

雑談を誘発するテレプレゼンスロボットシステム

児玉裕輝^{†1} 葛岡英明^{†1} 徐建鋒^{†2} 明堂絵美^{†2} 原田悦子^{†1} 大澤博隆^{†1}

概要: 調査によれば、雑談の機会が減ることによって、テレワーカーが孤独を感じていることが報告されている。そこで本研究では、雑談を誘発するテレプレゼンスロボットシステムを提案する。我々は、人々が対話を開始する前に、遠い挨拶と近い挨拶という2段階を経るという、Kendonによる知見に基づいてシステムを設計した。ロボットは、テレワーカーが表示されるモバイル端末を搭載し、パンチルト動作することができる製品、Kubiを使用した。遠い挨拶として、移動する人を見つけるとロボットのディスプレイが、その人を追尾するように回転するという動作を提示した。近い挨拶として、その人が近づいた時に、テレワーカーが正面を向いている映像をディスプレイに表示した。提案手法の効果を調査する実験をおこなった結果、提案手法は雑談を誘発できる可能性があることがわかった。

キーワード: テレワーク, テレプレゼンスロボット, インフォーマルコミュニケーション

Telepresence Robot System that Triggers Informal Communication

YUKI KODAMA^{†1} HIDEAKI KUZUOKA^{†1} JIANFENG XU^{†2} EMI MYODO^{†2}
ETSUKO HARADA^{†1} HIROTAKA OSAWA^{†1}

Abstract: It has been pointed out that telecommuters tend to feel isolation due to the lack of informal communication. To solve this problem, we propose a telepresence robot system that triggers informal communication. We draw on Kendon's observation of greetings which tells that people tend to salute to each other twice, distance salutation and close salutation, prior to interaction. Drawing on this theory, we proposed a system that presents two salutation stages. To simulate the distance salutation, the robot detects a person moving in a room and starts to follow the person. For the close salutation, as the person approaches to the robot within a certain distance, the video image shown on the robot's display is changed to a teleworker facing front. We conducted an experiment to investigate the effect of our proposed method. The results suggest that the proposed method is effective in inducing informal communication over the distance.

Keywords: telework, telepresence robot, informal communication

1. はじめに

日本ではテレワークが推進されており、平成24年ごろまではテレワーカーの数も増加していたが、最近はむしろ減少する傾向にある[11]。総務省はテレワークに対する認知度の低さを指摘するが、欧米の調査では在宅勤務者が孤立感(isolation)を感じていることや[1,2], オフィスで働いているときよりも雑談(informal communication)が少なくなっていると感じていることが報告されている[2]。従って、もし、メインのオフィスにいるワーカー(以後、メインワーカー)とテレワーカーとの雑談を促進することができれば、孤立感の問題が緩和される可能性がある。

雑談が始まるきっかけとして、我々はKendonが明らかにした、2段階の挨拶に注目した。Kendonによれば、知り合い同士が対話を開始するための準備として、「遠い挨拶」と「近い挨拶」の2段階の挨拶が行われる[5]。そこで本研究では、在宅勤務者の代理としてメインオフィスにテレプレゼンスロボットを設置し、その動作やロボットに表示されるテレワーカーの映像によって2段階の挨拶を提示し、そ

れらによって自発的な雑談を誘発することを試みる。

本稿では、まず関連研究を紹介したあと、提案手法を紹介する。次に実験とその結果を説明し、考察を行う。

2. 関連研究

2.1 テレワークと孤立感

Ipsos社が世界24カ国の被雇用者に対して行った調査によれば、回答者の62%がテレワークに社会的な孤立感を感じ、50%が昇進の機会を損なうことを心配していることがわかった[1,10]。Cooperらによれば、テレワークによって廊下での雑談や、その他のインフォーマルな会話がなくなってしまうことが原因の1つとして挙げられている。

これらの報告に基づけば、メインワーカーとテレワーカーとの雑談の発生を誘発するシステムを開発すれば、孤立感の問題を緩和できる可能性がある。

2.2 テレプレゼンスロボット

遠隔コミュニケーションを支援する技術として、テレプレゼンスロボットが普及し始めている。特に、ロボットにディスプレイを搭載し、これに遠隔操作者の顔を表示する

^{†1} 筑波大学
University of Tsukuba
^{†2} KDDI 総合研究所
KDDI Research Inc.

ロボットが多数商品化されている。これらのロボットは遠隔作業指示[6]や遠隔医療[12]など様々な用途で利用されるが、テレワークも重要な応用分野となっている[7,9]。例えば Lee らは、走行型のテレプレゼンスロボットをオフィスに導入し、その利用状況を観測的に分析することによって、ロボットの動作によって、雑談が誘発されることを指摘した。しかし同時に、ロボットの遠隔操作が操縦者の大きな負荷となっていることも明らかにした[7]。

比較的スペースに余裕のない日本のオフィス環境を考えると、走行型のテレプレゼンスロボットは遠隔操縦者にさらに大きな負荷をかけることになると予想される。従って、遠隔操作者の顔を表すディスプレイをパンチルト回転だけさせる機能を持ち、卓上に設置できる装置[9,13]の導入が比較的容易である。しかし、そうしたロボットは動作が限定的となるとともに、パンチルト動作だけのロボットであっても、やはり操作負荷は小さくないため[9]、業務中に頻繁に遠隔操作はできないと考えられる。こうしたことから、デスクトップ型のテレプレゼンスロボットでは、雑談は発生しづらくなることが予想される。実際、共著者の 1 人はテレプレゼンスロボット Kubi[13]を使用してテレワークを実践しているが、雑談が少ないことを実感している。

2.3 会話の開始に対するノンバーバル表現の効果

Kendon は、人の挨拶行動を分析することによって、人々が距離を縮めつつ対話を開始する際に、前触れ (precursor)、遠い挨拶 (distance salutation)、接近 (approach)、近い挨拶 (close salutation)、そして対話 (interaction) という段階を経ることを明らかにした[5]。前触れでは、ある人が、対話の候補となる人物が対話可能な状況であるかどうかを確認する。次の遠い挨拶では、相手の関心をひき、そしてお互いに身体を向け合い、視線を合わせる。それから、お互いに接近し、距離が 1.6m 以下になると言葉や握手等で、近い挨拶を行う。そして最後に、対話へと移行する。

Brandon らは、この知見に基づいて、人と適切に挨拶を交わすことができる自律型ロボットを提案した[4]。そして、予備的な実験によって、そうしたロボットの動作が人との対話を円滑にする可能性を示唆した。一方 Pan らは、人型ロボットの NAO をホテルのエレベータホールに設置し、ロボットの動作の違いが、来客の行動に与える影響を調査する実験を行った[8]。その結果、客がロボットのそばを通りがかる際にロボットがホテル利用者に直接挨拶すると、客がロボットに注意を向けさらに近づくことが分かった。

これらの研究から、ロボットが挨拶行動を提示することによって、人とのインタラクションを促進できる可能性があることがわかる。本研究では、これらの研究をヒントにして、テレプレゼンスロボットが 2 段階の挨拶を提示することによって、近くを通りかかった人のロボットへの話しかけを誘発することを試みる。

3. 雑談を誘発するテレプレゼンスロボット

本研究ではテレプレゼンスロボットをテレワークの代理として用い、2 段階の挨拶 (「遠い挨拶」と「近い挨拶」) を提示することによって、メインワーカがロボットに話しかけてしまうように誘導することを試みる。本章では、想定するシナリオと 2 段階の挨拶の提示方法、そしてそれを実現するシステム構成について解説する。

3.1 使用するテレプレゼンスロボット

本研究では Revolve Robotics 社の Kubi を使用する (図 1)。Kubi はタブレット端末が搭載可能で、それを水平方向に $\pm 150^\circ$ 、垂直方向に $\pm 45^\circ$ 回転することが可能な機構を有している。タブレット端末で Skype 等のビデオ会議ソフトウェアを実行してテレワークの顔を表示しておけば、メインワーカは対話者の顔を見ながら会話ができる。また、テレワークは、遠隔操作のウェブアプリケーションを使用して、Kubi にパンチルト動作をさせ、タブレット端末内蔵のカメラを通してメインオフィス内を見回すことができる。Kubi は Bluetooth を介して、無線で制御することができる。



図 1 タブレット端末を搭載した Kubi

Figure 1 Kubi with a tablet terminal.

3.2 想定するシナリオと提示する 2 段階の挨拶

本研究で想定するシナリオを説明する。メインのオフィスには、テレワークの代理となるテレプレゼンスロボット (以後、ロボット) が設置してあり、テレワークはこれを遠隔操作してメインワーカと対話できる。テレワークは雑談をしたい気分になると、システムを雑談モードにセットし、自分の仕事を続ける。このときロボットに搭載されたモバイル端末には、下を向いて作業をしているテレワークの録画映像が表示される。システムはメインオフィス内を監視し、近くを歩いているメインワーカを見つけると、その動きを追うようにロボットを動作させる (遠い挨拶)。メインワーカはこの動き、および端末に表示されているテレワークに気がつき、ロボットに近づく。システムはメインワーカがロボットに近づいてくることを検出すると、テレワークに対して、そのことを音などで知らせる。テレワークは、その時点で雑談可能な状態であれば、接近するメインワーカの映像に視線を向けて注視する。システムはこの

注視を検出するとともに、メインワーカーが雑談に適した距離に接近したことを検知すると、端末に表示されている映像を、テレワーカーの顔を正面から撮影した実時間映像に切替える(近い挨拶)。これによってアイコンタクトが成立し、雑談が開始される。

このシステムで提示される2段階の挨拶は、Kendonが明らかにした人の方策を大幅に単純化したものであり、最適であるかどうかは不明であるが、単純な機構のロボットで実現できる動作として決定した。テレワーカーがロボットを手動操作して、雑談相手を探すことも可能であるが、ロボットの遠隔操作はテレワーカーにとって負荷が高いことが知られており[7]、雑談への意欲をそぐ可能性もある。ロボットの操作を半自動化することによって、テレワーカーの負荷を軽減できる上、雑談相手の探索中にも仕事を継続できると考えられる。

3.3 システム構成

「遠い挨拶」では、システムが周囲の歩行者(メインワーカー)を検出すると Kubi に搭載された端末が歩行者の方向に向く。歩行者の検出は Microsoft 社の Kinect V2 を用いた。歩行者の位置情報は Bluetooth を介して Kubi を制御する端末に送信され、端末は歩行者を追従するように水平方向に回転する。人が Kinect V2 の視界に入ってから歩行者を検出するまでに 0.2~0.3 秒、検出してからロボットが動作するまで 0.1 秒の遅延時間がある。

Kendon によれば、「遠い挨拶」では、身体を相互に向け合い、軽いうなずきを交わすことによって、その後の対話の意思を示し合うが、本研究におけるシナリオでは、テレワーカーの状況によっては必ずしも都合が良くない場合があり得る。そこで、身体向け合いのみの模擬として、Kubi に搭載されたモバイル端末のディスプレイ面を歩行者に向けた動作を提示するが、ディスプレイには下を向いて仕事をしているテレワーカーの録画済み動画を表示した。

歩行者が Kubi から 1.2m 以内に近づいた場合には、テレワーカーが正面を向いている映像に切り替える。前述のシナリオでは、テレワーカーが注視している場合には、テレワーカーの実時間映像に切替えることにしていたが、後述する実験を統制するために、テレワーカーが正面を見ている録画映像に切替えることとした。1.2m という距離は、人々が雑談をするのに適した距離である[3]。

4. 実験

提案する2段階挨拶の方法が雑談の誘発に有効であるかを確認するために行った評価実験について説明する。

4.1 実験手順

本実験の参加者は、並行して実施した遠隔対話実験のために、友人関係の3人組であることを条件に募集した。3名の参加者は、まず遠隔対話実験のための部屋に案内された。その実験のタスクでは3人が1名対2名で2部屋に

別れ、遠隔会議システムを介してディスカッションをした。タスクは3回おこない、それぞれ異なる1名が別室へ移動した。その際、まずアンケートに回答して欲しいとその参加者に説明して、実験者が本実験のために用意した実験環境(別室)の入り口まで誘導した。参加者は自分自身でドアを開けて入室して、室内に設置されたテーブルの上に置かれたアンケート用紙を読みながら、回答を書き込んだ。

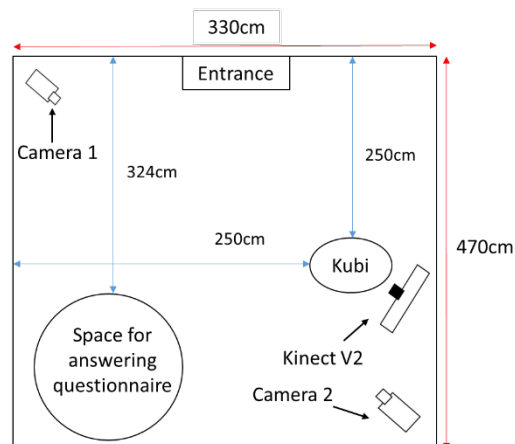


図2 実験環境の概要

Figure 2 Overview of an experimental environment.



図3 実際の実験環境

Figure 3 Actual experimental environment.

実験環境には本研究で開発したシステムが設置してあった。実験環境の概要を図2に、実際の実験環境を図3に示す。実験環境にはアンケートを回答するための机と、Kubi(以後、ロボット)およびKinectV2を設置した。また、実験の様子を撮影するためにビデオカメラを2台設置した。アンケートは2,3分で終了する程度の量であったが、アンケートに回答し終えても、実験者が迎えに来るまで部屋で待機するように参加者に伝えた。また、アンケートの回答を終了した後は、退室しない限り自由に行動しても良いと伝えた。なお、参加者にはアンケート用紙と筆記用具があることしか知らせておらず、ロボットが部屋に置いてあることは知らせていなかった。

室内では、ロボットに搭載されたモバイル端末のディスプレイ面が、ドア方向に向くように設置されており、ディ

スブレイには参加者の知人（3人組みの他の2名のうちの1人）が下を向いている様子を動画で再生していた。システムが参加者を検出すると、ロボットは実験条件に応じた挨拶を提示した。

遠い挨拶は、モバイル端末のディスプレイ面が参加者の動きに追従して動く動作で表現した。参加者が1.2m以下に近づくと、知人が正面を向いている動画像に切替えることによって、近い挨拶を表現した。この正面映像は参加者が1.2m以上離れると、5秒後に下向きの映像に切り替わるようにした。参加者への追従動作は距離に関係なく継続して提示した。図4に遠い挨拶と近い挨拶の具体例を示す。



図4 Kubiによる遠い挨拶と近い挨拶

Figure 4 Distance salutation and close salutation by Kubi.

参加者は、入室した後、テーブルに向かって歩き、椅子に着席して机の上に置かれたアンケートに回答したが、テーブルに向かって歩く途中や、アンケート回答後に実験者が迎えに来るまでの間、ロボットに対して自由に行動した。実験者が迎えに来た後、参加者は再びもう一つの実験に戻ったが、他の参加者にはこの実験について言及しないように依頼した。

タブレットに表示した知人の動画像は、実験参加者の友人をあらかじめ撮影しておいたものを利用した。これは、並行して実施された実験のために1名が別室に移動し、実験の説明を受けた際に、タスクに関連した資料を読んでいる様子で、遠隔会議システムで友人に対して視線を向けている様子をビデオカメラで撮影したいという趣旨を説明して、撮影したものである。ただし、撮影した映像をロボットに表示することは伝えなかった。

4.2 実験条件

本実験ではロボットの動作のさせ方について、以下の3つの条件で比較実験をおこなった。

(1) 遠い挨拶+近い挨拶（提案手法）：歩行者をロボット

が追従する動作（遠い挨拶）と、歩行者がロボットに近づいたらタブレットに表示されている人が下を向いて作業している映像から正面を向いている映像に切り替わる動作（近い挨拶）を提示した。

(2) 遠い挨拶のみ：歩行者をロボットが追従する動作のみ提示し、歩行者がロボットに近づいてもタブレット上映っている人は下を向いて作業している映像のままとした。

(3) 近い挨拶のみ：ロボットは動かないが、歩行者がロボットに近づいたらタブレット上に映っている人が下を向いて作業している映像から正面を向いている映像に切り替えた。

4.3 評価方法

本実験では以下の項目について評価を行った。

(1) アンケート

各実験参加者に対して実験終了後にアンケート回答してもらった。ロボットやディスプレイに表示されている人に対する印象についてアンケート項目を設定し、6段階のリッカート尺度で回答させた。質問項目を表1に示す。

表1 アンケート項目

Table 1 Questionnaire items.

Q1	ロボットがあることにすぐに気づいた
Q2	友人がディスプレイに表示されていることにすぐに気づいた
Q3	ロボットがあなたを見ているように感じた
Q4	ディスプレイに表示されている人があなたを見ているように感じた
Q5	ロボットがあなたに興味を持っているように感じた
Q6	ディスプレイに表示されている人があなたに興味を持っているように感じた
Q7	ディスプレイに表示されている人に話しかけたいと思った
Q8	ロボットに興味を持った

(2) ロボットに話しかけた実験参加者の人数

各条件においてロボットに話しかけた参加者の人数を測定した。

(3) ロボットに反応した回数

「ロボットに反応した」行動を以下のように分類し、それぞれの行為の回数を測定し、合計値をロボットに反応した回数とした。

- ロボットを見る：視線をロボットに向ける行為。
- 立ち止まる：ロボットを見ながら移動中、1秒以上その場で立ち止まる行為。
- ロボットに近づく：身体をロボットの方に向けた状態

で、ロボットに接近する行為。

- ロボットの前を移動する：ロボットを見ながら、ロボットの周辺を移動する行為。
- その他、ロボットの動きを試す行為：手を振る、立ち止まった後あとずさりする等、ロボットの動きを試すような行為で、上記の行為に含まれないもの。

上記の (2), (3) については、実験の様子を記録したビデオを分析した。

4.4 実験参加者

実験参加者は大学生および大学院生 36 名（男性 27 名、女性 9 名）で、20～24 歳であった。並行して実施された遠隔たわい実験のために、友人同士の 3 人一組で実験に参加してもらった。実験は参加者間配置としたため、各条件の参加者は 12 名であった。

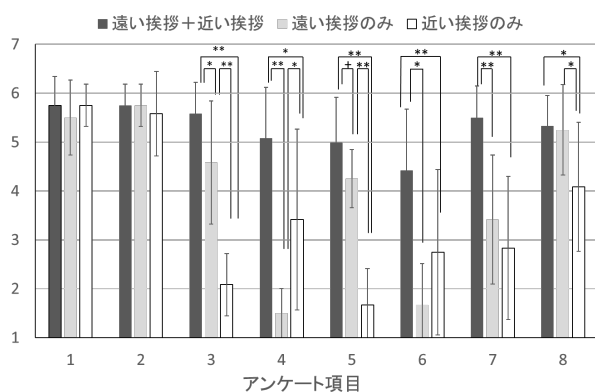


図 5 アンケート結果 (**: $p < .01$, *: $p < .05$, +: $p < .1$)

Figure 5 Questionnaire results (**: $p < .01$, *: $p < .05$, +: $p < .1$)

5. 結果

5.1 アンケート結果

アンケートの各質問項目の回答結果を図 5 に示す。検定では質問項目ごとに、ロボットの動作条件を要因とした等分散性の検定を行った。分析の結果、Q4, Q6, Q7 の 3 項目で等分散性が棄却された。等分散性が保証された項目 (Q1, Q2, Q3, Q5, Q8) については 1 要因の分散分析、等分散性が棄却された項目 (Q4, Q6, Q7) については Welch の修正分散分析を行った。分析の結果、Q1 と Q2 を除くすべての質問項目でロボットの動作条件の主効果が有意であった (Q3: $F(2,33) = 44.77, p < .01$, Q4: $F(2,18.09) = 53.61, p < .01$, Q5: $F(2,33) = 57.89, p < .01$, Q6: $F(2,20.44) = 17.6, p < .01$, Q7: $F(2,19.14) = 21.7, p < .01$, Q8: $F(2,33) = 5.4, p < .01$)。下位検定として、Q1, Q2, Q3, Q5, Q8 の質問項目には Bonferroni の補正による多重比較、Q4, Q6, Q7 の質問項目には Games-Howell 法により多重比較を行った。その結果、「遠い挨拶+近い挨拶」と「近い挨拶のみ」の条件間に Q3～Q8 の質問項目で有意差 ($p < .05$) が認められた。「遠い挨拶+近い挨拶」と「遠い挨拶のみ」の条件間には Q4, Q6, Q7 の質

問項目で有意差 ($p < .05$)、Q5 の質問項目で有意傾向 ($p < .1$) が認められた。「遠い挨拶のみ」と「近い挨拶のみ」の条件間には Q4, Q5, Q8 の質問項目で有意差 ($p < .05$) が認められた。

5.2 ロボットに話しかけた人数

動画データから、各条件において実験部屋に入室してからロボットに話しかけた人数を測定した。結果を表 2 に示す。各条件における発話の発生率をカイ二乗検定で分析した結果、有意差が認められた ($\chi^2(2) = 6.24, p < .05$)。下位検定として、残差分析を行ったところ、「遠い挨拶+近い挨拶」条件のみロボットに話しかける確率が 5%水準で有意であることが認められた。

表 2 ロボットに話しかけた参加者の人数

Table 2 Number of participants spoke to Kubi

	遠い挨拶 +近い挨拶	遠い挨拶のみ	近い挨拶のみ	合計
話しかけた 人数	9△	5	3	17
話しかけな かった人数	3▼	7	9	19
合計	12	12	12	36

5.3 ロボットに反応した回数

実験参加者が実験中にロボットに反応した回数の計測において、動画データのラベル付けは共著者の 1 名がおこなったが、分析結果の信頼性を確認するため、ランダムに選択した実験参加者 12 人分の動画分析を研究関係者以外の者 1 名に依頼した。そして、2 名のラベル判定の一致率を計算した結果、 $\kappa = .75$ となった。

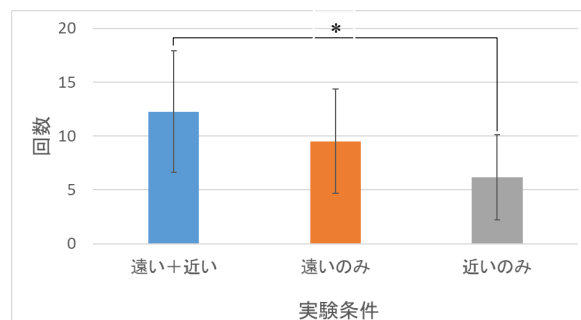


図 6 ロボットに反応した回数 (*: $p < .05$)

Figure 6 Number of reactions to the robot (*: $p < .05$).

計測結果を図 7 に示す。これらのデータに等分散性が保証されたため、ロボットの動きの種類 (3 条件) を要因とした対応なしの 1 要因分散分析を行った。その結果、ロボットの動作条件要因の主効果が有意であることが認められた ($F(2,33) = 4.32, p < .05$)。下位検定として、Bonferroni の補正による多重比較を行ったところ、「遠い挨拶+近い挨拶」と「近い挨拶のみ」条件の間で有意差が見られた ($p < .05$)。また、実験参加者がアンケートを回答するために着席する

までロボットに反応した回数を図 8 に示す。この結果に対して上記と同様の分析を行ったところ、有意差が認められた ($F(2,33) = 5.32, p < .05$)。下位検定として、Bonferroni の補正による多重比較を行った結果、「遠い挨拶+近い挨拶」と「遠い挨拶のみ」条件の間に有意差 ($p < .05$)、「遠い挨拶+近い挨拶」と「近い挨拶のみ」条件間で有意傾向が見られた ($p < .1$)。

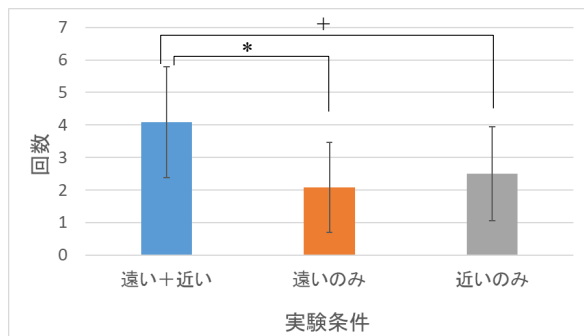


図 7 着席前にロボットに反応した回数

Figure 7 Number of reactions to the robot before seating.

6. 考察

表 2 より、提案手法である「遠い挨拶+近い挨拶」条件は、他の 2 条件と比較してロボットに話しかける人が多かった。本章ではこの理由について考察する。

ロボットに反応した回数は「遠い挨拶+近い挨拶」条件の方が「近い挨拶のみ」の条件よりも有意に多かった (図 7)。ビデオ分析では、「近い挨拶のみ」条件ではロボットを見るという行動は比較的多く見られたが、ロボットに近づく、前を移動する、立ち止まるなどの行動は他の 2 条件と比較してあまり見られなかった。このように、ロボットの追従動作が、参加者のロボットに対するインタラクションを誘発したようである。さらに、アンケート結果からは Q7 (ディスプレイに表示されている人に話しかけたいと思った)、Q8 (ロボットに興味を持った)、などロボットに対する興味や実際話しかけたいと思うかについての質問項目で「遠い挨拶+近い挨拶」条件が高く評価されている。このことから、追従動作がある方が、参加者がロボットに対して興味を持ち反応を示したことが示唆される。また興味深いのは、両条件ともタブレット内に表示されている人が正面を向いている映像に切り替わるのにもかかわらず、アンケート項目 Q4 (ディスプレイに表示されている人があなたを見ているように感じた) と Q6 (ディスプレイに表示されている人があなたに興味を持っているように感じた) の項目で有意差が見られたことである。

「遠い挨拶+近い挨拶」と「遠い挨拶のみ」の条件間については、ロボットに対して反応した回数に有意な差は見られなかったが、着席前にロボットに反応した回数については、「遠い挨拶+近い挨拶」の方が有意に多かった (図 8)。

アンケート項目については、Q7 (ディスプレイに表示されている人に話しかけたいと思った) に関して有意な差があり、実験後のインタビューから「遠い挨拶のみ」条件では「ディスプレイに映っている人が下を向いたままだと話づらい」、「作業をしていて忙しそうだった」という意見が得られた。また、Q5 (ロボットがあなたに興味を持っているように感じた) で「遠い挨拶+近い挨拶」の方が高く評価された傾向があった。これらの結果から、2 段階目の挨拶として視線を提示することが、ロボットが参加者に興味があるように感じさせ、それによって、参加者がディスプレイに表示された知人に話しかけたいと思わせる効果があることが示唆された。

以上の結果から、単に遠い挨拶や近い挨拶のみを提示した場合よりも、遠い挨拶と近い挨拶を組み合わせた場合 (提案手法) を提示することが、雑談の誘発に有効であると考えられる。

7. おわりに

本研究では、在宅勤務者が抱える問題の 1 である孤立感を解消するために、テレプレゼンスロボットを用いて雑談を誘発するシステムの開発及び評価実験を行った。雑談を誘発する手法として、Kendon による挨拶行動に関する知見に基づき、ロボットに追従動作 (遠い挨拶) とディスプレイ内に映っている人の視線提示 (近い挨拶) を提示させる手法を提案した。そして、実験の結果、提案手法は、実験参加者がロボットに対して話しかけさせる効果があることがわかった。このことから、テレプレゼンスロボットの操作を半自動化し、2 段階の挨拶を提示させることによって、雑談を誘発できる可能性を示すことができた。

今回はメインオフィスの環境における、メインワークの反応に注目した実験をおこない、テレワークは録画映像のみを使用した。今後は、テレワークのためのユーザインタフェースの開発をおこない、実際のオフィス環境において長期間使用された場合に、雑談の誘発に対する効果を調査する必要がある。

参考文献

1. Tammy D. Allen, Timothy D. Golden と Kristen M. Shockley. 2015. How Effective Is Telecommuting? Assessing the Status of Our Scientific Findings. *Psychological science in the public interest : a journal of the American Psychological Society* 16, 2: 40–68. <https://doi.org/10.1177/1529100615593273>
2. Cecily D. Cooper と Nancy B. Kurland. 2002. Telecommuting, professional isolation, and employee development in public and private organizations. *Journal of Organizational Behavior* 23, 4: 511–532. <https://doi.org/10.1002/job.145>

3. Edward T. (Edward Twitchell) Hall. 1992. *The hidden dimension*. Peter Smith Pub.
4. Brandon Heenan, Saul Greenberg, Setareh Aghel-ManeshとEhud Sharlin. 2014. Designing social greetings in human robot interaction. *Proceedings of the 2014 conference on Designing interactive systems - DIS '14*, 855–864.
<https://doi.org/10.1145/2598510.2598513>
5. Adam. Kendon. 1990. *Conducting interaction : patterns of behavior in focused encounters*. Cambridge University Press.
6. H. Kuzuoka, T. KosugeとM. Tanaka. 1994. GestureCam: A video communication system for sympathetic remote collaboration. *Proceedings of the 1994 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW 1994*. <https://doi.org/10.1145/192844.192866>
7. Min Kyung LeeとLeila Takayama. 2011. “Now, i have a body” *Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems - CHI '11*, 33. <https://doi.org/10.1145/1978942.1978950>
8. Yadong Pan, Haruka Okada, Toshiaki UchiyamaとKenji Suzuki. 2015. On the Reaction to Robot’s Speech in a Hotel Public Space. *International Journal of Social Robotics* 7, 5: 911–920.
<https://doi.org/10.1007/s12369-015-0320-0>
9. David Sirkin, Gina Venolia, John Tang, George Robertson, Taemie Kim, Kori Inkpen, Mara Sedlins, Bongshin LeeとMike Sinclair. 2011. Motion and Attention in a Kinetic Videoconferencing Proxy. *Proceedings of IFIP Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT 2011)*, 162–180.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-23774-4_16
10. Christoph Weinert, Christian Maier, Sven LaumerとTim Weitzel. 2014. Does teleworking negatively influence IT professionals? *Proceedings of the 52nd ACM conference on Computers and people research - SIGSIM-CPR '14*, 139–147.
<https://doi.org/10.1145/2599990.2600011>
11. 総務省. 2015. 平成27年版 情報通信白書. 491. 読み込み 2018年2月9日 から
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/index.html>
12. Telehealth Services, Software and Devices | InTouch Health. 読み込み 2018年2月13日 から
<https://www.intouchhealth.com/products-and-services.html#medicaldevices>
13. Kubi Telepresence – Kubi makes video conferencing simpler and more engaging in Telemedicine, Distance

Learning, and Business. 読み込み 2018年2月13日
から <https://www.revolverobotics.com/>