

遠隔対話での共存感についての認知心理モードによる説明

森 川 治†

対話システムが有効に人々に使われるためには、人々が、どのようにその対話システムの環境を解釈して、対話しているかを知る必要がある。本報告では、合成映像を使う遠隔対話システムにおいて、共存感や一体感が得られるメカニズムを、対話者の映像解釈方法により説明する。対話映像上に表示される事物間の相対位置関係に着目し、その解釈の差異により、認知心理モードを定義する。映像上での自己像との相対位置関係を、完全に無視する状態をモード0、無視はしないが、あくまでも2次元的な位置関係として解釈し、対話に利用する状態をモード1、3次元空間を構成して対話に利用する状態をモード2とする。モード0では、遠隔地の相手はモニタ上に見えるが、別の場所にいる、あるいは画面上にいるとしか感じられない。モード1では、相手は自分と同一映像上に映ってはいるが、同一空間にいるとは感じられない。モード2では、映っている映像を同一空間と解釈し、遠隔地の相手との共存感を強く覚える。3種類のモードが観察される対話システムとして、超鏡を例とし、各認知心理モードでの対話事例を示す。なお超鏡は、相手の映像に、自分の鏡像映像を重畳表示した映像を使う対話システムである。

Explanation of Togetherness in Video Communication System by Cognitive Modes

OSAMU MORIKAWA†

We have to know how people understand and use the communication environment to use it effectively. In this paper, we will analyze how to recognize the screens of each communication system using synthesis image for togetherness, and explain the mechanism of togetherness with partners. We will turn our attention to the difference of relative position among reflections, and define the cognitive mode of communication by it. Mode 0 is the condition that participants ignore the relative position between own reflections and others on the screen at all. Mode 1 is that they don't ignore but understand it as 2-dimension and use it. Mode 2 is that participants understand the screen image shows 3-dimension and positively use the relative position among reflections for communication. In mode 0, participants feel that the remote partner is at deferent place or just on the screen although s/he is on the screen and can talk with. In mode 1, they feel that the remote partner is not in same space although they are displayed in the same screen. In mode 2, they understand the image displayed the same space and they strongly feel the togetherness with remote partner. We will take the HyperMirror as the communication system which contains 3 modes, explain the conversation examples in each model.

1. はじめに

遠隔対話システムにおいて発生する問題の多くは、映像・音声の品質と遅延に起因している。たとえば、ぼやけて文字がよく読めない、微妙な色が分からない、声がよく聞こえない、遅延が大きく話すタイミングがとりにくい、などである。これらの問題は、技術開発によりいずれ解決されるであろう。しかし、これ

らの問題を解決したとしても、従来の遠隔対話システムでは、対話相手との心理的距離が縮まるとは考えられない。

たとえば、テレビ電話での相手は、画面に姿が見え、声が聞こえ、情報伝達が可能であっても、遠くの存在と感ずることが多い。そこで、遠隔地の人々があたかも同じ部屋にいるかのように自然に対話できることを目指して、多くの研究がなされている^{1)~16)}。対話相手との共存感や一体感は、家族団欒や友達との雑談のように、用件を伝えるというより、むしろ対話自体を楽しむ場合に特に重要である。また、遠隔問診や遠隔共同作業、遠隔講習、遠隔パーティなど、新しい遠隔

† 独立行政法人産業技術総合研究所人間福祉工学研究部門
Institute for Human Science and Biomedical Engineering,
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

サービスを実現する場合にも、心理的距離を縮める共存感や一体感は重要である。

本報告では、共存感や一体感を覚える対話を目指したシステムのアプローチを分析する。そのうちの、三人称的アプローチ（後述）をとるシステムを事例に、どのような対話環境において、共存感や一体感を感じることができるのか、種々の事例を分析し、共存感や一体感の得られるメカニズムと、その確保のための技術的手法について述べる。

2. 共存感・一体感を得るためのアプローチ

遠隔対話において、共存感や一体感を得るために、大きく分けて、対話者自身から見える世界を、現実世界に近づけるアプローチと、自分と相手が対話している様子を、仮想世界に作り出し、それを見て対話するアプローチがある。ここでは、前者を一人称的アプローチ、後者を三人称的アプローチと呼ぶことにする。

2.1 一人称的アプローチ

一人称的アプローチは、相手が自分の所に来ると感じる場合、自分が相手のいる場所に行くと感じる場合、に分けることができる¹⁷⁾。

2.1.1 自分の空間に相手が来る感じ

テレビ電話は、お互いに相手が自分の所に来る場面の再現を目指している。しかし、相手の映像を表示することで、相手がディスプレイの場所にいると対話者を感じるには、いろいろな不都合がある。

その1つに、視線の不一致がある。これを解消するシステムに、ハーフミラーを使った広明らのミーティングシアタ¹⁾、特殊なスクリーン越しに撮影する岡田らのMAJIC²⁾、小型ディスプレイとカメラ、スピーカを一体化し、カメラのずれを少なくしたSellenのHydra Unit³⁾がある。

実空間での対話は、電話と違って突然開始されるわけではない。ドアをノックし、入室が許可されてから、短い要件なら立ち話、長い場合にはソファに腰掛けて対話する、といった手順を踏む。この対話手順の差異に注目したBuxton⁴⁾は、部屋の入り口に小さなディスプレイとカメラ、机の前とテーブルの横にそれぞれディスプレイとカメラを配し、それらを切り替えることで、仮想的に、相手がドアから入り、部屋の中を移動した状況を作り出し、共存感や一体感を生み出している。

2.1.2 相手の空間に出向いた感じ

自分が相手の空間に出向いた形で、共存感・一体感を得ることを目指したシステムもある。人間の両眼での水平視野角は、240°ほどであるが、テレビ電話で

は、視野のごく一部しか相手の空間を見ることはできない。対話空間の表示を、できるだけ広視野にすることで、臨場感を確保する手法がある^{5),6)}。

実空間では、相手の方を向いて話しかけたり、自分の興味のある場所へ移動したりできるが、テレビ電話ではそれらができない。Felsら⁷⁾は、遠隔地で動き回れることにより臨場感を得ようとして、入院中の児童が仮想的に教室に行き授業を受けられるように、児童の顔をディスプレイにしたロボットを教室に置いた。授業中に質問があったとき、遠隔操作でロボットに挙手させる仕組みが用意されている。入院中の児童は、教室にいるつもりで、授業を受けられ、級友とも対話できる。

ロボットの外形も曲線を多用することで、教室に馴染むように配慮されており、教室の児童らは、このロボットを入院中の児童の代理として対話する。

2.2 三人称的アプローチ

上に述べたシステムでは、遠隔地の人々が、あたかも同じ部屋にいるような状況に近づけることを目標にした、一人称的アプローチの研究だが、別のアプローチの研究もある。

自分が対話の当事者でなくても、対話している人を見るだけで、誰と誰が対話しているのかがおおむね理解できる。すなわち、自分が相手と対話している状況を、何らかの手段で構成し、それを見ることで共存感・一体感を得る手法が三人称的アプローチである。

FahlenらのDIVE⁸⁾、SugawaraらのInterSpace⁹⁾、GreenhalghらのMASSIVE¹⁰⁾、MandevilleらのGreenSpace¹¹⁾などでは、仮想空間内に、対話者の分身を表すアイコンであるアバタを置き、マウスなどを用いてそれらを動かして対話する。石井らのVirtualActor¹²⁾では、相手はビデオ映像、自分はアバタを使用して対話する。MaesらのALIVE¹³⁾では、自分はビデオ映像、相手はコンピュータ内のアバタと対話する。MorikawaらのHyperMirror¹⁴⁾、StefanらのReflection of Presence¹⁵⁾、安田らの透過型ビデオアバタシステム¹⁶⁾では、お互いのビデオ映像を使用して、自分たちの対話の、鳥瞰図の視点から見た映像を作り出して対話する。

一人称的アプローチでは、対面対話を模倣するので、共存感や一体感は、どれだけ正確に、多くの現象を模倣しているかによって評価できるであろう。しかし、三人称的アプローチによる共存感や一体感は、対話システムのどの要因が影響を与えるのか明白ではない。

本報告では、三人称的アプローチをとる対話システムの1つである超鏡(HyperMirror)を例に、この問

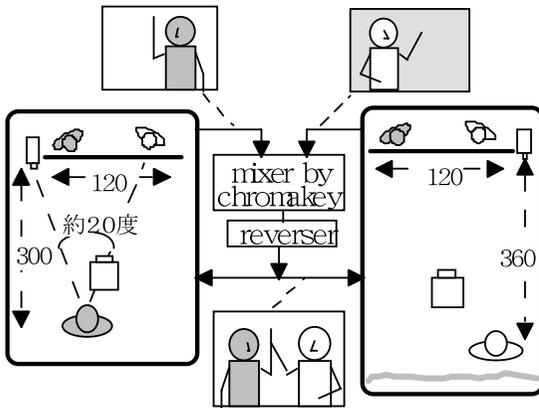


図 1 7年間の観察に用いている超鏡システム

Fig. 1 HyperMirror system used to the observations for seven years.

題に取り組む。

3. 超鏡対話における共存感・一体感

3.1 超鏡（ハイパーミラー）

超鏡¹⁴⁾は、各地で撮影された映像を合成して、全員が同じ場所にいるような映像を作り、それを鏡のように左右反転したものを使って対話する。映像合成手法や表示方法により、いろいろな実現方法が存在するが、主に使用しているシステムは、図1のとおりである。これは2地点、クロマキー合成方法によるシステムである。クロマキー合成のために、1地点の背景は青カーテンにしてある。基本的な立ち位置は、映像上でお互いが、約20度に内向きで向き合うような位置としている。

超鏡では、遠隔地の物事であっても、映像上で直接指差すことができる。調整の整った超鏡では、映像を見る限り、実際にはどちらの場所に誰がいるのか判断できない。このような合成映像になると、距離を越えて、対話者は同一空間にいるときと同様な行動をとることが観察される。

3.2 共存感・一体感を覚えていると思われる事例

約7年間の超鏡対話のいろいろな場面において、対話者が共存感・一体感を覚えていると思われる行動が多数観察された。図2は、その一例である。男性2名と女性は、実際は別々の場所にいる。立っている男性は、後ろの棚を指差しながら、そこに女性が持っている置物を置くように指示を出している。

図2下段は、男性が女性に話しかけようとしたところ、女性は画面右の書庫の上に注意が向いてしまい、男性の呼びかけに気がつかない。そこで男性は、注意喚起のために肩を叩こうとし、座っている男性も、後



図 2 対話相手との共存感・一体感を感じると、同室にいる場合と類似した行動が発現する。遠隔地にいる女性の注意を喚起するために肩を叩こうとする男性と、後ろを振り向く男性

Fig. 2 The participants who feel togetherness act similarly to in a same room. There is a woman in the remote place. The man trying to tap her on the shoulder, and the man turning around to make her notice.

ろを向いて女性に声をかけようとしている。

しかし実際には、女性は別の場所にいるので、肩を叩くことはできないし、座っている男性は振り返っても、自分のいる空間の背景（青カーテン）を見るだけで、女性を見ることはできない。

彼らは、遠隔対話であることを理解しているにもかかわらず、思わず肩を叩こうとしてしまったり、振り向いてしまった。これらの行為は、実際に女性が横やすぐ後ろにいるときの行為そのものである。すなわち、男性たちは、女性がすぐ横やすぐ後ろにいると感じて、対話していたと推測される。

このほか、映像上ですれ違うとき、遠慮がちに腰をかがめて足早に通り過ぎる事例（本報告5.3節）、人が動くと、映像上で適切な身体距離を確保する事例など、実空間で相手と一緒にいるときと同じ行動が観察されている。

一方、明らかに合成映像だと分かるような不自然な映像の場面では、映像上で身体が重なりそうになっても、避けることなく対話を進める事例や、重なってもまったく気にしない対話者の事例が観察されている。「これでは、単なる合成映像で超鏡ではない」と感想を述べる女性もいた。彼女が何をもって超鏡対話と感じていたかは不明であるが、対話相手との共存感・一体感と無関係ではないと考えられる。

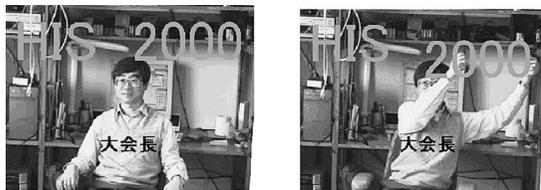


図3 映像上の事物の像の間の1つの相対位置関係に対する2種類の解釈例(学会ポスター動画の一部)。文字「HIS 2000」は映像上に人物と一緒にあるが、一般には「人物のいる空間に文字がある」とは解釈されない(左)。しかし両者がかかわりを持つと、「文字が人物と同一空間にある」という解釈が浮上する(右)

Fig. 3 Two kinds of interpretations of one relative position among reflections. Generally, it is interpreted that “HIS 2000” and a man are in another space (left). However, it can be interpreted that they are in a same space when they have interaction (right).

共存感・一体感に影響を与える合成映像の質についての議論をするために、以下では、合成映像上の事物間の相対位置関係について考える。

4. 映像上での事物の相対位置関係

映像を合成すると、映像上の事物間に相対位置関係が発生する。たとえば、2本の鉛筆の映像を合成すると、「赤い鉛筆の像の右に青い鉛筆の像が表示される」という相対位置関係が発生する。このとき、「赤い鉛筆と青い鉛筆は別の場所で撮影されたもので、たまたま、画面上に並んで表示されている」と解釈することも、「2本の鉛筆が同じ場所において、青い鉛筆は赤い鉛筆の左にある」と解釈することもできる。つまり、同じ映像上での相対位置関係に対し、異なる解釈が存在する。

4.1 相対位置関係の解釈の変化

映像上での事物の1つの相対位置関係に対して、異なる解釈が存在し、解釈が変化する例を、図3を使って説明する。図3は、ある学会のシンポジウム開催案内のポスター動画の一部(2ショット)であり、どちらも人物と文字との合成映像である。すなわち、そこには、映像合成による、文字と人物との映像上での相対位置関係が存在する。

一般に、図3左では、文字「大会長」の人物との映像上での相対位置関係は、「人物に対する説明」として意味ある位置関係、「HIS 2000」は、人物とは無関係の位置関係と解釈される。文字の、人物のいる空間における物理的な大きさは、存在しない。しかし、人物が文字「2000」をつかむ図3右では、我々は文字と人物が共存する仮想空間を想起し、そこでの事象として解釈する。すると、文字「2000」は、男性の肩幅

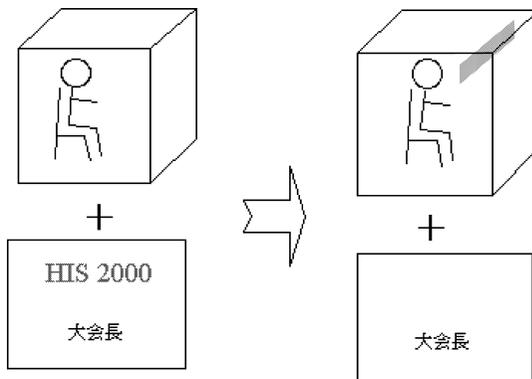


図4 図3左の映像解釈の変化。図3右を見る前(左)と見た後(右)。文字と人物とのかかわり(図3右)があると、文字「HIS 2000」が、文字「大会長」と同じ2次元空間にあるという解釈(左)から、人物のいる3次元空間にあるという解釈(右)へ変化する

Fig. 4 The change of the interpretations of Figure 3-left, before and after watching Figure 3-right. After watching the scene of the interaction between the man and “HIS 2000”, people change their interpretations from that “HIS 2000” is in a same 2 dimensional space with the Japanese character “大会長” to that it is in a same 3 dimensional space with the man.

の約2倍の大きさを持つ物体と認識される。その直後に、再度、図3左を見ると、文字「HIS 2000」と人物の映像上での相対位置関係は、はじめとは異なる解釈が可能になる。すなわち、図3左は文字「HIS 2000」と人物が共存する3次元仮想空間と、文字「大会長」の2次元空間の合成映像であるという解釈である。文字「HIS 2000」は、人物の前上方に位置し、男性の肩幅の約3倍の大きさがあるという解釈に変化するが、文字「大会長」は、別空間にあり、人物との映像上での相対位置関係の解釈に変化はない。

この解釈の変化を図示したのが、図4である。図3左の解釈は、はじめ図4左のように、人物のいる3次元空間と、文字だけの2次元空間が合成されたと解釈された。図3右を見ることにより、図4右のように、人物と文字「HIS 2000」の3次元空間、文字「大会長」の2次元空間が、合成されたという解釈に変化する。

4.2 相対位置関係の、対話システムによる解釈の違い

映像上での事物の相対位置関係は、合成映像であれば必ず発生する。合成映像により鳥瞰図的な視点を与えて共存感・一体感を得る三人称的アプローチだけでなく、たとえば、マルチウィンドウ型(MW)やピクチャーインピクチャー型(PinP)などのテレビ電話に

も、この相対位置関係は発生している。

自己像を従来のテレビ電話に追加した場合と、三人称的アプローチの違いは、この、映像上での事物の相対位置関係の解釈の違いによる。

PinP 型や MW 型での対話者にとって、相手の像と自己像の映像上での位置関係は、あくまで、今見ている自分の側のディスプレイ上だけで成立している関係であり、相手に通じない概念として、通常は無意識のうちには排除している。これに対し、三人称的アプローチをとるシステムでは、対話に有効な情報として扱う。

4.3 超鏡対話における、相対位置関係の解釈

超鏡の場合、各対話者は、「自分が今見ているのと同じ映像を、相手も見ている (WISIWYS: What I See is What You See)」と分かっているのだから、映像上での事物の相対位置関係は、対話者間に共通な情報として対話に利用できる。図 2 の事例のとおり、映像上での事物の相対位置関係を対話者が共通理解することにより、指差しや、身体移動、身体配置、事物の比較などを、超鏡空間という共通の背景 (文脈) の下で解釈することができ、対話に使うことができる。

指示動作が可能になると同時に、「これ」「このあたり」「この書類」といった指示語が、遠隔対話でも使えるようになる。「これくらいの大きさ」「こんな形」といった事物の比較も可能になる。たとえば、折り紙の教示、バレーや踊りの教示といった、大きさ、形、姿勢、動作などを、遠隔対話であっても、精度良く比較しながら伝えることができる。

5. 超鏡対話の認知心理モード

超鏡対話では、映像上での事物の相対位置関係を共通理解し、対話に効果的に使うことで共存感や一体感を得ている。しかし、超鏡対話システムを使いさえすれば、誰もが映像上での事物の相対位置関係を同じように解釈し、自然に対話に利用できるわけではない。また、映像上での事物の相対位置関係を対話に有効に利用できる場合でも、そのレベルはさまざまである。

約 7 年間のいろいろな場面での超鏡対話観察から、3 項目 (相対位置関係の対話利用、3 次元空間の構成、自己像と自己の同一視) に注目し、対話空間の理解の仕方を 4 種類 (認知心理モード) に分類した¹⁸⁾。しかし、自己像と自己を同一視するモード 3 は、今のところ超鏡以外では確認されていないため、本報告では割愛し、引用文献にあげた他のシステムにも適用できる 2 項目に注目し、3 種類で議論を進める。

これらを導き出した観察データは、いわゆる心理実験のように条件をコントロールした環境での観察だけ



図 5 映像上での事物の相対位置関係を無視して、実験者と重なってしまった見学者。実験者は、彼女を適切な立ち位置に誘導する
Fig.5 A visitor whose reflection overlaps an experimenter's reflection, without consideration a relative position of the reflections. The experimenter makes her to stand at a suitable position.

でなく、研究所一般公開のデモ実演、研究所見学者の様子、業務打合せなどのフィールド実験、小学校、大学での遠隔授業、など多岐にわたる観察データである。それらの中から、3 種類の認知モードを示唆する対話事例を以下に述べる。

5.1 相対位置関係の解釈レベル

観察に使用した超鏡システムは図 1 に示すような、2 地点クロマキー合成型の超鏡システムである。配線は AV ケーブルによる直結である。撮影範囲はいずれも対話者のひざから上とし、対話者が相手を見るとき、斜め横約 20 度から対話者を撮影する位置にカメラを設置する。クロマキー映像合成のため、映像上では青背景側が、つねに実背景側の前景として表示される。なお、事例の対話者はすべて研究所に見学に来た来訪者で、超鏡対話の未経験者であった。

5.1.1 事例 1

見学者は青背景側に入室した直後、スクリーン上の実験者を見つけて、その正面に行こうとする。正面まで行くと、映像上で見学者は実験者と重なり、実験者が悲鳴をあげる (図 5)。これを聞いて、自分が映像上で相手の身体にぶつかったこと、相手も同じ映像を見ていること、さらに、自分の立ち位置が自己像の立ち位置を決めることに気づき、映像上で適切な対人距離をとれるようになる。

5.1.2 事例 2

対話者の前方に机とこけしが 2 つ、一組は実験者側に、他方は見学者側にある。見学者は、交代で超鏡対話を体験する。初めに立って体験し、次に画面右端のいすに座って対話に参加する。この事例の見学者は、双方のこけしを指差した後、手を前に出して、背後に



図 6 映像上での事物の相対位置関係解釈の変化。はじめは前方に手を出してテレビを指差し、仲間に指摘され後方へ手を出す指差しに変更。仲間だけの対話時には、別室の女性の肩を叩くなど、積極的に映像上での事物の相対位置関係を使った対話を楽しんでいる

Fig. 6 A visitor who points a TV by putting his hand forward. By his friend's advice, he puts his hand backward. His interpretations changes from mode 1 to mode 2. He enjoys talking with his friends by using a relative positions among reflections, such as tapping on the shoulder.

あるテレビを指差した(図 6 上左)。

座っている男性(直前に指差しを経験した見学者)に「君、テレビは後ろだよ」と言われ、実験者とともに後ろのテレビを指差す(図 6 上右)。このときの見学者は、実際にはテレビに触っているわけではなく、青背景のカーテンに触っている。

その後、実験者が抜け、見学者だけで対話したところ、この見学者は、別室にいる女性の肩を叩くなど、超鏡映像上での事物の相対位置関係を使った対話を楽しんでいた(図 6 下)。

5.1.3 事例 3

ひととおり超鏡での指差しを体験したあと、実験者と対話を継続している。実験者により、画面右側に移動するように求められるが、クロマキー合成の設定のために、相手の後ろを通って移動することは不可能なことに気づく。すると、実空間で相手の前を横切るときのマナーが発現し、腰をかがめて失礼を詫げる動作をしながら移動した(図 7)。

5.2 3 種類の認知心理モード

以上の事例をふまえ、映像上での事物の相対位置関係解釈の仕方を分類したところ、以下の 3 種類の認知心理モードが認められた(表 1)。



図 7 見学者が実験者の前を、腰をかがめ、謝りながら横切る
Fig. 7 The visitor bends the waist, and crosses in front of the experimenter while apologizing.

表 1 超鏡対話における 3 種類の認知心理モード
Table 1 Three cognitive modes in HyperMirror conversation.

認知心理モード	映像上での事物の相対位置関係を対話に使用?	3次元空間の構成
0	使用しない	構成しない
1	使用する	構成しない
2	使用する	構成する

5.2.1 「モード 0」

自己像を含む超鏡映像には、映像上の自己像と事物の相対位置関係が存在するが、それを無関係と解釈するモード(0)と、対話に有効と認識するモード(1, 2)がある。前述のとおり、PinP 型や MW 型での対話者は、基本的に、映像上での事物の相対位置関係は存在するが利用しようとは思わない。図 5 の女性が悲鳴を聞く前までがモード 0 である。図 3 のポスターの事例では、人物と別空間にある文字「HIS 2000」が、この解釈に相当する。

モード 0 での超鏡対話は、映像を PinP 型や MW 型と同様に解釈しているといえる。

5.2.2 「モード 1」

映像上の自己像と事物の相対位置関係を、対話に有効利用できることと認識するが、3次元空間は構成しない。図 6 左、図 3 のポスターにおける「大会長」という文字の解釈が、モード 1 に相当する。自己像を、事物を直接指差すカーソルとして認識して、対話に有効利用できる。

5.2.3 「モード 2」

映像から、頭の中に 3次元空間を構成して対話する。図 6 下、図 7 の事例がモード 2 である。図 3 のポスターの事例では、図 4 右に図示したように、文字「HIS 2000」と人物が同一空間にあるという解釈に相

当する。

6. 三人称的アプローチにおける共存感・一体感

三人称的アプローチでの対話は、自分と相手が対話している様子を、仮想空間に作り出し、それを見て対話する。モード2で対話映像を解釈することによって、頭の中に構成した3次元空間内で、相手と一緒にいる感覚を覚えることができる。

三人称的アプローチをとるシステムであるDIVE⁸⁾、InterSpace⁹⁾、MASSIVE¹⁰⁾、GreenSpace¹¹⁾、VirtualActor¹²⁾では、対話者の分身であるアバタを使った対話であるため、そこで得られる共存感・一体感、仮想空間の中で自分のアバタが相手のアバタと一緒にいるという感覚である。

ALIVE¹³⁾、超鏡¹⁴⁾、Reflection of Presence¹⁵⁾、透過型ビデオアバタシステム¹⁶⁾は、アバタでなく自己像を用いたシステムであり、対話空間はそれぞれ、CGと実空間の融合した空間¹³⁾、遠隔地が融合した実空間¹⁴⁾、対話者が小人になったり、半透明になったりできる仮想空間^{15),16)}である。これらのシステムが提供する共存感や一体感、自己像がそれぞれの仮想空間内で相手と一緒にいるという感覚である。

対話空間が、どれだけ整合性のある3次元空間として構成されるかによって、自己像が相手と一緒にいると感じる共存感や一体感の質や強さが影響を受ける。以下では、自己像を用いたシステムについて述べる。

6.1 対話映像の空間

対話映像を認知心理モード1で解釈することで、指差しなどを対話に有効利用できる。モード2で解釈することで、それぞれの仮想空間において、相手と一緒にいるような共存感・一体感を覚えることができる。逆に、モード2での解釈が困難であれば、モード1で得られる機能的な側面での共存感・一体感を得るにとどまる。

モード2で解釈すると、仮想空間の空間としての整合性が問題になってくる。空間の整合性は、システムがどのような仮想空間を構築しているかによって、問題となる部分が異なる。たとえば、無重力の仮想空間をシステムが提供する場合、宙に浮いた事物の映像は整合性がある映像だが、落下する事物の映像は、整合性を損なう映像となる。もし、対話者が整合性が得られないと感じた場合、モード2での解釈は困難になり、モード1やモード0での解釈で対話することになる。

超鏡¹⁴⁾の場合、対話映像は全員が同じ場所にいるような映像を、左右反転した鏡のような映像である。

これは、実空間を撮影した映像との整合性が高い映像である。この合成映像を、鏡のように「実空間を映したもの」として解釈することで、共存感・一体感が得られる。3章で示したように、実際には遠隔地にいる相手でも、映像上で自分のすぐ横にいるように合成表示されれば、まさに実空間の自分のすぐ横にいる、と感じることになる。

6.2 超鏡対話における共存感・一体感を得るための条件

超鏡対話における共存感・一体感、認知心理モード2で解釈した超鏡映像を、実空間と同一視することで得られる。つまり、共存感・一体感を超鏡対話者に覚えさせたいならば、システム提供者は以下の2点に注意する必要がある。映像をモード2で解釈するように誘導する点と、モード2で解釈したあと、その空間が実空間と同一視できるよう整合性のとれた映像を提供する点である。

6.2.1 モード2での映像解釈を促進する体験

前章であげた事例1,2からも明らかのように、モード2での解釈が可能な対話環境だからといって、対話者がそれをモード2で解釈するとは限らない。対話者をモード2で映像解釈するように誘導する工夫が必要である。

事例1では実験者の悲鳴が、事例2では座っている男性の「君、テレビは後ろだよ」という発話が、モード2での映像解釈へ誘導することに役立っていた。それらは、モード0やモード1で映像を解釈している、不都合となるような体験である。

このことを参考に、運用では、握手と指差しを、はじめに体験させるようにしている。握手するには、映像上の相手との位置関係に意識を向けなければならない。すなわち、握手しようとすることで、モード0で解釈していた場合、不都合を覚える。

対話者が映像上で周囲の事物を指差しするには、映像上で、自分の指先を事物の近くに持っていかなければならない。前方にあるスクリーンに映っている事物を指差ししても、「映像上で指差したこと」にならない。スクリーン上には、前方に手を伸ばしている自己像が映るだけである。

さらに映像上で自己像の、前方に表示されている事物には手を前方に、後方に表示されている事物には手を後方に伸ばして指差さないと、映像上で指差している自己像の動作が不自然に見えてしまう。

モード1で解釈してしまうと、指差しは、指が事物と重なりさえすればよいので、どこにある事物でも平面的に、上下左右だけで済ませてしまう。すなわち、

表 2 超鏡対話設定項目

Table 2 Points to notice for setting of HyperMirror conversation.

カメラの高さ：対話者の目の高さの平均値
撮影範囲：対話者のひざから上
拡大率：両地点に同じサイズの紙を用意し、それらが同じ大きさに写る
カメラの設置位置：標準の撮影位置の対話者がスクリーン上の対話相手を見た場合、お互いの顔が約 20 度、内向きに撮影されるように、一方はスクリーン右、一方はスクリーン左
照明：対話者が全員同じ方向から
スクリーンの大きさ：標準の撮影位置の対話者が等身大から 1/2 倍で
スクリーンの明るさ：周辺と同じ明るさ

映像上で自然に指差するには、モード 1 で解釈しては、不都合を覚える。

この前後左右上下に手を出す身体動作と、表示内容との関係を体験することで、自分の指先に、指差した事物が本当にあるような 3 次元空間の構成を促進する。

6.2.2 「実空間を映した映像」として解釈できる映像の質

対話映像をモード 2 で解釈したとしても、実空間を映した映像として解釈できないと、超鏡での共存感・一体感（まさに実空間の自分のすぐ横に相手がいるように感じる）が得られない。そこで、映像は、整合性のある 3 次元空間が構成できる必要があり、さらにその 3 次元空間が「全員が一緒にいる実空間」と解釈できる必要がある。

つまり超鏡での共存感・一体感を得るには、実空間の撮影映像としての自然さが重要である。特に、モニタとカメラの配置、拡大率の差異、カメラアングル、自己像表示の遅延時間の影響は大きい（表 2）。

カメラ配置が悪いと、映像上の相手を見て対話すると、そのときの自己像は映像上で対話相手から顔を背けたような映像になってしまう。

自分と相手のカメラの拡大率が 10% 違っていたとしよう。相手だけを見て話すテレビ電話では、それほど対話に影響はない。しかし超鏡対話では、同じ 150 cm の身長の人が並んでいる場合、一方は 165 cm のように映ることになる。知らない相手であれば、165 cm の相手と一緒にいるという整合性のある空間として解釈できる。しかし、よく知った相手の場合は、この合成映像は実空間における知識と矛盾し、非常に不自然な映像と認識され、共存感・一体感喪失の原因になる。

同様に、カメラアングルの調整が悪いと、一方が空中に浮いたような映像になるため、共存感・一体感が得られない。

遅延時間に関しては、相手の映像が多少遅れても、

話しにくいかもしれないが、相手の反応が遅いということ、整合性のある空間として解釈できてしまう。しかし自己像が遅れると、整合性のある空間として解釈が困難になる。つまり、超鏡映像を鏡として解釈できなくなる。このことの傍証として、遅延時間のある自己像を見たある被験者は、「遅延量が少ないうちはべたついた感じ、遅延量が増えるに従って、乗り物酔いに似た不快感を覚え、最後には、過去の自分を映す映像を見ているようだ」と述べている。

7. おわりに

本報告では、共存感や一体感を覚える対話を目指したシステムのアプローチを分析し、2 種類に分類した。その中から、三人称的アプローチ（自分と相手が対話している様子を仮想世界に作り出し、それを見て対話する）を採用した超鏡システムの映像の解釈方法に焦点をあて、相手との共存感・一体感が得られるメカニズムを説明した。

三人称的アプローチでは、対話映像を認知心理モード 1 と呼ぶ状態（映像上での事物の相対位置関係を対話に活用できる）で解釈することで、指差などが可能になる。モード 2 と呼ぶ状態（映像を、3 次元空間としてとらえる）で、仮想空間における共存感・一体感を得る。モード 2 での解釈が困難であれば、モード 1 で得られる機能的な側面での共存感・一体感を得るにとどまる。得られる共存感・一体感は、アバタを用いたシステムではアバタが、自己像を用いたシステムでは自己像が、仮想空間の中で相手と一緒にいるという感覚である。

モード 2 での解釈への誘導は、モード 0 やモード 1 で映像を解釈しては不都合となるような体験が有効である。モード 2 での解釈を維持するには、対話者が映像を、整合性のある 3 次元空間の映像として解釈できる必要がある。

事例にあげた超鏡システムの目指す共存感・一体感とは、実空間における相手との共存感・一体感である。仮想空間は、鏡に映った実世界を想定している。握手と指差しの体験でモード 2 に誘導し、鏡の世界として整合性が保てる映像になるよう心がけることで、モード 2 の解釈を維持していることを示した。他のシステムの場合、たとえば、対話者が巨人になったような仮想空間をシステムが提供するのであれば、超鏡とは別の視点で整合性を保つ必要がある。たとえば 4 倍の大きさになったなら、物の落下時間は 2 倍にならないと、不自然さを覚えてしまい、整合性が保たれないなどである。

本報告が共存感・一体感を覚える対話を目指したシステムの改良の一助になれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) 広明敏彦, 旭 敏之: ミーティング・シアター—多地点動画通信における臨場感演出方式の提案, 情報処理学会第 44 回全国大会, 7J-1 (1992).
- 2) 岡田謙一, 松下 温: 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).
- 3) Sellen, A.: Speech patterns in video-mediated conversations, *Proc. CHI'92*, pp.49-59 (1992).
- 4) Buxton, W.: Living in Augmented Reality: Ubiquitous Media and Reactive Environments, *Video Mediated Communication*, Finn, K., Sellen, A. and Wilber, S. (Eds.), pp.363-384, Hillsdale, NJ: Erlbaum (1997).
- 5) 廣瀬通孝, 小木哲朗, 玉川 憲, 山田俊郎: 没入型コミュニケーションのための高臨場感ビデオアバタ, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.2, No.2, pp.55-62 (2000).
- 6) 山澤一誠, 竹村治雄, 横矢直和: 全方位画像センサによるテレプレゼンスの様々な実装, 2001 年電子情報通信学会情報・システムソサイエティ大会講演論文集, No.D-12-36 (2001).
- 7) Fels, D., Waalen, J., Zhai, S. and Weiss, P.: Telepresence Under Exceptional Circumstances: Enriching the Connection to School for Sick Children, *INTERACT'01*, pp.617-624 (2001).
- 8) Fahlen, L., Brown, C., Stahl, O. and Carlsson, C.: A Space Based Model for User Interaction in Shared Synthetic Environments, *INTERCHI'93*, pp.43-48 (1993).
- 9) Sugawara, S., et al.: InterSpace: Networked Virtual World for Visual Communication, *IEICE Trans. Information and Systems*, E77-D (12), pp.1344-1349 (1994).
- 10) Greenhalgh, C. and Benford, S.: Massive: A collaborative virtual environment for teleconferencing, *ACM Trans. Computer-Human Interaction*, Vol.2, No.3, pp.239-261 (1995).
- 11) Mandeville, J., et al.: GreenSpace: Creating a Distributed Virtual Environment for Global Applications, *Proc. IEEE Networked Virtual Reality Workshop* (1995).
- 12) 石井 裕, 渡辺富夫: VirtualActor を対面合成した身体的ビデオコミュニケーションシステム, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.5, No.2, pp.73-82 (2003).
- 13) Maes, P., Darrell, T., Blumberg, B. and Pentland, A.: The ALIVE System: Wireless, Full-Body Interaction with Autonomous Agents, *Multimedia Systems*, Vol.5, No.2, pp.105-112 (1997).
- 14) Morikawa, O. and Maesako, T.: HyperMirror: Toward Pleasant-to-use Video Mediated Communication System, *CSCW'98*, pp.149-158 (1998).
- 15) Agamanolis, S., Westner, A. and Bove, Jr., V.M.: Reflection of Presence: Toward more natural and responsive telecollaboration, *Proc. SPIE Multimedia Networks*, MIT97, 3228A (1997).
- 16) 安田和隆, 杉田 馨, 牛田啓太, 苗村 健, 原島博: 透過型ビデオアバタを用いた双方向コミュニケーション支援, 日本バーチャルリアリティ学会第 7 回大会論文集, pp.495-498 (2002).
- 17) Benford, S., Greenhalgh, C., Reynard, G., Brown, C. and Koleva, B.: Understanding and Constructing Shared Spaces with Mixed Reality Boundaries, *ACM Trans. Computer-Human Interaction*, Vol.5, No.3, pp.185-223 (1998).
- 18) 森川 治, 橋本亮一: 超鏡対話での共存感・一体感を説明する認知心理モード, *インタラクション 2004*, pp.271-278 (2004).

(平成 16 年 11 月 18 日受付)

(平成 17 年 5 月 9 日採録)

森川 治 (正会員)



1977 年東京工業大学理学部情報科学卒業。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。生命工学工業技術研究所を

経て、現在、産業技術総合研究所主任研究官。2001 年 3 月博士号 (人間科学, 大阪大学) 取得。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。ヒューマンインタフェース学会, 日本認知科学会, 日本バーチャルリアリティ学会, ACM 等各会員。