

高齢者によるテレプレゼンスロボットを用いた遠隔就労環境の検討 -グループによる学習は、遠隔就労のための学習を促進するのか？-

Examination of a remote working environment using a telepresence robot for elderly people - Does group learning promote learning for remote work? -

渡辺 謙仁, 坂本 孝丈, 須藤 智

Takahito Watanabe, Takafumi Sakamoto and Satoru Suto

静岡大学

Shizuoka University

watanabe.takahito@shizuoka.ac.jp

概要

老人ホーム遠隔就労を想定し、65～81 歳の高齢者 26 名がテレプレゼンスロボット “Temi” の操作を 3 週間学習した。実験者による 1 対 1 指導である単独群 12 名と他の実験参加者らと交流しながら学ぶ交流群 14 名を比較した結果、食堂内移動を模したコース走行課題は両群とも週を追うごとに迅速化したが、交流群は単独群よりも所要時間が長かった。入居者役と対話する御用聞き課題では、交流群のみ 3 週目に所要時間が有意に増加した。交流により目標が引き上げられ慎重操作や評価懸念が生じた可能性が示唆される。所要時間だけでは学習効果の正負を判断できず、質的指標の導入が必要である。

キーワード：遠隔就労 (remote work), テレプレゼンスロボット (telepresence robot), 高齢者学習 (older adult learning), 社会的望ましさ (social desirability), 評価懸念 (evaluation apprehension), 交流 - 単独比較 (interactive-solo comparison)

1. はじめに

就労を希望する高齢者ができる限り長く働き続け、社会参加できる環境として遠隔地に配置されたロボットを使った遠隔就労が想定可能である。しかし、先行研究は、若年者を対象とした研究(佐倉・松井, 2024)や、Zoom 等の PC アプリを用いた研究(佐野ほか, 2021)にとどまり、認知的加齢を考慮したロボットを介した遠隔就労の環境設計は十分に行われていない。今後、高齢者の多様な働き方の一つとしてロボットを用いた遠隔就労を社会に実装するためには、その就労に必要な新しい人工物の学習過程の特徴を明らかにし、適切な就労環境をデザインする必要がある。そこで本研究では、高齢者の遠隔就労の場として「社会参加の場として価値のある遠隔就労者が集い交流するコミュニティ」を提案し、そのコミュニティの中で遠隔就労に必要な学習をグループでおこなう効果を検証し、高齢者の遠隔就労に必要な最

適な環境を実験を通して検討することにした。

2. 方法

実験では、65～81 歳の高齢者 26 人 (男性 14 人, 女性 12 人) に対して 3 週間 (週 1 回練習) のテレプレゼンスロボット “Temi” (図 1) を用いた遠隔就労の学習を行う状況を設定した。参加者は 2 グループに分けられた。「交流群」(14 人) では、自分以外の参加者 (1-2 名) とロボット操作の熟達者 (1-2 名) が交流しながらグループでロボットの遠隔操作を学習した。「単独群」(12 人) では、実験者が 1 対 1 で操作法を個別指導し、遠隔操作を学習した。想定した就労場面は、遠隔地の老人ホームでロボットを介してリモートで用事を聞く業務 (御用聞き) であった。この業務では、入居者まで近づいて対話することが求められた。

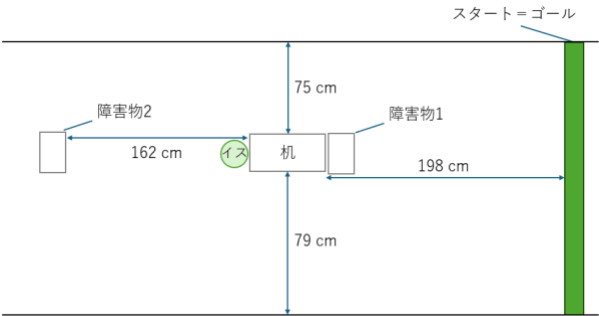
図 1 実験に使用したテレプレゼンスロボット “Temi” (右手前) と走行したコース (左奥)



実験の 1 週目はロボットに慣れることを目的とし、ロボット本体が見える距離でパソコンを使ってロボッ

トを操作したり、ぬいぐるみを老人ホームの入居者と見立ててロボットのカメラ映像からぬいぐるみに掛けられた名札の名前を読み取る練習を行った。2週目と3週目には、実際の遠隔御用聞きを想定した実践的な練習として、簡単なシナリオに沿って入居者役の前まで移動し対話する「御用聞き課題」を課した。また、毎週、老人ホームの食堂内を移動することを想定したコース（図1、2）を設定し、テレプレゼンスロボットで当該コースを移動する「コース走行課題」を課した。コース走行課題では、1、2週目は実験者が積極的に介入したり、交流群では実験参加者らの間の積極的な交流を促しが、3週目は実験者による介入や、交流群では実験参加者らの間の交流を控えた。実験では、コース走行課題（スタートからゴール）や御用聞き課題（ロボットが移動し始めてから御用聞きのための発話を開始するまで）の所要時間を測定した。また、実験開始前と各週の実験後に、質問紙調査を行った。統計分析やグラフ作成には、HAD18.0とR version 4.4.3を使用した。

図2 コース上の机・イス等の配置



3. 結果

本報告では特に、グループ活動のロボットの操作の学習への影響について検討するために、2つの課題の所要時間に焦点を当てて報告を行う。まず、コース走行課題の所要時間について対数変換を行い性別・グループ・週を要因とした3要因分散分析を行った。その結果、グループ($F(1, 15) = 7.506, p = .015, MSe = 0.022$)（図3）と、週($F(2, 30) = 14.977, p = .000, MSe = 0.019$)の主効果が認められた。グループの主効果が認められた結果からは、単独群の方が交流群よりも有意に所要時間が短くなることが示された。週について多重比較（Holm法）を行ったところ、すべての週間に有意差が認められ、時間経過にともない操作時間が早くなることが示された（図4）。以上の結果からは、両

群ともに週を追うごとに操作が早くなるが、単独群よりも交流群の方が所要時間が長くなることが示された。

図3 コース走行課題でのグループ間の所要時間（対数変換）の比較
※エラーバーは標準誤差

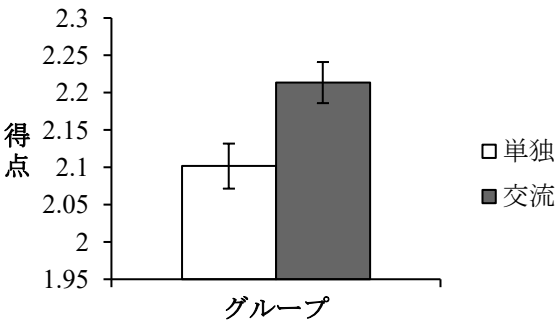


図4 コース走行課題での週間の所要時間（対数変換）の比較
※エラーバーは標準誤差

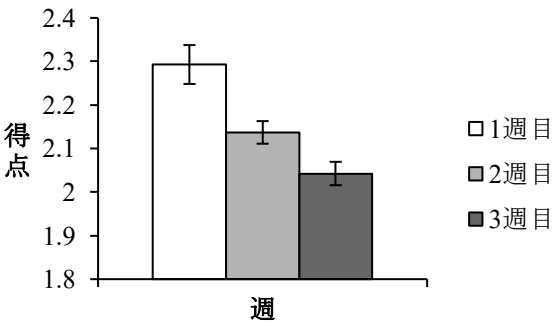
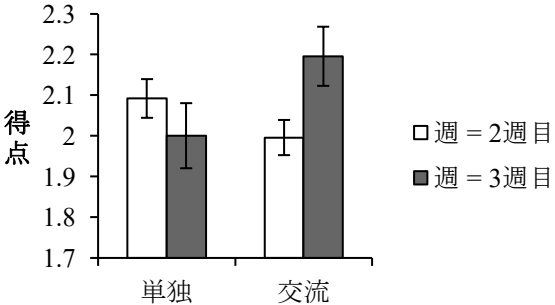


図5 御用聞き課題での単独群と交流群における週間の所要時間（対数変換）の比較
※エラーバーは標準誤差



次に、2週目と3週目に行った御用聞き課題の所要時間について対数変換を行い性別・グループ・週を要因とした3要因分散分析を行ったところ、グル

ープ×週の交互作用が認められた ($F(1, 21) = 5.165$, $p = .034$, $MSe = 0.048$)。下位検定では、単独群では週間で有意差が認められなかったが、交流群では 3 週目は 2 週目よりも有意 ($t(21) = -2.318$, $p = .031$, $d = -.894$) に所要時間が増加することが示された (図 5)。

図 6 3 週目の御用聞き課題での
年齢と所要時間の関係
※曲線はガンマ回帰 (対数リンク関数),
薄く塗ったところは 95% 予測区間

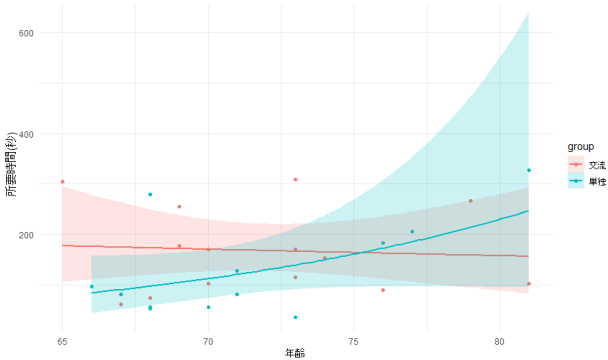
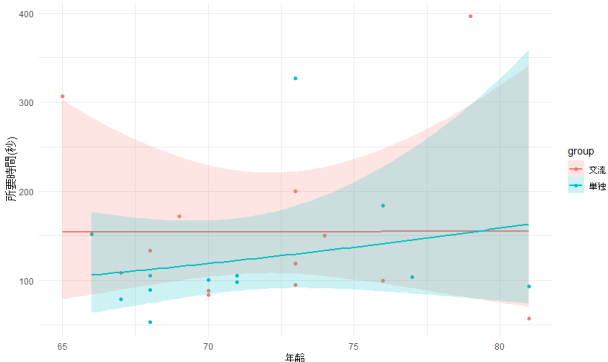


図 7 3 週目のコース走行課題での
年齢と所要時間の関係
※曲線はガンマ回帰 (対数リンク関数),
薄く塗ったところは 95% 予測区間

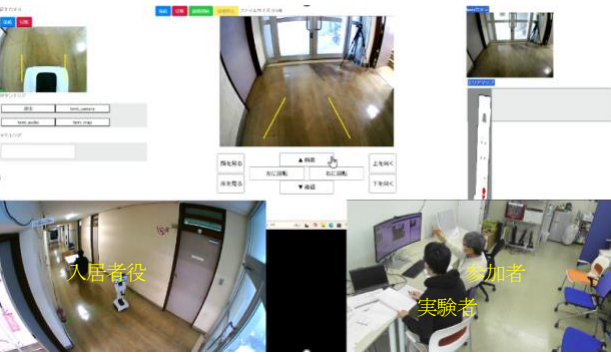


加えて、介入のない 3 週目で、交流群と単独群でそれぞれ一般化線形モデル (ガンマ分布・対数リンク関数) を用いて御用聞き課題の所要時間を分析した結果、単独群でのみ年齢は御用聞き課題の所要時間に対して正の有意な影響を示した ($\beta = .525$, $SE = .027$, $Z = 2.654$, $p = .008$) (図 6)。年齢だけで所要時間の約 27.5% を説明でき ($R^2 = .275$)、単一の説明変数にしては比較的高い説明力となった。コース走行課題の所要時間に対しては、交流群・単独群ともに、年齢による有意な影響は認められなかった ($p > .1$) (図 7)。

図 8 実験参加者 (右下の画像の手前左から 2 番目の人物) が「斜め」と発話した個所 (交流群)



図 9 実験参加者 (右下の画像の手前右から 1 番目の人物) が「斜め」と発話した個所 (単独群)



さらに、御用聞き課題において、所要時間が交流群で長くなった原因を探るため、アドホックにビデオ分析を行った。分析の結果、単に入居者に近づくだけでなく入居者役の「斜め前」を目指す行動が認められたことから、交流を通じて対話行動の目標水準が高められた可能性を探ることとした。さらに、実験の様子を録画した映像を分析したところ、実験参加者が「斜め」と発話した個所を特定した。その結果、交流群と単独群で 1 か所ずつ、該当箇所が発見された (図 8, 図 9)。

実験参加者が「斜め」と発話した前後のトランスクリプトは図 10, 図 11 のようなものである。交流群の一部の実験参加者の間では、「斜め」という学習目標が 3 週目の操作後に事後的かつ相互行為的に共有されていた。一方、単独群では、操作前の説明と実際の操作の間の時間に、「横斜め前」という学習目標が、1 人の実験参加者と実験者の間で相互行為的に共有されていた。以上の結果から、両群の参加者は対話時に斜め横で対話するという行動の必要性について気づき共有したが、他者が存在する交流群の場合は、その情報共有が他者に拡大する可能性があったと考えられる。

図 10 実験参加者が「斜め」と発話した前後の
トランスクリプト（交流群）

参加者 B：だけど、ここにテーブルあるんですよ。
参加者 C：…横に…
参加者 A：横ですねえ。
参加者 B：いや、3 人掛けはあり得ないですからね。
参加者 C：そうですねえ。
参加者 B：2 人掛けですか。
参加者 A：まあ…
参加者 C：4 人とかね。
参加者 B：…こっち…
参加者 A：斜めから話すのが一番あれですかね。
参加者 C：そうですねえ。まあ、今日のようにね。
参加者 B：テーブルの向こう側ってというのがないで
しょう？

図 11 実験参加者が「横斜め前」と発話した前後の
トランスクリプト（単独群）

実験者：ここまでのところで何か質問はありますか？
参加者：入居者役の…話ができる位置までというのが…前回、横、横斜め前くらい…？
実験者：そうです。そうです。そうです。
参加者：正面でない・・・なくても構わない…？
実験者：そうです。横斜め前くらいがちょうどいい位置ですね。はい。

4. 考察

以上の 2 つの課題における所要時間の分析からは、共通して所要時間としては交流群の方が時間が掛かっており、一見すると遠隔就労に必要な操作に対してグループでの活動は、操作とその操作学習に対してネガティブな効果を及ぼしているように見える。その原因として、2 つの仮説が考えられる。

1 つ目の仮説は、2 群の実験状況を比較すると、交流群の状況は、他者が操作の支援ができる状況ではあるが、裏を返せば「見られている」状況となっており、評価懸念のネガティブな影響が発生している可能性である。もし、評価懸念によるネガティブな状況が生じているのであれば、グループという要素を高齢者の遠隔就労の活動に含める設計を行う場合、評価懸念を考慮した設計が必要であると考えられる。

2 つ目の仮説は、交流を通して学習目標の水準が引き

上げられた可能性である。交流群の一部の実験参加者の間でしか「斜め」という発話がなく、かつ事後的だったので確定的なことは言えないが、交流群の多くの実験参加者は、2 週目までの間に他の実験参加者の操作の様子を見て、「斜め前」という高い学習目標を暗黙知的に共有し、その達成を 3 週目に目指したために、所要時間が増加した可能性が考えられる。

また、一般化線形モデルによる分析では、コース走行課題よりも認知的に複雑な課題である御用聞き課題での、単独群における認知的加齢による所要時間の増加が認められた。一方で、交流群では認知的加齢の影響がないとは考えにくいので、若年者ほど影響が大きい評価懸念による影響（若い人ほど人前で話すことへの不安のレベルが高いという先行研究(Ye et al., 2024)もある）と認知的加齢の影響、もしくは、対話の質の向上のための丁寧な操作が打ち消しあって、見かけ上所要時間に対する年齢の影響がなくなった可能性が考えられる。

5. おわりに

本研究で分析対象とした所要時間の定量的な分析と初期的な定性分析だけでは、本当に所要時間の増加がネガティブな影響によるものであったかは不明である。時間の増加は、より丁寧に操作して時間が掛かった、という可能性も考えられ、その丁寧さは学習としては評価すべき点とも考えられる。また、御用聞き課題においては、交流を通じて目標水準が高められた（入居者役の「斜め前」を目指す）可能性もあり、これもいわゆる切磋琢磨としてポジティブに捉えられる。今後、本実験のデータについて定量的な分析だけでなく、さらなる定性的な分析を行い、実際に就労という状況を想定した学習の評価指標を検討する必要があると考えられる。

文献

佐倉 健史・松井 知子.(2024). 産業保健における若年労働者の適応支援について. 産業精神保健, 32(1), 120–122.

佐野 翔子・ジェンジエラ 佐藤 安理紗・矢谷 浩司 (2021). リモートワーク環境での雑談を支援するインタフェースデザインの質的調査. 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI), 2021(29), 1-8.

Ye, T., Elliott, R., McFarquhar, M., & Mansell, W. (2024). The impact of audience dynamics on public speaking anxiety in virtual scenarios: An online survey. *Journal of Affective Disorders*, 363, 420–429.