超鏡：魅力あるビデオ対話方式をめざして

森 川 治†

我々は，ビデオ映像にふさわしい新しい対話方式を創作することをめざす．超鏡システムは，対面対話を模倣する代わりに，分かりやすく，魅力ある対話環境をめざして設計した．この超鏡システムは，すべての対話者が同一の仮想空間内に居るような映像により，同一の空間を分け合うという新たな魅力を演出する．さらに WISIWYS（What I See Is What You See：自分の見ている映像を相手も見ている）を満たす映像で対話するため，対話者全員が対等となる．その結果，通常では触れられない遠くにある事物も含め，画像上のすべての事物に映像上で触れることができ，対話に利用できる．また，同一画面を対話者が共有することから，対話者間に，同室に居るのと同等の社会的な行為も観測された．

HyperMirror: Toward Pleasant-to-use Video Mediated Communication System

Osamu Morikawa†

We designed HyperMirror to provide a new video image that presents an attractive, highly understandable communication environment, rather than imitating face-to-face communication. The HyperMirror environment enables all participants to feel they are sharing the same virtual space. Participants communicate using images meeting the condition “What I See Is What You See” (WISIWYS). Both local and remote participants appear together on a shared video wall, and all things on the wall—even those out of reach—become appear to come within reach. Participants sharing the screen tend to act as if they are in the same room.

1. はじめに

我々が対話する目的には，大きく分けると，情報の伝達あるいは交換が重要な場合と，対話という場を共有するということが重要な場合がある．従来のテレビ電話，ビデオ会議システムの開発・改善は前者の視点からのアプローチが主であった．しかし，日常生活にこれらの情報機器が浸透して広く使われるためには，仲間との雑談や家族団らんでの会話のように，対話自体を楽しむという視点も重要である．電話という情報メディアの普及の過程を考えた場合，開発は前者だが，利用者が後者の利用価値を見出したことにより普及した．

一方，テレビ電話，ビデオ会議システムは，実用化されて一部で使われてはいるが，まだまだ普及せずに伸び悩んでいる．その理由として，設備が大きすぎる，高価である，場所をとる，オフィスの机上で使用すると声がうるさい等，いろいろな問題点が指摘されている．しかし，電話が普及したことや，携帯電話がまたたく間に普及したことを考えると，テレビ電話，ビデオ会議システムには，前述した問題点とは別の，人々に受け入れられない何らかの問題点を持っているはずである．そこで，本報告では，後者の利用目的でテレビ電話，ビデオ会議システムを使う場合の問題点を考察し，その解決法について述べる．

2. 人間にとっての対話システム

2.1 電話がなぜ，人々に受け入れられたか

吉田ら[1)]の調査によると，関西近郊の大学生（有効回答 549 名）にとって，電話の長所として「はやい」「どんな時間でも利用できる」「場所を選ばない」「相手の顔や姿が見えない」「普通では言えないことが言える」があげられ，短所としては「相手の顔や姿が見えない」「微妙な感情が伝わらない」があげられている．興味深いのは,「相手の顔や姿が見えない」というのが長所としても，短所としてもあげられている点である．

このことは，電話は対面対話の代用手段ではなく，対面対話とは別の，対面対話では実現できない対話の

† 生命工学工業技術研究所
National Institute of Bioscience and Human-Technology

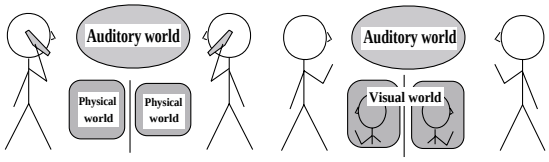


図 1 対称な電話世界と非対称なビデオ電話の世界．音の世界は対象だが，テレビ電話の映像情報は非対象である
Fig. 1 A symmetrical telephone's world and an unsymmetrical videophone's world. The sound information is symmetrical but visual information is not symmetrical at a videophones.

世界を構成していることを意味している．すなわち，我々人間は，音声しか伝わらないという電話の特性を理解し，それにふさわしい対話方法を獲得したと考えられる（**図 1**）．

2.2 人々に受け入れられる対話システムの条件

一般に対話システムを使う場合，システムでできることの理解から始まり，できそうなことを推定し，やりたいことを願望し，実際のシステムを使ってみて，それらを修正する．その繰返しでシステムに適した対話方式を習得する．そして多くの場合，システムの理解および対話方式の習得が不完全の状態でも対話が行われる．つまり，対話システムが人々に受け入れられ，使われ続けるには，多くの人々が使用する「不完全なレベル」の対話方式でも，対話を営むのに十分なだけの機能をシステムが提供していることが必要である．逆にシステムが提供する機能が対話に十分であったとしても，その機能を使いこなすのが困難で，多くの学習が必要なシステムは人々に受け入れられにくいことになる．

対話時にシステムの提供している機能だけを使い，提供していない機能を人々が使わずに済む仕組み，さらには使いたくならない，あるいは，使えないことが容易に理解できる仕組みが必要である．そして，使えないということで欲求不満を生じさせるのではなく，別の解決法が容易に見出せる環境であることも望まれる．厳密な定義は難しいが，いわば「中途半端な機能提供」は対話システムに有害であるということである．

この使いたくならない仕組みというのは，単にシステムの機能的な側面を考慮するだけでは不十分である．たとえば，受話器の代わりにマイクとスピーカを使った電話を考える．これらの差違は入出力の形態の変化にすぎず，電話システムの機能の本質的な変化ではない．しかし，受話器を使わない電話では，話しにくくなることがある．これは，受話器を持つという行為が，「音だけが伝わる」という電話機能の理解を補助し，電話に適した対話方式の適用を促しているためである．

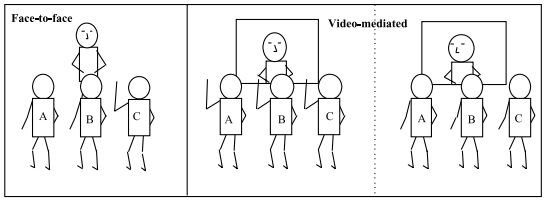


図 2 モナリザ視線効果
Fig. 2 "Mona Lisa effect" by video medium.

原田[2]によれば，電話に映像を加えたテレビ電話において，受話器を持つと映像情報を使わなくなるという報告もある．これらは，人間が電話の機能を「完全に」理解していないために生じる現象であるともいえる．にもかかわらず，多くの人々が電話を有効に利用しているのも事実である．

2.3 テレビ電話の問題点

テレビ電話やビデオ会議システムでは，音と映像が使える．当然，対話相手の顔を見たくなる．しかし，対話相手の顔画面を表示することにより，新たな問題が発生する．顔映像は対面対話と酷似した形で我々に提示されるが，いくつかの情報が誤って対話相手に伝わってしまう点である．その 1 つが視線情報である．

テレビ電話では，カメラ位置と話し手との位置関係により映像が決まる．その映像は聞き手の位置とは無関係に同じように解釈される（**図 2**）．つまり，写真や絵画における「モナリザ視線効果」（モナリザの前を歩いた場合，彼女の目が観察者を見続けているように感じる効果）と同様な傾向が実験より観測されている[3]．この実験結果は，複数いる聞き手の中の 1 人だけに視線を送ることが不可能であることを意味する．つまり，ビデオ会議システムのように同一の画面を複数の対話者が見る限り，参加者全員の「対面対話と同等の」正しい視線理解は不可能である．Gaver ら[4]，Sellen ら[5] により，音声チャネルに映像を追加した単純なビデオ対話システムでは，視線情報が対話に有効に利用されていないことが報告されている．

対話に利用する情報は顔だけでなく，身振り・手振りも重要である．そこで，撮影範囲を拡大してジェスチャーも伝えられるようにする．すると，また新たなる問題が発生する．ジェスチャーは，手話のようにそれだけで意味がある場合は希で，一般には周囲の状況とのかかわりで意味をなす．そのため，身体動作だけの映像を見ても，受け手は対面対話と同様な解釈ができない．Heath ら[6),7]によれば，ビデオを介することにより，相手の話を聞く準備ができていることや，相手の行動が理解できたことを示すジェスチャーが伝わりにくくなり，人々は大袈裟なジェスチャーをする傾

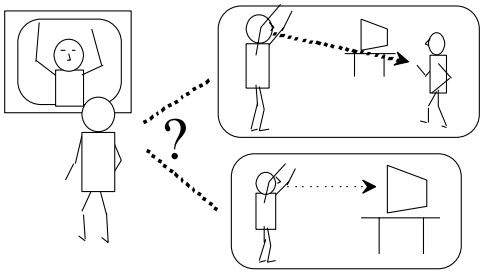


図 3　対話に利用できない大袈裟なジェスチャー
Fig. 3　Disregarded exaggerated gestures at videophones.

向が見られる（**図 3**）．それにもかかわらず，多くのジェスチャーは対話に有効に機能していないと報告されている．

対話を行う場合に，事物を指差すことがある．しかしテレビ電話では，相手の空間の事物は見えていても指差せない．これは，テレビ電話の映像情報が前述の「中途半端な機能提供」に相当することを意味する．当然のことだが，この不満は，電話では生じない．

対面対話であれば，周囲にある事物は共通に使用できる．たとえば，紙に書いたメモを別の人が見たり，書き込みを追加したりできる．しかし，テレビ電話ではそのメモを見せることはできても，主体的に見に行くことはできない．書き込みもできない．同様にテレビ電話では，興味がある方向に身体を向けてそこを見るというジェスチャーが伝わらないことになる．

3. 改良されたテレビ電話

利用者側の要求を満たすべく，従来のテレビ電話・ビデオ対話システムの不備を指摘し，それらを改造する報告は多くある．

たとえば視線情報を重視した Sellen の Hydra Unit [5]や，さらに同席している感覚を重視した岡田らの MAJIC [8]がある．一方，対話における共有資源の重要性に着目し，描画するキャンパスと描いている両者の手を共有する Tang らの VideoDraw [9]，白板とその白板に書き込みをしている人を写す VideoWhireBoard [10]や，その白板を透明にした Ishii らの ClearBoard [11]がある．しかしいずれの対話方式でも，対話相手は，両者を物理的に分割する Hydra Unit の中，MAJIC スクリーン，VideoWhiteBoard，ClearBoard の向こうに存在する．お互いの位置は固定されたままであり，作業内容もスクリーンの近傍に限られる．共有できる空間は，作業対象の 2 次元のキャンバスである．

Kuzuoka らの GestureCom [12]では，カメラの制御権を，映像を見る側に持たせることにより，固定された視点を解消している．さらに，撮影される側では，カメラの向いている方向により，どこが見られているのかを知ることができ，顔画像に代わる視線の効果を生み出している．

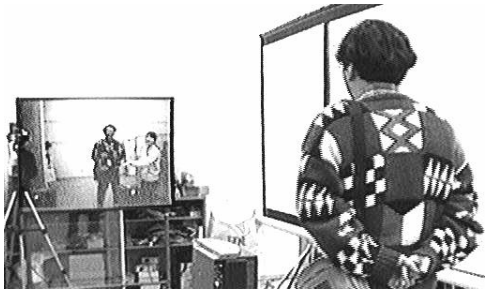


図 4　超鏡対話例
Fig. 4　An example of HyperMirror conversation.

対面対話における，対話相手との相対位置が重要と考え，電子的な仮想空間内に自分の分身を表すアイコンであるアバタを置き，マウス等を用いてそれを動かし，仮想空間内という同一空間内で他の人と対話をするものもある（InterSpace [13]，MASSIVE [14]，GreenSpace [15]等）．しかしこれらのシステムで得られる同室にいる感覚は，人間同士ではなく，人間の分身同士が同一空間に居るという感覚であるため，対面対話での同室の感覚と大きく異なる．アイコンとして対話者の全身や手のシルエットを用い，ジェスチャーにより，それらを操作して対話をする Krueger の VideoPlace [16]もある．対話相手と同一の空間に居るという感覚は前例と比べ高いと推察されるが，シルエットのため表情等を対話に利用することができない．

4. 超鏡システム

本論文で提案する超鏡システム（HyperMirror）[17)~19)]は，前述の改良方法とはまったく異なり，自己像を表示することにより，対話相手と同室にいる感覚を演出する解決法である（**図 4**）．対面対話の模倣ではない．ビデオ対話システムの性質を対面対話に近づけることにより不満を解消するのではない．電話が「音しか伝わらない」という，分かりやすい限界を知ったうえで使われている事実を参考にして設計したシステムである．

超鏡は対話者全員が同一の画像を用いて対話を行う．すなわち，WISIWYS（What I see is what you see：自分の見ている映像を相手も見ている）を満たしている．対話は，原理的には 2 地点に限らず，何地点でも構わない．利用者はシステムの前に立つだけで，装置の装着や操作を必要とせずに対話を行うことがで

図 5 超鏡対話における指示行為．男性 1 名は別室にいる
Fig. 5 HyperMirror pointing. There is the man in another room.

きる．対話に利用する画像は，各地に居る対話者全員が，あたかも同室に居るような様子を，鏡に映した内容である．対話者が物理的に同室にいるか否かにかかわらず，画面上では等質となって表示される．自己像を表示し相互作用をすることにより対話相手の存在感に影響が出ることが文献 20) によって示されている．すなわち，超鏡映像は対話仲間が同一空間に存在する感覚を提供する．ここには対話者間を分断する壁は存在しない．超鏡対話では WISIWYS のために，対話相手に伝わる映像をつねにモニタでき，伝えたい映像を作り出すことができる．手元の資材の提示，対話相手の資材の指差し，共有空間内の事物の指示が容易に行える（**図 5**）．

対話者全員が同一の映像を見るということは，事物の指示行為が容易になるというメリットもある．対面対話では，対象物を見る位置が対話者ごとに異なるため，視覚情報は厳密には同一ではない．たとえば遠くの山のような手の届かない範囲の事物を指差すときには，この差異が顕在化する．

自己の姿を日常生活で見る機会は，鏡以外では一般にあまりない．そのため，画面上の自己像の動きの制御は，見慣れた鏡像の方が，左右反転しないビデオ映像（正像）の場合より容易である．たとえば，自分のすぐ横の相手の肩を叩こうとした場合の手足の動きが，日常生活における鏡に映った世界での動きと同じになるため，思いどおりの動きができることになる．さらに，自己像を正像，鏡像の 2 種類を見せた場合の恥ずかしさや違和感等の心理的な主観評価を行ったところ，鏡像表示のほうが好ましいことも分かった[20]．

5. 超鏡システムのハードウェア

超鏡システムを具現化するには，いろいろなパラメータの決定が必要である．まず，人物の撮影範囲とそれの表示サイズ，画像の分解能等である．全画面の分解能が一定であれば，撮影範囲を大きくすると，相対的に人物の画像部分の分解能が低下するので，どの程度の値にこれらを決定するのかは，システム全体の性能を左右する重要項目である．

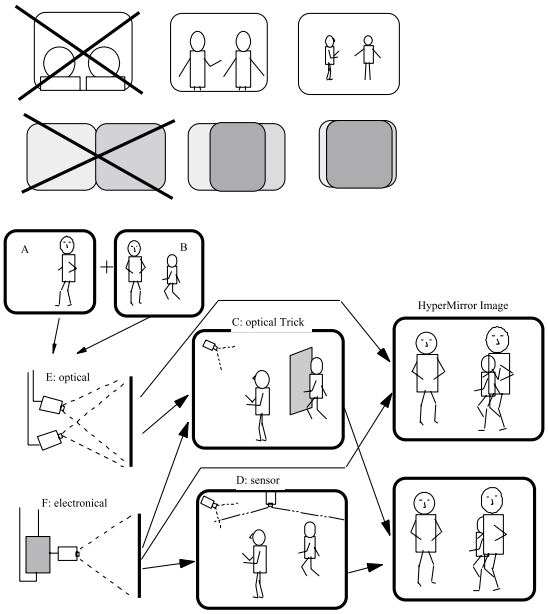


図 6 いろいろな超鏡画像の作成方法
Fig. 6 Variables of methods of making a HyperMirror image.

予備実験では，従来のテレビ電話等のような顔だけでは不十分で，肘を伸ばしてまっすぐ下におろしていない限り指先が見える範囲が必要であった（**図 6** 上段）．表示サイズは，等身大表示が好ましいが，縮小表示でも，実用になった．なお，人物の絶対サイズの精度より，参加者ごとの表示サイズ，上下方向の表示位置や色再現性の方が重要なことが分かった．

基本的には，全画面いずれの位置もすべての対話者が表示可能であるが，動き回れる範囲を限定した版でも実用になった．なお，予備実験によれば，複数地点からの映像が重ね合わせて表示される領域がないと，見えない窓枠による分断が生じ，超鏡の特徴が生かせないため，少なくとも，隣接する両者の肩と肩の間は重ね合わせの領域として必要なことが分かった（図 6 中段）．

合成画像の作成方法には，電子的に行う方法と光学的に行う方法がある．光学的に行う場合には，2 重写しが原則であるが，光学的なトリックにより，一方の地点の映像を他方より優先順位をあげて表示させるこ

図 7　ポータブル型の超鏡システムの例．14 型の液晶モニタと小型カメラ．リモコンの操作方法を教示している様子

Fig. 7　A portable type of HyperMirror system. A 14 in. LCD and a small camera. A seen teaching how to use a remote controller.

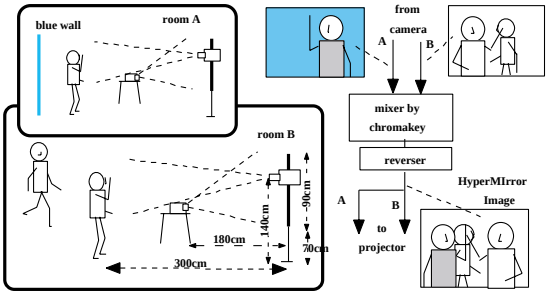


図 8　1998 年の一般公開で使用した超鏡システム．スクリーンは縦 90 cm 横 120 cm，床から 70 cm．ワイアレスマイクとプロジェクタに内蔵のスピーカを使用

Fig. 8　The HyperMirror system used in 1998's open laboratory. A 90 cm × 120 cm screen is 70 cm high from floor. Wireless microphones and projectors included speaker were used.

とができる．電子的に行う場合には，光学的なトリックだけでなく，より高度な画像処理によって，合成画像を得ることができる．たとえば，位置センサや距離センサ等を用いることにより，重なり部分の前後関係を判別して優先順位を決定することで，より自然な映像を得ることも原理的には可能である（図 6 下段）．

初期の超鏡システムは，両地点とも黒背景の 2 地点・光学的合成方式であり，これを約 1 年間用いて研究を行った．その後，1 地点が青背景の 2 地点・クロマキー合成方法を採用し，2 年以上経過している．

表示方法は 14 インチ液晶モニタ（**図 7**）に縮小表示の場合と，縦 90 cm 横 120 cm の大型スクリーンに作業内容，被験者の身体サイズ，人数により等身大表示から 50%表示までの間で表示した場合がある．スピーカは，プロジェクタおよび液晶モニタ内蔵のものを使用した．マイクロフォンは，ワイヤレスマイクを使用した場合と，カメラに内蔵されたものを使用した場合があり，さらに動きが少ない課題作業の場合には，課題作業机に設置した卓上マイクを使用した場合もあった．

図 8 に，1998 年の研究所一般公開のときに使用した超鏡システムの詳細を示す．これは，2 地点・クロマキー合成方法版でビデオ信号は NTSC レベルである．映像は両地点ともに，床から 70 cm の高さに配置した大型スクリーンに 180 cm の距離から液晶プロジェクタにより投影した．ビデオカメラは，オートフォーカス・モードで撮影し，大型スクリーン横の高さ 140 cm の位置に設置した．音声は両地点にそれぞれ 2 台ずつのワイヤレスマイクを用意し，モノラル音声で伝送し，液晶プロジェクタ内蔵のスピーカを使い，ハウリングが起きない範囲の音量で使用した．映像信号および音声信号はケーブルにより両地点間を接続した．なお，このハードウェア構成は，すべて既製品の組合せで実現しており，特殊な機器は 1 つも使用していない．

6. 利用観察

超鏡システムの設計方針の正当性を検証する意味で，利用観察を行った．利用観察は約 3 年間にわたったもので，観察に利用した具体的な超鏡システムには，合成映像の作り方や撮影範囲により多くのバリエーションが存在する[18),19)]．利用観察時に課題を与えて心理実験を行ったものは，文献 17) の 5 名，18) の 14 名，1998 年の研究所一般公開での公開実験で 56 名，その他の実験で約 80 名であった．また，課題を課さない自由対話での観察事例は 1997 年の研究所一般公開で約 300 名，1998 年の一般公開で約 150 名，研究所見学等で約 100 名程度であった．

対話時間は，一般公開では 3 分以内が最多で，長くても 10 分程度であった．研究所の見学時では 10 分程度の自由対話，課題作業の場合は 5 分程度から 30 分程度であった．

6.1　観測された現象

興味深い行動が多数観察されたが，紙数の関係で本論文では，一部を手短に述べるにとどめる．

- 身体による視線行動：超鏡システムでもモナリザ視線効果は解消されていない．しかしこれが問題になることは皆無であった．対面対話におけるアイコンタクトに相当する場面で，彼らは身体を画面上で話し手の方を向けることで代用し対話した（**図 9**）．
- カメラに近づき拡大表示：画面の空間分解能が低いため，対話対象の細部が相手に伝わらない事例

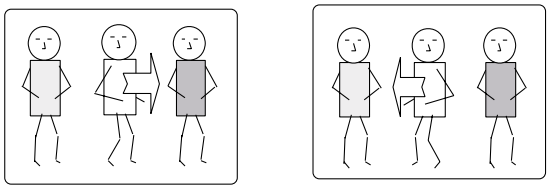


図 9 身体による視線表現
Fig. 9 Gaze direction expressed by body.

図 10 カメラに近づいて拡大表示
Fig. 10 Approaching the camera for close-up.

があった．この場合，情報提示側は，相手からの要求を待たずに対象事物をカメラの前に差し出して，拡大表示をした（**図 10**）．

- 「あれ」から「これ」へ：超鏡システムでは，WISIWYS のため，指示行為が容易であることは先に述べたとおりである．興味深いのは，事物を指差すときの言葉が，近くの物でも，遠くの物でも，すべて「これ」に変化した点である．このことは，画面上に見えている物はすべて手で触れることができる身近な存在に（少なくとも心理的には）変化したことを意味する．
- 同室にいるという社会性の発現：画面上で対話相手の前を横切りお互いの位置を入れ替える場合，「前を失礼」といいながら，少し足早に，腰をかがめながら移動する事例が観測された．
- パーソナルスペース：人間には他人の侵入によって不快感を感じる領域が存在し，それは侵入者との人間的な間柄によって変化する[21]．超鏡画面上でも適度な間隔を保とうとする現象が観測された[22]．
- 触力覚の欠如による行動の変化：超鏡では，画面上で事物に触れるが，当然のことながら触ったという感触は得られない．一部利用者に，仮想的な殴り合い等をして対話を楽しむ行為が観測された（**図 11**）．

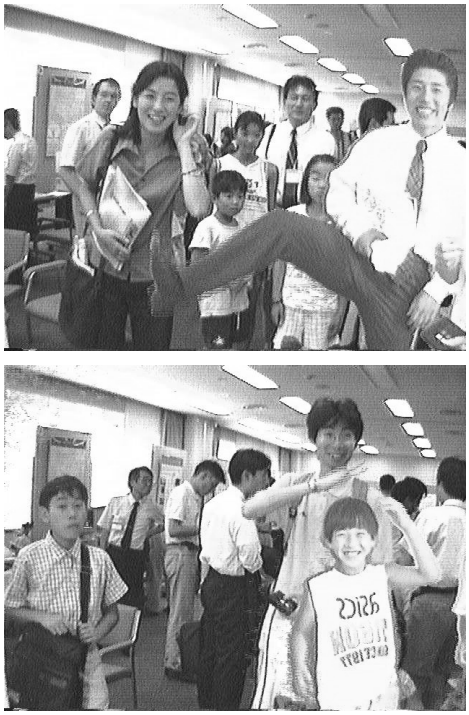


図 11 超鏡対話を楽しむ利用者たち．握手の直後に蹴りを入れた男（上），頭を叩く男（下）
Fig. 11 Examples of voluntary visual interactions. (upper) kicking man soon after shaking hands. (lower) head patting man.

6.2 利用者の感想

このほか，実用化に向けて示唆を受けるような利用者からの感想がいくつかあった．

- 自己像の表示に対する嫌悪感：一般公開では，超鏡システムの前を意図せずに通りかかった人が，自己像が画面に表示されていることに驚き，足早に通り過ぎる場面も多数観測された．対話を経験した利用者の中にも，自己像の表示に消極的意見の人も多くいた．
- 観客から出演者へ：自己像が映ると，自分も一緒になって超鏡画面を作っているという実感がわいてきて，少し緊張する．
- 触力覚の欠如の代替行為：壁を触りながら指差す利用者が観測された．彼らによれば，宙に浮かせて指差すより，壁を触りながらの指差しの方が，指差しをしているという実感が高まるという感想が得られた．
- 設置場所：自宅に設置はしたくない．間違い電話や，親しい人でも自宅に他人が簡単に入ってくるのは困る．公衆電話のように近所にあって，出かけていって使うというのがよい．

- 疲労感：超鏡画面につねに注意を向けていなければならないので，長時間（20 分程度），連続して使っていると疲れてくる．画面を見るのがおろそかになると，とたんに対話相手が遠くの存在になってしまう．何か，気を抜いても対話が継続できる安心感が得られる仕組みが欲しい．
- 音像が移動する錯覚：実際は，プロジェクタのスピーカからモノラルで出ているのに，相手が画面上で移動すると，声の聞こえてくる方向も画像といっしょに移動する気がする．
- 背景画像の変換希望：青背景側の人は，相手の世界に出向いて行ったような気がする．この感覚を積極的に利用して，背景画像を制御することで，まったく別の場所にいっしょに出向く感じが得られるとおもしろい．
- 鏡映像の不満：お互いに鏡の映像なので，地図や文字が対話に利用できない．

前述のとおり，受話器を使用して電話する場合とマイクとスピーカを使用する場合では，対話しやすさに影響が出る恐れがある．今回の利用観察で得られた結果は，利用観察で使用した設定に大きく影響していることも否定しない．しかし少なくともこれらの結果は，超鏡システムが新しい対話システムとして人々に受け入れられる可能性を示唆する内容である．なお，最後の利用者の不満に対しては，対話地点を 2 地点に限定し，自己像は鏡像，対話相手は正像で画像合成をする超鏡 II も考案している[19]．

7. 利用形態案

本システムの同室感・臨場感を生かした利用として，病気療養中の児童が本システムを利用して遠足先で仮想的に合流して，いっしょに遠足を楽しんだり，遠隔地にいる恋人同士のデートや，孫の成長をリアルに感じることのできる遠隔訪問が考えられる．また，本システムの指示行為の伝わりやすさを生かした利用として，家の新築を依頼した顧客が本システムを利用して工事現場に仮想的に出向いて，現場の様子を見たり現場の事物を利用したりしながら，室内装飾の希望を現場の工事人に伝える（**図 12**）といった利用法がある．また，家電メーカのサービス形態の 1 つとして，機器操作（たとえばビデオデッキ）の分からない人に対し，家電メーカにいる専門家が消費者の所有している実際の対象機器を指差しながら，具体的な操作方法を教える（図 7）といった利用法も考えられる．

図 12　顧客と工事人との超鏡対話例
Fig. 12　An example of HyperMirror dialogue of a customer and a carpenter.

8. おわりに

超鏡システムが対話に有効なのは，このメディアが分かりやすい点である．電話のときに述べたように，超鏡システムでは，自分に見えるものは相手にも同じように見える（WISIWYS）．逆に，自分にしか見えない事象は対話に含めないという対話のルールが自然発生的に芽生えてくる．対話に含める必要がある場合には，説明したり，拡大表示したり，という行為が相手からの要求なしに行うことができる．

我々が，事物を理解する場合，その事物単独で理解する場合はまれで，既知の事物との関連で理解する場合が多い．自己像は最も慣れ親しんだ既知の情報である．画面上に自己像が表示されることにより，対話に関連する事物がすべて自己との関わりの枠組みで理解される．さらに，自己像が表示されることにより，超鏡画面に参加意識が生まれ，責任感が生じてくる．

一方，超鏡映像を作り出すために，超鏡システムは画像処理を行っている．できあがった映像は現実には存在しない映像である．しかし，その映像と実世界の対応付けは非常に単純で，多くの人々に理解可能である．現在の CG の技術を駆使すれば，この世にはありえない，もっとすばらしい，感動的な映像を作り出すことが可能である．また，たとえば，スクリーンを見ている顔画像をカメラ視線の映像に変換するのも夢で

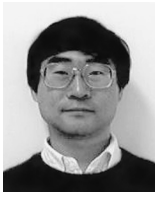
はない．しかし，このような加工をいっさい行わないことが，本システムを使いこなしてゆくうえでは重要な約束事になると思う．

なぜなら，本システムの設計理念は，ありのままのメディアの特性を人間が熟知して，それを使いこなす点だからである．もし，少しでも自明でない加工を施すと，その映像情報の信頼性・価値は劇的に低下し，対話が成立しなくなる恐れもある．初めの話に戻るが，電話において映像が送れないのは長所でもある．分かりやすさを犠牲にして高機能化するよりも，多少の不都合が残ったとしても分かりやすさを優先させることが，超鏡システムの長所であると考えたい．

参 考 文 献

1) 吉田敦也，角田　潤：大学生の電話利用とライフスタイル，第 8 回 HI シンポジウム論文集，pp.643–650 (1992).
2) 原田悦子：認知工学から見た通信メディア：対話という認知的課題，情報処理学会情報メディア研究会資料 16-2，pp.9–16 (1994).
3) 森川　治：対話における視線認知特性の対面対話とビデオ対話の違い，*Progress in Human Interface*, Vol.6, pp.13–20 (1997).
4) Gaver, W., Sellen, A., Heath, C. and Luff, P.: One is not enough: Maltiple views in a media space, *Proc. INTERCHI '93*, pp.335–341 (1993).
5) Sellen, A.: Speech patterns in video-mediated conversations, *Proc. CHI '92*, pp.49–59 (1992).
6) Heath, C. and Luff, P.: Disembodied Conduct: Communication through video in a multimedia environment, *Proc. CHI '91*, pp.99–103 (1991).
7) Heath, C. and Luff, P.: Media Space and Communicative Asymmetries: Preliminary Observations of Video-Mediated Interaction, *Human-Computer Interaction*, Vol.7, No.3, pp.315–346 (1992).
8) 岡田，松下：臨場感のある多地点テレビ会議システム：MAJIC，情報処理学会論文誌，Vol.36, No.3, pp.775–783 (1995).
9) Tang, J. and Minneman, S.: VideoDraw: A Video Interface for Collaborative Drawing, *ACM Trans. information Systems* (*TOIS*), Vol.9, No.2, pp.170–184, ACM (1991).
10) Tang, J. and Minneman, S.: VideoWhilteBoard: Video Shadow to Support Remote Collaboration, *Proc. CHI '91*, pp.315–322 (1991).
11) Ishii, H., Kobayashi, M. and Grudin, J.: Integration of Interpersonal Space and Shared Workspace: ClearBoard Design and Experiments, *ACM Trans. information Systems* (*TOIS*), Vol.11, No.4, pp.349–375, ACM (1993).
12) Kuzuoka, H. and Kosuge, T.: GestureCam: A video Communication System for Sympathetic Remote Collaboration, *Proc. CSCW '94*, pp.35–43 (1994).
13) Sugawara, S., et al.: InterSpace: Networked Virtual World for Visual Communication, *IEICE Trans. Information and Systems*, E77-D(12), pp.1344–1349 (1994).
14) Greenhalgh, C. and Benford, S.: Massive: A collaborative virtual enviroment for teleconferencing, *ACM Trans. Computer-Human Inteaction*, Vol.2, No.3, pp.239–261 (1995).
15) Mandeville, J., et al.: GreenSpace: Creating a Distributed Virtual Environment for Global Applications, *Proc. IEEE Networked Virtual Reality Workshop* (1995).
16) Krueger, M.: *Artificial Reality II*, Addison-Wesley Pub. (1991).
17) Morikawa, O. and Maesako, T.: HyperMirror: A Video-Mediated communication system, *CHI97 extended abstracts*, pp.317–318 (1997).
18) 森川，前迫：「超鏡」：自己像を表示するビデオ対話方式，情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会資料 HI72-5，pp.25–30 (1997).
19) Morikawa, O. and Maesako, T.: HyperMirror: Toward Pleasant-to-use Video Mediated Communication System, *Proc. CSCW '98*, pp.149–158 (1998).
20) 森川　治：ビデオ対話における自己像の表示による対話相手の存在感への影響，ヒューマンインタフェース学会論文誌，Vol.1-1 (1999).
21) Hall, E.T., 日高敏隆，佐藤信行（訳），かくれた次元，pp.160–181, みすず書房 (1970).
22) 森川　治：超鏡対話における対話相手との距離感，計測自動制御学会第 14 回 HI シンポジウム，pp.117–120 (1998).

(平成 11 年 5 月 7 日受付)
(平成 11 年 12 月 2 日採録)



森川　治（正会員）

1977 年東京工業大学理学部情報科学科卒業．1982 年同大学院理工学研究科博士課程修了．理学博士．同年，通商産業省工業技術院製品科学研究所入所．現在，生命工学工業技術研究所主任研究官．ヒューマンインタフェース，人間工学，認知科学の研究に従事．