

# 遠隔握手の方法がソーシャルテレプレゼンスに与える影響

和田侑也<sup>†1</sup> 田中一晶<sup>†1†2</sup> 中西英之<sup>†1</sup>

ロボットハンドを用いて遠隔地間で擬似的に握手を行う遠隔握手は、通常のビデオチャットよりもソーシャルテレプレゼンスを強化することがわかった。遠隔握手の方法として、会話相手とロボットハンドの繋がりを持たせる方法、会話相手の手の動きとロボットハンドの動きの同期を見せる方法、ユーザがロボットハンドを操作する方法が考えられる。本研究では、これらの方法がソーシャルテレプレゼンスにどのような影響を与えるかを、被験者実験を通して検証した。

## Effect of Social Telepresence on a Method of a Remote Handshake

YUYA WADA<sup>†1</sup> KAZUAKI TANAKA<sup>†1†2</sup> HIDEYUKI NAKANISHI<sup>†1</sup>

We found that a remote handshake by which you can spuriously shake hands with a remote person by a robot hand enhanced social telepresence more than a normal videoconferencing system. As a method of a remote handshake, We thought a method that an arm of a remote person connected robot hand on position, that showed a movement of a hand of a remote person and that a user operated a robot hand. We conducted an experiment to investigate Effect of Social Telepresence on a Method of a Remote Handshake.

### 1. はじめに

ソーシャルテレプレゼンスとは、離れた場所にいる人達が、それらの場所をつないでいるメディアの存在を感じることなく、あたかも対面しているような感覚のことである。現在、この感覚を生み出す代表的な2つの方法が存在する。1つは、遠隔会議の参加者の等身大の映像を、ディスプレイに表示するテレプレゼンスシステムである。遠隔地の人の等身大映像には、ソーシャルテレプレゼンスを強化する効果があることが報告されている[17]。もう1つは、物理空間を移動することができるロボットにビデオ会議端末を備え付けたテレプレゼンスロボットである。過去の研究から、ビデオ会議端末が移動することによってソーシャルテレプレゼンスが強化されることが分かっている[15]。

ビデオ会議システムと対面でのインタラクションとの大きな違いとして、身体接触が起こらないことが挙げられる。上記のソーシャルテレプレゼンス技術は、基本的には、音声と映像によって遠隔地とつなぐビデオ会議システムを拡張したものである。これらのソーシャルテレプレゼンス技術は、対面環境に近づけるために、音声と映像による遠隔地のつながりを強化するが、他のモダリティによるつながりを加えるものではない。そのため、身体接触のモダリティによるつながりを加えるユーザインタフェースデバイスの開発は、ソーシャルテレプレゼンス技術を飛躍的に向上させる可能性がある。

本研究では、ビデオ会議システムに身体接触によるつながりを追加することができるユーザインタフェースを開発

した。我々は、擬似的な身体接触の方法として、握手を採用した。握手は見知らぬ者同士の間で起こる最も自然な身体接触であり、握手はビデオ会議システムに適した機能であると考えた。我々は、ビデオ会議端末に装着が可能な握手に特化したロボットハンドを開発し、遠隔握手によってソーシャルテレプレゼンスが強化することを考えた。

握手は単なる身体接触ではなく、人間関係を強化する。また、握手は一般的に挨拶として用いられ、対人関係を始めるための儀式である。さらに、握手は、人のパーソナリティを伝える非言語コミュニケーションであり、第一印象に大きな影響を与える[7][19]。遠隔握手も、対人関係を始める上で、同じ役割を果たすことができるかもしれない。したがって、本研究では、ビデオ会議システムが遠隔握手で強化されるかについても検証した。

### 2. 関連研究

映像によるつながりを追加することは、ソーシャルテレプレゼンスを生み出す基本的な方法であることがよく知られている[8][12]。また、ソーシャルテレプレゼンスを強化する方法はいくつか存在する。例えば、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ことや[5]、遠隔地の会話相手の立体映像もしくは等身大の映像を用いること[17]、ソーシャルテレプレゼンスを強化できることが分かっている。最近の研究では、ユーザの目の位置の変化に応じて遠隔地のカメラを移動させることによる視点の移動[10]によって、ソーシャルテレプレゼンスが強化されることが報告されている[16]。これらの方法は全て遠隔地との映像のつながりを改善する技術であり、ビデオ会議システムに新たなつながりを加えるものではない。これに対し、我々は、身体接触などの新たなつながりを加えるこ

†1 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, Osaka University  
†2 独立行政法人科学技術振興機構, CREST  
CREST, Japan Science and Technology Agency

とでソーシャルテレプレゼンスを向上させる方法を試みる。

擬似的な身体接触を行うための触覚デバイスを開発した研究は多く存在するが、そのほとんどの研究において、コミュニケーションにおける触覚デバイスの有効性は検証されていない(1)9)11)13)14)22)。いくつかの研究では、擬似的な身体接触は、感情や簡単な反応を伝達する非言語コミュニケーションチャンネルであることが分かっている(2)6)20)。また、擬似的な身体接触が人同士のコミュニケーションにどのような影響を与えるかについて検証を試みた研究がいくつか存在する。擬似的な身体接触がソーシャルテレプレゼンスに与える影響を検証した研究があるが、その試みに失敗している(18)。その一方で、擬似的な身体接触によるソーシャルテレプレゼンスの強化に成功している研究もある(4)。この研究と本研究は非常に関係が深いが、この研究では、ペアの被験者が、映像、音声、テキストなどの他のコミュニケーションチャンネルによってつながっていない状況で得られた結果であった。したがって、これは予想できた結果であったと思われる。本研究では、映像や音声といったコミュニケーションチャンネルによって既に繋がれている状況であっても、ソーシャルテレプレゼンスが強化されることを示す。

多くの研究で検証された身体接触は、人同士の接触インタラクションを模したものの形である(1)2)4)6)9)18)20)24)。しかし、そのほとんどが人とエージェントとのインタラクションを目的としており(13)14)23)、人同士のインタラクションが可能なデバイスは僅かであった(11)22)。我々は、人同士で握手を行うことができるロボットハンドを開発した。また、次節で述べるように、我々が開発したロボットハンドは、一般的なヒューマノイドロボットハンドよりもさらに人間の手に近いものである。

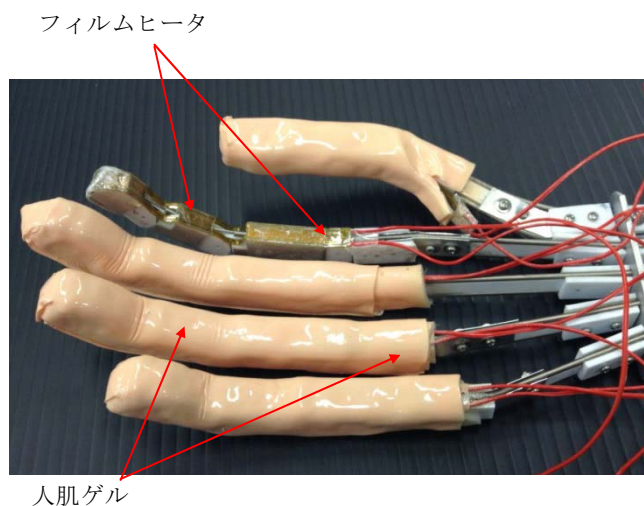
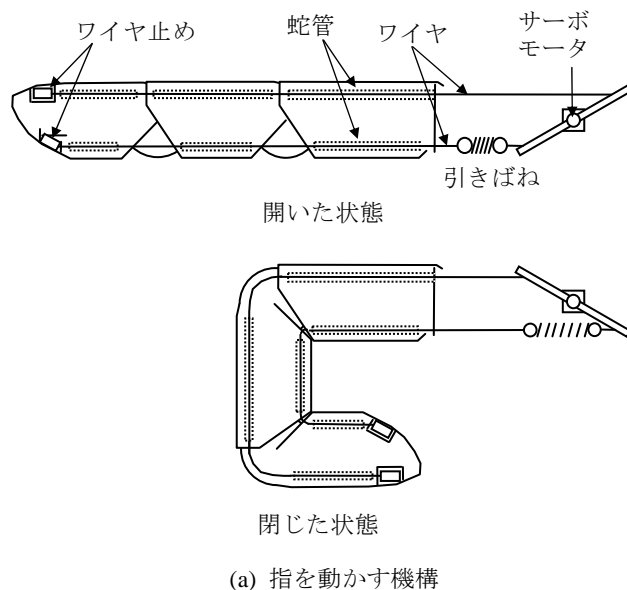
前述の通り、擬似的な身体接触によるソーシャルテレプレゼンスへの影響を調査した研究(4)18)はあるが、人間関係への影響について調査した研究は存在しない。実際の人同士の握手には人間関係が強化されることが分かっている(7)19)ため、本研究では、擬似的な握手が人間関係にどのような影響を与えるかを検証した。

### 3. 握手用ロボットハンド

遠隔握手を行うために、握手の感覚を再現できるロボットハンドを開発した。握手用のロボットハンドには、通常のロボットハンドに求められる性能とは異なり、十分な握力、人肌のような温かさ・柔らかさが必要であることが分かっている。これらの要件を満たすように開発したロボットハンドの機構を以下に示す。

#### 3.1 握力

我々が開発したロボットハンドは、人が握手をした際にしっかりと握られていると感じることができる十分な握力で握ることができる。一般的なロボットハンドの多くは、



(b) ロボットハンドの内部

図1 ロボットハンドの機構  
 Figure 1 Structure of the handshaking robot

主に、動きに着目して設計されており、十分な握力で握ることができない。

図1(a)に指を動かす機構を示す。ロボットハンドの各指の上下に、ワイヤが一本ずつ通っており、各指の先端に固定されている。モータで上のワイヤを引っ張り指が開き、逆に、下のワイヤを引っ張ると指が曲がる。ワイヤは、摩擦を軽減するために指の各関節の上下に埋め込まれた蛇管の中を通っている。握手をした際に、一定の握力で握るために、内側のワイヤには引っ張りコイルばね(ばね定数2.0 N/mm)が取り付けられている。モータで下のワイヤを引っ張った際には、このばねが10mm伸びることで約100Nの力を生み出す。これは、予備実験で被験者が丁度良いと感じた握力に調節した。



図2 遠隔握手の方法

Figure 2 Method of a remote handshake

### 3.2 温度

開発したロボットハンドは、人が握手をした際に、接触面から、人肌のような温度を感じることができる。従来のロボットハンドにはこのような機能はない。

図1(b)に示すように、手の全体を温かくするために、指の各関節と手の平にフィルムヒータが巻きつけてある。予備実験では、ロボットハンドの表面温度を、人肌の温度といわれる約32℃に設定していたが、温度に気づく被験者が少なかった。また、温度を37℃よりも高くしたところ、熱いと感じる被験者が多かったため、温度に気付き、熱すぎると感じない、約37℃となるように設定した。

### 3.3 柔らかさ

ロボットハンドの表面は、人肌のような柔らかい素材で覆われている。手の全体は人肌の柔らかさに近いとされるゴム硬度0の人肌ゲルでおおわれている。

## 4. 仮説

握手をするには物理的に同じ場所にいないため、遠隔握手を行うことでソーシャルテレプレゼンスが向上することが期待される。我々は、握手用ロボットハンドを用いることで、擬似的に物理的接触を生み出すことができるのではないかと考えた。1つ目の仮説は以下の通りである。

**仮説1:** 遠隔握手を行った場合、ソーシャルテレプレゼンスが強化される。

握手は、親しみや親密さなど、相手に対して肯定的な印象を与えることが知られている<sup>3)</sup>。遠隔握手においても同様の効果によって人間関係が強化されることが期待できる。2つ目の仮説は以下の通りである。

**仮説2:** 遠隔握手を行う場合、人間関係が強化される。

遠隔握手を行う方法としては、以下の3つの方法が考えられる。1) ユーザ側にロボットハンドを設置し、会話相手の腕がロボットハンドと繋がっているように見せる方法、2) ユーザ側にロボットハンドを設置し、会話相手の手とロボットハンドの動きの同期を見せる方法、3) 会話相手の側にロボットハンドを設置し、ユーザがロボットハンドを操作する方法である。これらの方法を図2に示す。これらの

方法がどのようにソーシャルテレプレゼンスや人間関係に影響を与えるかはわかっていない。したがって、本研究ではこれらの方法の違いによって、どのような影響があるかを検証する。

1つ目の会話相手の映像とロボットハンドをつなげる方法は、TELESAR 2[21]でも用いられており、映像を拡張してロボットハンドを追加する方法としては一般的であると考えられる。手の繋がりにロボットハンドを会話相手のものであると認識しやすく、会話相手と接触している感覚になりやすいと考えられる。2つ目の方法は、会話相手の手を映像内に映すことで、手とロボットハンドとの同期を見せる方法である。この方法は、同期を見せることで、動きが一致していることがわかりやすいが、会話相手の手とロボットハンドの2つの手が見えている状態となるため、ロボットハンドを会話相手の一部だと感じにくい可能性がある。3つ目の方法としては、上記2つの方法とは逆のシステムで、ユーザー側がロボットハンドを操作する方法である。しかし、この方法は上記2つとは異なり、実際にユーザの手に触感が伝わるわけではない。触感がない場合は、相手と接触したという感覚は生じにくいと考えられるため、ソーシャルテレプレゼンスは得られにくいと考えられる。したがって3つ目の仮説は以下のとおりである。

**仮説3:** 会話相手の腕と繋がっているようにみえるロボットハンドを用いて、遠隔握手を行った場合、ソーシャルテレプレゼンスが強化される。

接触による体温などの感触によって、相手に対して親しみや親密さを感じると考えられる。したがって、4つ目の仮説は以下のようになる。

**仮説4:** 会話相手の手の位置にかかわらず、ユーザがロボットハンドに接触することで遠隔握手を行った場合、人間関係が強化される。

## 5. 実験1

### 5.1 実験条件

仮説1, 2を検証するために、握手条件と統制条件を設定した。遠隔握手の効果を検証するために、この2つの条件を比較した。統制条件では、通常のビデオ会議システムと

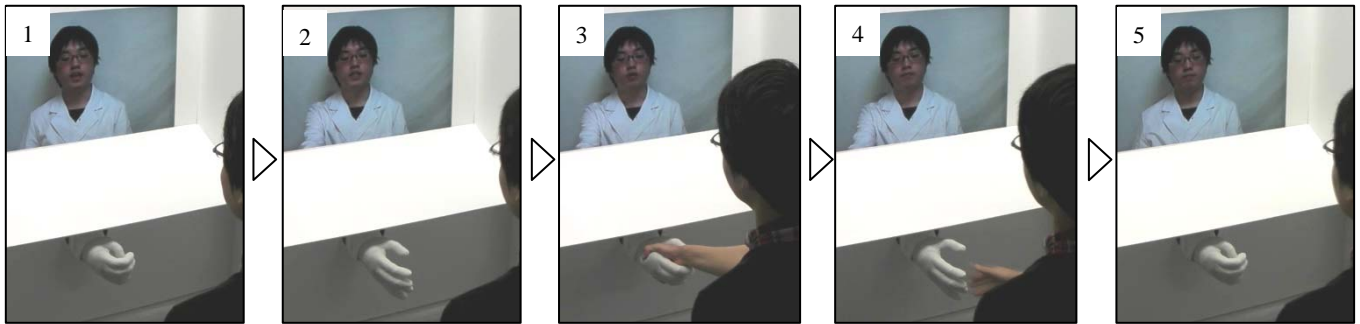


図3 握手の様子

Figure 3 Remote handshake in the experiment

同じシステムで会話をを行い、ビデオ会議端末のロボットハンドはカバーで隠した。

### 5.2 タスク

会話の最初と最後に挨拶を行い、両条件間の違いは、この挨拶の場面で遠隔握手を行うかどうかであった。図3に遠隔握手の様子を示す。会話の最初の挨拶で、説明者が「初めまして。」と言い、腕を前に差し出すと同時に、ボタンを押すことでロボットハンドを開く。その後、被験者がロボットハンドを握ると、説明者は「よろしくお願ひします。」と言い、再度ボタンを押すことで、ロボットハンドを閉じる。被験者が返答すると、説明者はロボットハンドを開く。被験者がロボットハンドを放すと、説明者は腕をおろし、ロボットハンドを閉じる。そして、説明者はワニのぬいぐるみの説明に移る。会話の最後の挨拶では、説明者は「お疲れ様でした。」と言い、腕を前に差し出すと同時に、ロボットハンドを開く。その後、被験者がロボットハンドを握ると、説明者は「ありがとうございました。」と言い、ロボットハンドを閉じる。被験者が返答すると、説明者はロボットハンドを開く。被験者が手を放すと、説明者は腕をおろし、ロボットハンドを閉じる。これで会話は終了となる。

挨拶を行う方法は、両条件で同じであったが、統制条件では遠隔握手を行わず、被験者はロボットハンドを握らなかつた。説明者は、統制条件ではボタンを押さず、腕を前に差し出すこともしなかつた。しかし、この違いによって、挨拶の時間に違いはほとんど見られなかつた。会話の長さは、1分半弱であり、挨拶にかかった時間は10秒弱であった。握手条件では、遠隔地の説明者とビデオ会議システムで会話してもらうことを説明した後、ロボットハンドについて、以下のような説明を行った。「これは、握手用の手です。これと同じものがあちらの部屋にもあり、この手を握ると、あちらにある手が閉じるようになっています。逆に、あちらの手を説明者が握ると、こちらの手が閉じるようになっています。」この説明によって、被験者には握手のシステムが、双方向であることを信じてもらった。この説明の後、被験者には1度だけ、練習でロボットハンドを握

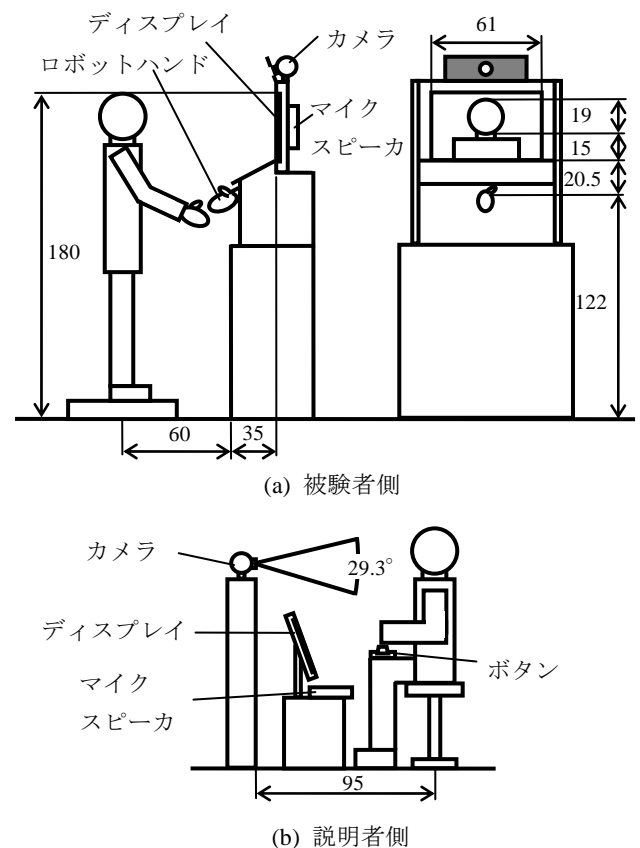


図4 実験環境 (単位: cm)

Figure 4 Setup of the experiment (length unit: centimeters)

ってもらった。

### 5.3 実験環境

図4に実験環境を示す。2つの仮説を検証するために、図4(a)に示すような、遠隔地間で擬似的な握手が可能なビデオ会議端末を構築した。ロボットハンドは、説明者の腕が端末から飛び出していると感じられるように、ディスプレイの真下に設置した。図4(b)に示すように、説明者は実際には座っていたが、全ての被験者は立っており、説明者も同様に立っていると思っていた。

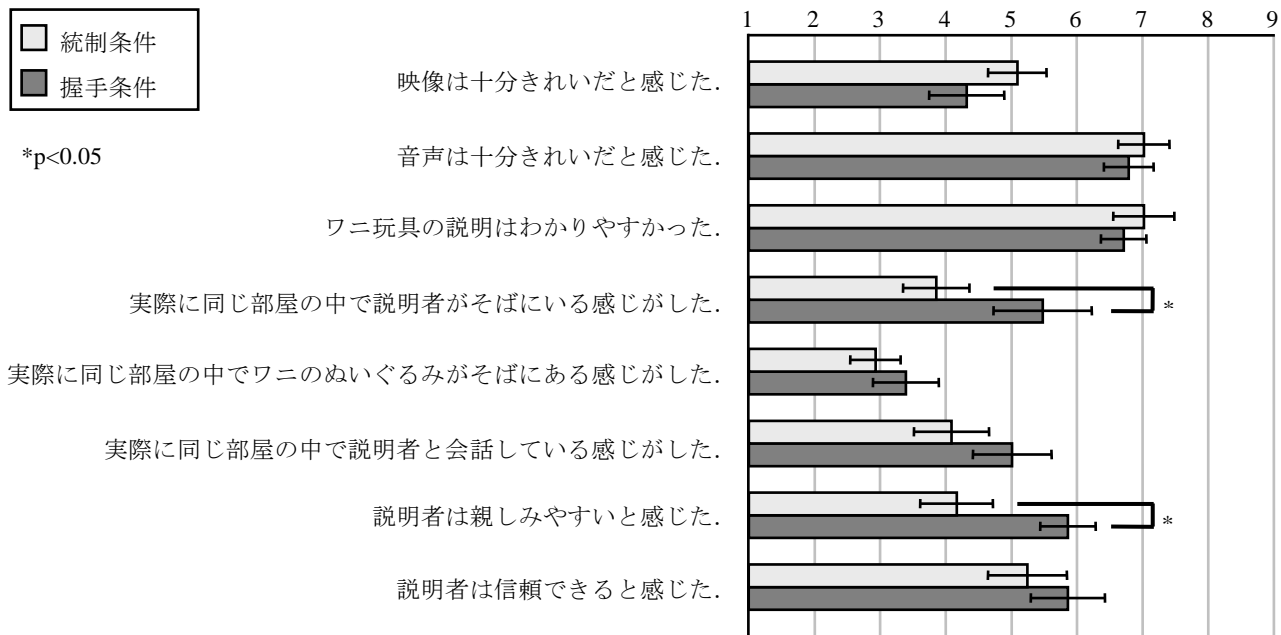


図5 アンケート結果

Figure 5 Results of the questionnaire

図 4(a)のディスプレイには、図 4(b)のカメラから送信された説明者の映像が表示される。その映像の解像度は 335 × 209 ピクセルであり、フレームレートは 30fps であった。説明者が腕を前に差し出していることを、被験者が認識できるように、垂直画角を 29.3° とした。被験者と説明者の目の高さを同じになるように、被験者の足場においてある台の高さを調節した。

図 4(b)のディスプレイには、図 4(a)のディスプレイの上に取り付けられたカメラから送信された被験者の映像が表示される。このカメラは、被験者が説明者から見られているということを意識しないように、カバーで隠した。

音声の通信には、インターネット通話ソフトを使用した。被験者側では、ディスプレイの後ろにマイクスピーカを設置し、説明者側では、説明者の正面にマイクスピーカを設置した。

#### 5.4 被験者

我々の大学キャンパスの近くに住む 18 才から 24 才の大学生 26 名に実験に参加してもらった。参加にあたって被験者には謝礼が支払われた。実験は、各条件 13 名ずつ (男性 7 名、女性 6 名) の 2 条件の被験者間実験とした。

#### 5.5 データ収集

握手の効果を測るために、アンケートを用いた。アンケートでは全 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、に対応させた。アンケートの項目は図 5 の 8 つである。握手条件では、以上の 1 つ目のアンケートに回答してもらった直後に、ロボットハンドに関する 2 つ目のアンケートに回答してもらった。

・実際に説明者と握手をした感じがした。

最後に、被験者がロボットハンドの仕組みについてどの程度理解しているかを尋ねた。この項目のみ、リッカート尺度ではなく、質問に回答してもらおう形式をとった。スコアの理由を推測するために、全ての項目には自由回答欄を用意し、被験者にスコアを付けた理由を記入してもらった。

#### 5.6 結果

アンケート結果を図 5 に示す。棒グラフは各項目のスコアの平均値を表し、エラーバーは標準偏差を表す。握手条件において、ソーシャルテレプレゼンスと、人間関係が高くなると仮定し、片側 t 検定を用いて両条件を比較した。

9 段階のリッカート尺度において、実際に説明者と握手をした感覚の平均値は 7.2 であった。この結果から、被験者はロボットハンドを握る行為を、説明者との握手であると感じていたことがわかる。したがって、本実験で用いたロボットハンドは、擬似的な握手を行うに当たって、最低限の要件を満たしていたと言える。

結果は我々の仮説を支持するものであった。実際に同じ部屋の中で説明者とそばにいる感覚( $t(24)=1.791, p<.05$ )で有意な差が見られた。また、説明者は親しみやすいという感覚( $t(24)=2.434, p<.05$ )でも有意な差が見られた。両方の感覚は、ともに統制条件よりも握手条件で強かった。ほかの項目では有意な差は見られなかった。映像、音声、説明のわかりやすさといった、説明の質に関する項目に有意な差が見られなかったため、これらの結果に影響を与えていないと考えられる。握手条件の被験者 13 名のうち 6 名が遠隔握手によって同じ部屋の中でそばにいる感覚が向上したと答えた。その 6 名のうち 3 名が、その中でも特にロボットハンドの温かさによって向上したと答えた。

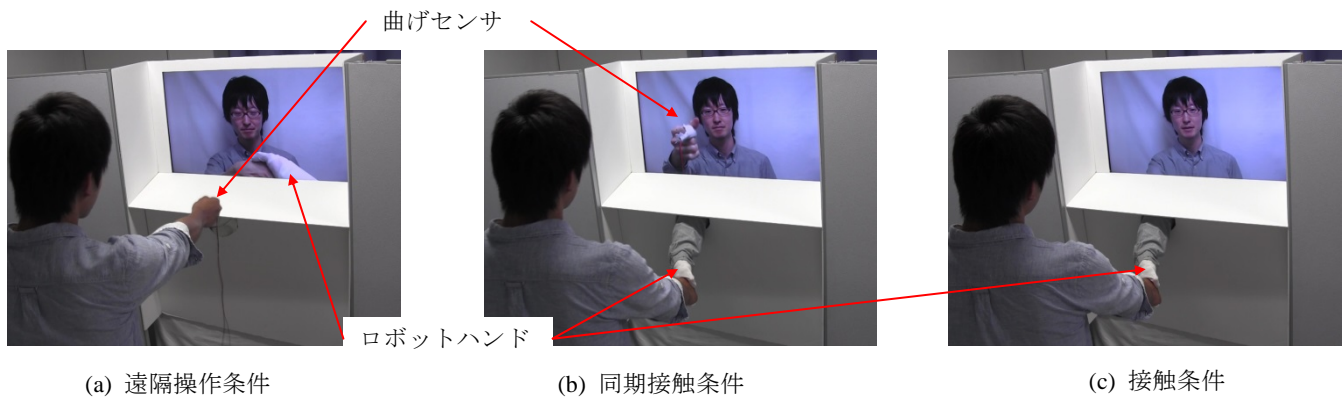


図6 実験2の条件

Figure 6 Adding a remote handshake to a videoconference

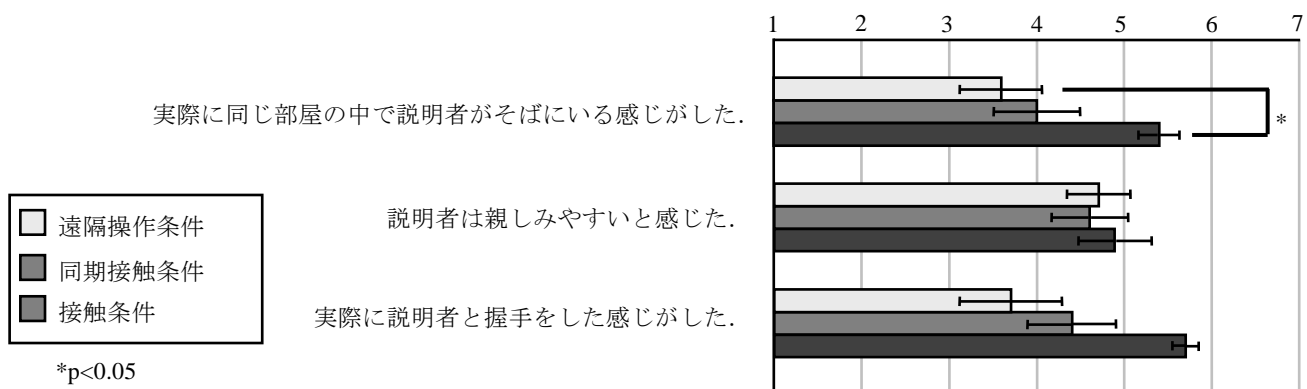


図7 実験2のアンケート結果

Figure 7 Results of the questionnaire

## 6. 実験2

### 6.1 実験条件

仮説3, 4を検証するために3つの条件を設定した(図6)。

**遠隔操作条件:** 被験者がロボットハンドを操作することで遠隔握手を行う条件。被験者は物に触れないため、接触感覚が発生しない。

**同期接触条件:** 説明者が操作している手を見せる条件。被験者はロボットハンドに触ることになるので、接触感覚が生じる。

**接触条件:** 説明者は手を見せずに、手をロボットハンドと繋がる位置にもってくる。被験者はロボットハンドに触ることになるので、接触感覚が生じる。

### 6.2 実験方法

実験1と同様に、会話の最初と最後に挨拶を行い、条件間の違いは、遠隔握手の方法のみであった。実験2では、実験1と異なり、同期して動かすために、ボタン操作ではなくロボットハンドを操作する人は指に曲げセンサを付け手操作を行った。握手に慣れてもらうために、実験を行う前に、操作する方法とロボットハンドと接触する方法の両方で同期確認と握手の練習を行った。

### 6.3 結果

我々の大学キャンパスの近くに住む18才から24才の大学生10名に実験に参加してもらった。実験は3条件の被験者内実験とした。3条件すべて終わった後に、被験者にはアンケートを記入してもらった。実験1で差のあった2つの項目と握手をした感覚を合わせた3つの項目についてアンケートを行った。アンケートでは全7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、4はどちらともいえない、7は非常にあてはまる、に対応させた。図7に各条件を比較した結果を示す。棒グラフは各項目のスコアの平均値を表し、エラーバーは標準偏差を表す。3つの条件は被験者間要因の一元配置の分散分析と bonferroni の多重比較を用いて比較した。

実際に同じ部屋の中で説明者がそばにいる感じがしたという項目で有意な差が見られた( $F(2,27)=7.88, p<0.01$ )。多重比較の結果、この感覚は、接触条件において遠隔操作条件よりも有意に強いことがわかった ( $p<0.05$ )。他の条件間では有意な差は見られなかった。しかし、接触条件で同期接触条件よりも高いスコアをつけている被験者が多くおり、平均値でも大きく上回っていた。したがって、概ね仮説3を支持する結果であるといえる。また、接触条件で同期接

触条件よりも高いスコアをつけている被験者の多くが、同期接触条件では、手が2つある状態であったため、ロボットハンドは会話相手の手と別物であると感じたと答えた。

説明者は親しみやすいと思ったという項目では、どの条件間でも有意な差が見られなかった。これは、仮説4に反する結果である。多くの被験者が、すべての条件で握手自体は行なっているため、親しみに違いはあまりなかったと答えた。握手をしている感覚についても、どの条件間でも有意な差が見られなかった。

## 7. 考察

ソーシャルテレプレゼンスは、実験1で遠隔握手を行うことで強化されることがわかった。その理由として接触、特に温度について言及している被験者が多くいたため、会話相手との擬似的な接触感覚がソーシャルテレプレゼンスを強化するために重要である可能性がある。また、遠隔握手の方法の違いによる影響を調べる実験2では、会話相手の腕と繋がっているようにみえるロボットハンドを設置し、遠隔握手を行った場合、ソーシャルテレプレゼンスが強化される事がわかった。接触感覚が発生しない被験者が操作を行う方法では、他の接触感覚を伴う方法よりもソーシャルテレプレゼンスが低かったため、この結果からも、ソーシャルテレプレゼンスを向上させる上で、接触感覚が重要であると考えられる。しかし、同期接触条件では、接触感覚が生じているにもかかわらず、ソーシャルテレプレゼンスは高くならなかった。理由としては、ロボットハンドを会話相手の手であると認識していなかった事が考えられる。被験者の多くが、手が2つ見えており違和感があったと答えており、ロボットハンドと映像内の会話相手の手を切り離して認識していたと考えられる。この結果から、会話相手の手の動きとロボットハンドの動きが同期していても、ロボットハンドを会話相手の手と認識するためには有効ではないと考えられる。また、実験1ではボタンでロボットハンドを操作していたにもかかわらず、その動きに関して違和感を述べる被験者は殆どいなかったことから、ロボットハンドを会話相手の手であると認識させるためには、同期させるのではなく、ロボットハンドの位置を会話相手とつなげることが重要であると考えられる。

人間関係は、実験1で遠隔握手を行うことで強化されることがわかった。接触による体温などの感触によって、相手に対して親しみや親密さを感じると考えられたため、実験2では接触感覚が生じる同期接触条件と接触条件で人間関係が向上すると考えたが、遠隔握手の方法の違いによって、人間関係の影響に違いはなかった。実験2では、すべての条件において、方法は異なっているが、握手そのものの行為は行なっている。したがって、握手を行うという行為自体によって、人間関係を強化する可能性がある。

以上のことから、遠隔握手は2つの要因に分けることが

できると考えられる。1つは擬似的に互いの身体との接触を再現する身体接触要因である。この要因は、ハイタッチやハグなどの様々な擬似的な接触に含まれている。この場合、擬似的な接触を行うデバイスは、同期を見せるのではなく、会話相手とデバイスの繋がりをもたせることによって、そのデバイスを会話相手の一部であると認識させることが必要であると考えられる。もう1つは相手に、肯定的な態度を示す儀式的要因である。この要因は、実際の握手と遠隔握手の両方に存在すると考えられる。我々は、身体接触要因がソーシャルテレプレゼンスに影響を与え、儀式的要因が人間関係に影響を与えるのではないかと考えている。

## 8. おわりに

本研究では、遠隔地の会話相手と握手を行うことができるロボットハンドを開発した。過去の研究では、離れた場所にいる人同士で身体接触を可能にする様々な触覚デバイスが開発されている。握手は初対面で最も広く用いられる身体接触であるが、握手のためのロボットハンドはほとんど研究されていない。したがって、我々は人同士のインタラクションのためのロボットハンドを開発した。開発したロボットハンドの特徴は、ビデオ会議システムに取り付けることが可能な点である。ビデオ会議システムによる映像と音声のつながりに加えて擬似的な身体接触という新たなつながりをこのロボットハンドによって追加することができる。

本研究では、この3つ目のつながりによって、ソーシャルテレプレゼンスと人間関係が強化されることが分かった。また、遠隔握手によってソーシャルテレプレゼンスを強化する際には、会話相手と繋がっているようにみえるロボットハンドと接触することが必要である事がわかった。人間関係への影響に関しては、握手自体は行なっているため、遠隔握手の方法によって違いはなかった。したがって、ソーシャルテレプレゼンスには擬似的に接触を再現する身体接触要因が影響を与え、人間関係には、儀式的要因が影響を与えていると考えられる。

実際に、遠隔握手システムが用いられる場面としては双方向のシステムが考えられるため、双方向になった際にソーシャルテレプレゼンスや人間関係にどのように影響を与えるかを検証していく予定である。

**謝辞** 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」、JST CREST「人の存在を伝達する携帯型遠隔操作アンドロイドの研究開発(研究領域:共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築)」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) Alhalabi, M. and Horiguchi, S.: Tele-Handshake: A Cooperative Shared Haptic Virtual Environment. Proc. EuroHaptics 2001, (2001).
- 2) Bailenson, J.N., Yee, N., Brave, S., Merget, D. and Koslow, D.: Virtual Interpersonal Touch: Expressing and Recognizing Emotions through Haptic Devices. Human-Computer Interaction, 22 (3), pp.325-353 (2007).
- 3) Bardeen, J.P.: Interpersonal Perception through the Tactile, Verbal, and Visual Modes. Paper presented at the International Communication Association Convention, (1971).
- 4) Basdogan, C., Ho, C., Srinivasan, M.A. and Slater, M.: An Experimental Study on the Role of Touch in Shared Virtual Environments. Human-Computer Interaction, 7(4), pp.443-460 (2000).
- 5) Bondareva, Y. and Bouwhuis, D.: Determinants of Social Presence in Videoconferencing. Proc. AVI 2004 Workshop on Environments for Personalized Information Access, pp.1-9 (2004).
- 6) Chang, A., O'Modhrain, S., Jacob, R., Gunther, E. and Ishii, H.: ComTouch: Design of a Vibrotactile Communication Device. Proc. DIS 2002, pp.312-320 (2002).
- 7) Chaplin, W.F., Phillips, J.B., Brown, J.D., Clanton, N.R. and Stein, J.L.: Handshaking, Gender, Personality, and First Impressions. Journal of Personality and Social Psychology, 79(1), pp.110-117 (2000).
- 8) de Greef, P. and Ijsselstein, W.: Social Presence in a Home Tele-Application. CyberPsychology & Behavior, 4(2), pp.307-315 (2001).
- 9) Fogg, B.J., Cutler, L.D., Arnold, P. and Eisbach, C.: HandFive: A Device for Interpersonal Haptic Entertainment, Proc. CHI 98, pp.57-64 (1998).
- 10) Gaver, W.W., Smets, G. and Overbeeke, K.: A Virtual Window on Media Space. Proc. CHI 95, pp.257-264 (1995).
- 11) Hashimoto, H. and Manokratkul, S.: Tele-Handshake through the Internet. Proc. ROMAN 96, pp.90-95 (1996).
- 12) 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).
- 13) Jindai, M. and Watanabe, T.: Development of a Handshake Request Motion Model Based on Analysis of Handshake Motion between Humans. Proc. AIM 2011, pp.560-565 (2011).
- 14) Kasuga, T. and Hashimoto, M.: Human-Robot Handshaking using Neural Oscillators. Proc. ICRA 2005, pp.3802-3807 (2005).
- 15) Nakanishi, H., Murakami, Y., Nogami, D. and Ishiguro, H.: Minimum Movement Matters: Impact of Robot-Mounted Cameras on Social Telepresence. Proc. CSCW 2008, pp.303-312 (2008).
- 16) Nakanishi, H., Murakami, Y. and Kato, K.: Movable Cameras Enhance Social Telepresence in Media Spaces. Proc. CHI 2009, pp.433-442 (2009).
- 17) Prussog, A., Muhlbach, L. and Bocker, M.: Telepresence in Videocommunications. Proc. Annual Meeting of Human Factors and Ergonomics Society, pp.25-38 (1994).
- 18) Sallnas, E.-L., Rasmus-Grohn, K. and Sjoström, C.: Supporting Presence in Collaborative Environments by Haptic Force Feedback. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 7(4), pp.461-476 (2000).
- 19) Shipp, E.M. and Freeman H.R.: Handshake: Its Relation to First Impressions and Measured Personality Traits. Psi Chi Journal of Undergraduate Research, 8(4), pp.144-148 (2003).
- 20) Smith, J. and MacLean, K.: Communicating Emotion through a Haptic Link: Design Space and Methodology. International Journal of Human-Computer Studies, 65(4), pp.376-387 (2007).
- 21) Tachi, S., Kawakami, N., Nii, H., Watanabe, K., Minamizawa, K.: TELEsarPHONE: Mutual Telexistence Master-Slave Communication System Based on Retroreflective Projection Technology, SICE J. Control, Measurement, and System Integration, 1(5), pp.335-344 (2008).
- 22) Vetere, F., Gibbs, M.R., Kjeldskov, J., Howard, S., Mueller, F., Pedell, S., Mecoles, K., Bunyan, M.: Mediating Intimacy: Designing Technologies to Support Strong-Tie Relationships. Proc. CHI 2005, pp.471-480 (2005).
- 23) 高瀬 裕史, 姜 長安, 澤田 秀之: 拡張現実空間における触覚覚呈示による仮想キャラクタとのインタラクションシステム, インタラクション 2011 論文集, pp.83-90 (2011).
- 24) 高橋 宣裕, 國安 裕生, 佐藤 未知, 福嶋 政期, 古川 正紘, 橋本 悠希, 梶本裕之: 口腔内動作を出入力とする触覚コミュニケーションデバイス, ヒューマンインターフェース学会論文誌, 13(4), pp.53-62 (2011).