

円卓型TV会議システムHERMESの設計 — 対面会議と遠隔会議の融合 —

井上智雄 岡田謙一 松下温
慶應義塾大学理工学部

参加者がモニタに対し横1列に並ぶ、列席型の1地点複数参加TV会議システムの使用状況の観察から、参加者が画面ばかりを見、そのため会話が遠隔地点間でのみ行われがちであることに注目した。この問題の主原因を座席の配置にあると考え、同一地点参加者とのコミュニケーションを妨げずに、遠隔地点参加者とのコミュニケーションを支援する、2地点間複数参加TV会議システムHERMESの設計を提案する。HERMESは参加者を円形に配置し、複数モニタの映像を自動制御することにより、対面会議と遠隔会議を融合したシステムである。

Design of HERMES videoconferencing system: Integration of face-to-face and video meetings

Tomoo Inoue, Ken-ichi Okada, Yutaka Matsushita
Faculty of Science and Technology, Keio University
3-14-1, Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama 223 Japan
inoue@myo.inst.keio.ac.jp

A point-to-point multiparty videoconferencing system named HERMES is proposed. It aims to solve the problem that is observed in the use of the system whose seats were in a row facing a monitor: Participants tend to stare fixedly at the monitor. The system employs a multi-monitor round-table setting with automatic video control mechanism to integrate face-to-face and video meetings, and supports communication with the remote participants as well as communication among the local participants.

1 はじめに

会議環境を考える上で、その空間設計は重要である。特にその座席配置は、参加者の人間関係を反映したり、発言の形式に影響を及ぼしたりする重要項目である[20]。遠隔地点とのコミュニケーションを支援するテレビ会議システムでは、一部に空間設計を考慮したものもあるが、現在の1地点複数参加型システムでは、座席が並べられたその正面にモニタ、スピーカ、ビデオカメラが据えられている場合がほとんどで、同一地点の参加者同士のコミュニケーションや、他地点の参加者とのコミュニケーションは考慮されていない。

本論文では、このような列席型TV会議システムで生じる、モニタ注視行動に注目し、比較的少人数の2地点の参加者が1つの集団として会議ができるシステムの設計を示す。なお、共同作業に

おいては作業空間も重要であるが、本研究では、人対人の直接コミュニケーション面だけを扱うこととする。

2 列席型TV会議システムの問題点

列席型システムを使用した実験の観察を通して、多くの参加者がモニタに映る他地点の参加者とばかり会話をするという現象に気がついた。この、対面状況とは明らかに異なる、モニタばかりを見る参加者の行動はAbelらの実験や[1]、O'Conaillらの実験[15]でも見出し出されている。例えば、ディベート大会や2つのグループ間の言い争いのように同一地点にいる者同士で話す必要のない場合はこれでも良いだろうが、参加者それぞれが1つの集団のメンバーで、一緒に議論することが求められる場合には問題である。本研究で対象とするこ

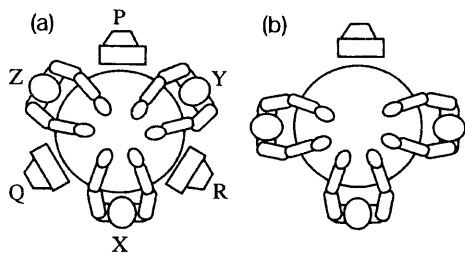


図1 : (a) HERMESのレイアウト
(b) 他のレイアウト例

のような会議には、少人数で行われる、創造会議やトップレベルの意志決定会議が当てはまる。これらは企業では最も一般的な会議である[18]。また、このような会議における座席は、円形の配置が良いとされる[20]。

この行動の原因の1つは、座席の配置である可能性が高い、つまり、全ての座席が互いに隣り合い、一つのモニタの方を向いているために、そこに座るだけで、参加者の注意はモニタの方に向けられる傾向があると考えられる。

そこで、我々は参加者の空間的配置を考慮したテレビ会議システムHERMESを開発した。

3 HERMES

HERMES (Harmonious Environment by Round MEeting Space) は円卓を用いた会議空間とテレビ番組に基づいたカメラの自動制御により、同一地点の参加者間のコミュニケーションを妨げることなく、遠隔地点の参加者間のコミュニケーションを支援するシステムである。以下にその設計を示す。

3.1 空間の設計

3.1.1 複数モニタを用いた円卓会議

1地点に3人の参加者がいる2地点間会議を想定した。つまり、6人が一つの会議に参加する。

近年数多くの在席型会議システムが開発されているが、在宅勤務と仮想オフィスからなるものは別として、企業においては1地点に複数の参加者のいる多人数会議システムは将来も意義を持ち続けられると思われる。ある会議の参加者のうち何人かが同一の建物で働いていた、あるいは同じフロアで働いていたということも良くあるので、遠

隔の参加者を含む会議であっても彼ら同士の間では対面会議である方が望ましい。

実際、同じ建物にいる者同士が使用した、コミュニケーションを支援するシステムであるCRUISERの典型的な使われ方は、短い会話によってその後の対面会議の予定を合わせるというものであった[3]。これに関してはまた、「結局のところ、このシステムの目的は、隣のオフィスに向いて話すということが選択できないような遠隔にいる者の間のコミュニケーションを可能にするということである。実際に顔を合わせることに、それを疑似したものの両方が選択できる場合には、どれだけ精巧に疑似しようとも本物を選ぶのは当然のことである。」と言われている[8]。したがって、同一地点の参加者のための良い対面環境を作る意味で、円卓の周りに座席を配置した。

次に、他地点の参加者との会話を支援するために、3台のテレビモニタを図1(a)のように各参加者の間に配置した。テレビモニタは他地点の参加者の代わりとなる。ここで、注意することは1つ1つのモニタが他地点の参加者の1人1人を表すわけではないということである。参加者Xにとっては、モニタPのみが他地点の参加者の代わりとなる。すなわち、参加者Xにとってのテーブルを囲んだ他の会議参加者は、Y、ZとPである。モニタに表示する映像を切り替えることにより他地点の参加者それぞれを映すことにしている。同様に、モニタQは参加者Yにとっての他地点の参加者の代わりであり、モニタRはZにとってのものである。参加者から見た様子を図2に示す。

ここで、1つのモニタの中で複数の参加者を切り替えることに対して、見ている者の混乱を招くのではないかという批判があるかもしれない。これについては、ユーザがコンピュータを社会的な人格とみなすときに、その音声を元にみなしているのか、あるいはコンピュータの筐体そのものを元にみなしているのかを調べた実験が報告されている[13]。これによると、筐体ではなく、音声がその支配要因であることが被験者の反応から明らかになっている。それゆえ1つのモニタで複数の参加者を切り替えても、見ている参加者の混乱を招くことはないと考えられる。

さらに、例えば図1(b)のように円卓にモニタが1つある設計ではなく、このようなモニタの配置

をとるのは、モニタの特性と映像の性質を考慮したためである。HERMESに使用されているテレビモニタをはじめとして、一般的なCRTモニタや投影スクリーンを使う以上は、その映像は2次元であるので正面から見るようにしなければならない。そうでなければ見える映像は表示されている映像とずいぶん違ったものになるだろう。また、人物の映像は実際に存在している人物に比べて存在感などの点で劣ることや[7]、遠隔にいる者を近隣にいるように見せかけて、実際に物理的に近隣にいる者たちの中に参加させようとするようなシステムでは、常に前者は不利であるだろうということ[8]から、できる限りそのような性質を補うために、映像は見る者がごく自然に見ることができるよう配置しなければならない。これはやはり見る者の正面ということになる。このような理由からモニタは参加者の真正面に配置すべきである。またこの配置によって、参加者が他地点の参加者を含めて対面会議に参加している感覚を得ることも考えられる。

この設計では、モニタの数はその地点の参加者の人数に等しくなければならないので、1地点の参加者が多い場合は、実際的ではないと思われる。しかし、円卓を使用する会議で10人以上、つまり1地点に5人以上、が参加するものはあまりないと思われる。例えば、168のスイスの企業で役員クラスを対象に行った調査では、ほとんどの場合、会議は10人以下で行われている[18]。このくらいの参加者の場合は、この設計は十分に実用的である。さらに、モニタの数は他地点の参加者の人数

には関係しないことや、この設計は映像の制御をすれば3地点間以上の場合にも拡張できることから、全体ではさらに多くの参加者が使用することもできる。

3.1.2 円卓の周りの参加者間の距離

人同士の関係に応じた距離についての分類は近接学として良く知られている。120cm～360cmは社会的距離とされ、ビジネスなどで用いられる。その中で近傍相の120cm～210cmは仕事仲間の間で良く用いられる[5]。この距離を考慮し、HERMESでは同一地点の参加者間の距離と、参加者とモニタとの距離を共に150cmとした。参加者からモニタまでの距離に関しては、映像が2次元であるために実際の距離とは別に「仮想距離」が存在する可能性がある。これについてもHERMESの設計で考慮していることは後述する。

3.1.3 ビデオカメラの配置

HERMESのビデオカメラはモニタの隣に、およそ目の高さと同じ位置に配置した。これにより、垂直方向の視線の角度はできるだけなくなるようにしている。これは、垂直方向の視線角度を水平方向よりも優先したということである。映像コミュニケーションにおける視線角度の実験によれば、角度の無い条件と、水平方向に8度角度のある条件では評価に有為な差が見られなかったが、垂直方向に10度、水平方向に8度角度のある条件は他の条件よりも良くないと評価されている[2]。我々も、実際にカメラをモニタの隣、モニタの下、モ

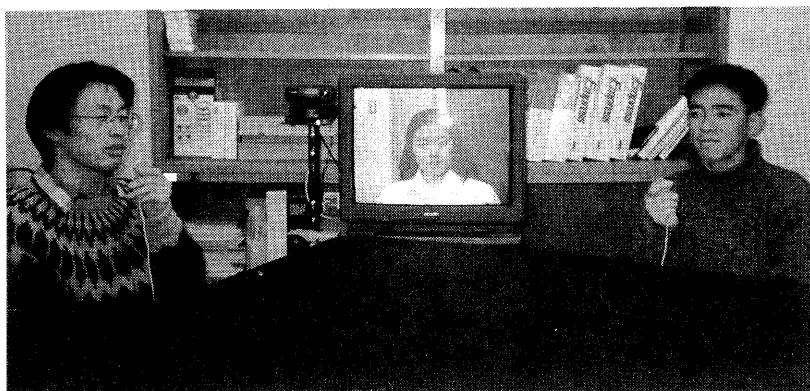


図2：参加者から見た様子

モニタの上に配置して印象を調べてみた。その結果、隣に配置するのが最も自然であった。

3.2 映像の設計

一般的に臨場感のある人物映像としては、等身大であることが大切であると考えられている。等身大像を利用するためにはしばしば大きなスクリーンが使用される。例えばMAJICのプロトタイプでは2人の他地点の参加者を映写するために幅240cm高さ120cmの湾曲したスクリーンを使用し[17]、1人の参加者に対してかなりの場所を必要とする。しかし、より小さな装置で代替できれば望ましい。臨場感や距離感に影響するスクリーンの大きさや人物像の大きさに関する研究は、これまでいくつかなされている。

MAJICを用いて行われた人物像の大きさなどについての実験によると、実物の200%大の人物像の現実感は良くなかったが、実物より多少小さい75%大の人物像の現実感は良かった[16]。また等身大映像を映しているにも関わらず、実際の大きさよりも大きいと感じた者が多かった[9]。

映写される人物像と距離感との関係についての実験では、人物像の大きさが一定の場合にはスクリーンの大きさが小さくなるに従い知覚される距離が近くなることがわかっており、スクリーンの大きさが小さくなるにつれて人物像の相対的な大きさが大きくなるためではないかと結論されている。また120cm、180cm、240cm、300cmの4つの距離では、近くなるほど臨場感が増すという[6]。さらに、スクリーンの大きさと人物像の大きさが共に基準とした大きさのおよそ70%で、スクリーンに対する人物像の相対的な大きさが変化しない場合の知覚距離も、等身大条件の場合と同様、スクリーンと観察者の実際の距離にほぼ等しいことが、そのデータからわかる。そして等身大の人物像の場合の実験から実際距離が比較的短い場合には(120cm、180cm)多少小さいスクリーンの方がむしろ臨場感があるという結果がでている。

3種類の人物像の大きさと3種類の観察距離の組み合わせから5種類の観察視角を作り印象を評価した実験では、2mの観察距離から等身大の人物像を見たときと等しい、27度の視角条件が最も自然であった[11]。

また、大画面の使用は常に必要なのではなくて、

重要なことはスクリーンに対する対象物の相対的な大きさであると結論する報告もある[21]。

これらを考慮して、HERMESでは21インチのテレビモニタに参加者の肩から上を等身大のおよそ70%の大きさで表示した。1地点に3人の場合には、もう少し大きなモニタを使用する方が上半身を映すことが出来、より良いのではないかと考えられるが、この条件では1地点の参加者が5人に拡張された場合でも、適当なシステムの大きさを維持できる。

3.3 本システムの問題点

HERMESでは、同一地点の参加者に対しては、対面状況を作っているため特定の相手を選択的に指示することができるが、他地点の参加者についてはできない。また各モニタは各参加者の専用であるので、参加者が皆モニタを見ているときには、同じ映像を見ているにもかかわらず向いている方向が異なる。同じ理由で、他地点の参加者に対する身振りは、同一地点の他の参加者には不自然に見えると思われる。

4 関連研究

電子会議の研究には、主に対面型の会議でコンピュータ支援環境を構築するものと、遠隔型のいわゆるテレビ会議システムを構築するものがある。後者には1地点の参加者が単数のものと複数のものがある。また、MASSIVE[4]のように、参加者全員が仮想空間上に現れる形式の会議もある。

対面電子会議型研究は、一般に1つの会議室のコンピュータ支援研究となってきたため、空間設計も重視しているが[12]、遠隔参加者と実参加者の自然な調和を図るものはMirror Project [14]の構想の他はあまり見当たらない。テレビ会議システムのうち、1地点単数参加型システムで空間設計を考慮したものとしては、Hydra[19]、Majic[17]などが挙げられ、ATRの臨場感会議構想も含め、これらは参加者が円卓を囲む、あるいはそれに類似の設計である。先に述べた、モニタを見続ける行動が問題となるのは、1地点複数参加型においてであるが、このタイプでの空間設計はこれまであまり考えられてきていない。

5 システムの実装

先に述べた設計に従ってHERMESを実装した。図3にシステムの構成を示す。2地点間はビデオリンクとオーディオリンクで直接つながれる。ビデオカメラは1地点に3台使用される。カメラは専用のスイッチャで切り換えられ、またズームイン、ズームアウトも制御される。カメラとスイッチャはSUNワークステーションによりRS232-C経由で制御される。制御のアルゴリズムはテレビの討論番組の分析に基づいており、映像は自動制御される。他地点からのNTSCビデオ信号は分配器によって3系統に分けられ、3人の参加者が同じ映像を見ることができるよう3台のモニタにより表示される。音声信号も同様に分けられ、モニタに内蔵のスピーカから出力される。反対に参加者ごとのマイクロフォンによって集められた、この地点の音声は、他地点にはミキサを通して送られ、同時に話者を識別するためにそれぞれワークステーションに送られる。

5.1 映像制御アルゴリズム

動画は、各ショットの内容とショットの時間的な移り変わりによって記述される[10]。本シス

テムでは、1度にカメラに撮られる人数は1人であることを考え、ショットの内容を「話者」、「話者以外」、「全景」の3種類とし、どの種類のショットからどの種類のショットへ遷移するかということと、各ショットが何秒間持続するかということ、テレビ討論番組の分析データを基に確率的に決定することにより、映像を変化させている。「全景」は各参加者の単独ショット順に切り換えることによって表現される。また、遷移前と遷移後のショットが同じになった場合には、映像に変化を付けるためにズームされる。

5.2 話者の識別

HERMESでは話者の識別は自動化されている。それぞれのマイクからの各参加者の音声は継時的に2秒間ずつ合計され、音量を計算する。次に各参加者の音量を比較し、最も大きいものを現在の話者のものであると判断する。そして誰が現在話者であるかという情報が、各地点についての映像制御アルゴリズムに送られる。なお、マイクはサンマイクロフォンを使用している。

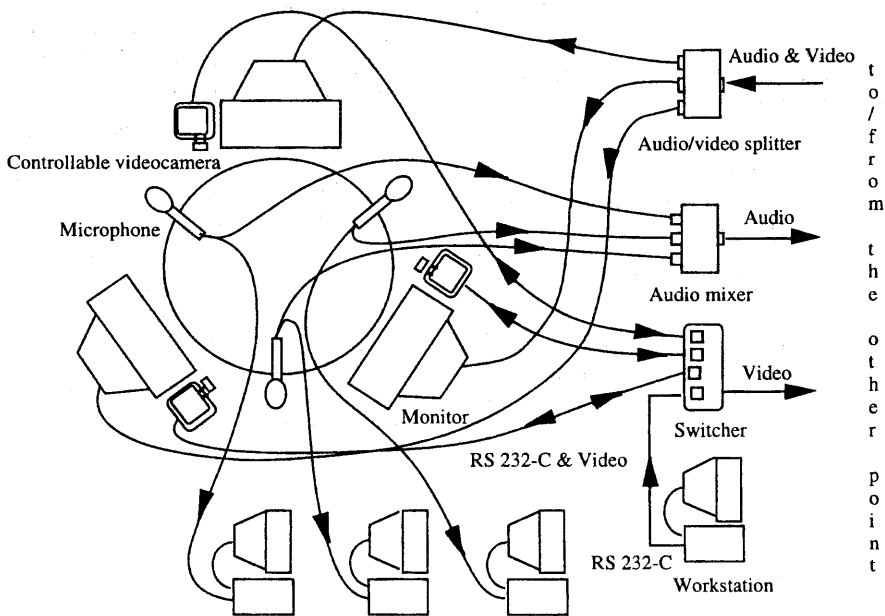


図3：システムの構成

6 おわりに

列席型TV会議システムの使用状況の観察から、モニタ注視行動の問題に注目した。その原因を座席の配置に求め、この問題を緩和・解消するためにHERMESを設計した。その際に、対面状況の優位性を認識し、同一地点の参加者間の会話を促進するために利用した。本システムの設計はまた、映像制御機構を利用した。HERMESは、比較的少人数の分散した参加者が1つの集団として討議する必要のある、創造会議のような要求に応えると期待される。今後はシステムを実際に使用して評価する予定である。

謝辞

本システムのスイッチャーを提供して下さったキャノンに感謝します。

参考文献

1. Abel, M.: Experiences in an exploratory distributed organization, Intellectual teamwork, pp. 489-510, Lawrence Erlbaum (1990).
2. Böcker, M. and Mühlbach, L.: Communicative presence in videocommunications, Proceedings of the human factors and ergonomics society 37th annual meeting, pp. 249-253 (1993).
3. Fish, R. S., Kraut, R. E. and Root, R. W.: Evaluating video as a technology for informal communication, Proc. CHI'92, pp. 37-48.
4. Greenhalgh, C. and Benford, S.: MASSIVE: A collaborative virtual environment for teleconferencing, ACM Trans. CHI, Vol. 2, No. 3, pp. 239-261 (1995).
5. Hall, E. T.: The Hidden Dimension, Doubleday & Company, Inc., NY, (1966).
6. 橋本雅行, 譚 玉昆, 森本一成, 黒川隆夫: ビデオ・コミュニケーションにおける画像表示条件と距離感の関係, 信学技報, HC94-21, pp. 39-44 (1994).
7. Heath, C. and Luff, P.: Disembodied conduct: Communication through video in a multi-media office environment, Proc. CHI'92, pp. 99-103.
8. Hollan, J. and Stornetta, S.: Beyond being there, Proc. CHI'92, pp. 119-125.
9. Ichikawa, Y., Okada, K., Jeong, G., Tanaka, S. and Matsushita, Y.: MAJIC Videoconferencing system: Experiments, evaluation and improvement, Proc. ECSCW'95, pp. 279-292.
10. Inoue, T., Okada, K. and Matsushita, Y.: Learning from TV programs: Application of TV presentation to a videoconferencing system, Proceedings of UIST'95, pp. 147-154.
11. 黒須正明, 山寺仁, 本宮志江, 三村到: 臨場感通信における画面上の人体サイズ, 情報処理学会研究報告, Vol. 95, No. 67, pp. 43-48 (1995).
12. 桑名栄二, 坂本啓, 中村雄三, 坂本泰久, 増尾剛, 築柴司, 北山哲也: 電子会議室環境のデザインモデルの開発, 情報処理学会論文誌, Vol. 36, No. 6, pp. 1282-1298 (1995).
13. Nass, C., Steuer, J. and Tauber, E. R.: Computers are social actors, Proc. CHI'94, pp. 72-78.
14. Nunamaker Jr., J. F., Briggs, R. O. and Mittleman, D. D.: Electronic meeting systems: Ten years of lessons learned, Proc. Groupware solution '95, pp. 142-184.
15. O'Conaill, B., Whittaker, S., Wilbur, S.: Conversations over video conferences: An evaluation of the spoken aspects of video-mediated communication, Human-computer interaction, Vol. 8, pp. 389-428 (1993).
16. Okada, K., Ichikawa, Y., Jeong, G., Tanaka, S. and Matsushita, Y.: Design and evaluation of MAJIC videoconferencing system, Human-Computer Interaction Interact '95, Chapman & Hall, pp. 289-294 (1995).
17. Okada, K., Maeda, F., Ichikawa, Y. and Matsushita, Y.: Multiparty videoconferencing at virtual social distance: MAJIC design, Proc. CSCW'94, pp. 385-393.
18. Sauter, C., Morger, O., Mühlherr, T., Hutchison, A. and Teufel, S.: CSCW for strategic management in Swiss enterprises: an empirical study, Proc. ECSCW'95, pp. 117-132.
19. Sellen, A. J.: Speech Patterns in Video-mediated Conversations, Proc. CHI'92, pp. 49-59.
20. 高橋 誠: 会議の進め方, 日本経済新聞社 (1987).
21. 山下利之: 映像スクリーンの大きさの心理的効果, 人間工学, Vol. 31, No. 1, pp. 75-80 (1995).