

仮想共有空間の客観視映像を用いた 遠隔講義システムとその評価

細谷 英一^{†1,†2} 橋本 佐由理^{†2,†3} 原田 育生^{†1,†2}
小野澤 晃^{†1,†2} 上田 繁^{†2}

本文では、客観視点型遠隔講義システムを提案するとともに、被験者実験を通じてその有効性を評価した結果について報告する。提案システムは、遠隔地で撮影された映像に透明度を与え、実時間で半透明重畳した映像を合成するミラーインタフェースと、仮想的に同一の共有空間にいるユーザを客観視点から撮影したような映像を提供する共有空間設計を組み合わせることにより、ユーザに同一空間で対話しているような印象を提供して自然な対話を誘発することができる。この結果、グループ演習をタスクとする実験を通じて、視線理解容易性、対話容易性、同室感などにおいて、テレビ会議を用いた演習より高い評価を得た。また、提案システムは、市民サービス講座の場を利用した実証の実験においても有効性を示し、講座として直接対面方式の講座に匹敵する効果があったことも確認できた。

Remote Lecturing System Using Virtual Shared Space Images Captured from Objective Viewpoint

EIICHI HOSOYA,^{†1,†2} SAYURI HASHIMOTO,^{†2,†3}
IKUO HARADA,^{†1,†2} AKIRA ONOZAWA^{†1,†2}
and SHIGERU UEDA^{†2}

A remote lecturing system that creates transparent remote images and superimposes them on each other using a mirror interface is proposed. This system allows a lecturer and his or her students to view their own appearance in a virtual shared space from an objective viewpoint. Experimental results from social skill lectures with exercises requiring student involvement showed that the proposed system made it easier to recognize gazings between individuals compared with conventional videoconferencing systems. It also improved communication between the remote lecturer and the local students. Another verification experiment performed as a public service trial also gave consistent results, proving that the lectures using the proposed system were equally as effective as ones

held in the same real space.

1. はじめに

近年のネットワーク技術の発展により、すでに一般家庭でも 100 Mbps レベルの広帯域ネットワークの利用が可能になり、1 Gbps クラスのネットワークが利用可能になるのも間近である。研究レベルでは 10 Gbps クラスのネットワークの検討が進んでいる。JGN II は、(独)情報通信研究機構(NICT)が、e-Japan 構想の下で構築した実験ネットワークである。10 Gbps (×2) の回線からなる高速広帯域ネットワークテストベッドとしてネットワーク技術、ネットワーク応用技術の研究のために平成 17 年度から運用されてきた。

JGN II 上では、ネットワークそのものの技術だけでなく、将来の高速広帯域ネットワークを活用する有効な応用技術についての研究の推進も重要な課題として研究が進められてきた。その研究の一貫として、映像通信を応用した遠隔対話システムの研究がある。

遠隔の人同士の対話や共同作業を支援するシステムとして、テレビ会議システムが用いられてきたが、より良い対話環境の構築を目指して、従来よりいくつかのシステムが提案されてきた。Krueger らの、VIDEOPLACE などの一連のシステムにおける人物のシルエットを重畳した合成映像による遠隔地の人同士や仮想物体と人のインタラクション手法の提案にもその端緒をみることができる¹⁾。また、森川らの超鏡²⁾では、クロマキを用いて一方の部屋に他方を重ねることで共有空間を作成する方法を提案しており、心理実験を通じて、対話相手の存在感などの評価を行っている。

さらに、作業空間の共有の面で、Ishii らの ClearBoard³⁾ は、透明の窓(ClearBoard)越しに対話相手が見えているような映像を提示し、間にある ClearBoard を共有するシステムを提案した。Kuzuoka らの Agora⁴⁾ は、相手映像とは別に用意した画面上に机上の作業領域を重ねることで共有空間を作成している。

VIDEOPLACE や超鏡では、相手の映像と自己の映像を重ね、画面内の相互の位置関係

^{†1} NTT マイクロシステムインテグレーション研究所
NTT Microsystem Integration Laboratories

^{†2} 独立行政法人情報通信研究機構
National Institute of Information and Communications Technology

^{†3} 筑波大学大学院
University of Tsukuba

をベースに対話するため、カメラに向かった自己の像（あるいはシルエット）は、左右を反転した鏡像を用いており、ClearBoard や Agora では、映像は相手を見るためのもので自己像はなく、ClearBoard は相手の鏡像を、Agora では反転を行わない正像を用いている。

一方、ミラーインタフェースは遠隔地の映像に透明度を与えて半透明重畳することにより仮想の共有空間に置いた映像を合成し、遠隔対話を支援するシステムである⁵⁾。ミラーインタフェースでは、遠隔地のカメラ映像に重ね合わせの上下関係を作らずに、対等の関係で合成し、双方の映像に加え、作業領域も半透明重畳することで画面上に遠隔地実空間と作業領域をあわせた共有空間を表示する。このため、画像の重なり部分における隠れがなく、互いの状況を視認できる。

このミラーインタフェースを用いて、遠隔講義システムを JGN II 上に構築し^{6),7)}、仮想共有空間を用いた対話の有効性に関する検証を進めてきた^{8),9)}。提案した遠隔講義システムは、遠隔地にいる講師と受講者が同一のテーブルを囲むような仮想共有空間を構築し、その共有空間における受講の様子を客観的に観察できる視点から撮影した映像を講師・受講者に提供する。本システムを用いて、一般市民を対象に実施したソーシャルスキルトレーニングを実施しその評価を行った。

次に本研究の社会的意義を述べる。近年、生活習慣病、自殺、うつ、認知症、児童虐待、DV など、心身の社会問題がその深刻さを増している。これらの問題の早急な予防と対策が必要であり、国の施策としても、2008 年 4 月より導入される特定保健指導をはじめ、これまでも、健康日本 21、すこやか親子 21 などさまざまな取り組みが行われているが、現に健康日本 21 は目標未達成という報告もあり、その成果は芳しくはない。心身問題の予防と解決には、心身医学的側面からのアプローチも重要であるといわれはじめ、さまざまな心理療法、行動療法、カウンセリング、イメージ療法などによる支援も、補完的には行われてきている。

現状では、このような心身問題解決は、さまざまな不健康行動や問題行動の変容に焦点を当てた支援が多く、心理療法はそれらの行動のコンプライアンスを高める支援になっている。しかしながら、概して慣れ親しんだ行動習慣を変容することはストレスがともない、行動を変えること自体がストレスを生みかねず、コンプライアンスを高めるような支援では解決が期待できない。心身の社会問題の根本解決には、行動変容ができない背後にあるストレスの問題の解決が必要である。

このような考えのもとで筆者の 1 人は、行動変容ができない背後にあるストレスの問題を解決し心身問題の根本解決に至るためには、行動の背後にある認知の仕方（心の持ち方）

の変容、さらにはその認知の仕方を規定している記憶情報の変容支援が必要であると考え研究を進めてきた。認知の変容や記憶情報の変容は、イメージ療法やカウンセリング法、ソーシャルスキルトレーニング法により可能であり、がんや糖尿病患者、うつによる休職者、児童虐待の親といった対象への直接対面方式の支援による成果を得てきた¹⁰⁾。

さらに、岩見沢市との共同研究によるテレビ会議システムでの高齢者健康行動中断予防支援研究¹¹⁾と子育て支援研究¹²⁾、および、森川らとの共同研究により超鏡を活用した遠隔対面方式の子育て支援研究^{13),14)}を試み、その成果と課題を確認してきた。研究に協力を得た市民研究ボランティアからもこのようなシステムの実現を応援する声は多かった。

しかしながら、集団を扱うグループカウンセリング法やソーシャルスキルトレーニング法の場面での空間共有感覚や双方向のコミュニケーションが難しい点に課題が残った。個別支援だけではマンパワーの限界もある。ミラーインタフェースシステムを活用して集団を扱う際のこれらの課題を解決し、集団を扱うことができるシステムを構築し、その効果を確かできればさらに有効な支援形態になると考えられる。

地域住民に対する遠隔支援サービスにはさまざまなものがあり、遠隔医療 (telemedicine) に関する研究も増加している (医療関連文献 DB PubMed¹⁵⁾ 検索に基づく)。その中には、遠隔カウンセリングの紹介もあるが、その内容は、電話やインターネットによる情報提供やアセスメント、モニタ、相談といった内容のカウンセリングサービスであり、動画像通信による本格的な問題解決や生き方変容を支援するようなカウンセリングサービスや集団へのソーシャルスキルトレーニングなどは見当たらない。本格的なカウンセリングやソーシャルスキルトレーニングサービスを遠隔で行うには、ネットワークやトレーニングを実施する設備・遠隔カウンセリング向きアプリケーションなどの環境面での限界があるからであろう。ネットワークの面では、JGN II を用いた伝送路の高速化や高品質な符号化などによるアプローチがあるが、現実的な設備で実現可能かつ高い質のカウンセリングなどのサービス提供を可能とするアプリケーションからのアプローチも必要と考えられる。

本研究では、市民サービスのための実証実験は、テレビ会議システムや超鏡を活用して試行した実績のある、子育て支援をテーマとした。子育てをめぐる社会問題の中で近年大きな問題となっている児童虐待は、日本全国の児童相談所の児童虐待相談処理件数 (厚労省 2007) が、1990 年からの 16 年で約 30 倍に急増しているが、効果的な対策がとられていない。わが国の児童虐待予防システムは、相談活動による孤立化防止の育児支援、ハイリスク家庭の把握・リスク低減、保健師などの家庭訪問、母子保健活動による虐待問題への理解、子育て支援センターや民間虐待防止団体などによる電話相談活動などの相互扶助、NICU や

小児科などの医療機関での対応がなされている。

これらの現存する支援の多くは、その利用が本人の自主性に任せられているが、しかし、家庭の事情や生活環境により積極的な外出が困難なケースがあり、本当に支援を必要としている対象への支援は、待っているだけでは困難である。そのため、日本では、症状の悪化や問題が発生した後に対処しているケースが多く、予防支援が遅れている。本当に支援を必要としている人へサービスを提供し、また、問題の発生を予防するには、各家庭内や日常的な行動範囲内にある施設において簡単に支援を受けられるような支援形態の多様化が必要である。このような要求に応えるために、設備・コスト面での制約削減の可能な遠隔支援サービスが1つの支援形態として有効であると考えられる。

このような、社会的問題の解決に必要な遠隔支援サービスを構築するには、イメージ療法やカウンセリングを専門とする大学研究者に加え、そのサービス内容に適したシステム構築を推進する情報通信技術分野の研究者が必要であり、異分野の両者の連携によって、実現可能になると考えられる。

本文においては、上記のような遠隔支援サービスにおいて、市民とカウンセラや講師との間に親密な対話の場を作り出すことができる遠隔対話システムとその評価結果について報告する。本システムでは、ミラーインタフェースを用いて講師・受講者がその共有空間に存在する自らの姿を側方などの客観的な視点から見ることにより、仮想空間の状況を視覚的に理解することが可能な共有空間を作り出す。その共有空間を利用すると、互いに視線を合わせて身振り・仕草を用いた自然な対話が可能となる。この提案システムによる被験者実験、および、つくば市の協力の下に行った一般市民対象の講座による実証実験の結果により、システムの有効性を検証する。

2. 産学官連携研究について

本研究は、筑波大、NTT、NICTの連携によって進めた。システムの構築・検討をNTT、講座の実施についてはカウンセリング・講座に関する専門知識を有する筑波大を中心として実施した。実験フィールドをNICTつくばリサーチセンターに構築した。また、研究ボランティアの募集・アンケート回収についてつくば市の協力を得た。

本研究では、提案し構築した遠隔講義システムが、どの程度一般の市民の要望に応えるものであるか、その有効性を実証的に検証することが大きな目標である一方、実際の市民を対象とする以上、現実支援効果を発揮することが要求された。

新しいシステムの提案、構築については、企業としての研究開発を進めてきたものであ

り、講義のコンテンツであるソーシャルスキルや子育て支援講座の内容、実施ノウハウについては、大学の研究と、これまでの臨床経験の中で培われてきたものである。また、遠隔講義についても、大学と他の地方自治体の協力の下に、従来型のテレビ会議方式を用いて進めた実績を持つものである。さらに、市民を対象とした実証実験においては、実際に、「子育て支援に興味のある方」に研究ボランティアとして協力いただいた。これは、つくば市の協力で可能になったものである。

結果として、各々の知見を共有し、相補的な協力関係を築くことで地域住民サービスへの利用について効果が期待できるレベルのシステムが構築できた。実際にそのようなシステム構築ができたことが、市民の協力を得られた要因である。本実験を通じて、企業側は提案システムの有効性を現実的な環境の下で実証することができ、また、大学における研究として、生活支援サービスにおける遠隔講義の有効性に関する研究を進展させることができた。さらに、実際に支援を必要とする地域住民そのものを対象に実証実験が実施することで、市民サービスとしても貢献できたことは非常に有意義であったといえる。

本研究に参加した市民の中には、興味があるという動機以外に、解決すべき問題をかかえているケースもあった。本人は、市の相談窓口はあってもなかなか行きにくく、ずっと解決を先延ばしにしていた。そのようなケースの子育て問題の解決支援にもつながった。

最後に、研究の体制作りの重要性について触れる。異なる研究分野における課題・問題意識について理解し、適切な研究テーマを引き合わせられたことが産学官・異分野の研究者・協力者をとりまとめるうえで重要な役割を果たした。本研究においては、NICTつくばRCセンター長がコーディネートの任にあたったが、多くの分野にまたがる卓見を持ち、独創的で柔軟な姿勢で人的ネットワークを構築できたことがプロジェクトの成功に大きく貢献した。

3. 参加者の自己客観視が可能な遠隔講義システム

3.1 遠隔講義システムの概要

講師と受講者の間に親密な対話の場を作り出すためには、音声、映像が伝達されるだけでなく、その場において会話に必要な人・モノがすべて共有され、それ以外のモノを意識しなくて済むことと、共有された人・モノの空間的関係の理解、人の身体的感覚と空間との関係の認識が一致していることが必要である。

本文で提案する講義システムは、講師と受講者が同一の部屋の中で会話する様子を客観的な視点から撮影したかのような映像を仮想的に合成し、参加者(受講者・講師)に提示する。客観視点から俯瞰することで共有空間全体を過不足なく把握でき、提示された空間内に表示

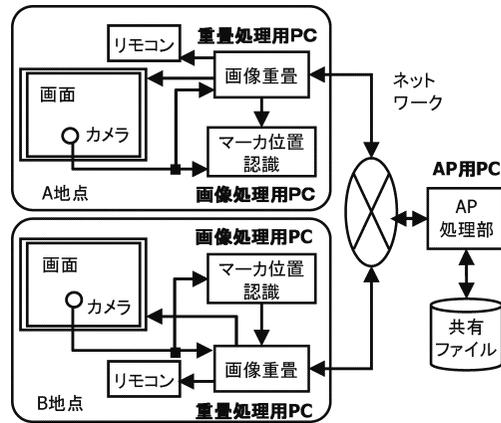


図 1 ミラーインタフェースシステムの基本構成
Fig. 1 Mirror interface system basic configuration.

された自分自身を含む人の映像を通じて、空間内での位置関係の認識を視覚的に共有することができる。

このような共有空間を構築するためには、ネットワークを介して実世界の映像を伝送し共有空間を合成する手段に加え、あらかじめ参加者が列席した共有空間内の相互の位置関係や机などの什器類の配置などのシーンを設計し合成可能な映像を取得する手段が必要になる。以下では、この 2 つの手段を実現する方法を説明した後、実証実験に用いた共有空間の設計と遠隔講義システムの全体構成について述べる。

3.2 仮想共有空間の合成

ネットワークを用いて遠隔地間で映像を伝送し、共有空間を合成するミラーインタフェースの基本構成を図 1 に示す。2 地点 (A, B) の双方からカメラで取得した映像を相手に送信しあうとともに、相手から受信した映像に透明度を持たせて重畳する。各地点の画面には自地点の映像に、相手地点の映像が重なって表示される。したがって、カメラと画面を近接して配置し、ユーザが正面から画面に向かって立つと、ユーザの自己像が映し出される。この場合、カメラの映像を鏡像反転すると、ユーザにとっては鏡に映った自己映像を見るような状態になる。さらに、相手側も同様に正面を向いて立つと、半透明重畳により映像が重なり、相手と自分が画面に向かって隣り合って並んで立っているような映像を得る。

半透明重畳は、不透明度 α をパラメータとして、CG で用いられるアルファブレンディング

技術で実現した。画面上の位置関係が両地点で一致するので、画面内で身振りや指差しによる場所の指示などが正確に伝わる点は超鏡などと同様である。半透明重畳の効果として両地点の人・物の重なり部分について一方が前面に出て他方を隠すということがないため、画面内に重なった部分についても相互の指示が可能である*1。

なお、 α 値は、地点ごとにビットマップ (アルファマスク) として独立に持つことができ、地点ごと・画素ごとに濃淡を変え、画面内の場所に応じて自地点と相手地点の割合を変えることができる。一例として、座席位置などを考慮し、互いの手が交錯する机部分は半透明、講師の顔・姿を明瞭に見たい位置は講師側を濃くというように共有空間の構造にあわせて構成することも可能である。

3.3 客観視点から見る共有空間の設計法

3.2 節では、互いに正面を向いた場合を例に説明した。正面映像は、プレゼンテーションを共有した議論などでは互いに前面に張られたスライドを見る状態として自然に受け入れることができるが、その状態では、ユーザ同士が視線を合わせた会話になっていない点が不自然な会話と感じられる場合がある。

森川ら¹⁶⁾は、クロマキを用いた合成の際に、カメラを画面横に配置した斜め顔を用いることで視線の不自然さを軽減することを提案し、久保田ら¹⁷⁾は、マルチ画面を用いたテレビ会議において、横顔を使って対話者を向かい合わせる方法を提案している。これらの提案では、撮影方法に工夫を加えつつも、特定の撮影条件で得られた映像を用いて、対面した状態に近い表示を試みている。

本文では、これらの考え方を発展させ、あらかじめ会話の目的に合わせた共有空間における会話のシーンを設計し、そのシーン全体を会話に適した視点から撮影した映像を得るように、実空間の撮影方法や合成のパラメータなどを決定する。

図 2 は共有空間設計の概念図である。まず、実空間にあるユーザや物品を共有空間内に配置し、そのシーンを撮影するカメラ位置を決定する (図 2(a))。そのカメラとユーザの相対位置を保存するように座標を両地点の実空間に写像した位置に現実のユーザ・カメラを配置し、相手地点のユーザの位置にディスプレイ装置を配置する (図 2(b))。両地点のユーザは、設置されたディスプレイの画面を見ることで、図 2(a) の設計に即したシーンを見るこ

*1 この点を利用して、図 1 のアプリケーション (AP) 用 PC からプレゼンテーション資料などを両地点の映像の上にさらに半透明重畳して、資料上を互いに指示しあうこともできる。また、色認識を用いて色マーカを追跡し、ポインタとして機器類の遠隔操作なども可能であるが (図 1 マーカ認識部)、実証実験のタスクでは用いないので詳細は省略する。

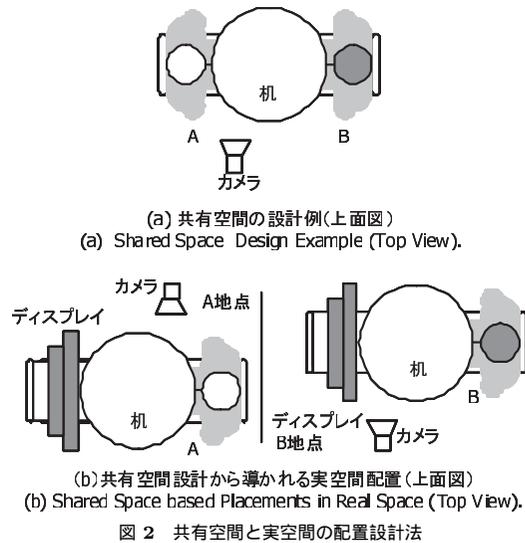


図 2 共有空間と実空間の配置設計法
Fig. 2 Placement design in shared space and real space.

とができる。

共有空間ならびに撮影視点は、共有空間をユーザにどのように見せるかという演出意図に応じて設計する必要がある。

3.4 遠隔講義システムの設計

遠隔講義システムでは、机の周囲に、受講者・講師が着席した状態を想定して共有空間を設計した。共有空間内では1つの机の両側に2名ずつ、計4名までの受講者席を設け、残りの1辺に講師が着座するように設計した。

撮影する視点としては、講師の対面側から、講師を中心として左右に受講者が見えるようなカメラ位置を設定した。また、1つの机を囲んで座っている状態となるように机を配置し、机の上に手を置いたり、隣り合って座っている講師・受講者間で手を伸ばせば届くような位置関係に設定した。

図3に実空間での配置の模式図を示す。図中、受講者側の机の下辺が講師席であり、受講者が講師席位置に配置したディスプレイを見ると、図4のような映像を見ることになる。図4は、中央の講師が画面右側の受講者に話しかけている状態である(講師・受講者共鏡像)。図中のA, B, C, 講師などの印は、設計図(図3)との対応を示す。

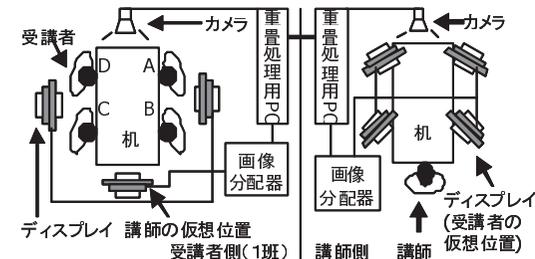


図 3 客観視映像を用いた遠隔講義1班構成(上面図)
Fig. 3 One group configuration of remote lecture system from objective viewpoint (Top View).



図 4 遠隔講義システムの合成映像例
Fig. 4 Image generated by remote lecture system.

また、受講者の背後にもディスプレイを配置し(図3参照)、講師席のディスプレイと同じ内容を表示させた。受講者は対面の受講者に向かって会話している中でも、必要ならば視界の一部で、周囲に悟られずに共有空間全体の状態を確認できる。

講師側では、共有空間の設計に合わせて、講師正面から撮影を行った。講師側では、受講者の想定位置を見たときの視線の延長線上のカメラ画角の外にディスプレイを配した。ディスプレイを向くと、共有空間内の受講者の方を向いた映像が得られる。したがって、ディスプレイは、1つの机に着席する受講者数分用意し、各ディスプレイには、同一の合成後の映像を表示した。

画面上にどのような映像が現れるかは、図3において、講師側と受講者側の配置を、双方のカメラが重なるように平行移動させた状態を想定することより明確になる。講師仮想位置のディスプレイに講師が座れば、受講者は、講師仮想位置ディスプレイを見ると、自然に講師の方を向くことになる。逆に、講師は受講者位置のディスプレイを見ることで、受講

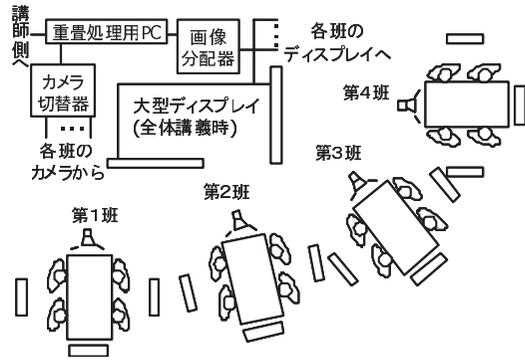


図 5 遠隔講義システム受講者側 4 班構成全体 (上面図)

Fig. 5 Four group remote lecture system configuration (Top View).

者の方を向くことになり、映像上で誰を向いているかを確認することもできる。この状態では、相手の顔のどこを見ているかという詳細な位置までは把握できないが、相手に向かって話しかければ、相手は、自分が話しかけられていることを容易に理解できるというレベルの粒度で視線の理解が可能である。

このような構成にすることで、講師は受講者と仮想的に同じ机を囲むことができ、顔を向き合って話し、表情やしぐさ・態度を相手と近似化させることにより共感するといったカウンセリングの中で必要となるような行為が簡単に実現できる。また、ソーシャルスキルの演習を実施する受講者の様子を仮想的に傍で観察し、必要に応じてタイミングよく会話に介入して受講者に語りかけるような行動も容易にとることができるようになる。

なお、共有空間の設計では、前方から撮影する場合は、鏡像表示を用いることで左右の関係が逆転せずに自然に感じられるが、側面や背後にカメラを設置する場合は、反転しない正像の場合に左右の関係が実空間と一致し、鏡像では逆転する。このため、場面に応じた使い分けが必要である。また、A 地点・B 地点ともに正像、あるいはともに鏡像で合成した場合に（双方は全体として鏡像関係になる）、視線方向に矛盾のない合成が可能になる。

さらに、より多くの受講者を対象に遠隔講義をすることを想定して、図 5 に示すように受講者の机を 4 組用意し、最大 4 班 16 名まで受講可能にした。各班は、図 3 に示した配置をとり、カメラの切替えによって講師側に送信する映像を適宜選択することで、講師が班単位に指導を行うことができるようにした。合成画像は、すべての班に同じ画像を配信し、各受講者は、講師が他の班を指導しているときにもその様子をモデリング学習することができ

るようにし、実際の直接対面による講義と近似させた。

また、実際の遠隔講義では、全体向けの講義を行うことも必要になるため、講師席の反対側に大型ディスプレイを設置し、テレビ講義方式で受講できるようにした。テレビ講義時は、大型ディスプレイに講師の上半身とスライドを親子画面で表示した。

4. 評価実験 1

4.1 ABA 方式に基づく実験計画

3 章で述べた遠隔講義システムを用い、被験者を受講者として全体講義と演習をともなった講座を実施し、アンケートによる受講者の変化を測定することでシステムの有効性を検証した。少数の受講者に対しても、システムを用いた効果の確認を可能にするため、一事例研究の手法¹⁸⁾を採り入れた ABA 方式の実験計画に基づいて実験を実施した。

本実験では、ミラーインタフェースを用いた演習（以下、MI）とテレビ会議システムを用いた演習（以下、TV）を比較するため、MI をベースラインとして途中で TV に条件を変更した後ベースラインに戻す ABA 条件での実験（以下 MTM 条件）と、TV をベースラインにして MI を変更後の条件とする実験（以下 TMT 条件）を実施した。

全体講義は大型ディスプレイで正像を用い、演習時は講師席のディスプレイを用いて、TV による演習時は正像、MI による演習時は、講師席ディスプレイを正面から見る講師にとって不自然でないように、全体を鏡像で合成した。

被験者は 20 代から 40 代の健康な男女 12 名（男性 11 名、女性 1 名）で、研究開発あるいは SI 業務に従事している。また、11 名は業務でテレビ会議を利用した経験があり、IT 機器・遠隔会議機器に関して、ユーザとしてかなり高いリテラシを持った者が集まった。

4.2 実験概要・講座の流れ

講座として、企業研修などでよく用いられる、コミュニケーションスキルの一種で他者への意思表示を円滑に行うアサーションスキルに関するものを取り上げた。内容は、被験者全員を受講者として、受講者全員に対するプレゼンテーションツールを用いた講義と、相手への頼みごとの依頼・相手の依頼への拒否を題材にした、講義内容を実践する演習で構成される¹⁹⁾。

習得目標とするスキルに関する講義はテレビ講義で実施し、MTM または TMT 条件を設定して遠隔で演習を指導した。講師は、筆者らのうち、当該講座の講師を多く務めている、カウンセリング分野の研究者（筑波大）が実施した。

図 6 に、実験全体のフローを示す。テレビ講義による全体講義の後、演習を実施した。演

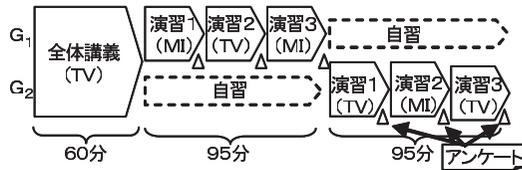


図 6 実験 1 のフロー
Fig. 6 Experiment 1 flow.

習は 3 名 1 組で 2 組 (計 6 名) を並行して実施し、3 名のうち 2 名がペアとなって対話を行い、残りの 1 名がオブザーバとして 2 名の対話を評価する形式で行われた。講師は、演習の対話後に、受講者の会話に介入して、オブザーバや対話したペアの意見を聞いたり、アドバイスをしたりして、学習を助けた。

上記の演習を、オブザーバを入れ替えて 3 回繰り返す。繰り返しのたびに、MTM あるいは TMT 条件の手順でシステムを交代させた。各回の講師による介入・指導の後、アンケートを実施した。

実験では、受講者を 6 名ずつ 2 群 (G_1 , G_2) に分け、各群をさらに 3 名ずつの 2 班に分けた。 G_1 群は MTM 条件、 G_2 群は TMT 条件を適用し、群内の各班は、同時に演習を受講した。また、 G_1 (または G_2) への実習中、 G_2 (G_1) には別室で実習とは別内容のアサーションスキルに関する自習課題を与え、演習内容に関して実施順による影響がでないように配慮した。全体講義が約 60 分で、各演習は 25 分、アンケート時間は 6~7 分であった。

4.3 実験結果

各演習後に実施したアンケートにより、主観的評価を行った。質問項目の設定は、ブレインストーミングにより、アイテムプールを作成した後、KJ 法による分類を行い、研究目的に照らし合わせ、対話相手の視線の理解容易性 (視線)、対話の容易性 (対話性)、同室にいる感覚の醸成度 (同室感)、総合的な利用意向 (利用度) の 4 つの観点に絞り、各々 2 問ずつ計 8 問に決定した。

視線理解容易性 (視線)

- 1 “先生が誰を見ているか分かりましたか?”
 - 2 “先生と目が合っていると感じましたか?”
- ##### 対話容易性 (対話性)
- 3 “先生とやりとりしやすかったですか?”
 - 4 “先生と話しやすかったですか?”

同室感覚の醸成度 (同室感)

- 5 “先生を身近に感じることはできましたか?”
- 6 “先生と同じ部屋にいるような感じがしましたか?”

総合的な利用意向 (利用度)

- 7 “便利だと思いますか?”
- 8 “会議室に設置されていたら利用したいと思いますか?”

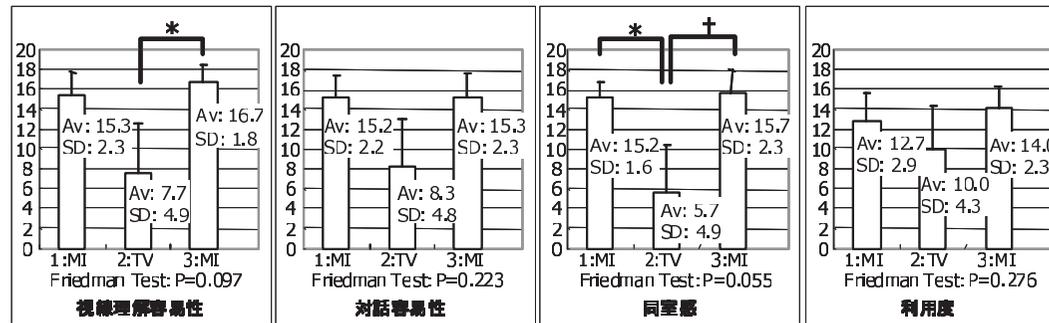
各質問は、“まったく使えない”から“実際に対面しているぐらい”を想定して 0~10 までの 11 段階で評価することを受講者に指定して評点を得た。等間隔のビジュアルスケールを用いており、実質上距離尺度としても良いと考えられる。各設問は、単独の質問では、質問文の適切さや意図解釈の揺らぎなどによる誤差が発生するため、各評価項目に関する多面的な質問による総合評価とするべきであるが、アンケートへの回答の容易性も考慮し、2 個の質問に絞って、揺らぎを抑える効果を期待して、その和をもって評価尺度と定義して分析を行った。

さらに、グループ間比較を行う方法としては、 t 検定や F 検定によるパラメトリック検定や多重比較が用いられるが、印象評価値であることと標本数が少ないことから、母集団分布に正規性・等分散性を仮定することが適切とはいえないため、ノンパラメトリック検定を用いた。

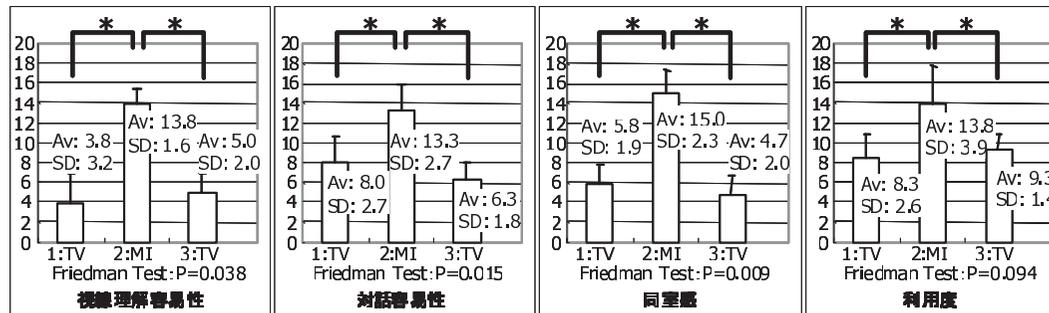
各被験者に対し、グループ G_1 では 1 回目 (MI)、2 回目 (TV)、3 回目 (MI) の 3 水準、グループ G_2 では 1 回目 (TV)、2 回目 (MI)、3 回目 (TV) の 3 水準を実施した 2 元配置になるので、対応のある多群比較を行う Friedman 検定を実施し、水準間の差の有無を検定した。結果を図 7 に示す。有意確率 5% 未満を有意、10% 未満を有意傾向として、グループ G_2 についてはすべての評価項目において、水準間 (演習 1~3 回目) に有意または有意傾向が見られた。 G_1 についても視線と同室感において演習 1~3 回目に有意傾向が見られた。

また、図 7 に評価項目ごと、グループ (G_1 , G_2) ごとに求めた、平均と標本分散を図示する。 G_1 (MTM 条件) では V 字型、 G_2 (TMT 条件) では逆 V 型の変化を示しており、いずれのグループでも、TV に比べて MI の平均点が高かった。

さらに、Friedman 検定の結果で有意あるいは有意傾向がでた評価項目について有意差の原因となった水準 (演習) の対を特定するために、同一グループの演習 1~3 の各対に対し、受講者ごとの対応を考慮して Wilcoxon の符号付き順位検定を実施した。時間経過と効果の間に関連を見出すなどの場合と異なり多重比較の必要性はないため、Bonferroni の補正は行わず、演習対ごとに独立に検定を行った。有意確率 5% 未満で有意、10% 未満で有意傾向



(a) G₁ (MI → TV → MI).



(縦軸: 評点, Av: 平均値, SD: 標準偏差) (Wilcoxonの符号付順位検定, *: P<.05, †: P<.10)

(b) G₂ (TV → MI → TV).

図7 ABA (BAB) 実験の平均と Friedman 検定, Wilcoxon の符号付き順位検定の結果

Fig. 7 Averages of ABA (BAB) experiments and significance results by friedman test and Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test.

とした。

4.4 評価実験 1 の考察

MTM, TMT の両方の条件において, 3 回目に 1 回目と同じシステムに戻して, 評点が 1 回目に近い値に戻ったことから, 評定値の変化はシステムの違いによるものと考えられる。平均値もすべての評価項目で MI の方が高かった。

G₂ (TMT 条件) の手順ではすべての評価項目で, 有意差があったのは MI と TV の間であり, 2 回行った TV 間では有意差はなかった。G₁ (MTM 条件) でも, 有意差があったのは視線と同室感で MI と TV の間であった。これらの有意差は, すべて MI の方がポジティ

ブな評価であった。本実験では, 1 つの評価項目につき単純に 2 個の類似質問の回答の和として評価したが, 同一評価項目の 2 質問を個別に見ても V 字型あるいは逆 V 型の変化となり, 質問ごとに MI-TV 間で Wilcoxon の符号付き順位検定を行っても質問 3 (対話性), 8 (利用度) 以外では有意 ($p < 0.05$) または有意傾向 ($p < 0.1$) が確認できた。このことから, 本実験の質問方法は妥当なものと考え, 実験 2 でも回答の和を用いることとした。

また, 一般的に, システムに対する慣れの効果を考慮すると, 多く繰り返す方が使いやすいと高評定になりやすいと推測できるが, 1 回目と 3 回目の間には有意差はなく, 習熟による効果は見られなかった。

また、受講者から演習ごとに得たコメントから、次のような知見が得られた。

まず、視線や表情については、“表情や顔の向きがよく見え”，あるいは，“場にいる全員の表情が見ることができたので，場の空気を見るにはいい”といった，視線や表情の理解が容易であったことを評価するコメント（4名）があった。また，客観視について，“話している自分も含めてふかんして見れたのでいい機会でした”などの直接的なコメントに加え，親近感・臨場感を感じるという意見も含めて10名の受講者から好意的コメントを得た。客観視点からの映像を見ることにより，対話場面の理解，同室感の醸成に効果があったことが，これらのコメントから示唆された。

一方で，“自分自身をふかんしていることの違和感”を感じるというコメントも見られた（3名）。これらのコメントを記入した受講者は，臨場感や親近感の向上を認めるコメントもあわせて記入していた。したがって，これらのコメントは，高い臨場感を感じつつも，自分を俯瞰するという非日常的経験，ならびに，画面から得られる場の理解と，現実には同席していないという状況のギャップに対する戸惑いの現れと考えられる。こういった違和感については，システムに対する慣れによって緩和される可能性もあり，使い込んだ場合の印象の変化や，対話に本質的に与える影響の確認を含めてさらに詳しい評価が必要である。

また，批判的コメントとして，“他の人の表情がわからない”という指摘も1件あり，感じ方に個人差があることが推察される。“自分の目線で見れる時があってもいいと感じた”，あるいは実寸大に近い画面サイズの方が好ましいとするコメントが見られた。さらに，音割れやノイズにより“バーチャルな世界から現実に戻されたみたいで不快感がある”などの指摘があった。

表情の見やすさに関しては，より適切な視点の提供方法を考案する必要があると考えられる。講師についても，横顔などを頼りに演習を進めたが，講師側にとってのより適切な視点の提供も含めて，場面によって適切な視点を選択可能にすることは今後の課題の1つである。

ノイズが仮想共有空間を破壊するという点については，人の現実のとらえ方との関係で理由付けることができる。人が現実をとらえる場合，視覚や聴覚などの感覚情報に加え，快・不快などの感情情報も重要な役割を持っている。ミラーインタフェースは，視覚情報として遠隔地の相手と同室にいるような空間共有イメージを提供する想像体験システムである。その想像体験が現実に近いものとしてとらえられるためには，視覚に関連付けられた聴覚情報の提供が必要になる。したがって，音割れやノイズの発生は，視覚から得られる想像体験を妨害し，不快感を生じさせたものと考えられる。

カウンセリングをはじめとする心身医学的アプローチで支援を行う際に，気持ちや感情に

焦点を当てることが重要となる。報告する研究者により多少の差は見られるが，気持ちや感情を伝達する際の言葉による感情表現は1割程度であり，声の表情による感情表現が約4割，顔の表情による感情表現が約5割ともいわれ，音声や映像の重要性が分かる。

また，より臨場感の高い映像の提供のためには，対話の各参加者にとって好ましい視点（カメラアングル）からの映像を提供する必要があり，画面サイズやディスプレイ配置を含め，提供する共有空間をより現実感のある演出を可能にするシステムの構築が望まれる。

5. 評価実験 2

5.1 市民サービスへの適用による実証的検証

4章の実験結果から，提案システムの有効性について確認できたので，さらに現実の遠隔講義により近い状況を想定してシステムの効果を確認するために，一般の市民を対象として実証的評価実験を実施した。

この実験では，広く一般市民の興味を喚起でき，提案する遠隔講義のスタイルに適するテーマとして「子育て応援講座」を開講することとした。実験講座に先立ち，子育て講演会を設けて，つくば市の協力の下，市民に研究ボランティアを募った。講演会の後に研究趣旨のインフォームド・コンセントを行った。最終的に，同意書が提出された14名に研究ボランティアとして協力を得た。ボランティアは1名を除き幼児～中学生の子育て中であり，全員30代～40代の女性であった。

本実験は，システムの評価実験である一方で，実際の市民サービスの一環として実施するため，4章のような評価向きに設計された実験計画をとらず，参加者の利益を最優先し，現実的な講座を実施した。結果の評価としては，市民からのアンケート・質問表に基づいたシステムの使用感の検証，講座の効果測定を実施した。

子育て講演会の後，ほぼ月1回のペースで全4回の講座を実施した。各講座には，参加可能な研究ボランティアが受講者として参加した。各回の受講者数は9～11名であり，全講座通して受講した研究ボランティアは5名であった。

5.2 実験概要・講座の流れ

各回の講座は図5に示した部屋を用いて，全体講義と演習によって構成した。全体講義は，TV会議形式で，スライドを用いた講義を行った。受講者は，大型ディスプレイに表示された講師とスライドおよび印刷されたスライドコピーを手に受講した。続いて，演習時は，講師の指示に従って，受講者同士の演習を実施し，講師席にあるディスプレイに映るミラーインタフェースの映像を通じて，講師の指導を受ける形式をとった。



図 8 評価実験 2 演習時の画面
Fig. 8 Image of exercise in the 2nd experiment.

各講座では、受講者は到着順に用意されたテーブルに各々2~4名ずつの班となるように自由に着席して、講座を受講した。実験者は、班の人数が偏らないように誘導するだけで、班の形成は受講者の自主性に任せた。演習時は、講師席のディスプレイに図8に示すように講師と受講者が対話する様子を示す映像が表示される。講師の動作を見やすくするために、画面内の講師席付近（中央部）および受講者を囲む上部・背後部分において講師側がより明瞭に表示されるようにアルファマスク（3.2節参照）を設定した。このため、講師席にあるディスプレイは画面上では見えなくなり、視認性が向上した。

演習においては、毎回、全体講義の内容に即した内容のロールプレイを実施した。第1~3回の講座は、同じ机に着席した受講者同士でペアを組み、あるいはペアを入れ替えてロールプレイを行った。講師は受講者側のカメラを切り替えて、各班の様子を観察し、演習がある程度進んだ段階で、受講者に語りかけ、質問・アドバイスを与えて気づきを促した。指導中は、対象となった班（机）のカメラを用いた画像合成により会話を実現した。同一映像を全部の班に配信しているため、他の班の受講者は、その映像からモデリング学習を行った。

第4回講座は、班を固定した着座方式ではなく、自らコミュニケーションをとりながらパートナーを確保して演習を行った。演習の進捗を見計らって、講師が全受講者に着席を促し、カメラを切り替えて、各班の受講者に語りかけて指導した。

カメラ切替えのタイミングは、演習観察時は、実験者のオペレーションで各班を巡回するようにし、講師の指示があれば、指示された班の映像を用いて、指導できるようにした。また、音声について、第1~3回は、身近な位置から語りかける効果を出すため、受講者・

講師ともにヘッドセットを用いた。また、第2回では、講師が移動して、スキンシップ法（後述）の指導を行うため、移動後の講師位置からの視線方向に合わせた位置に追加のディスプレイを配置して、共有空間が確認できるようにした。さらに、第4回は、受講者の動きが多いため、テーブルマイク・スピーカを使用した。

合成映像は、第1回は、実験1と同じく、すべて鏡像を用いて実施したが、受講生の斜め背後からの撮影のため、3.4節で述べたように、自己の位置が左右逆に映り、受講者がそれに戸惑った様子が見られたので、第2回以後は、講師側の映像は講師・受講者とも鏡像、受講者側の映像は、講師・受講者とも正像で合成した。この合成方法で、講師は、画面上で話しかけたい受講者の方を向くようにすると、講師側・受講生側の両地点で、目的の受講者の方を向いた映像が得られ、受講者は、講師の方を向いて会話ができる。

各回の講座の内容は、さまざまな講演テーマの中から、研究ボランティア（受講者）に希望をとり、受講者の興味のある内容にしつつ、実験として講座の形式や演習の仕方が毎回異なるように工夫をした。各講座のテーマと演習の概要を以下に示す*1。

第1回リスニングスキル：

（参加者数：3+3+3+2=11人）

リスニングスキルは、相手の話を上手に聴くスキルであり、話を聴くときに自分の枠組みの中で聴くのではなく、相手の世界を、すなわち相手の心を理解するように聴くスキルの講座である。演習では、各受講者は隣席の受講者と聞き手・話し手の役割を決め、実際に対話を演習するロールプレイを実施した。講師は、カメラ切替えにより各班を巡回した後、演習がある程度進んだと判断したところで、順に各班の演習に介入して、アドバイスをし、気づきを促した。

第2回ストレス管理（スキンシップ法）：

（参加者数：4+4+2=10人）

理性でコントロールの効かないストレスへの対処のために、スキンシップなどの触覚情報や慈愛信号をともなった音声などの聴覚情報の有効性を講義で解説した。講義後、1つのグループを対象として、画面内で受講者の背中に触れるスキンシップ法をミラーインタフェースを用いて実演した。図9に示すように、講師は、受講者の背後に回り込むように移動して背中を撫でる動作を提示し、方法を解説した。他の班も同じ映像を画面で見た。続いて、全受講者は、班内でお互いにスキンシップ法の練習を行った、慈愛信号の発信法についても

*1 講座名の下の数字は各班の人数と合計参加者数。



図9 スキンシップ法の実演
Fig.9 Presentation of skinship method.

モデリング学習を行ったうえで各自の教材を活用して学習した。最後に第1回同様に講師が介入し、気づきを促す指導を行った。

第3回アサーションスキル：

(参加者数：4 + 4 + 4 + 2 = 10人)

自分の気持ちや考えを相手の心に届くように上手に伝えるスキルに関する講義を実施した。演習では、相手を励ます側と励まされる側に分かれたロールプレイを実施した。励まされる側はあらかじめランダムに与えられたカードに書かれた設定状況(落ち込み理由)の人物を演じ、相手はその状況に応じてアサーティブに励ます行為を実施し、最後に講師が介入・指導した。

第4回エンパワメントスキル：

(参加者数：4 + 4 + 3 = 11人^{*1})

リスニングスキルとアサーションスキルを組み合わせ、相手の心を聴き、自分の心を相手に伝えるエンパワメント法の講義を実施した。演習では、受講者は、自分の情報を記入したカードを他の受講者と交換、対話を行い、情報を得て、互いに相手の良さをポジティブフィードバックする演習を行った。班を固定せずに9名と繰り返し行い、着席後に講師の介入を行った。

*1 人数確保のための追加参加2名を含む。登録した研究ボランティアの参加者数は9名。

5.3 実験結果

各講座の実施後、TV会議形式による講義とミラーインタフェースによる演習における、印象を問うアンケートを実施した。質問は第1回講座では4.3節と同じものを利用した。演習において、講師の指示伝達もあることから、第2回講座から、指示伝達の容易性(伝達性)に関する質問、

指示伝達容易性(伝達性)

9 “先生の指示は分かりやすかったですか？”

を加えた。

受講者の主観的評価について、4講座全体の平均・標準偏差を使用システムごとに分類した結果を図10に示す。各講座における質問の回答者数は、講座ごとに、11, 10, 10, 9名であった。ただし、第2回講座の質問9のTVに対して欠損1があり、回答者数9名となった。講座4回を通しての評価項目(視線、対話性、同室感、利用度、伝達性)ごとの延べ回答数は、各々、40, 40, 40, 40, 28(MIは29)であった。すべての評価項目において、ミラーインタフェースを用いた演習(MI)の評点の平均はテレビ講義(TV)の評点を有意に上回った(図10)。

さらに、講座別に見たMIとTVの主観的評価の差異を表1に示す。4講座の総合平均値はMIが上回ったが、講座ごとの検定結果では、伝達性について有意差が見られなかった。また、第4回の講座では、視線についてのみMIとTVの間に有意差が見られた。

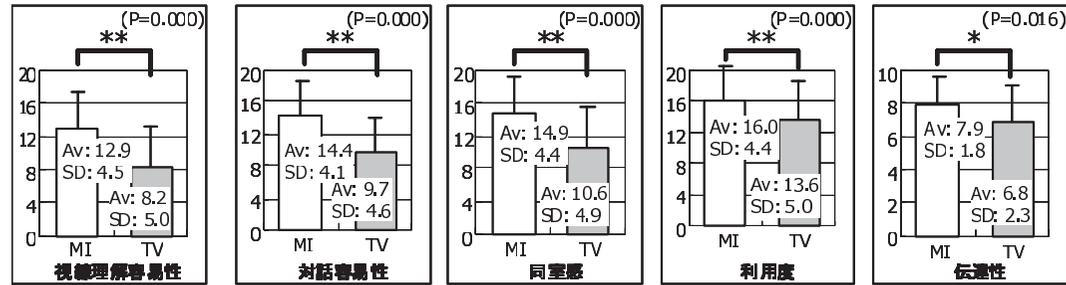
また、講座内容の満足度を百分率で問う質問に対し、各回の満足度は80%を超えており、子育て支援講座としての満足度は90%であった。さらに、ミラーインタフェースシステムに対する満足度は71.8%、ネットワークを用いた遠隔講座全体に対する満足度は81%であった。

5.4 評価実験2の考察

5.3節の実験では、実際に市民サービスとして効果を上げることを前提として、現実的な講座を想定したうえで、各々の講座内の演習内容とシステムの適合性を考慮した方法を採用して講座内容を構成した。このため、テレビ会議システムとミラーインタフェースシステムのシステムとしての効果の違いを直接比較することはできない。

しかし、テレビ会議システムを用いたテレビ講義に対する受講者の評点をベースに、ミラーインタフェースを用いた演習に対する評点を比較することで、今回の講座全体の構成の適切さを見ることができる。

第1~3回の講座において、伝達性を除くほとんどの質問において有意差が見られたことにより、演習の中で必要とされる、講師と受講者間のよりスムーズな対話を実施できたこと



(縦軸: 評点, Av: 平均値, SD: 標準偏差) (Wilcoxonの符号付順位検定, **: P<.01, *: P<.05)

図 10 ミラーインタフェースによる演習 (MI) とテレビ講義 (TV) の質問ごとの比較

Fig.10 Comparison between practice thru mirror interface (MI) and TV lecture (TV).

表 1 講座別に見た MI と TV の主観的評価の差異

Table 1 Difference between MI and TV subjective evaluations for each lecture.

講座	評価項目				
	視線理解容易性	対話容易性	同室感	利用度	伝達性容易性
1 MI	12.7	14.8	14.8	16.2	NA
1 TV	7.27	9.27	11.5	14.4	NA
p 値	.009	.005	.083	.041	NA
2 MI	13.1	14.5	15.1	16.0	8.40
2 TV	8.80	9.20	9.70	12.9	7.44
p 値	.092	.018	.024	.027	.144
3 MI	12.6	14.4	15.0	15.8	7.60
3 TV	8.10	9.70	9.70	13.3	6.40
p 値	.013	.015	.017	.046	.140
4 MI	13.3	13.8	14.6	15.8	7.56
4 TV	8.89	10.6	11.3	13.8	6.56
p 値	.046	.128	.183	.104	.223

各講座の回答者数:

講座ごとに 11, 10 (伝達性の TV のみ 9, 欠損 1), 10, 9

検定は Wilcoxon の符号付き順位検定

(Wilcoxon Matched-Pairs Signed-Ranks Test) による

が分かる。同一画面の中で対話の状況を理解できるミラーインタフェースの効果が発揮できたと考えられる。

また、第 2 回のスキンシップ法の実演では、実際には遠隔地であって、互いに触れること

は不可能にもかかわらず、受講者はスキンシップの際に触れる場所などを正しく理解できた様子が観察できた。スキンシップによる触覚情報（直接触覚情報ではなく、それが伝わるような映像が提供される）をともなった聴覚情報の伝達が可能な、ミラーインタフェースによる遠隔支援の有効性が示されたと推察する。

一方で、伝達性の評価は講座別では有意差がなかった。全講座を通しての検定では有意差があったことから、今後標本数を増やすことで有意差が確認できる可能性がある。視覚的に場所の指示が伝えられる点について、受講者はあまり意識せずに受け入れたと考えられる。テレビ講義では一方的な講演状態で指示伝達の必要性がなく、違いを意識することがなかったためと考えられるが、指示伝達について、受講者が特に困難感を持たなかったことは、ミラーインタフェースの特徴が生かされた結果と見なすことができる。

さらに、第 4 回の講座において、視線以外で有意差がなかったのは、演習内容の影響と考えられる。第 4 回の講座では、受講者達は、席を立てて自由に移動し、各々自由な場所で受講者間の対話を実施した。このため、今回の実験では固定配置としたカメラの画角外に出る、画面を気にせず対話を続ける、講師側がリアルタイムで受講者間の対話を追いきれず介入時に確認を必要とするなどの現象が発生した。こうして、同室に隣席している感覚が失われたことで、TV 講義との差異が現れにくかったものと考えられる。

受講者が移動してもミラーインタフェースの効果を持続するには、カメラ・マイクが必要に応じて受講者を追うとともに、受講者の目に入る範囲にディスプレイを配置するなどの注意が必要であり、今回のシステムにおける限界であった。

受講者のアンケートでは、このような実験があるならば再び参加したいという前向きの

意向が多く見られた。また、“今後、自分の聞きたい講師の話の聞いたりやりとりができることに、このシステムのメリットがあると感じた”など、臨場感や聞く側の充実感について、ミラーインタフェースの効果について好意的な意見が見られ、システムの可能性について4章の実験を補強する結果を得た。

一方で、“客観的に見ることはできる”としながらも“目と目が合う感じはしません”という受講者も存在した。これは、客観視の理解と実際に向き合ったときに見えるはずの光景とのずれを気にしたものと考えられ、4章で指摘された違和感と同様、慣れの効果や対話への本質的な影響について、より詳細な評価が必要である。

全講座を通してのミラーインタフェースに対する満足度(71.8%)はかなり高いレベルと考えられる。また、講座終了段階での講座内容に対する満足度(90%)は非常に高く、通常の教室で直接講座を開講した場合にほぼ匹敵する値であった。受講者の行動変容など、講座の効果の評価には長期的な経過観察が必要であるが、この満足度の高さから、本講座は遠隔講義であっても十分な効果を生んだと期待できる。したがって、今回の実験システムが、違和感に対する課題などがありながらも、全体として実用的な水準の講義環境を作り出せたと考えることができる。

本研究では、これまでのテレビ会議システムや超鏡では課題があった、小集団に対する空間共有感覚と双方向のコミュニケーションをともなう支援が可能かどうかを検討した。その結果、ポジティブな評価が得られ、実用化可能なシステムであることを確認した点において、意義が大きいと考える。それぞれのシステムの利点を生かした活用法やさらなる技術開発につなげていくことが今後の課題である。

6. ま と め

遠隔地の映像を半透明重畳することで仮想的な共有空間映像を合成し、ユーザに提示することにより、自然な対話を実現することを目的とした遠隔対話システムを用いた遠隔講義システムを提案した。この遠隔講義システムでは、遠隔地に存在する講師と受講者グループが、同じテーブルに隣席して演習・指導を行う姿を客観的な視点から見た映像を作り出すことで、参加者が互いの視線や身体的位置関係を視覚的に理解でき、仮想的空間の共有が可能になる。

ABA 実験計画に沿って、ロールプレイを含む演習をテレビ会議形式と提案システムで交互に試す被験者実験によって、視線の理解、対話の容易性、同室感の点で提案システムが有意に有効であることが確認できた。また、市民サービスとして一般市民を対象とした子育て

支援講座の場に適用した実証の実験においても、それらの効果を補強する結果を得た。また、受講者たちは、講師と同じ画像内で仮想的に身体動作をともらった指示を受けることで講師の実演動作などを容易に正しく理解する様子が観察された。これらの結果は、自らを客観的視点から見て状況を把握することが実際に可能で、対話の現実性、臨場感を高める効果が高いことを示している。

一方で、実験システムにおいては、参加者達の動きや期待する視点に対応した映像の切替えの限界が原因と見られる現実感の低下が見られた。また、画面の臨場感を破壊しない音質・ノイズ面での配慮が必要であることも明らかにされた。客観視による場面の理解に反して、通常の対話と異なる情景を見ることが原因と思われる違和感の存在も確認された。このような違和感の対話への影響の分析と対処方法の検討は今後の課題の1つである。また、カメラワークやカメラ切替えならびに音声の高品質化を実現し、参加者の行動の自由度を確保することで、さらに高い同室感、臨場感の提供が可能になることも示され、その実現が今後の課題としてあげられる。

講座そのものへの満足度アンケート結果はかなり高く、直接対面の場合に近い値を得ている。効果の持続性などについて、継続的な調査は必要であるが、本遠隔講義システムを用いた場合の有効性は十分期待できるであろう。直接対面方式に置き換えられるとまではいえないまでも、スクリーニングや個別訪問等との組合せにより、生活圏の近くまで仮想的に入り込み、少数の講師・カウンセラーでも多くの支援の機会を持つことで、市民サービスの充実に貢献できる可能性を示すことができた。

本研究は、システムの構築・検討を NTT、講座内容と実施については筑波大を中心として実施した。実験フィールドを NICT つくばリサーチセンターに構築し、研究ボランティアの募集・アンケート回収についてつくば市の協力を得た。大学の持つカウンセリングの知見を市民サービスに活用し地域住民へ貢献する活動と、企業のシステム研究・開発の活動が補いあう形で実験・評価を進めることできた。単なるシステムの評価にとどまらず、講座の形で市民にも成果を還元することができたことにより、相互にメリットのある形で協力関係を築くことができたことが、本産学連携プロジェクトの成功要因と考えられる。

最後に、産学連携が有効に進むための要因として、異分野の研究者、技術者および行政や市民との間をつなぐパイプ役の存在があげられる。高度な技術や研究成果が社会的貢献につながる過程で、人的ネットワークの構築力の重要性がプロジェクトの実践の中で重要な役割を果たした。

謝辞 本研究に際し、(独)情報通信研究機構つくばリサーチセンター前センター長故古賀

達蔵氏には、プロジェクトの推進に大きな役割を果たし、実験の実現にご尽力いただいたことに対し、深く感謝します。また、つくば市民の参加を得るにあたってつくば市企画部情報システム課長石塚博氏、同課主任主査岡田高明氏のご協力を得たことに対し、感謝の意を表します。

参 考 文 献

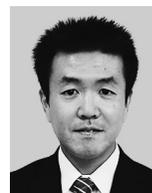
- 1) Krueger, M.W., Gionfriddo, T. and Hinrichsen, K.: VIDEOPLACE – An Artificial Reality, *Proc. CHI'85 Human Factors in Computing Systems*, pp.35–40 (1985).
- 2) 森川 治, 前迫孝憲:「超鏡」: 自己像を表示するビデオ対話方式, 情報処理学会 HI 研究報告, Vol.72-5, pp.25–30 (1997).
- 3) Ishii, H. and Kobayashi, M.: ClearBoard: A Seamless Media for Shared Drawing and Conversation with Eye-Contact, *Proc. CHI'92, ACM SIGCHI*, pp.525–532 (1992).
- 4) Kuzuoka, H., Yamashita, J., Yamazaki, K. and Yamazaki, A.: Agora: A Remote Collaboration System that Enables Mutual Monitoring, *Proc. CHI'99, ACM SIGCHI*, pp.190–191 (1999).
- 5) 細谷英一, 北端美紀, 佐藤秀則, 原田育生, 小野澤晃: ミラーインタフェースを用いた双方向型インタラクティブコミュニケーションの実現, 2005 信学総大, A-16-20, p.296 (2005).
- 6) 小野澤晃, 橋本佐由理, 細谷英一, 原田育生, 上田 繁: ミラーインタフェースを用いた遠隔講義システムの実装, 2007 信学総大, A-15-15, p.302 (2007).
- 7) 細谷英一, 橋本佐由理, 原田育生, 小野澤晃, 上田 繁: ミラーインタフェースを用いた遠隔講義システムの評価, 2007 信学総大, A-15-16, p.303 (2007).
- 8) 細谷英一, 橋本佐由理, 原田育生, 小野澤晃, 上田 繁: 仮想共有空間の客観視を利用した遠隔講義システムの評価, 日本認知科学会 24 回大会発表論文集, pp.540–541 (2007).
- 9) Hashimoto, S., Hashimoto, N., Onozawa, A., Hosoya, E., Harada, I. and Okunaka, J.: Tele-counseling and social-skill trainings using JGNII optical network and a mirror-interface system, *Proc. SPIE Applications of Digital Image Processing XXX*, Vol.6696, pp.66961M-1–66961M-9 (2007).
- 10) 宗像恒次 (監修), ヘルスカウンセリング学会 (編): カウンセリング医療と健康, 金子書房 (2004).
- 11) Hashimoto, S., Munakata, T., Hashimoto, N., Okunaka, J. and Koga, T.: Internet Based Remote Counseling to Support Stress Management: Preventing Interruptions to Regular Exercise in Elderly People, *Proc. SPIE Electronic Imaging, Internet Imaging VII*, Vol.6061, pp.60610T-1–60610T-12 (2006).
- 12) 橋本佐由理, 奥富庸一, 前橋 明, 佐野洋平, 矢島京子, 星 永, 浅川和美, 岩城淳子,

石井浩子, 斉藤暁子: 楽しい子育て応援講座—茨城県つくば市から北海道岩見沢市民を遠隔支援する, 子どもの健康福祉研究 4, pp.43–53 (2006).

- 13) 森川 治, 橋本佐由理, 前迫孝憲: 子育てストレス軽減のための抱擁を取り入れた遠隔カウンセリング支援, 福祉工学シンポジウム 2007 (2007).
- 14) 森川 治, 宗像恒次, 橋本佐由理, 奥中淳三: 安心感を生み出す遠隔抱擁システムの試作, *HIS2005 論文集*, pp.921–924 (2005).
- 15) PubMed: A service of the National Library of Medicine and the National Institute of Health. <http://www.pubmed.gov/>
- 16) 森川 治, 橋本亮一: ビデオ対話に正面顔が必要不可欠か, 日本バーチャルリアリティ学会第 7 回大会論文集, pp.283–286 (2002).
- 17) 久保田秀和, 亀田能成, 美濃導彦: 遠隔地間通信会議における「横顔視線一致」における対話の実現, 信学技報, Vol.HIP98-8, pp.55–62 (1998).
- 18) D.H. パーロー, M. ハーセン (著), 高木俊一郎, 佐久間徹 (監訳): 一事例の実験デザイン, 二瓶社 (1988).
- 19) 橋本佐由理: ソーシャルスキルドリル SAT アサーション編, j.union 研究所 (2006).

(平成 19 年 11 月 4 日受付)

(平成 20 年 5 月 8 日採録)



細谷 英一 (正会員)

1968 年生。1993 年千葉大学大学院電子工学専攻修士課程修了。同年日本電信電話 (株) 入社。2002 年より現所属。この間、並列処理 LSI、ヒューマンインタフェース等の研究開発に従事。2006～2008 年 NICT 特別研究員。電子情報通信学会、日本認知科学会、ヒューマンインタフェース学会各会員。



橋本佐由理

1964年生。1994年筑波大学大学院体育研究科修士課程修了。修士(体育)。1999年日本女子大学人間生活学研究科博士課程後期修了。博士(学術)。2001年より国立大学法人筑波大学大学院人間総合科学研究科准教授。ヘルスカウンセリング学, 健康行動科学, ストレスマネジメントを専門領域とする。日本保健医療行動科学会理事, ヘルスカウンセリング学会副理事長, 日本幼少児健康教育学会理事, 日本未病システム学会評議員。研究は, 生活習慣病者や子育て家族へのカウンセリング支援, ストレスマネジメントやソーシャルスキルに関する研究, 中高年者の健康運動行動支援研究等をテーマに, 遠隔支援もすすめている。



原田 育生 (正会員)

1959年生。1983年大阪大学大学院工学研究科電子工学専攻博士前期課程修了。同年日本電信電話公社(現NTT)入社。2000年(株)国際電気通信基礎技術研究所出向。2002年より現所属。この間, LSI CAD, 感性情報処理, CG, HCI応用システムの研究開発に従事。2006~2008年NICT特別研究員。博士(工学)。電子情報通信学会, IEEE, ヒューマンインタフェース学会各会員。



小野澤 晃 (正会員)

1960年生。1985年早稲田大学大学院理工学研究科修士課程電子通信学専門分野修了。同年日本電信電話(株)入社。2002年より現所属。この間, 同社にてLSI CAD, ヒューマンインタフェース等に関する研究に従事。2005~2008年NICT特別研究員。博士(情報科学)。電子情報通信学会, ヒューマンインタフェース学会, ACM, IEEE 各会員。



上田 繁

1943年生。1968年北海道大学大学院精密工学専攻修士課程修了。同年日本電信電話公社電気通信研究所入所。コンピュータ周辺装置, 通信端末装置開発に従事。1992~2006年シャープ(株)技術本部勤務。2006年4月より(独)情報通信研究機構つくばリサーチセンター拠点研究員。