

# テレプレゼンスロボットを活用した高齢者間の遠隔 ICT 講習

## Tele-presence robot helps Remote ICT Lecture course among senior citizens

小杉 晋央\*<sup>1</sup>  
Akihiro Kosugi

\*<sup>1</sup> 日本アイ・ビー・エム株式会社  
IBM Japan Co., Ltd.

Encouraging public engagement of senior citizens is an emerging demand in the society. We have driven remote lecture courses of tablet-pc among senior citizens of Sendai and Nishinomiya to seek possibility of expanding the chance for them to participate in and to contribute to the community. However, remote communication is lacking sense of presence and affinity, which often brings awkwardness in conversation. Therefore, we introduced a new type of tele-presence robots to overcome such situation leveraging its embodiment. This paper has attempted to show if the elderly people can reconcile controlling robots and giving lectures, consequently, bringing further sense of presence for better possibility of closer understanding.

### 1. はじめに

高齢化の進む社会において、高齢者の社会参加を促進し、その技能、知識を還元し、社会の活力とすることは急務である。ビデオ会議等の ICT 技術による遠隔コミュニケーション技術は、高齢者にしばしば起こりがちな身体的物理的制約を排除し、知識、技能の伝達の機会を広げる可能性を持つ。その実現の可能性を探るため、仙台市と西宮市の高齢者同士によるタブレット操作に関する遠隔講習実験を行ってきた。講習会は 2 年継続し、1 年目はビデオ会議と受講者のタブレット画面共有端末による可能性と必要要件の検証を行った[1]。その結果、臨場感、存在感の改善が課題としてあげられた。講習で自分の分からないことを質問という形で開示し、適宜補うことはより効果的な知識伝達を可能にする。しかし実際にあったこともない講師と受講者がそれを自然に行うには、質問できる相手の存在を認識できるよう、受講者に人としての存在感と臨場感を印象づけ、心の距離を近づける必要がある。このため、2 年目ではロボットを導入し、その身体性により存在感を向上させ、心的距離を近づける[2]ことを試みた。その際の課題の一つに、知識や技能伝達のような高度なコミュニケーションと認知負荷を伴うロボット操作の両立があった[3]。本稿では、テレプレゼンスロボットの操作において、認知負荷を伴いにくい自然な動作による操作方法を導入し、高齢の講師が、タブレット講習を行いつつ、ロボット操作を行い、高度な知識伝達と、ロボットの動作による遠隔での存在感の向上を両立させる可能性について検証を行った。

### 2. ロボットを使ったタブレット遠隔講習

遠隔講習は、全体の講習を進めるメイン講師 1 名と、受講者個別の進捗をチェックし、必要に応じてアドバイスを、メイン講師への連絡を行う、サポーター講師 2 名により進められる。メイン講師は、講習中タブレットを用いて説明するため、マウスやキーボードを用いた市販ロボットの操作 UI の使用が難しい。このため、のぞき窓 UI という、顔の位置を用いて操作するテレプレゼンスロボット、Cogi[4]を使用した。

Cogi は pan/tilt 回転を行う雲台を用いて、ビデオカメラ、またはビデオカメラと液晶ディスプレイがセットになった機器を動かす機構を備えたテレプレゼンスロボットである。講師と受講者の

コミュニケーションは、このロボットが操作側、被操作側それぞれ一体ずつ、ビデオ会議システムに接続する事によって行われる。操作側として接続されたロボットは、カメラに写った操作者の顔を検出し、その位置から顔に正対するための角度を割り出し、カメラをそちらに向ける(顔追従)。同時に算出した角度情報をビデオ会議システム経由で、遠隔にある被操作側ロボットに送信する。角度情報を受け取った被操作側ロボットは、操作者とは点対称に向くようカメラのついたロボットを回転させる。これにより、操作者には画面を挟んだ向こう側が映っているように見え、画面を窓のようにとらえ、のぞき込むような動作をする事で遠隔のロボットを操作し、周囲の状況、すなわち教室内に並んでいる任意の受講者を個別に把握することが出来る(のぞき窓 UI)。また、相手側ロボットに移る操作者の顔は、操作側ロボットの顔追従機能により、常に画面の真ん中に正面を向いて映っており、相手側からは、あたかも操作者が画面に入って首を振っているように見える。



図 1 Cogi を操作する講師(左:受講者側,右:講師)

Figure 1. Lecturer using Cogi. (left: in students' class room, right: lecturer)

メイン講師の正面には、このロボットの画面による受講者画面の他に、受講者がいる教室全体を映した画面と、講師自身が操作しているタブレットの画面(書画カメラ映像)、講師の顔が一つのプロジェクタ画面に表示される。ロボットの横には、受講者のタブレット画面が並んで表示される端末が設置され、受講者の進捗状況確認の一助とする(図 1)。サポーター講師は Double[5], Kubi[6]の 2 種類の市販ロボットを用いて、受講者の様子を確認、会話をを行う。また、メイン講師同様、受講者のタブレット画面が表示される端末を用い、個別の受講者の進捗状況を確認する。

\*<sup>1</sup> 小杉晋央, 日本アイ・ビーエム株式会社 東京基礎研究所,  
東京都江東区豊洲 5-6-52, a1kosugi@jp.ibm.com

### 3. 講師によるロボット操作と受講者の印象

操作者の動作を利用したロボットの操作方法には、HMD に取り付けられたジャイロセンサーなどを使用し、操作者の頭の方向とロボットの向きを同期させて操作する提案が行われている[7]. 特殊機材の使用や装着など、運用時の負荷は高くなるものの、これらの操作は操作者が実際に遠隔地にいる場合と同じであり、最も自然な手法と考えられる。のぞき窓 UI も現実には存在する物をモチーフにしているものの、操作者が完全に遠隔の環境に移動した状況とは異なる動きを要求する。高齢の講師が講習を行う中で、速やかなメンタルモデル構築の可能性と、その結果としての、受講者への存在感の発揮について、検証を行った。

講習会は 5 回で終了する初級者コースを 2 系統、次いで 3 回で終了する中級者コースを 3 系統の計 19 回行われ、のべ 5 名のメイン講師がロボットを使用した。うち 1 名の講師は、初級コース、中級コース双方を担当した。

#### 3.1 ロボットの操作に関する講師の評価

ロボットを使用する上の使いやすさについて以下の項目でメイン講師に対するアンケートを行った。

- ロボットから見える受講者側の画面の状況の把握に対する有用性
- ロボット操作の直感性

メイン講師による有効回答回数は、18 回であった(1 回は機材トラブルによる計測不能)。回答は 5 段階評価で行われ、1 を positive, 5 に negative な値を設定した。画面の有用性に対する初級コースの平均は 2(stdev=0.71,N=8), 中級コースの平均は 1.4(stdev=0.53,N=8), 操作の直感性は初級コースで 2.1(stdev=0.6,N=8), 中級コースでは 1.4(stdev=0.53,N=8)となった。このシステムを初めて使った時の講師の回答平均値が有用性 1.25(stdev=0.5,N=3), 直感性 1.5(stdev=0.58,N=3)であり、初回から比較的高い評価を得ていることから、高齢者でものぞき窓へのメンタルモデルの構築は容易であったと考えられる。

また、操作用機能改善の一環として講習期間中に以下の変更を行った。

- ズーミング機能：(初級者コース第四回目) 講師の顔を画面に近づけると遠隔の画像が拡大される機能を導入した。
- 遠隔画面と顔追従カメラの同期：(中級者コース第一回目) 操作用ロボットの液晶画面を、顔追従カメラと同期させて動かす、常に画面が講師に正対する機能を導入した。

変更の前後でのロボット操作に関する回答平均値の比較を図 2. に示す。

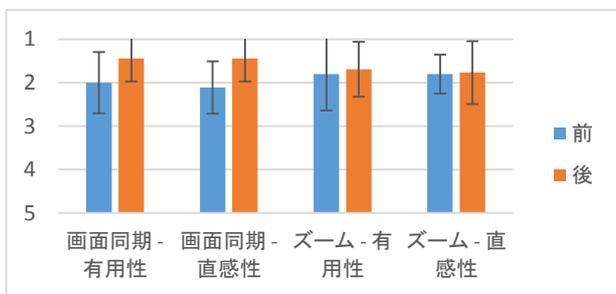


図 2 操作機能の変更に対する影響

Figure 2. Lecturers' impression by operational feature.

中級者コースから導入した、液晶をカメラと同期させて動かす機能は画面の視認性を上げるために導入したが、操作者に対する動作が実際ののぞき窓と離れるため、直感性に不利なことが懸念された。しかしながら、有用性に関する回答 ( $t=-1.50, df=16, p=.077 > .05$ ), 直感性に関する回答 ( $t=-2.15, df=16, p=.024 < .05$ ) 共に値の向上が確認され、中でも直感性に関する変化については、有意性が確認された。ロボットの顔ともいえる表示画面が動くことにより、操作に対する大きなフィードバックが得られ、操作感が高まった可能性が考えられる。一方でズーム機能による操作性に関する回答は、平均値は向上したが、有用性 ( $t=.76, df=16, p=.77 > .05$ ), 直感性 ( $t=-.76, df=16, p=.23 > .05$ ) ともに有意差は認められなかった。

#### 3.2 ロボットの動作に関する受講者の評価

受講者が学習する教室では、前面のプロジェクトに講師のタブレットを操作している画面がビデオ会議により表示される。Cogi はその手前に配置され、受講者は、操作を行っている講師の表情や、のぞき窓操作によりどこを見ているかを確認出来る。

講習中のロボットの動きの印象について、受講者に以下の項目でアンケートを行った。

- ロボットの動きから講師の目線、意図把握のしやすさ
- ロボットの動きによる親近感の向上
- ロボットの動きによる説得力の向上

受講者の参加人数は、1 回あたり 3-6 名で推移し、初級者コースでのべ 38 名(1 回平均 3.8 名), 中級者コースは 42 名(1 回平均 4.7 名)が参加した。回答は 5 段階評価で、1 を positive, 5 を negative とした。

図 3 に回毎の回答の平均値を示す。(1\_x: 初級者コース, 2\_x: 中級者コース)

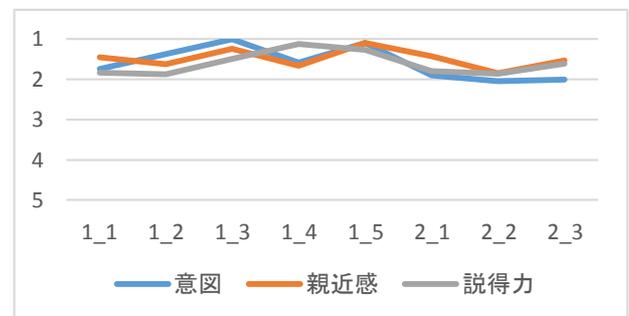


図 3 受講者の動作に対する印象

Figure 3. Students' impression during the course.

全体を通して、意図の把握についての回答平均は、1.73 (stdev=1.01,N=77), 親近感の向上は 1.55 (stdev=0.74,N=76), 説得力の向上は 1.67 (stdev=0.70,N=76)と、おおむね高い水準であった。

また、受講者用ロボットには、期間中に以下の変更を行い、与える印象についての変化を検証した。

- 画面内の講師顔の大きさ調整(初級者コース第三回目) 講師が操作側ロボットから離れると、受講側ロボットに映る講師の顔が、小さく映ってしまっていたが、認識された顔の面積に応じて一定の大きさになるようズーム処理を行った。
- Easing (中級者コース第一回目) 受講者側ロボットの動きが突発的であったため、サーボの

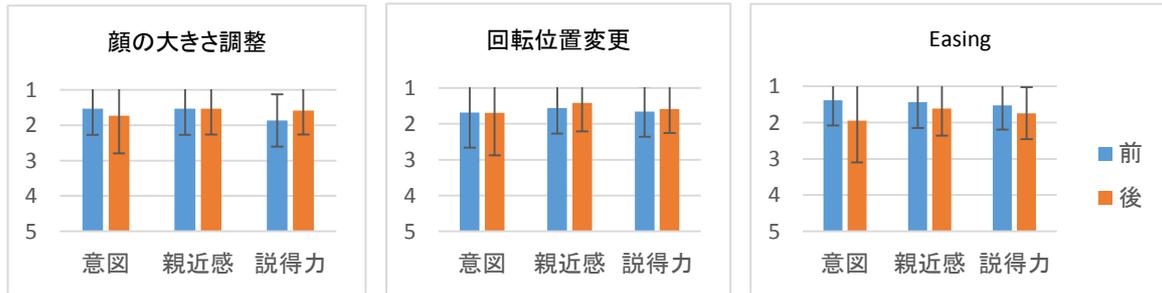


図5 動作変更と受講者の印象変化

Figure 5. Students' impression by change in the movement

動作指示角度に easing 関数を導入し、なめらかに動作するよう変更した。

- 回転位置の変更 (中級者コース第二回目) のぞき窓 UI は、操作側ロボットを中心に奥まった位置で動くことを要求する。一方で、初期バージョンの Cogi は、顔(液晶)が、首(回転半径の中心)から前に出た形で回転しているため、画面内の講師本来の動きと、ロボットの体の動きに齟齬ができ、自然さが失われていると考えた。このため、画面が回転軸の中心から奥で動作することが可能のように機構を変更した。(図4)

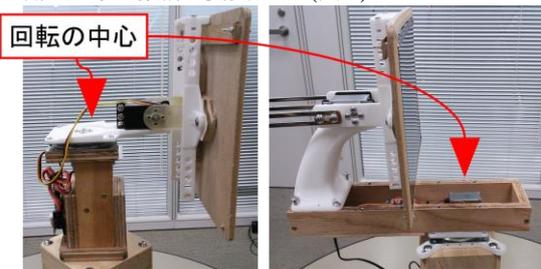


図4 回転位置の変更(左:変更前,右:変更後)

Figure 4. Change in rotational position. (left: before, right: after)

変更の有無による回答値の比較を図5に示す。

顔の大きさ調整, 回転位置の変更について, 値は変化したものの, 有意な差は認められなかった。

Easing による影響は, 動きによる意図の把握( $t=-2.33, df=72, p=.01<.05$ )のみ, 有意に値が低下した。Easing は, スタッフや個別に動作デモを行う際は好評であったが, 受講者には評価が低下する結果となったのは, 操作角度に対して初速と終速を遅くするため, 入力角度に対する反応は若干遅れがちになり, 映像との同期が失われた可能性が考えられる。また, 動作音の低減, 突発的な動きの減少により, 講習に集中している受講者の意識を引かなくなった可能性も考えられる。

#### 4. まとめ, 展望

Cogi によるのぞき窓 UI は, 高齢の講師がタブレットを教えるという, ロボットの操作に注力しにくい状況でも, 使用を始めた初期から操作を行い, その効果を相手に伝えることが出来た。カメラの講習回で自然発生したテレプレゼンスロボットとの撮影会や, 講習中に講師が言った自虐的な冗談に対し, 受講者が”そんなことないですよ”と気遣う場面が見られたことは, 冗談に対してただ笑うだけだった昨年度と比べ, 印象的な出来事であった。

人同士が知識伝達を伴うコミュニケーションをする場合, 心的距離を近づけることは, リラックスした状態で相手の話す内容に集中でき, また, 受け手が分からないこと, 困っていることを開示するための心的障壁を下げることに繋がる。相手の困っていることが分かることは, 教える側も相手の状況を把握しやすくなり, よりの確かなサポートを提供できる可能性が高まる。

このことから, 遠隔での知識伝達において, 身体性を認知上の負担なく適切に表現することは, 知識豊富な高齢者が物理的な要因で赴くことの出来ない問題を解決し, 社会参加の機会を創出する上で重要な要素と考える。

そのための仕組みの研究が進むと同時に, 可用性のある形で実現することで, 状況にかかわらず効果的なコミュニケーションを行える機会が更に広がることを願ってやまない。

**謝辞** 本研究の一部は(独)科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業【戦略的イノベーション創出促進プログラム】(S-イノベ)の支援によって行われた。

遠隔講習会に参加, 協力頂いた, 仙台シニアネットクラブ, 並びに西宮市清瀬台の住民の皆様には, 謹んで感謝の意を表す。

#### 参考文献

- [1] Takagi: Remote IT education for senior citizens., W4A'14, ACM, 2014.
- [2] Rae: In-body experiences: embodiment, control, and trust in robot-mediated communication., CHI '13, ACM, 2013.
- [3] Rae, Bodies in motion: mobility, presence, and task awareness in telepresence., CHI '14, ACM, 2014.
- [4] Kosugi: Cogi: Observation window for tele-presence, INTERACTION'14, IPSJ, 2015.
- [5] Double Robotics. <http://www.doublerobotics.com/>
- [6] Revolve Robotics. <https://revolverobotics.com/>
- [7] Higuchi: Flying head: a head motion synchronization mechanism for unmanned aerial vehicle control., CHI '13, ACM, 2013.