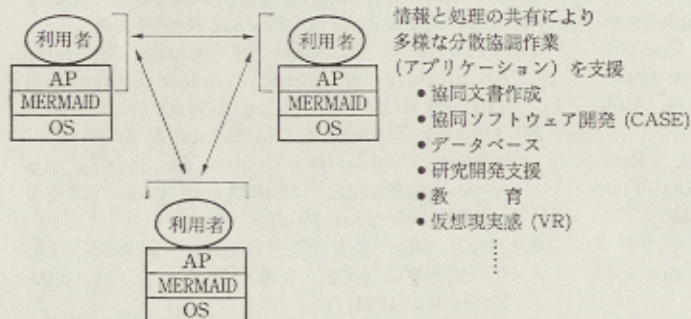


図-12 MERMAID を利用したアプリケーション分散協調制御の概要



(a) 遠隔4者間での利用の様子



(b) 画面例

図-13 MERMAID を利用して仮想現実感 (VR) のアプリケーションをマルチメディア、マルチユーザに拡張し分散協調を実現している例

261, レイヤ3とレイヤ4に相当するプロトコルはTCP/IP, レイヤ7に相当するマルチメディア通信については, ODAとの整合を考慮した階層構造による文書表現に手書きやポインティングをリアルタイムに送るための制御を付加したプロトコルを実現している。

MERMAIDは単に会議を行うためのシステムではなく, 4.3で述べた情報共有(分散方式によるビューの共有と処理結果の共有)を実現し<sup>32)~35)</sup>, 図-12に示す多様なアプリケーションを対象とした分散協調作業を支援している<sup>37)</sup>。たとえば, 仮想現実感 (Virtual Reality, 以下 VR)

をアプリケーションとした分散協調支援は以下のとおりである。従来のVRが単一ユーザ, 単一メディア(グラフィックス)のみを扱っていたのに対し, MERMAIDをそのプラットフォームとして利用することにより, マルチユーザ, マルチメディアしかも遠隔地間での協同作業が可能となり, その利用形態が飛躍的に拡張されている(図-13)<sup>38), 39)</sup>。

## 6. おわりに

グループウェアは, これまで個別に開発されてきた通信とコンピュータの両技術を, マルチメディア情報の扱いを通して真に統合し, シームレスなインタフェースを提供することによって初めて実現しうる。今後も,

- 図-1の全体アーキテクチャに基づく機能モジュール間の役割分担, インタフェース仕様の明確化
- B-ISDNの高速性を生かす動作効率を考慮したハードウェア, ソフトウェアの実装により, 人間の知的で多様な情報活動を支援する道具として発展させることが重要となる。

## 参考文献

- 1) 阪田: マルチメディア, 化学と工業, Vol. 45, No. 10, pp. 32-41 (Oct. 1991).
- 2) Ellis, C. A., Gibbs, S. J. and Rein, G. L.: Groupware - Some Issues and Experiences, Comm. ACM, Vol. 34, No. 1, pp. 39-55 (Jan. 1991).
- 3) 阪田: CSCWにおけるマルチメディア技術, 計測自動制御学会誌, Vol. 30, No. 6, pp. 497-504

- (June 1991).
- 4) 阪田：マルチメディア技術とグループウェア，日本ロボット学会誌，Vol. 7, No. 6, pp. 108-114 (Dec. 1989).
  - 5) 阪田：マルチメディアとネットワークによるグループウェアの実現技術，ソフト・リサーチ・センター (1992).
  - 6) Sakata, S.: B-ISDN Workstation Architecture for Groupware and Multimedia Communication Applications, IEEE Comm., Vol. 31, No. 8 (Aug. 1993).
  - 7) 「広帯域 ISDN 特集」，電子情報通信学会誌，Vol. 74, No. 11 (Nov. 1991).
  - 8) 岩田，森，鈴木：ATM-LAN プロトコルアーキテクチャ：ATOMLAN，電子情報通信学会，情報ネットワーク技報 (Mar. 1993).
  - 9) Dupuy, S. et al.: Protocols for High-Speed Multimedia Communications Networks, Comput. Comm., Vol. 15, No. 6, pp. 349-358 (June 1992).
  - 10) 阪田：分散処理の高信頼化技術，情報処理，Vol. 28, No. 9, pp. 395-402 (Apr. 1987).
  - 11) Tokuda, H., Nakajima, T. and Rao, P.: Real-Time Mach: Towards a Predictable Real-Time System, Mach Workshop, pp. 73-82 (1991).
  - 12) 徳田：分散リアルタイム OS の技術動向，コンピュータソフトウェア，Vol. 9, No. 3, pp. 4-14 (Mar. 1992).
  - 13) ISO/IEC JTC1/SC21/WG7 N309, 'ODP (Open Distributed Processing) Structuring and Functions (1991).
  - 14) Rodden, T. and Blair, G. S.: CSCW and Distributed Systems: The Problem of Control, Proc. ECSCW '91, pp. 49-64 (Sep. 1991).
  - 15) Navarro, L., Prinz, W. et al.: Open CSCW and ODP, Proc. ICDCS, pp. 547-554 (June 1992).
  - 16) Blair, G. S., Coulson, G. et al.: Incorporating Multimedia in Distributed Open Systems, Proc. EUUG Spring '91 (May 1991).
  - 17) 阪田：オフィスシステムとマルチメディア文書通信技術，情報処理，Vol. 28, No. 11, pp. 1476-1484 (Nov. 1987).
  - 18) 阪田：マルチメディア文書通信と電子出版の標準化動向，電気学会誌，Vol. 110, No. 6, pp. 452-458 (June 1990).
  - 19) 安田：マルチメディア符号化の国際標準と最新動向，情報処理学会，アドバンスト・データベース・シンポジウム講習会，pp. 103-142 (Dec. 1992).
  - 20) 水野，阿部他：グループ・アプリケーションにおける機能分類の提案，情報処理学会全国大会，4W-2 (Oct. 1992).
  - 21) Sakata, S.: Development and Evaluation of a Desktop Multimedia Conference System, IEEE J. SAC, Vol. 8, No. 3, pp. 340-348 (Apr. 1990).
  - 22) 阪田：構内型マルチメディア在席会議システムの実現と評価，情報処理学会論文誌，Vol. 31, No. 2, pp. 249-256 (Feb. 1990).
  - 23) Ohmori, T., Maeno, K., Sakata, S. et al.: Distributed Control for Sharing Applications Based on MERMAID, Proc. ICC (June 1992).
  - 24) 大森，前野，阪田他：マルチメディア分散在席会議システム (MERMAID) を利用したグループ・アプリケーションの分散協調制御方式とその実現例，情報処理学会 マルチメディア通信と分散処理研究会，MDP 53-8 (Jan. 1992).
  - 25) Ahuja, S. R., Ensor, J. R. et al.: A Comparison of Application Sharing Mechanisms in Real-Time Desktop Conferencing Systems, ACM SIGOIS, pp. 238-248 (Feb. 1990).
  - 26) Sakata, S.: B-ISDM Multimedia and Multi-Party Desktop Conference System MERMAID: Platform for Groupware, 2nd B-ISDN Workshop (Apr. 1992).
  - 27) Crowley, T. et al.: MMConf: An Infrastructure for Building Shared Multimedia Applications, Proc. CCSW '90, pp. 329-342 (Oct. 1990).
  - 28) Lauwers, J. C., Chris, J. et al.: Replicated Architecture for Shared Window Systems: A Critique, ACM SIGOIS, pp. 249-260 (Apr. 1990).
  - 29) Ohmori, T., Maeno, K., Sakata, S. et al.: Distributed Cooperative Control for Sharing Applications Based on MERMAID, Proc. ICDCS, pp. 538-546 (June 1992).
  - 30) 中山，森他：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 (Sep. 1991).
  - 31) Abdel-Waahab, H. M. et al.: XTV: A Framework for Sharing X Window Client in Remote Synchronous Collaboration, Proc. TriComm, pp. 159-168 (Apr. 1992).
  - 32) Sakata, S., Fukuoka, H. et al.: Distributed Multiparty Desktop Conference System MERMAID: Platform for Groupware, Proc. CSCW '90, pp. 27-38 (Oct. 1990).
  - 33) 渡部，阪田他：マルチメディア分散在席会議システム MERMAID: グループウェアのプラットフォーム，情報処理学会論文誌，Vol. 32, No. 8, pp. 1200-1208 (Aug. 1991).
  - 34) Sakata, S., Maeno, K. et al.: Distributed Desktop Conference System MERMAID with Multi-user Multimedia User Interface, IEEE J. SAC, Vol. 9, No. 4, pp. 531-539 (May 1991).
  - 35) 阪田，福岡他：マルチメディア分散在席会議システム: MERMAID, 情報処理学会，マルチメディア通信と分散協調シンポジウム (Nov. 1989).
  - 36) 阪田，前野，福岡：グループ通信アーキテクチャ-マルチメディア分散会議システム構築のための基本概念，電子情報通信学会 情報ネットワーク研究会，pp. 19-24 (Sep. 1989).
  - 37) 阪田：NEC 中央研究所におけるマルチメディア在席会議システムを利用した分散研究開発：分散シミュレーションによる分子構造解析，化学と工業，Vol. 44, No. 8, pp. 1251-1253 (Aug. 1991).
  - 38) 阿部，前野，阪田他：マルチメディア分散会議システム MERMAID における分散協調制御機構とその仮想現実感 (VR) への応用，情報処理学会 グループウェア研究会，pp. 57-64 (Sep. 1992).

- 39) 阿部, 前野, 阪田他: マルチメディア分散在席会議システム MERMAID を利用したグループアプリケーションの分散協調制御方式の提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 34, No. 6 (June 1993)

(平成 5 年 2 月 22 日受付)



阪田 史郎 (正会員)

1949 年生. 1972 年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業. 1974 年同大学院修士課程修了. 同年日本電気(株)入社. 以来同社 C&C 研究所において, コンピュータ・ネットワーク・アーキテクチャ, 分散処理, マルチメディア通信システム, グループウェア, ネットワーク管理などコンピュータと通信との統合領域に関連する研究開発に従事. 著者「マルチメディアとネットワークによるグループウェア実現技術」(ソフト・リサーチ・センター), 共著「マルチメディア情報通信」「図解グループウェア」「B-ISDN 時代のグループウェア」(オーム社)ほか. 現在, C&C 研究所ネットワーク研究部部长. 工学博士. IEEE, 電子情報通信学会各会員.

