

人物の接近の強調が社会的テレプレゼンスに及ぼす影響

加藤 慶[†] 中西 英之[†] 石黒 浩[‡]

我々は、遠隔地の対話者の接近を強調するシステムとして、同期ズームカメラ、同期移動ディスプレイを開発した。同期ズームカメラは、遠隔地の対話者の前進に連動して、遠隔地のカメラをズームインさせる。同期移動ディスプレイは、遠隔地の対話者の移動に連動して、ディスプレイを前後に移動させる。我々は実験を行い、これらのシステムが社会的テレプレゼンスを強化することを観測した。単なる人の移動と、単なるカメラのズームには効果がなかったが、同期ズームカメラには効果があった。また、同期移動ディスプレイと単なるディスプレイの移動にはどちらにも効果があった。

Effects of Highlighting a Person's Approach on Social Telepresence

KEI KATO[†] HIDEYUKI NAKANISHI[†] HIROSHI ISHIGURO[‡]

We developed a synchronized zoom camera and a synchronized movable display as the system that highlighted a remote person's approach. The synchronized zoom camera makes a camera zoom in synchronized with a remote person's moving forward. The synchronized movable display makes a display move forward synchronized with a remote person's moving forward. We conducted an experiment in which we observed that these systems enhanced social telepresence. Although a simple approach of a remote person and a simple zoom of camera were ineffective in social telepresence, we found that the synchronized zoom camera was effective. And we found that the synchronized movable display and a simple movement of a display were both effective.

1. はじめに

これまで、ビデオ会議におけるビデオ映像の役割は、遠隔地の対話者の目の動き、顔の表情、ジェスチャー、姿勢などを表現することにあると考えられてきた。しかし、近年では、人物の動きを表現することにも注目が集まってきている^{(10),(15),(21),(22),(25)}。本論文では、人の移動を増幅して表現することで社会的テレプレゼンスを強化できることを示す。ここで、社会的テレプレゼンスとは、対面環境でのインタラクションにいかに近いかという度合いを示す⁴⁾。本論文では、着席した人が椅子を滑らせる動きのような短い移動に注目する。

現在、ビデオ会議で複数の相手と対話する場合、1つのディスプレイに全員の対話者を映すのが一般的である。しかし、大型フラットパネルディスプレイの低価格化により、複数のディスプレイを利用することができ、1人の人につき1つのディスプレイを割り当て

られるようになってきた。本研究では、遠隔地の対話者の映像を映すために専用のディスプレイを使用できるものとする。専用のディスプレイを用いれば、等身大映像だけでなく、次に示すような遠隔地の対話者の移動も容易に表現することが出来る。

遠隔地の対話者がユーザに接近する動きを視覚的に表現する方法には、a)遠隔地の対話者のカメラへの接近、b)カメラのズームインによる遠隔地の対話者の映像の拡大、c)遠隔地の対話者を映したディスプレイの前進という3通りが考えられる。これらを図1に示す。本論文では、これら3通りの方法の関係を明らかにし、これらの方法が、どのように社会的テレプレゼンスに貢献するのかを示す。

第1の方法である、遠隔地の対話者のカメラへの接近は、3つの方法の中で最も基本的である。遠隔地の対話者が遠隔地のカメラに接近すると、ユーザは画面上で体の動きを確認することができる。しかし、このような、視覚的な動きは、同じ部屋で見られる物理的な動きほど目立たないことが知られている⁶⁾。

第2の方法である、カメラのズームインは、映画やテレビ番組でよく用いられる一般的な映像効果である。人物がカメラに接近するとき、人物の映像はカメラの

[†] 大阪大学大学院 工学研究科 知能・機能創成工学専攻
Department of Adaptive Machine Systems, Graduate School of Engineering, Osaka University

[‡] 大阪大学大学院 基礎工学研究科 システム創成専攻
Department of Systems Innovation, Graduate School of Engineering Science, Osaka University

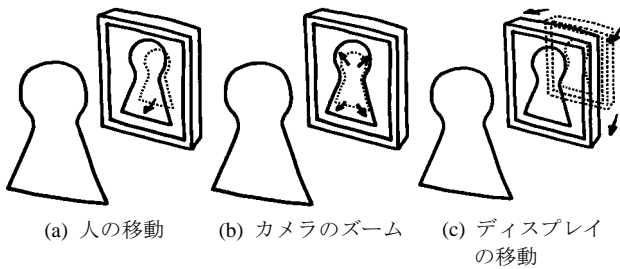


図1 遠隔地の人の移動を表現する3通りの方法

画角に従って拡大する。このとき、人物の前進に連動してカメラがズームインして画角を狭めると、人物映像の拡大が増幅される。本論文では、この増幅が遠隔地の対話者の移動を目立たせ、社会的テレプレゼンスを強化することを示す。

第3の方法である、ディスプレイの前進は、最近、様々なテレプレゼンスロボットが市販されるようになったことで、急速に普及してきた。テレプレゼンスロボットは、外見は様々であるが、仕組みは変わらず、カメラ、ディスプレイ、マイク、スピーカを搭載した遠隔操作ができるロボットであり、操作者に代わって遠隔地を動きまわる。ロボットが人に接近するとき、その人はあたかもロボットの操作者が接近してきているような感覚を得るのではないかと期待されている。我々は実験でこれを検証した。本論文では、ディスプレイの小さな動きでも人の移動を表現でき、社会的テレプレゼンスを強化できることを示す。

2. 関連研究

本研究は、ビデオ会議とテレロボティクスというテレプレゼンスに関する2つの研究分野が関わるところに位置している。

ビデオ会議の研究では、ビデオ映像がテレプレゼンスに与える様々な効果が示されている²⁾。基本的にビデオ映像は遠隔地の対話者の存在感を伝達する^{3),7)}。アイコンタクトが成立するようにカメラとディスプレイを設置すると、社会的テレプレゼンスが強化されることが知られている¹⁾。既存研究では、ステレオ映像と等身大映像が社会的テレプレゼンスを強化することが示されている。最近の研究では、ユーザの目の位置変化に連動して遠隔地のカメラを移動させることで実装できる視点の移動⁵⁾が社会的テレプレゼンスを強化することが報告されている¹⁷⁾。本論文では、ビデオ映像を用いて社会的テレプレゼンスを強化する新しい方法として、カメラのズームとディスプレイの移動を提案する。

テレロボティクスの研究では、様々な種類のテレプレ

ゼンスロボットが開発されてきた。その中には、操作者の顔面映像の代わりにロボット自体の顔が用いられているものがある^{11),14),23)}。操作者の顔面を表示する画面が備わっている場合でも、通常、その画面は小さい^{8),9),16),19),24)26)}。小さい画面には、縮小された操作者の映像か、等身大であっても頭部の映像しか表示できない。人物の縮小映像や、頭部だけの映像は社会的テレプレゼンスに悪影響である¹⁸⁾。本研究では、30インチワイド画面の大型ディスプレイを縦置きにして用いることで、人物の上半身全体を等身大に近い大きさで表示した¹²⁾。大画面を用いることで、前章で述べた3通りの方法の関係を調査することができた。

3. 実験

カメラのズームとディスプレイの移動という遠隔地の対話者の移動を増幅する2つの方法の効果を明らかにするための実験を行った。

単なるズームは見慣れた視覚効果であるため、社会的テレプレゼンスにほとんど影響しないと予想した。しかし、遠隔地の対話者のカメラへの接近後退に連動したカメラのズームイン・アウトは、社会的テレプレゼンスを強化できると予想した。通常、人物の映像の拡大縮小は、人物とカメラの間の距離変化に基づいて生じるが、カメラのズームイン・アウトによってこの拡大縮小が増幅される。我々は、この増幅が人の移動を強調する機能を果たすと考えた。よって、以下の仮説を立てた。

仮説 1: 遠隔地の対話者のカメラへの接近後退に連動して、カメラがズームイン・アウトするとき、カメラのズームは社会的テレプレゼンスを強化する。

テレプレゼンスロボットの移動は遠隔地の対話者の移動と解釈されると考えられる。この場合、ロボットとロボットに対面する人の間の距離が、対人距離を表現することとなる。よって、遠隔地の対話者は実際に移動する必要はないと考えられる。よって、以下の仮説を立てた。

仮説 2: 遠隔地の対話者の移動に連動しているかどうかに関わらず、ディスプレイの前後移動は社会的テレプレゼンスを強化する。

仮説 1,2 を検証するために、人物が前後移動を数回行う必要がある状況を考え、本の説明というタスクを選んだ。実験者の1人が説明者を演じた。図2(a)のように、説明者の背後にホワイトボードを設置し、ホワイトボードに3冊の本を立てかけた。説明者は、座ったまま椅子を滑らせて後退し、1冊の本を取り出して、再び椅子を滑らせて元いた場所まで前進した。そして、

人物の接近の強調が社会的テレプレゼンスに及ぼす影響

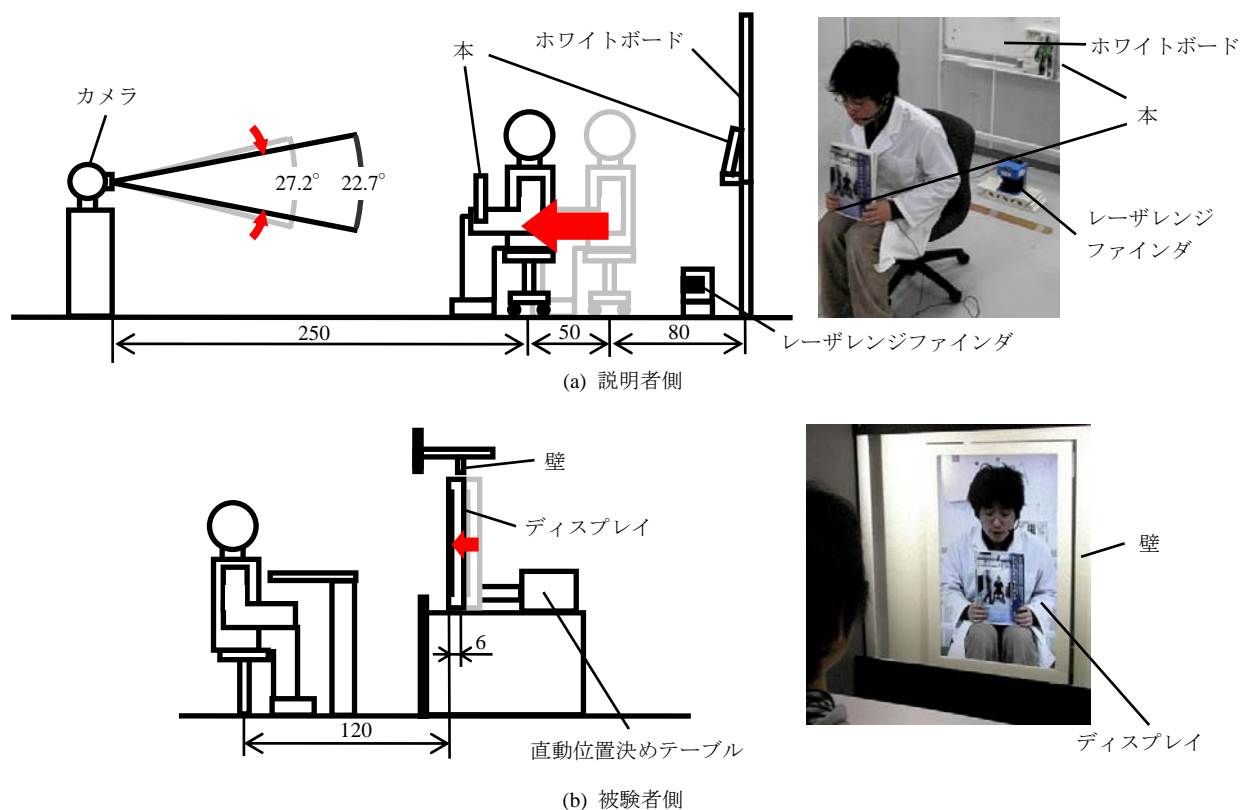


図2 実験環境 (単位: mm)

被験者に本の説明を行った。説明者はこの動作を3回繰り返した。我々の大学の近くに住む学部生の被験者を対象に、このタスクを行った(図3)。会話時間は2,3分であり、それぞれの本の説明は30秒であった。

3.1 実験環境

図2(a)のネットワークカメラから説明者のビデオ映像が送信され、図2(b)のディスプレイに表示される。我々はディスプレイとカメラの機能を以下のように変更した。(図2では被験者側のカメラと説明者側のディスプレイを省略した。)

仮説1を証明するために、説明者が椅子を滑らせて前進後退する動きに連動して、カメラをズームイン・アウトさせた。図2(a)のように、説明者が椅子を滑らせて後退したとき、カメラの垂直画角が 22.7° から 27.2° まで拡大した。そして、説明者が椅子を滑らせて前進したとき、カメラの垂直画角が 27.2° から 22.7° まで縮小した。説明者の移動はホワイトボードの前に設置したレーザレンジファインダで検出した。

仮説2を証明するために、直動位置決めテーブルを接続することでディスプレイを可動式にした。図2(b)のように、説明者が椅子を滑らせて50cmの距離を前進後退するのに連動して、直動位置決めテーブルがディスプレイを6cmだけ前後に移動させた。よって、ディスプレイの移動は説明者の移動に比べて非常に短

かった。説明者の上半身映像をほぼ等身大で表示するために、30インチのワイド画面のディスプレイを縦置きにして用いた。このディスプレイから1.2m離れたところに被験者が着席した。

3.2 実験条件

仮説1を証明するために、カメラのズームの有無(ズームカメラ要因)と説明者の移動の有無(人移動要因)という2要因の効果を観測した。すなわち、次の4条件を比較した。

統制条件: 最も基本的な条件である。カメラはズームせず、ディスプレイは移動しない。

人移動条件: 統制条件と同様に、カメラはズームせず、ディスプレイは移動しない。しかし、説明者の振る舞いが統制条件とは異なった。統制条件では、説明者が本を取り出すとき、椅子を滑らせて後退しながら、ホワイトボードの方を振り向いた。人移動条件では、椅子を滑らせて後退している間、説明者は正面を向いたままであった。そして、後退が完了したところで、ホワイトボードの方を振り向いて本を取り出した。この振る舞いによって、被験者は説明者の移動をはっきりと認識できた。図4(b)に、被験者から見た、説明者が本を取り出して前進する振る舞いを示す。

単純ズーム条件: 説明者の振る舞いは統制条件と同様であるが、この条件では、カメラがズームイン・ア

ウトした。カメラの画角が、説明者が本を取り出す直前に拡大し、取り出した直後に縮小した。カメラの画角が変化している間に、説明者は全く移動していなかった。画角の変化にはそれぞれ3秒かかった。図4(c)に、カメラのズームインによって説明者の映像が拡大する様子を示す。

同期ズーム条件：説明者の振る舞いは人移動条件と同様であり、説明者の移動に連動してカメラがズームした。カメラの画角が、説明者が椅子を滑らせて後退するのに連動して拡大し、説明者が前進するのに連動して縮小した。画角の変化に要した時間は単純ズーム条件と等しかった。図4(d)に、説明者の前進に連動したカメラのズームインによって説明者の映像が拡大する様子を示す。

仮説2を証明するために、ディスプレイの移動の有無（移動ディスプレイ要因）と説明者の移動の有無（人移動要因）という2要因の効果を観測した。すなわち、次の4条件を比較した。

統制条件：前述の通りである。

人移動条件：前述の通りである。

単純移動ディスプレイ条件：この条件は、単純ズーム条件と同様であるが、カメラがズームする代わりに、ディスプレイが移動した。ディスプレイが、説明者が本を取り出す直前に後退し、取り出した直後に前進した。ディスプレイが移動している間に、説明者は全く移動していなかった。ディスプレイの移動にはそれぞれ3秒かかった。図4(e)に、ディスプレイが壁の前後を移動する様子を示す。

同期移動ディスプレイ条件：この条件は、同期ズーム条件と同様であるが、カメラがズームする代わりに、ディスプレイが移動した。ディスプレイが、説明者が椅子を滑らせて後退するのに連動して後退し、説明者が前進するのに連動して前進した。ディスプレイの移動に要した時間は単純移動ディスプレイ条件と等しかった。図4(f)に、ディスプレイと説明者が連動して前進する様子を示す。

上記の2つの比較が2条件を共有したので、図4のように、合計で6条件となった。これら全ての条件において、説明者が本の説明をしている間、ディスプレイは説明者に最も近づいた位置にあり、カメラの画角は最小となっていた。説明者が本を取り出す場面でのみ、各条件におけるカメラ、ディスプレイの変化の様子が異なった。

3.3 実験結果

実験は被験者間実験とした。各条件10人ずつの被験者に実験装置を使用してもらい、実験後のアンケート

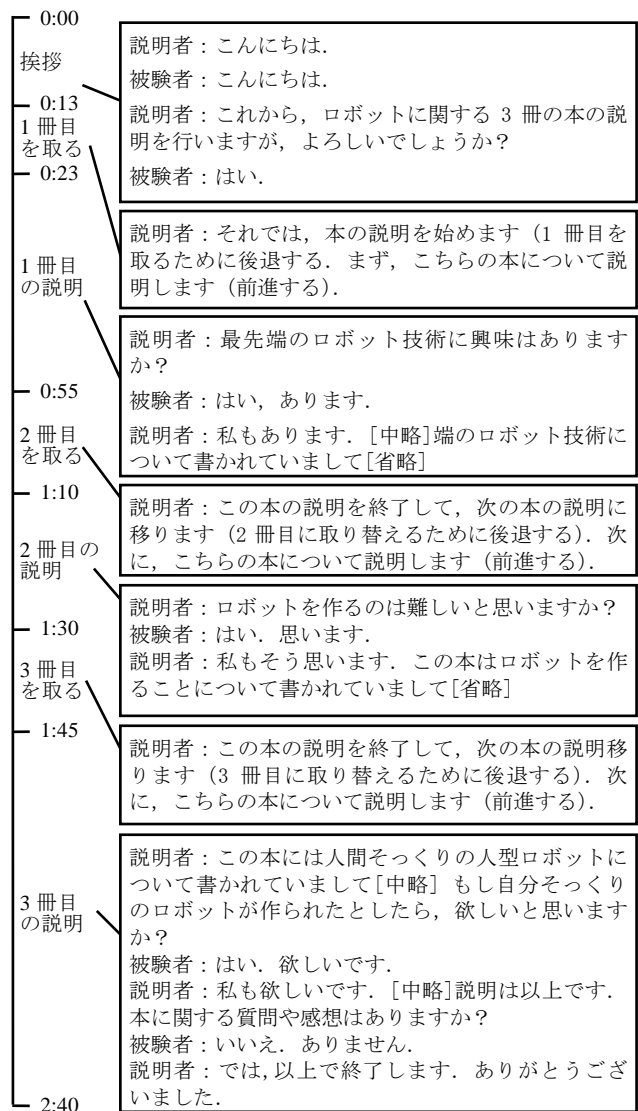


図3 タスクの流れ

トを用いて比較した。最初の3つの質問で、映像、音声の質や説明の分かりやすさに関して各条件で違いがないかを調べた。その次の、同じ部屋の中で実際に説明者を眺めている感じ、本を眺めている感じという項目で、視覚的なりアリティの度合いを調べた。その次の同じ部屋の中で実際に説明者が目の前にいる感じ、会話している感じという項目で、社会的なインタラクションのリアリティの度合いを調べた。アンケートでは全質問に9段階のリッカート尺度を用いた。1はまったくあてはまらない、3はあてはまらない、5はどちらともいえない、7はあてはまる、9は非常にあてはまるに対応していた。

3.3.1 カメラのズームによる効果

仮説1を示すために、統制条件、人移動条件、単純ズームカメラ条件、同期ズーム条件を、被験者間要因の2元配置の分散分析を用いて比較した。さらに、

人物の接近の強調が社会的テレプレゼンスに及ぼす影響

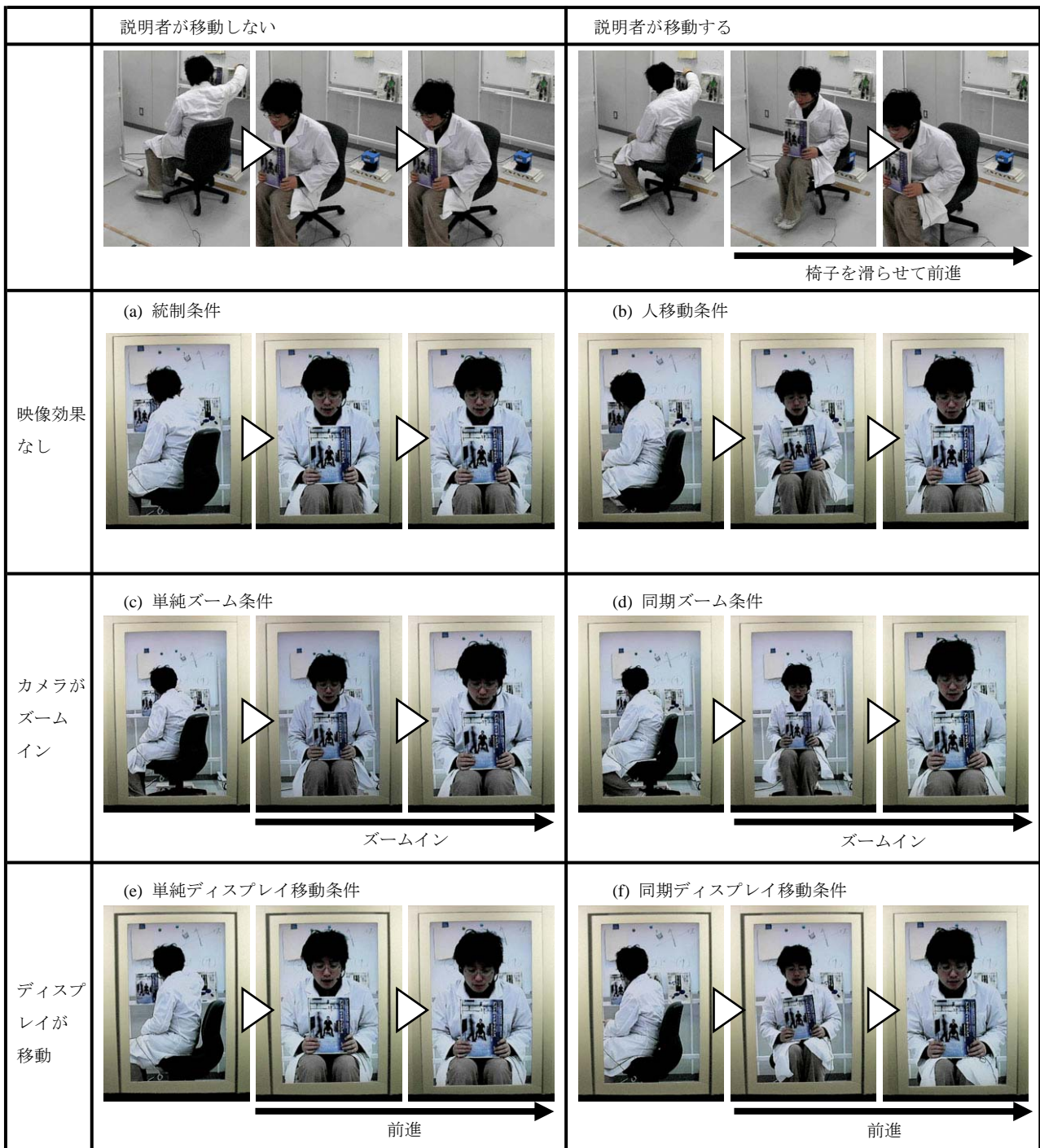


図4 実験条件

Bonferroni 補正法を用いてズームカメラ要因の単純主効果の検定を行った。図5(a)に実験結果を示す。

ズームカメラ要因と人移動要因の交互作用が強く出た。映像のきれいさ($F(1,36)=4.739$, $p<0.05$), 音声のきれいさ($F(1,36)=6.096$, $p<0.05$), 説明者を眺めている感覚($F(1,36)=7.003$, $p<0.05$), 目の前にいる感覚($F(1,36)=8.341$, $p<0.01$), 会話している感覚($F(1,36)=14.642$, $p<0.001$)に交互作用が見られた。ま

た, 本を眺めている感覚($F(1,36)=3.842$, $p=0.058$)に交互作用の傾向が見られた。その他の項目に主効果, 及び, 交互作用は見られなかった。

以上の感覚について, ズームカメラ要因の単純主効果の検定を行った。説明者が移動した(人移動条件と同期ズームカメラ条件を比較した)とき, ズームカメラによって, 説明者を眺めている感覚($F(1,36)=4.722$, $p<0.05$), 目の前にいる感覚($F(1,36)=14.722$, $p<0.001$),

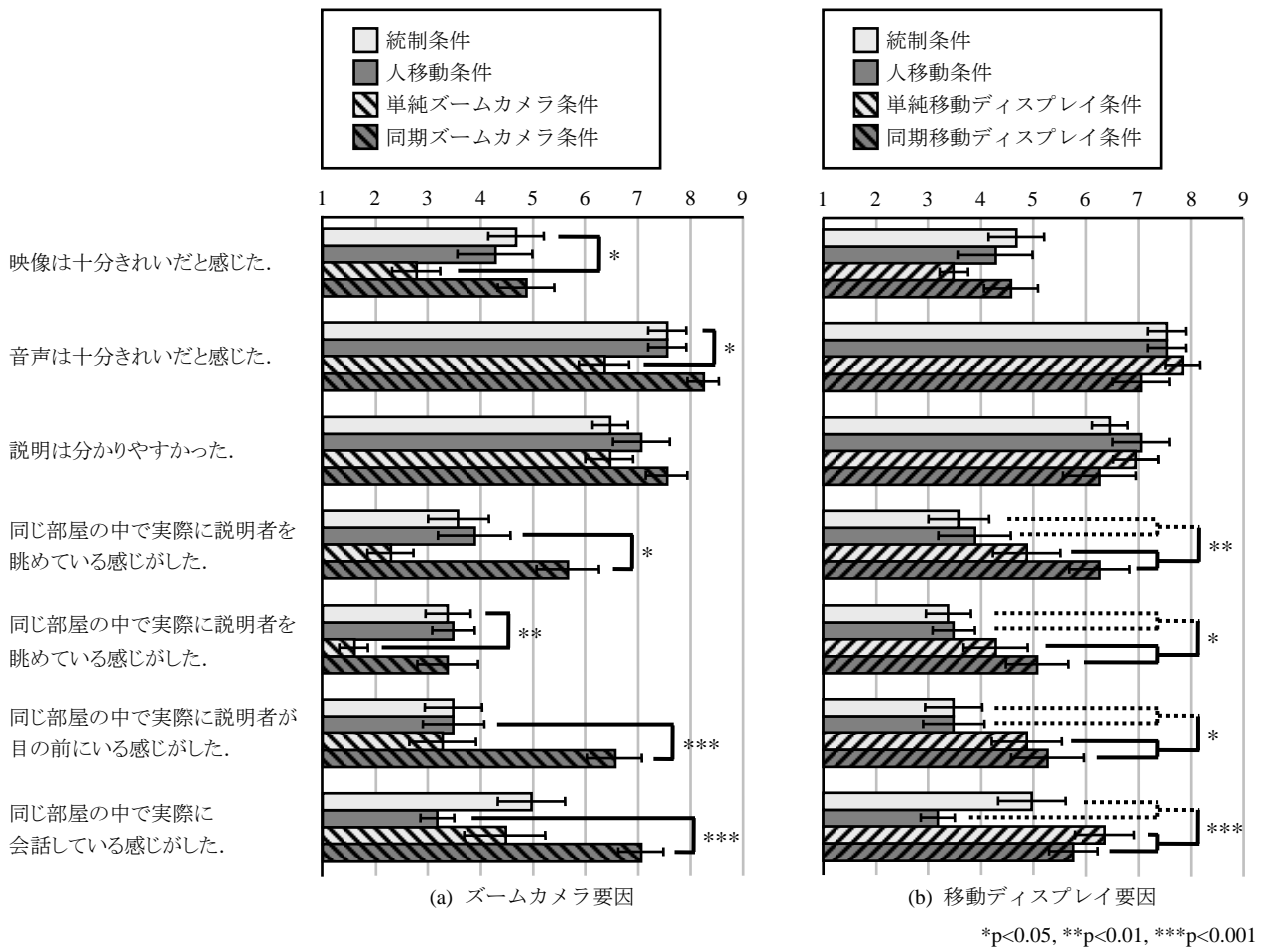


図5 実験結果

会話している感覚($F(1,36)=23.007$, $p<0.001$)が有意に増加した。説明者が移動しなかった(統制条件と単純ズームカメラ条件を比較)とき、ズームカメラによって、映像のきれいさ($F(1,36)=5.474$, $p<0.05$), 音声のきれいさ($F(1,36)=4.863$, $p<0.05$), 本を眺めている感覚($F(1,36)=8.614$, $p<0.01$)が有意に減少した。その他の感覚にはズームカメラ要因による有意差は見られなかった。以上の結果は、同期ズーム条件が社会的テレプレゼンスを強化するという仮説1を支持する。カメラが説明者の移動に連動してズームする場合でのみ、遠隔地の説明者の社会的存在感が増幅することを観測した。さらに、単なるズームは映像音声の品質の評価と本の存在感を低下させることを観測した。

3.3.2 ディスプレイの移動による効果

仮説2を示すために、統制条件、人移動条件、単純移動ディスプレイ条件、同期移動ディスプレイ条件を、被験者間要因の2元配置の分散分析を用いて比較した。図5(b)に実験結果を示す。

移動ディスプレイ要因の主効果が強く出た。同じ部屋の中で実際に説明者を眺めている感覚($F(1,36)=9.456$, $p<0.01$), 本を眺めている感覚

($F(1,36)=6.399$, $p<0.05$), 目の前にいる感覚($F(1,36)=7.089$, $p<0.05$), 会話している感覚($F(1,36)=16.438$, $p<0.001$)が有意に増加した。また、(図が複雑化するのを避けるために図5には記載していないが)人移動要因の主効果が出た。人移動要因により、会話している感覚($F(1,36)=5.918$, $p<0.05$)が有意に減少した。その他の項目に主効果、及び、交互作用は見られなかった。以上の結果は、同期移動ディスプレイ条件だけでなく単純移動ディスプレイ条件も社会的テレプレゼンスを強化するという仮説2を支持する。説明者の移動との同期の有無に関わらず、ディスプレイの移動が遠隔地の説明者の社会的存在感を増幅させることを観測した。さらに、説明者の移動は会話のリアリティを低下させることを観測した。

4. 考察

導入部で、遠隔地の対話者の移動を表現する3通りの方法を説明した。実験では、第1の方法である人物移動は会話のリアリティにとって有害であることが観測された。インタビューによると、これは説明者が後退してカメラから遠ざかったときに、説明者が離れた

位置にいるように感じたからかもしれない。

第2の方法であるカメラのズームは社会的テレプレゼンスに貢献した。第1の方法も、第2の方法も社会的テレプレゼンスを低下させたにも関わらず、興味深いことに、それら2つを組み合わせは社会的テレプレゼンスを強化できた。第1の方法の問題点は上記で述べた。第2の方法の問題点を次に述べる。単純ズーム条件では、遠隔地のカメラのズームアウトによって、説明者と、その人が持つ本の映像が縮小される。インタビューによると、これが本を含めた映像品質の評価が低かった原因だと考えられる。音声品質の評価が低かったのは、映像品質の評価が低かったことの影響を受けたためだと考えられる。同期ズームカメラ条件でも、ズームアウトと話者の後退によって話者映像は縮小されていたが、これらの負の効果を克服して、第1の方法と第2の方法の組み合わせによる効果が生じたと考えられる。

カメラのズームと遠隔地の対話者の移動の組み合わせに効果があった理由としては、この組み合わせが、擬似的な有効視野の縮小を発生させ、その縮小がより注目している感覚を引き起こしたためであると考えられる。人物がカメラに接近するとき、拡大した人物の映像が背景のうちのどれだけの領域を塞いでいるかに基づいて、接近した距離が認識される。これが人移動条件(図6(a))の状態である。ここで、遠隔地の対話者の接近に連動してカメラがズームインするとき、話者映像は接近距離のみで推測したときよりも大きくなる。これが同期ズームカメラ条件(図6(b))の状態である。ズームインによる話者映像の追加の拡大と、有効視野の縮小は、どちらも人物の身体のうち、有効視野内で見ることができる領域を減少させる。よって、人はこの過剰な拡大を有効視野の縮小とみなすのだと考えられる。注目の度合いと有効視野の大きさには反比例の関係があることが知られている¹⁹⁾。よって、有効視野の縮小はより深く注目している感覚を引き起こすと考えられる。その証拠に、同期ズームカメラ条件では、インタビューにおいて、説明者が接近してきたときに、より深く注目したと述べた被験者がいた。このさらなる注目が社会的テレプレゼンスに貢献する。

第3の方法である、ディスプレイの移動も社会的テレプレゼンスに貢献した。第2の方法との違いは、第3の方法では人が移動していない場合でも社会的テレプレゼンスを強化することができたという点である。ディスプレイの移動は被験者に、実際に遠隔地の対話者が移動しているような感覚を与えたと考えられる。その証拠に、単純移動ディスプレイ条件では、インタ

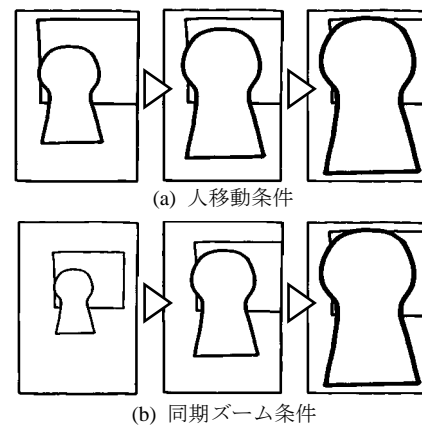


図6 2条件の違い

ビューにおいて、遠隔地の対話者が前進して来たように感じたことと述べた被験者がいた。驚くべきことに、この感覚は、視点から1.2mも離れたところに設置した30インチのディスプレイが6cmだけ移動するという微かな刺激によって生じた。これは、人が物理的な装置の移動に敏感であることと、それがゆえに接近後退の感覚を与えるだけならテレプレゼンスロボットほどの可動性は必要ないことを暗示している。

5. 結論

遠隔地の対話者がユーザーに接近する動きを映像で表現する方法には、a)遠隔地の対話者のカメラへの接近、b)カメラのズームインによる遠隔地の対話者の映像の拡大、c)遠隔地の対話者を映したディスプレイの前進という3通りが考えられる。遠隔地の対話者がカメラに接近するといった、映像としての相手の動きは、同じ部屋で見られる物理的な動きに比べて目立たないことが知られている。我々は、遠隔地のカメラのズームとディスプレイの移動を用いて、この違いを軽減することを目的とした。そして、カメラのズームとディスプレイの移動が社会的テレプレゼンスに与える影響を調べるための実験を行った。ここで、社会的テレプレゼンスとは、対面環境でのインタラクションにいかにかに近いかという度合いを示す。実験結果は以下の通りである。

カメラのズームに関する実験では、人の移動が会話のリアリティを低下させた。また、遠隔地のカメラのズームが映像の品質を低下させた。しかし、人の移動とズームが同時に生じたとき、社会的テレプレゼンスが強化された。この連動が、擬似的な有効視野の縮小を発生させ、注目を促したのだと考えられる。

ディスプレイの移動に関する実験では、ディスプレイのたった6cmの移動によって、社会的テレプレゼ

ンスが強化された。この効果は、人が移動してない場合にも生じた。ディスプレイの移動は被験者に、あたかも人が実際に移動しているかのような感覚を与えることができたと考えられる。

謝辞 実験に協力していただいた妹尾岳氏、浅野立弥氏に感謝する。本研究は、若手研究（A）「テレロボティックメディアによる社会的テレプレゼンスの支援」、基盤研究（S）「遠隔操作アンドロイドによる存在感の研究」、グローバルCOEプログラム「認知脳理解に基づく未来工学創成」からの支援を受けた。

参 考 文 献

- 1) Bondareva, Y. and Bouwhuis, D.: Determinants of Social Presence in Videoconferencing, AVI2004 Workshop on Environments for Personalized Information Access, pp.1-9 (2004).
- 2) Buxton, W.A.S.: Telepresence: Integrating Shared Task and Person Spaces, Graphics Interface 92, (1992) 123-129.
- 3) de Greef, P. and Ijsselstein, W.: Social Presence in a Home Tele-Application, CyberPsychology & Behavior, 4(2), pp. 307-315 (2001).
- 4) Finn, K.E., Sellen, A.J. and Wilbur, S.B.: Video-Mediated Communication, Lawrence Erlbaum Associates, (1997).
- 5) Gaver, W.W., Smets, G. and Overbeeke, K.: A Virtual Window on Media Space. CHI95, pp.257-264 (1995).
- 6) Heath, C. and Luff, P.: Media Space and Communicative Asymmetries: Preliminary Observations of Video-Mediated Interaction, Human-Computer Interaction, 7(3), pp.315-346 (1992).
- 7) Isaacs, E.A. and Tang, J.C.: What Video Can and Can't Do for Collaboration: a Case Study, Multimedia Systems, 2(2), pp.63-73 (1994).
- 8) Ishiguro, H. and Trivedi, M.: Integrating a Perceptual Information Infrastructure with Robotic Avatars: A Framework for Tele-Existence, IROS99, pp.1032-1038 (1999).
- 9) Jouppi, N.P.: First Steps Towards Mutually-Immersive Mobile Telepresence, CSCW2002, pp.354-363, (2002).
- 10) Karahalios, K. and Donath, J.: Telemurals: Linking Remote Spaces with Social Catalysts, CHI2004, pp.615-622 (2004).
- 11) Kuzuoka, H., Yamazaki, K., Yamazaki, A., Kosaka, J., Suga, Y. and Heath, C.: Dual Ecologies of Robot as Communication Media: Thoughts on Coordinating Orientations and Projectability, CHI2004, pp.183-190 (2004).
- 12) Leigh, J., Rawlings, M., Girado, J., Dawe, G., Fang, R., Verlo, A., Khan, M.A., Cruz, A., Plepys, D., Sandin, D.J. and DeFanti, T.A.: AccessBot: an Enabling Technology for Telepresence, INET (2000).
- 13) Miura, T.: Behavior Oriented Vision: Functional Field of View and Processing Resources, J.K. O'Regan and A. Levy-Schoen Ed., Eye Movements: From Physiology to Cognition, Elsevier, pp.563-572 (1987).
- 14) Morita, T., Mase, K., Hirano, Y. and Kajita, S.: Reciprocal Attentive Communication in Remote Meeting with a Humanoid Robot, ICMI2007, pp.228-235 (2007).
- 15) Mueller, F., Agamanolis, S. and Picard, R.: Exertion Interfaces: Sports over a Distance for Social Bonding and Fun, CHI2003, pp.561-568 (2003).
- 16) Nakanishi, H., Murakami, Y., Nogami, D.: and Ishiguro, H. Minimum Movement Matters: Impact of Robot-Mounted Cameras on Social Telepresence, CSCW2008, pp.303-312 (2008).
- 17) Nakanishi, H., Murakami, Y. and Kato, K.: Movable Cameras Enhance Social Telepresence in Media Spaces, CHI2009, pp.433-442 (2009).
- 18) Nguyen, D.T. and Canny, J.: More than Face-to-Face: Empathy Effects of Video Framing, CHI2009, pp.423-432 (2009).
- 19) Paulos, E. and Canny, J.: Social Tele-Embodiment: Understanding Presence, Autonomous Robots, 11(1), pp.87-95 (2001).
- 20) Prussog, A., Muhlbach, L. and Bocker, M.: Telepresence in Videocommunications, Annual Meeting of Human Factors and Ergonomics Society, pp.25-38 (1994).
- 21) Roussel, N.: Experiences in the Design of the Well, a Group Communication Device for Teleconviviality, Multimedia2002, pp.146-152 (2002).
- 22) Roussel, N., Evans, H. and Hansen, H.: Proximity as an Interface for Video Communication, IEEE Multimedia, 11(3), pp.12-16 (2004).
- 23) Roussou, M., Trahanias, P., Giannoulis, G., Kamarinos, G., Argyros, A., Tsakiris, D., Georgiadis, P., Burgard, W., Haehnel, D., Cremers, A., Schulz, D., Moors, M., Spirtounias, E., Marianthi, M., Savvaides, V., Reitelman, A., Konstantios, D. and Katselaki, A.: Experiences from the Use of a Robotic Avatar in a Museum Setting, VAST2001, pp.153-160 (2001).
- 24) Vespa, P.M., Miller, C., Hu, X., Nenov, V., Buxey, F. and Martin, N.A.: Intensive Care Unit Robotic Telepresence Facilitates Rapid Physician Response to Unstable Patients and Decreased Cost in Neurointensive Care, Surgical Neurology, 67(4), pp.331-337 (2006).
- 25) Yamashita, N., Hirata, K., Aoyagi, S., Kuzuoka, H. and Harada, Y.: Impact of Seating Positions on Group Video Communication, CSCW2008, pp.177-186 (2008).
- 26) 村上 友樹, 中西 英之, 野上 大輔, 石黒 浩: ロボット搭載カメラの移動がテレプレゼンスに与える影響, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.1, pp.54-62 (2010).