

■S3 群（脳・知能・人間）－8 編（コラボレーションシステム）**3 章 リアルタイムグループウェア**

（執筆者：市村 哲）[2010 年 1 月受領]

■概要■

3 章では、リアルタイムグループウェアに関連する用語などについて解説する。グループウェアは、時間・空間軸で分類されることが多いが、時間軸で分類した場合に、各作業者が共同作業を同時に行うものがリアルタイムグループウェア（同期型グループウェア）と呼ばれる。リアルタイムグループウェアはさらに、ユーザが全員同じ場所で同時に作業を行う対面型と、各ユーザが地理的に分散して作業を行う遠隔型とに分類される。本章ではこれらリアルタイムグループウェアを概観し、関連文献を紹介する。

【本章の構成】

3-1 節では、会議参加者がリアルタイムに活発なコミュニケーションを行う電子会議室について解説する。3-2 節では、離れた場所にいる複数ユーザが、ネットワークを介してコンピュータ上で文書やデザインを共有または共同編集できるグループエディタについて解説する。3-3 節では、双方向に映像や音声を送受信できるビデオ会議（または TV 会議）システムについて解説する。3-4 節では、物理的に離れた場所にいる複数利用者がテキスト情報を入力して即座にメッセージをやり取りできるチャットシステムについて解説する。3-5 節では、別の場所にいても、あたかもその場所にいるような感覚を起こさせることができる臨場感を実現するための技術（バーチャルリアリティなど）について解説する。

■S3 群 - 8 編 - 3 章

3-2 グループエディタ

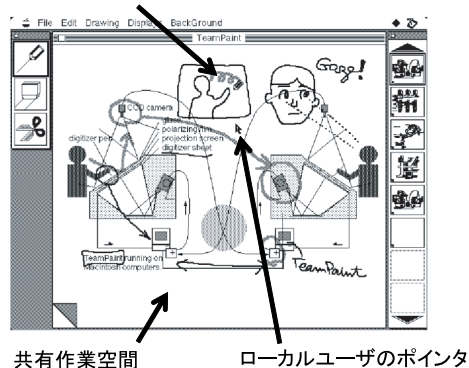
(執筆者：小林 稔) [2009 年 2 月受領]

グループエディタは、離れた場所にいる複数のユーザが、ネットワークを介してコンピュータ上で文書を共有し、共同で文書の作成、編集などの作業を行うことを可能にするプログラムである。ここでは特に、リアルタイムの共同作業を扱うシステムについて説明する。

3-2-1 グループエディタの種類

編集対象の種類により共同執筆エディタ、共同描画エディタ、及びその他のメディアのエディタに分類できる。共同執筆エディタは、テキストデータを対象とするもので、一つの文章の複数箇所を同時並行に加筆修正できる。例えば GROVE¹⁾は、アウトライン文書の編集を共同で行う。共同描画エディタは紙やホワイトボードに描くように図形やペンによる描画を共同で行うもので、初期の事例には Commune²⁾、Tivoli³⁾、TeamPaint⁴⁾、GroupSketch⁵⁾、WeMet⁶⁾などの共同描画エディタ(図 3・1)や VideoDraw⁷⁾、TeamWorkStation⁴⁾、ClearBoard⁴⁾などのビデオを使った共同描画ツールなどがある。共同描画エディタでは複数のユーザが書き込み可能な共有作業空間が提供されるだけでなく、遠隔のユーザが共同作業空間内の図形を指し示すことができるテレポインター機能なども提供される。その他のメディアでは、3D モデルやビデオ編集、表計算などの各種データに関しても共同編集の機能が実現されている。このようなグループエディタの機能は、Web 会議システムなどで広く実用化されている。また、インターネットによる仮想共有環境の中で、共同で仮想オブジェクトを組み立てる機能が実装されるなど、ネットワークを介して共同でデータを編集する仕組みは、多様な場面で利用されている。

リモートユーザのテレポインター(ペン)と描画

図 3・1 共同描画エディタの画面例 (TeamPaint⁴⁾の画面)

3-2-2 グループエディタの仕組み

複数のコンピュータで実行されるプログラム上で同じ文書を編集するために、グループエディタでは各コンピュータに入力されたキー入力やカーソル移動などのイベントを共同編集に参加するすべてのコンピュータに通知し、通知されたコンピュータではローカルに入力されたイベントと、通知されたりモートコンピュータのイベントの両方に基づいて文書の変更を行う。このような通信を行うシステム構成としては、中心となる制御サーバプログラムが各クライアントからのイベント通知を集約し、全クライアントに同報する集中型アーキテクチャ（図 3・2）と、中心となるサーバプログラムは存在せず、各コンピュータに同じプログラムが配置され相互にイベントを通知しあう分散複製型アーキテクチャ（図 3・3）がある^{8,9)}。前者は、すべてのクライアントコンピュータにおいて同じ状態を保つ同期制御が容易だが、ネットワークトラフィックが増加し性能低下の要因となる。後者は、反応性を高めることが可能だが、通信遅延などの影響で各コンピュータにイベント情報が同一順に通知されるとは限らないため、同期制御が困難である。例えば、文書内のオブジェクトに対して、一人は追記、一人は消去の動作を同時に行った場合、イベントの到達順により異なる挙動が起こりユーザを混乱させる。共有文書の一貫性を保つことはグループエディタの重要な技術課題であり¹⁰⁾、同じ箇所を同時に変更することによる混乱を避けるために、行やオブジェクト単位でロックをかけるなど各種手法が考案されている。

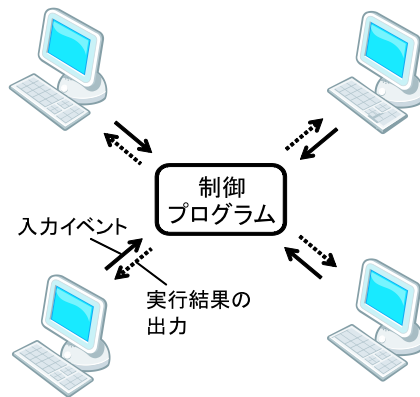


図 3・2 集中型アーキテクチャ

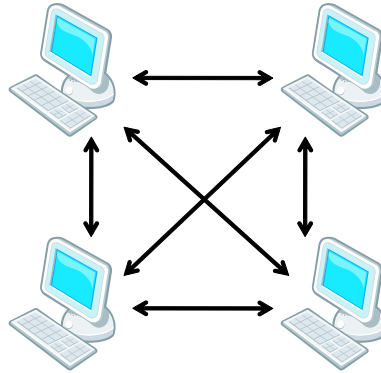


図 3・3 分散型アーキテクチャ

3-2-3 描画の過程・ジェスチャの共有

共同作業では、テキストや描画などの作業の結果だけでなく、それらが生成され参照・修正される過程や、手やペンによるジェスチャの共有が重要である¹¹⁾。Commune²⁾では、2次元のカーソルの動きをすべてのユーザで見えるようにしている。また VideoDraw⁷⁾、TeamWorkStation⁴⁾、VideoWhiteboard¹²⁾、ClearBoard⁴⁾では、ビデオを使ってグループエディタを構成することで、共同描画と関連するジェスチャや表情なども共有可能としている。

3-2-4 グループエディタの歴史と今後

共同で文書を編集するグループエディタ機能の概念は Engelbart らによる NLS¹³⁾までさかのぼるが、CSCW (Computer-Supported Cooperative Work) の研究が活発化する 1980 年代後半から、アウトライン文書の複数人による同時編集を可能にした GROVE¹⁾、電子会議システム Colab にホワイトボードの機能を提供した BroadNoter¹⁴⁾、分散型アーキテクチャで共同作業アプリケーションを実現した MMConf⁹⁾などをはじめ、Commune²⁾、GroupSketch⁵⁾など、多くのシステムが実現された。CSCW の視点から、共同作業におけるジェスチャなどの活動などに関する観察的研究も進み、ビデオベースの共同描画システム VideoDraw⁷⁾、TeamWorkStation⁴⁾、VideoWhiteboard¹²⁾、ClearBoard⁴⁾などにより、ジェスチャや顔の表情など、細かな情報を伴ったコミュニケーションツールとしてのグループエディタも実現された。今後、コンピュータの高性能化・高機能化に伴い、これらグループエディタ機能はパーソナルコンピュータの標準的な機能として利用可能となり、個人作業の道具との境目がなくなっていくことが期待される。また、ビデオや音声のような時間軸を含むマルチメディアデータや、3次元仮想空間での仮想物体などへと編集対象が多様化することに伴い、通信遅延が操作性に与える影響を軽減する通信制御方法や共同編集に適した表示など、ユーザの感覚に適したユーザインタフェースの高度化が期待される。

■参考文献

- 1) C.A. Ellis, S.J. Gibbs, and G. Rein, "Groupware: some issues and experiences," Commun. ACM, vol.34, no.1, pp.38-58, 1991.
- 2) S.A. Bly and S.L. Minneman, "Commune: a shared drawing surface," Proc. ACM SIGOIS and IEEE CS TC-OA Conference on office information Systems, pp.184-192, 1990.
- 3) E. Pedersen, K. McCall, T. Moran, and F. Halasz, "Tivoli: An electronic whiteboard for informal work-group meetings," Proc. INTERCHI '93, pp.391-398, 1993.
- 4) H. Ishii, M. Kobayashi, and K. Arita, "Iterative design of seamless collaboration media," Commun. ACM, vol.37, no.8, pp.83-97, 1994.
- 5) S. Greenberg, M. Roseman, D. Webster, and R. Bohnet, "Human and Technical Factors of Distributed Group Drawing Tools," Interacting with Computers, vol.4, no.1, pp.364-392, 1992.
- 6) C.G. Wolf, J.R. Rhyne, and L.K. Briggs, "Communication and information retrieval with a pen-based meeting support tool," Proc. CSCW '92, pp.322-329, 1992.
- 7) J.C. Tang and S.L. Minneman, "VIDEODRAW: A Video Interface for Collaborative Drawing," Proc. CHI '90, pp.313-320, 1990.
- 8) J.C. Lauwers, T.A. Joseph, K.A. Lantz, and A.L. Romanow, "Replicated architectures for shared window systems: a critique," Proc. ACM SIGOIS and IEEE CS TC-OA conference on Office information systems, pp.227-237, 1990.
- 9) T. Crowley, E. Baker, H. Forsdick, P. Milazzo, and R. Tomlinson, "MMConf: an infrastructure for building shared multimedia applications," Proc. CSCW '90, pp.329-342, 1990.
- 10) S. Greenberg and D. Marwood, "Real Time Groupware as a Distributed System Concurrency Control and its Effect on the Interface," Proc. CSCW '94, pp.207-217, 1994.
- 11) J.C. Tang, "Findings from observational studies of collaborative work," Intl. J. Man-Machine Studies, vol.34, pp.143-160, 1991.
- 12) J.C. Tang and S. L. Minneman, "VideoWhiteboard: video shadows to support remote collaboration," Proc. CHI '91, pp.315-322, 1991.
- 13) D. Engelbart and W. English, "A Research Center for Augmenting Human Intellect," Proc. AFIPS 1968 FJCC, vol.33, pp.395-410, 1968.
- 14) M. Stefik, G. Foster, D. Bobrow, K. Kahn, S. Lanning, and L. Suchman, "Beyond the chalkboard: Computer support for collaboration and problem solving in meetings," Commun. ACM, vol.30, no.1, pp.32-47, 1987.

■S3 群 - 8 編 - 3 章

3-3 ビデオ会議システム

(執筆者：井上智雄) [2009 年 3 月受領]

ビデオ会議システム (TV 会議システムともいう) とは、双方向の映像および音声を用いた通信メディアシステムである。リアルタイム (同期型) グループウェアは、文書や物体などの共有を中心としたものと、参加者のコミュニケーションを中心としたものが主に考えられているが、ビデオ会議システムは後者となる。

3-3-1 歴史

双方向映像通信はテレビ中継のような形にさかのぼることができる。米国では 1927 年に AT&T 社が映像の長距離伝送を行った。日本では 1926 年にテレビが開発され、1928 年に映像伝送が行われている。大規模な形では、1963 年にはケネディ大統領暗殺のニュースが日米間で衛星中継された。1969 年のアポロ 11 号の月面着陸は世界中にテレビ中継された。グループウェアのさきがけとして知られるのは、1968 年サンフランシスコで行われたダグラス・エンゲルバートによるデモンストレーションである。人の能力を拡張する機械としてのコンピュータシステムを示した。このデモンストレーションの中で、マウスや、ハイパーテキストなどと共に、ビデオ会議システムも紹介された。初期の商用サービスとしては 1960～1970 年代の AT&T 社のピクチャーフォンが知られているが、成功はしなかった¹⁾²⁾。この頃までの映像通信システムは、対話が 1 対 1 で行われることが想定された、いわゆるテレビ電話であった。

1980 年代にコンピュータと通信ネットワークの進歩によりグループウェアが生まれ、その文脈でビデオ会議システムも研究が進んだ。会議への参加形態としては、1 地点に複数人が集まるタイプのものと、個人がそれぞれの席から参加するタイプのものに大きく分かれる。いずれの場合も参加者は多対多の会話となっている。狭義にはこれをビデオ会議システムという。また、遠隔 2 地点間を結ぶものから分散多地点を結ぶものへと発展している。通信基盤については、80 年代のコンピュータネットワーク、90 年代半ばのウェブ、2000 年代以降の携帯電話ネットワークという進歩に対応して変化拡張している。伝送されるコンテンツについては、ネットワークの帯域に応じて変化している。90 年代前半には T1 回線 (1.5 Mbps) によって 10～15 fps 程度の実用レベルの映像が利用できるようになった。2000 年代以降は一般家庭で PC によるビデオ会議が可能になっている。さらに広い帯域を使った研究システムでは、高精細映像の伝送や、リアルタイム性の向上などが図られている。一方、携帯電話ネットワークでも高速化が進みつつあり、2000 年代後半には、やはりスムーズな映像が利用可能となっている。

3-3-2 ビデオ会議システム (videoconferencing system)

ビデオ会議システムは、参加者が会議システム設置場所に集合するものと、各参加者が自身の席にしながら利用するものに大きく分けられる。歴史的には前者の方が早く出現したため、単にビデオ会議システムという場合は、今のところ前者を指すことも多い。

初期のビデオ会議システムは映像音声をコンピュータネットワークにより伝送することが主たる課題であり、それによって遠隔 2 地点間でコミュニケーションができることは一定の

成果であった。しかし、後述のメディアスペース研究でも明らかになったように、単に遠隔地点の映像音声が届けられるだけでは、コミュニケーションは思うようにゆかなかった。そのため、ビデオを用いたコミュニケーションや、ビデオ会議システムのインタフェースに対する研究がなされてきた³⁾。

(1) 映像の処理と効果

伝統的なビデオ会議システムでは、1 台の固定カメラにより列席した参加者を撮影するが、カメラ視野を固定せず、適切な対象を捉える研究がある。ビデオ会議システム LTV では、テレビ番組のカメラワークを確率的に模擬してカメラを制御し、話者映像を中心としながら聞き手や全景を挟んだ映像を実現した。その結果、非言語情報がよく伝わり存在感が増す効果が得られた⁴⁾。

一般にビデオ会議は対面会議に及ばないと考えられている。上半身の見える対面会議と共感形成について比較したところ、ビデオの撮影範囲について、顔のみの映像では劣るものの、上半身映像の場合は差がなかった⁵⁾。

対人コミュニケーションにおいてアイコンタクトは重要である。ビデオ会議システムにおいて、アイコンタクトを実現する工夫は、どのような映像を表示するかという問題でもある。これまでに様々な工夫がされてきているが〔2 章 2-2 参照〕、映像を切り替える処理によるものもある。GAZE-2 では、アイトラッカを用いてカメラアレイから参加者がまっすぐ見ているものを選択し、正面顔画像を撮る。その正面顔画像を、その参加者が見ている遠隔地のユーザに見せることにより、2 者間のアイコンタクトを実現する⁶⁾。

(2) 座席配置

対人コミュニケーションにおいて、その位置関係は重要である。例えば、会話や競争では対面が好まれ、協調作業では並列が好まれるといったことが明らかにされている⁷⁾。近年では、協調作業では相手と近い方が好まれるといったことが分かっている⁸⁾。会議環境においても、座席配置は空間設計の一つとして無視できない。ビデオ会議システムでは、遠隔参加者と対面参加者のコミュニケーションの非対称性に着目し、座席配置の設計によりこれを解決したものとして HERMES⁹⁾がある。近年では、ローカル地点 2 名、遠隔地点 2 名の合計 4 名が会議をする場合に、地点の違いと座席の違いの影響を実験したものがある¹⁰⁾。MultiView では、各遠隔参加者のスクリーン上の表示場所に同数のカメラを設置した。また、各参加者用のプロジェクタを設置し、その参加者ごとに違う映像を提供できる、再帰性反射スクリーン、レンチキュラレンズシート、アンチグレアシートを重ねた特殊スクリーンに映写した。これにより、各参加者位置からの見え方を保存したビデオ会議を実現した¹¹⁾。遠隔 2 集団間の信頼形成実験では、従来型システムと異なり、対面条件と差がなかった¹²⁾。

3-3-3 メディアスペース (Media Spaces)

ビデオ会議システムと同様の映像音声通信システムを常時運用することにより、遠隔地点間のアウェアネスなどの支援を主目的とするものはメディアスペースと呼ばれることがある。いわゆるグループウェアはどのような作業を行うものかという観点で分類されることも多いが、メディアスペースは、特定の作業ではなく、作業を間接的に支援協調を促進すると考えられる、アウェアネスやインフォーマルコミュニケーションの支援手法として研究されている。初期の研究としては、その呼び名の元となった Media Space や VideoWindow などがあげら

れるが、当時の映像音声の技術問題だけでなく、心理的・社会的側面についても研究された。

(1) VideoWindow¹³⁾

インフォーマルコミュニケーションの重要性に注目し、常時接続のビデオ会議システム VideoWindow が開発された。VideoWindow は、幅 8 フィート高さ 3 フィートのスクリーンにはほぼ等身大の映像を表示し、同時発話可能で音声の定位もできるように全二重音声で 4 チャンネル備えたものである。これを、研究所の異なる階の 2 箇所のコーヒーつき休憩スペースに人が集まるようにして、3 ヶ月間設置した。24 時間分のビデオ記録を分析したところ、VideoWindow による 2 地点間の会話の発生率は 17% で、同一地点で対面の会話の発生率 41% の 4 割程度であった。

(2) Media Space¹⁴⁾

カリフォルニア州パロアルトとオレゴン州ポートランドのゼロックス社の二つの研究所の休憩スペース間を常時接続したものであった。実験の結果、離れた地点同士で一体感を醸成することは難しいものの、ある程度のつながりは維持された。

3-3-4 デスクトップ会議システム（在席型会議システム）(desktop conferencing system)

デスクトップ会議システムは、会議参加者が各々のコンピュータによりビデオ会議に参加するものである。

一般的にデスクトップ会議システムは、参加者の映像を表示する VideoWindow と共に、協調作業で用いる文書なども別のウィンドウに表示可能で、両者を利用してコミュニケーションを伴う作業が可能である。マルチウィンドウ GUI 以降に実現可能となったこのような構成には、各参加者の地点で高速ネットワークと高性能コンピュータが必要であったため、ビデオ会議システムに比べて普及は遅れた。現在では、一般に使われる PC の性能向上により、デスクトップあるいはノート PC 上での運用が可能となったため、デスクトップ会議システムは普及している。

(1) MERMAID¹⁵⁾

グループウェア研究の初期からデスクトップ会議システムは存在した。NEC で開発された MERMAID は、広域分散環境におけるデスクワークとグループワークを統合的に支援するシステムで、多対多の映像音声によるビデオ会議と共に、イメージやポインティングなどのリアルタイム共有を実現した先駆的なマルチメディアシステムであった。当時の通信ネットワークとコンピュータで実現するために、映像とデータ・音声を別回線にする、同期性確保のためにツリー状にサーバを配置するなどの工夫がみられる。会議については、会議の進め方や操作権について複数のモードが用意されていた。

(2) Rapport¹⁶⁾

AT&T ベル研究所で開発された Rapport は、音声会議と共同描画ソフトウェアなどのアプリケーションを組み合わせたマルチメディアシステムで、仮想的な会議室を設定して、その単位で音声とアプリケーション画面を共有する。参加者は顔写真で表示され、テレポインタを持つ。本システムはビデオ会議ではないが、協同作業を目的としたグループウェアにおける初期のデスクトップ会議システムである。

3-3-5 インフォーマルコミュニケーション支援

会議はあらかじめ日時場所が決まっているが、一般にコミュニケーションの発生は事前に決まっていない。このような偶然の出会いから始まるコミュニケーションをビデオで支援する試みがある。また、電話をしても相手につながることは少ない。電話はあらかじめ予約をせず相手の状況に関係なくかけるからであり、相手の状況を考慮したビデオコミュニケーションの試みもある。

(1) Cruiser^{17,18)}

Cruiser は遠隔の人同士のインフォーマルコミュニケーション支援を狙ったデスクトップ会議システムである。同フロアの者同士で生ずる、廊下を歩いてばったり出会ったり、個室の様子を伺ってから声をかけたりといった状況を模した 3 種のコール方式を持つ。Cruise と呼ばれるコールでは、ユーザが開始する。その際、相手を複数指定して順番に呼びかけることができる。また、相手を指定しないでシステム任せにすることができる。Autocruise と呼ばれるコールでは、システムがランダムに 2 者の接続を試みて、偶然の出会いを作り出す。Glance と呼ばれるコールでは、相手の様子を伺うため、約 1 秒だけビデオ接続される。相手を指定せずにランダムに 5 名の様子を伺うこともできる。このシステムがどのように利用されるか実験した結果、相手を指定した Cruise が最もよく使われ、そのうち 54%で会話が成立した。システムによる Autocruise では 3%しか会話に至らなかった。30 分以上の会話となったものは 5%に過ぎず、簡単な質問や報告が主な内容だった。

(2) Montage¹⁹⁾

Montage は、同一エリアの多地点で運用されたシステムで、ユーザは、まず離れた同僚のオフィスの様子を少しだけ伺うことができ、そこから会話に発展させることができる。利用実験の結果、25%だけが会話に発展した。相手が不在の場合も多かったと推測され、書き置きなどの不在時ツールが利用可能である。使われ方の多くはやはり平均 3 分程度の短時間で、簡単な質問などであった。

3-3-6 展望

ビデオ会議システムの構成要素は、大きく入力部、伝送部、出力部に分けて考えることができる。伝送部については、最も大きな変革は、アナログ回線からコンピュータネットワークすなわちデジタル回線への変更であり、インターネットの出現と普及がこの数十年の動向を決定づけているといっていよい。

入力部の変化はカメラの低コスト化と普及、全方位カメラや各種センサの利用が進んでいることである。出力部の変化は表示の進歩であり、大画面化、高精細化などが着実に進んでおり、何をどのように表示するかという問題に対する解答は変化を続けている。ディスプレイも安価になり、同時複数利用が進んでいるため、複数ディスプレイ環境の研究が活発化している。例えば Johanson らは、複数ディスプレイ環境で、マウスカーソルをディスプレイからディスプレイへ動かすことにより入力先を変更する PointRight という手法を提案している²⁰⁾。Wallace らは、どのディスプレイをキーボードなどの入力の対象とするかを指定する、このような複数の手法と、表示内容をディスプレイからディスプレイに移動させる手法において、ディスプレイに対する座席配置の点から作業効率の評価を行っている²¹⁾。

従来システムを構成するこれら三つに加えて、情報処理部といえる要素を考えることがで

きる。つまり、入力部より得られた映像、音声、あるいはセンサ情報がただ伝送部に渡され、出力部に至るのではなく、これら情報がコンピュータにより処理されてから渡される、あるいは状況に応じて処理されるようになる。

映像などのメディアに実時間で処理を施して利用することが、コンピューティングパワーの向上により現実的になってきた。また、ビデオだけではなく、CG を利用した VR 会議や、対人的な位置関係を調節可能な MR 会議²²⁾も広がってゆくだろう。

状況に応じた処理は特に、ユビキタスコンピューティング、パーベシブコンピューティングの進展とも密接に関わっており、ユーザに複雑な操作負担を強いることのないビデオ会議が実現できるが、一方でユーザの意図しない動作とならないよう注意深い設計が必要である。

■参考文献

- 1) W.B. Cagle, R.R. Stokes, and B.A. Wright, "The Picturephone System - 2C Video Telephone Station Set," Bell Syst. Technical J., vol.50, no.2, pp.271-312, 1971.
- 2) C. Edigo, "Videoconferencing as a Technology to Support Group Work: A Review of its Failure," Proc. CSCW '88, pp.13-24, 1988.
- 3) "Video-Mediated Communication," ed. by K.E. Finn, et al., LEA, 1997.
- 4) T. Inoue, K. Okada, and Y. Matsushita, "Learning from TV programs: Application of TV presentation to a videoconferencing system," Proc. UIST '95, pp.147-154, 1995.
- 5) D.T. Nguyen and J. Canny, "More than face-to-face: Empathy effects of video framing," Proc. CHI '09, pp.423-432, 2009.
- 6) R. Vertegaal, G. Van der Veer, and H. Vons, "Effects of gaze on multiparty mediated communication," Proc. Graphics Interface 2000, pp.95-102, 2000.
- 7) R. Sommer, "Personal space: The behavior basis of design," Prentice-Hall, 1969.
- 8) K. Hawkey, et al., "The proximity factor: impact of distance on co-located collaboration," Proc. GROUP'05, pp.31-40, 2005.
- 9) T. Inoue, K. Okada, and Y. Matsushita, "Integration of face-to-face and video-mediated meetings: HERMES," Proc. Group '97, pp.405-414, 1997.
- 10) N. Yamashita, K. Hirata, S. Aoyagi, H. Kuzuoka, and Y. Harada, "Impact of seating positions on group video communication," Proc. CSCW '08, pp.177-186, 2008.
- 11) D. Nguyen and J. Canny, "MultiView: spatially faithful group video conferencing," Proc. CHI '05, pp.799-808, 2005.
- 12) D. Nguyen and J. Canny, "MultiView: improving trust in group video conferencing through spatial faithfulness," Proc. CHI '07, pp.1465-1474, 2007.
- 13) R.S. Fish, et al., "The VideoWindow System in Informal Communications," Proc. CSCW '90, pp.1-11, 1990.
- 14) S.A. Bly, et al., "Media Spaces: Bringing People Together in a Video, Audio, and Computing Environment," CACM, vol.36, no.1, pp.28-47, 1993.
- 15) K. Watabe, et al., "Distributed Multiparty Desktop Conference System: MERMAID," Proc. CSCW '90, pp.27-38, 1990.
- 16) S.R. Ahuja, J.R. Ensor, and D.N. Horn, "The Rapport Multimedia Conferencing System," Proc. COIS '88, pp.1-8, 1988.
- 17) R.W. Root, "Design of a Multi-Media Vehicle for Social Browsing," Proc. CSCW '88, pp.25-38, 1988.
- 18) R.S. Fish, R.E. Kraut, R.W. Root, and R.E. Rice, "Evaluating video as a technology for informal communication," Proc. CHI '92, pp.37-48, 1992.

- 19) J.C. Tang and M. Rua, "Montage: Providing teleproximity for distributed groups," Proc. CHI '94, pp.37-43, 1994.
- 20) B. Johanson and G. Hutchins, et al., "PointRight: experience with flexible input redirection in interactive workspaces," Proc. UIST '02, pp.227-234, 2002.
- 21) J.R. Wallace, R.L. Mandryk, and K.M. Inkpen, "Comparing content and input redirection in MDEs," Proc. CSCW '08, pp.157-166, 2008.
- 22) 井上智雄, "実対人距離を調節可能な複合現実分散会議システム," 情報学論, vol.50, no.1, pp.1234-1241, 2009.

■S3 群－8 編－3 章

3-4 チャット

(執筆者：渡辺 理) [2009 年 2 月受領]

本節では、複数のコンピュータの間でテキストメッセージをリアルタイムに交換するメディアである“チャット”について説明する。

3-4-1 基本: チャットとは何か？

英単語としての chat の本来の意味は、“非公式的な方法で親しげに語りかけること (to talk in a friendly informal manner)”であり、「おしゃべり」、「雑談」というニュアンスである。一方、IT における“チャット”とは、物理的に離れた場所にいる複数の利用者がそれぞれの情報装置にテキスト情報を入力し、チャットサーバーがそれらを電子的な情報交換の場にリアルタイムに表示することで実現するテキストコミュニケーションを指す。チャットシステムを使えば、リアルタイムに世界中の人と擬似的、電子的に、おしゃべり (chat) を楽しむことができる。

チャットにおける電子的な交換場は“チャンネル”と呼ばれ、サーバが管理する。利用者は識別 ID として“ニックネーム”を持ち、任意のチャンネルに参加する。利用者が、入力領域に伝えたいテキスト情報を入力すると、サーバはその情報をニックネームとともにチャンネルに表示する (図 3・4 参照)。チャットは、メールや掲示板などの他のテキスト交換メディアと比べ、情報交換の即時性が高く、フェーストゥフェース環境で話しているようなインタラクティブ性を感じることができる。それにより、発言内容が相互に触発されて、思わぬ方向に飛躍し、参加者が盛り上がりを楽しむことがある。図 3・5 は、携帯チャットにおける盛り上がりの事例である。この参加者の 2 名 (道子と紀子) は、お互いになりすますことを楽しんでいるが、それぞれ、別々の場所にいながら、あたかも同じ場所でしゃべっているかのごとき文脈を発生させている。

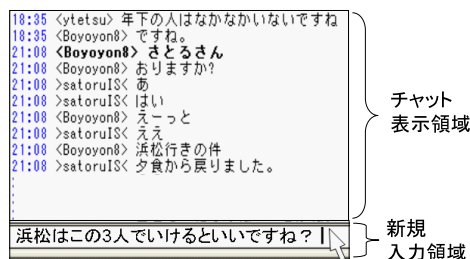


図 3・4 チャットシステムの基本画面例

現状のチャットシステムは、利用者が、相手に伝わる文字の形状や表示のタイミングを細かく制御することはできない。そのため、利用者が発言する文字の入力に手間どったり、通信ネットワークにタイムラグが発生することにより、一つのチャンネルに複数の話題が同時に進行したり、発言内容が意味的に逆の順番で表示されることもある。これらによって利用者がコミュニケーションの流れに不具合を感じることもあるが、ほとんどは、参加者の解釈的

安岡：ひよこ饅頭ってどうやって食べるかいつも悩むのです。頭から？お尻から？皮をはいて食べるなんて残酷でできないし。
 紀子：道子「ひよこって、丸ごとひと呑みするんじゃないかったですか？」
 紀子：道子さんってすごーい。
 道子：紀子「でも私の5匹同時丸呑みっていう記録はやぶれないと思うけどね。」
 紀子：私は怪獣か！
 菅沼：まだ2人でどっかの店で酔ってるんですか？
 道子：まだ会社。
 紀子：帰りの電車の中、お願いだから、笑わないで。一人で笑ったら周りの人に頭おかしいと思われる。
 道子：同じく、もうおかしい奴と思われた。

図 3・5 チャットにおける触発的な盛り上がりの発生例

かつ協調的な態度によって解決され、文脈が維持されて、対話は進行していく。ただし、参加者が協調性に欠ける場合や、言葉の表現に慎重さを欠く場合には、生じた誤解が沈黙化されず、トラブルに発展することもありうる。利用者は、このような経験を重ねてゆくことで、文脈や非言語情報の大切さを実感し、言葉遣いやマナーに気をつけるなど、チャットによるコミュニケーションを快適に遂行するリテラシーが備わっていく。

3-4-2 経緯

チャットの基本機能は、コンピュータの利用者が他のコンピュータ利用者にテキストメッセージ送って返事を受けられること（ライブテキストコミュニケーション）であり、れい明期のコンピュータの基本機能として用意されていた。Unix の Talk はその一例であり、大学内で異なる研究室の Unix コンピュータ利用者が Talk によってテキストメッセージを交換して昼食の待ち合わせの約束をする、といったことに使われてきた。初期の Talk においては、複数の利用者の文字が交錯して表示されることもあった。その後、パソコン通信からインターネットの普及を経て、チャネル環境の整備やマルチメディア対応など、利便性を改善した様々なチャットシステムが出現した。

3-4-3 実現方法

チャットシステムは、(1) IRC (Internet Relay Chat) という標準プロトコルに基づいて実現する場合と、(2) 基づかないで実現する場合の2通りの方法がある。

(1) IRC は、チャットを効率よく実現するプロトコルとして1988年にフィンランド人ヤルッコ・オイカリネン (Jarkko Oikarinen) が開発した。システムはIRCサーバとIRCクライアントで構成される。これらが送りあうメッセージ中には、本文のほかにプリフィックスやコマンドが含まれる。

代表的なコマンドは以下の六つである。

JOIN: チャネルに参加する

PART: チャネルから外れる

PRIVMSG: 特定のクライアントやチャネルと個別に通信をする

USER: クライアントを決める

MODE: チャンネルに関するクライアントの権限やチャンネルの設定をする

QUIT: 接続を終了する

IRC サーバがコマンドを解釈して、利用者のチャンネルへの参加やメッセージのチャンネルへの配信を処理することによって、チャットの機能が実現する。専用プロトコルなので、後述する Web 方式と比べると圧倒的に速度が速い。インターネットに接続さえすれば特別な設備なしに世界中の人とテキストメッセージを交換することが可能となる。

(2) 後者の場合は、独自にクライアント－サーバーの連携システムを作る必要がある。代表的な方法は、Web を使って実現することである。この場合、クライアントはブラウザを利用すればよく、専用アプリをインストールする必要がある。しかし、Web はクライアントの働きかけによってブラウザ表示情報が一括して更新される仕組みとなっているため、通信トラフィックが増える割に情報表示のリアルタイム性は損なわれるというデメリットがある。

3-4-4 派生機能

テキストメッセージをリアルタイムに交換できるチャットシステムには、様々な機能を追加してゆくことができる。本節では代表的な三つの機能を紹介する。

(1) 派生機能 1: テキストメッセージを越えた情報交換

チャンネルを、テキスト情報の交換だけでなく、より豊かな情報交換の場と捉えて機能を追加することが可能である。例えば、URL 情報を伝えられるようにしたり、ファイルを送信する機能を追加することで、チャットのチャンネルは利便性を増す。利用者が重要な Web 情報を見せ合ったり、ファイルを交換することができるからである。これにより、チャットは、カジュアルで非公式な場からオフィスにおける手軽な情報交換の場に変身する(例: チョコアコミュニケーター)。これらを使って、会議室での打ち合わせ中に、遠隔の利用者から必要な知識を得たり、一部の参加者で会議のメインの文脈とは異なるチャットコミュニケーションを行い、会議における合意形成に役立てる利用方法もある。

(2) 派生機能 2: 利用者のインタラクションの支援

インタラクション性を補う機能として、様々な試みが行われている。例えば、BOT という人工的な利用者(実体はスクリプト文)を常駐させ、チャンネル上での実利用者との間の簡単なやりとりを担わせることにより、利用者の入力内容に触発されたコミュニケーションが発生したり、あるいは、利用者が必要な知識を得るといことがある。また、インタラクションの状況を測り、一定期間発言がみられなかった場合には発言を促すアラームを出すという機能が試行されている。

(3) 派生機能 3: 利用者の状態の通知

チャットの補助的な機能として、利用者の状態の相互通知がある。これは利用者が互いに今のような状態にあるのかをあらかじめ伝え合うことにより、よいタイミングでコミュニケーションができることが期待されている。図 3・6 は状態通知の画面例であり、ニックネームの左端に利用者の状態が表示されている。ディスプレイ型のアイコンは、利用者が現在パソコンのキーボードを叩いていること、すなわち情報装置の前にいることを示している。

チャンネル参加メンバー表示領域

ニックネーム	名前
 @satoru1S	渡辺 智
 @ytetsu	山本 鉄
 @boyoyon8	松本康英

現在の状態 ニックネームと名前

図 3・6 チャットの状態通知画面例

3-4-5 関連メディア: インスタントメッセージ

チャットの変形版としてインスタントメッセージというメディアがある。チャットと同じ特徴は、離れた利用者同士が短いテキストメッセージをリアルタイムに近い間隔で交換することである。一方、異なる特徴は、参加者が共通の場（チャンネル）に集うのではなく、個々の利用者が他の利用者達を任意に交換リストに登録する点である。このリストをバディリストと呼ぶ。バディリストには、利用者の状態通知機能をつけることもできる。すなわち、インスタントメッセージは、メッセージを送る機能と、バディリストで状態を知らせ合う機能がミックスされたメディアと捉えることができる。チャットよりも利用者の自由度が高いのが特徴である。

図 3・7 は、インスタントメッセージのバディリストの例である。参加者の状態が、アイコンや一言メモという形で掲示されている。図 3・8 は、このバディリスト上に発生したコミュニケーションの例である。利用者は、それぞれの状況を独白（モノログ）的に掲示し、情報を確認しあっている。しかし、ある利用者が誘引的な独白を書き込むと、その独白への返答を自らの状態領域に書き込むという使い方もしている（例：アフロヘアーのトピックに反応）。このように、モノログと対話（ダイアログ）が、緩やかにつながって発生しているのは、このインスタントメッセージの特徴である。利用者は、複数のバディリストを使い分けることも可能である。図 3・9 に示すように、情報を見せる人に応じて、別の情報を書いて異なる自分の姿を演出したり、同じ情報の内容を微妙に変えて掲示することができる。この例では、利用者は自分を見せる際の微妙な装いの差異を楽しんでいるように見える。

大学の友人

 原 理恵 

アフロ計画失敗、笑

 小谷 玲子 

神戸に帰ってきた 

 鈴木 弘子 

パパと喧嘩しブルー

図 3・7 インスタントメッセージのバディリスト画面例

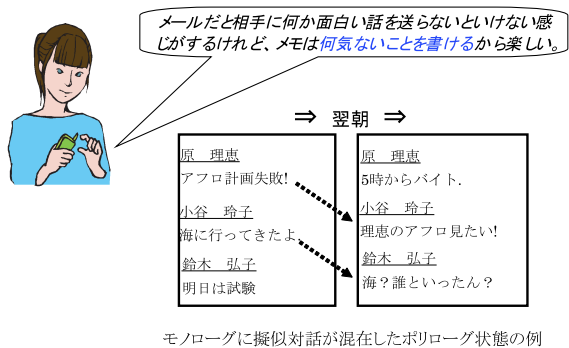


図 3・8 バディリストにおける情報の見せ合いの例

仲良し向けのメモと、外部を意識したメモの同時作成例

	仲良し向けメモ	全交換相手向けメモ
1	バーゲンいってきます気合 いだ！	海 いきたーい。小麦色の肌に あこがれる
2	エビちゃんみたいな髪形に なりたいよー。でもはずか しいからいわん	今から髪きりにいってきます。 やっと黒髪からおさらば
3	花火序盤で彼氏が腹痛。一 番きれいなところが見れな かったよ。	花火計画第一弾、天神失敗！ 次はPL祭だ

図 3・9 複数のバディリストの使い分けの例

3-4-6 展望

テキスト交換メディアは、チャット以外にも、ブログ（日記＋コメント）や SNS（トラックバックによるインタラクション）、ツイッター（つぶやきを見る）などがある。しかし、幾多のテキスト交換メディアの中にあって、チャット（及びインスタントメッセージ）には**リアルタイムの双方向インタラクション**という独自性の高い特徴がある。

ロシアの言語学者バフチンは、対話の理想状態として能動性に着目し、音楽用語を転用して「ポリフォニー」と命名した。これは、それぞれの世界を持った複数の対等な意識が非融合状態を保ちながら組み合わせられている状態である。この状態においては、協同と対立が共存しており、完全なコンセンサスを得ることよりも、相互開示が可能な状況が持続することが大切である。チャットのリアルタイム性は、このような動的相互作用の生成にとって重要と考えられる。実空間のおしゃべりは、微妙なニュアンスを伝えやすいが、現状のチャットシステムは、テキストメッセージを確実に伝えること（told）に主眼がおかれてきた。今後、微妙な伝え方（telling）についての研究が進めば、より実空間に近いリアリティのあるコミュニケーション環境を実現できる可能性がある。利用者のリテラシーの進展や利用文化の定着といった側面も含めて、実践的な研究の進展が望まれる。

■参考文献

- 1) ジェレミー・ボワセベン, “友達の友達/ネットワーク 操作者 コアリッション,” 未来社, 1986.
- 2) ハーバード・ブルーマー, “シンボリック相互作用論,” 劉草書房, 1991.
- 3) 藤本憲一, “ポケベル少女革命 メディア・フォークロア序説,” 星雲社, 1997.
- 4) 花田里欧子, “敬語とコンビニとカウンセリング,” 現代のエスプリ, 第 454 号, pp.38-50, 2005.
- 5) ハーバーマス, “コミュニケーション的行為の理論,” 大修館書店, 1978.
- 6) 長谷川啓三, “臨床の語用論とは?,” 現代のエスプリ, 第 454 号, pp.5-17, 2005.
- 7) 生田倫子, “「表情」と「言語」の相互拘束のメカニズムについて,” 第 454 号, pp.21-27, 2005.
- 8) 金沢創, “他人の心を知ること,” 角川書店, 2003.
- 9) 小浜逸郎, “「恋する身体」の人間学,” 筑摩書房, 2003.
- 10) 桑野隆, “「ともに」「さまざまな」声を出す. 対話的能動性と距離,” 質的心理学研究, 第 7 号, pp.6-20, 2008.
- 11) 桑野隆, “バフチン言語論入門,” セリか書房, 2002.
- 12) 松島秀明, “境界線上で生じる実践としての協同,” 質的心理学研究, 第 7 号, pp.96-115, 2008.
- 13) B.A. Nardi and S. Whittaker, Interaction and Outeraction: Instant Messaging in Action, proceedings of the SIGCHI conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW'00),” pp.79-88, 2000.
- 14) B.A. Nardi, D.J. Schiano, and M. Gumbrecht, “Blogging as Social Activity, or Would you Let 900 Million People Read Your Diary?,” proceedings of the SIGCHI conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW'04),” pp.222-231, 2004.
- 15) 日本産業カウンセラー協会, “産業カウンセリング入門,” 日本産業カウンセラー協会, 1998.
- 16) 野家啓一, “「真理」の構成的側面,” 現代のエスプリ, 第 454 号, pp.145-154, 2005.
- 17) 斉藤環, “「負けた」教の信者達,” 中央公論, 2005.
- 18) ベルナール・スティグレール, “象徴の貧困,” 新評論, 2006.
- 19) 富田英典, 藤本憲一, 岡田朋之, 松田美佐, 高広伯彦, “ポケベル・ケータイ主義,” ジャストシステム, 1997.
- 20) 梅香彰, “ヴィトゲンシュタインの言語ゲーム論は孤独を解いてくれる,” 現代のエスプリ, 第 454 号, pp.86-92, 2005.
- 21) 渡辺理, “携帯電話を用いた友人間のプレゼンス情報交換実験: パーソナルネットワークを支援する新しい情報環境に向けて,” 情処学論, vol.45, no.1, pp.142-154, 2004.
- 22) やまだようこ, “多声テキスト間の生成的対話とネットワークモデル: 「対話的モデル生成法」の理論的基礎,” 質的心理学研究, 第 7 号, pp.21-42, 2008.
- 23) やまだようこ, “質的研究における対話的モデル構成法,” 質的心理学研究, 第 6 号, pp.174-194, 2007.

■S3 群 - 8 編 - 3 章

3-5 臨場感

(執筆者：坂内祐一) [2018 年 12 月 受領]

3-5-1 臨場感の定義

臨場感とは、バーチャルリアリティ（VR: virtual reality）などの技術を用いて、ユーザにあたかもその場（VR によって作られた環境）にいるような感覚を引き起こさせることをいう。英語では、そこに存在する感覚（feeling of being there）という意味のプレゼンス（presence）がこれにあたる。特に、遠隔操作を行う VR システムや遠隔コラボレーションシステムのように、遠隔の空間を対象にそこに存在するかのような感覚は、テレプレゼンス（telepresence）と呼ばれている。

テレプレゼンスという言葉は、1980 年に Minsky¹⁾により初めて用いられた。Minsky によると、ユーザの遠隔操作によるコントロールとそれによって引き起こされる知覚フィードバックを通して遠隔地に物理的に存在するという感覚をオペレータに起こさせる現象のことをテレプレゼンスという。

没入感（immersion）も臨場感と同じような感覚を表すのに用いられるが、「実環境から離れて人工環境に包含され、その環境とインタラクションする感覚によって特徴付けられる心理的な状態」²⁾や、「人工環境へのインタフェースによって全てのモダリティへの感覚入力がコントロールされる度合い」³⁾といったようにシステムを特徴付ける際に用いられることが多い。

3-5-2 臨場感の要因

Sheridan⁴⁾は、プレゼンスの要因として、

1. 表示装置の品質に代表されるユーザの感覚へ提示される情報量の度合い
2. ユーザ視点の変更などセンサと環境の変化に対するコントロール
3. 対象物の変更など物理環境に対する働きかけが可能なこと

の 3 点を挙げている。1. のディスプレイの品質（大きさ、解像度、3D 表示など）に加えて、2., 3. で仮想環境へのユーザインタラクションの自然さが臨場感に大きな影響を及ぼすことを指摘している点が重要である。3-5-3 で述べる没入形表示装置の出現により、1. のディスプレイの品質の要因は、没入感という尺度で扱われることが多くなっている。

これらに加えて Ijsselstein⁵⁾は、社会的要因を取り上げ、仮想環境においてコミュニケーションパートナーとともに存在しているという感覚および、相互インタラクションが自然に確認できることが重要であることを述べている。

3-5-3 臨場感を実現するための技術

コンピュータ技術による VR が誕生する以前に、臨場感を体験させる機械が存在した。Heilig が 1962 年に製作した Sensorama である。図 3・10 はこの装置を側面から見たもので、ユー

ザは座席に腰掛け、眼前にあるフード内の 2 眼レンズに顔をつけて、立体映像・ステレオ音および香りを没入状態で観察できる。椅子の下にバイブレータがあり、振動が椅子および腕のアームレストに伝わるようになっている。視覚・聴覚に加え香りや振動というマルチモーダルな情報を提供する一体型の装置で、ドライブシミュレータやエンターテインメント分野のアーケードゲームマシンの原型といえる。

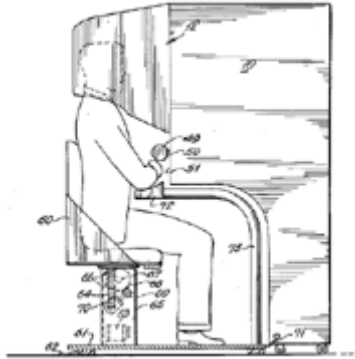


図 3・10 Sensorama (U.S. Patent 3,050,870 より)

大型のスクリーンで没入感を与える初期のシステムに CAVE⁶⁾がある。これは体験者の周囲に 3m × 3m の平面スクリーンを、正面、右面、天井面、床面の 4 面に配置し、ステレオ液晶プロジェクタでスクリーン面に映像を表示する広視野角の表示システムである。このスクリーン配置はユーザが正面を向いたときに、人間の両眼での視野角を超える表示領域を確保しているため、高い没入感が得られる。その後オリジナルの CAVE のバリエーションとして、スクリーン数が 3 からユーザを完全に覆い尽くしてしまう 6 までのシステムが開発された。図 3・11 は、ユーザの正面、右面、床面にスクリーンを配置した k-Cave の例である。

大型スクリーンの代わりに、ヘッドマウントディスプレイ (HMD: Head Mounted Display) を用いて視野を完全にディスプレイで覆い、仮想環境に没入しているような感覚を与える VR (Immersive VR) システムが 1980 年代後半に登場した。比較的小型で容易に立体視を実現できる HMD は、ウェアラブル機器の先駆けともなった。2018 年現在、HMD のディスプレイには有機 EL パネルが採用され、フル HD(High Definition) に相当する解像度の映像をヒトの視野に匹敵する範囲 (水平画角 110°) への表示が実現されている。また HMD の位置姿勢をセンサにより計測して頭の向きを精度よく求め、頭の向きに対応した映像をリアルタイムに切り替えて表示することで臨場感を与えることができる。小型ディスプレイと位置姿勢センサの高機能化と低価格化の進展により、HMD はゲームなどのエンターテインメント分野にまで広く普及するようになった。

没入形表示装置に加えて、立体音場定位技術により 3 次元空間の特定位置を音源として音を出力する音響システムが開発されている。人間の情報処理の約 9 割は視覚および聴覚によっ



図 3・11 K-Cave (提供：慶應義塾大学小木研究室)

て行われているので、このような没入形表示・音響装置で高い臨場感を得ることができるが、3-5-2 で述べた臨場感の要因のうち、ユーザインタラクションの自然さを実現するためには触覚が不可欠である。仮想環境で仮想のオブジェクトに触れたときに、視覚だけでオブジェクトに接触しているかの判定は難しく、触覚のフィードバックがあって自然なインタラクションが可能になる。触覚のうち、物に触れたときの圧力や重さなどを再現する力覚ディスプレイはすでに商品化されているが、手触りなどの皮膚感覚の再現は技術的に難しく研究段階である。さらには、香りディスプレイを用いてユーザに嗅覚情報を与える試みも行われているが、香りを一度空間に発生させると消臭することが困難であるため、今後香り提示方法を考慮した香りディスプレイの開発が望まれる。

近年、人間の五感情報の入出力・処理・通信を統合的に扱う超臨場感通信の研究が進められている。この研究のゴールは、対面環境でのコミュニケーションと変わらない感覚で、遠隔地間でのコミュニケーションを実現しようとするものである。このためには、五感入出力装置の開発に加えて、それぞれの感覚がシームレスに統合された形でユーザに提示されることが重要である。

■参考文献

- 1) M. Minsky: “Telepresence”, OMNI magazine, June (1980)
- 2) B. Witmer and M. Singer: “Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire”, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 7(3), pp.225-240 (1998)
- 3) J. Draper, D. Kaber, and J. Usher: “Telepresence”, Human Factors, 40(3), pp.354-375 (1998)
- 4) T. Sheridan: “Musings on telepresence and virtual presenc”, Presence: Teleoperators and Virtual Environments 1, pp.120-125 (1992)
- 5) W. Ijsselstein and G. Riva: “Being there: The experience of presence in mediated environments”, Ios press, Amsterdam (2003)
- 6) C. Cruz-Neira, D. Sandin, T. Defanti, R. Kenyon, and J. Hart: “The CAVE, Audio visual experience automatic virtual environment”, Commun. ACM, Vol.35, No.6, pp.65-72 (1992)