

機能限定型テレプレゼンスロボットの教育的有用性の検討

Examining the Educational Usability of the Telepresence Robot

with Limited Functions

佐々木翼^{1,2}, 今井亜湖³

Sasaki Tsubasa^{1,2}, Imai Ako³

[キーワード Keyword]	テレプレゼンスロボット, 同室感, 比較実験, 遠隔授業支援システム
[所属 Institution]	¹ 千葉大学大学院医学薬学府 (Graduate School of Medical and Pharmaceutical Sciences, Chiba University), ² 千葉大学子どものこころの発達教育研究センター (Research Center for Child Mental Development, Chiba University) ³ 岐阜大学教育学部 (Faculty of Education, Gifu University)

[要旨 Abstract] 本研究では, 比較的安価であるが, その機能が限定されるテレプレゼンスロボットが遠隔授業支援システムとして有用であるかを検討するため, 実験環境下における遠隔授業においてテレプレゼンスロボットを使用する場合と使用しない場合における学習者の感覚の違いを明らかにする比較実験を行った. 学習者の感覚の違いを定量的に比較した結果, 機能が限定されるテレプレゼンスロボットを使用した場合においても, 学習者は同室感を感じる傾向があることが明らかになり, テレプレゼンスロボットが遠隔授業を支援するシステムとして有用であることが確認できた. さらに, 遠隔授業の参加方法に関する自由記述を分析した結果, テレプレゼンスロボットを操作する際に, 自分の意思や感情をテレプレゼンスロボットに反映させることができる傾向が見られた.

1. はじめに

近年, 教育現場において, テレプレゼンスロボットを用いた遠隔授業の取り組みが行われている.

テレプレゼンスロボットとは, 遠隔地にまるで存在するかのような感覚を操作者が感じながら作業やコミュニケーションを行うための技術を持ったロボットである (館 2019). この遠隔地に実際に存在するかのような感覚は同室感とも呼ばれている (細谷ほか 2008).

テレプレゼンスロボットを用いた遠隔授業では, 様々な事情で学校に来られない児童生徒が学校以外の場所にしながら, 教室にある自分の分身 (アバター) であるテレプレゼンスロボットを操作しながら授業を受けることができる. その一例として, 2017年8月に鳥取県米子市立就将小学校と鳥取大学医学部附属病院が連携し, 院内学級の児童が通常学級の授業に参加する方法として, テレプレゼンスロボット「OriHime」を利用したプロジェクトが挙げられる (つなぐプロジェクト 2017).

小川・野口 (2021) は, オンライン教育は距離的制約の点で有効である一方, 存在感を出すことを課題として挙げ, その解決策としてテレプレゼンスロボットの利用を挙げている. つなぐプロジェクト (2017) で利用されたテレプレゼンスロボット「OriHime」を遠隔授業に用いた研究では, 肢体不自由の生徒が遠隔授

業時に「OriHime」を用いることで, 障がいをあまり浮かび上がらせず, 話しやすさを生み出すこと (岸 2019), 知的障害の特別支援学校の児童と普通科高校の生徒の交流及び共同学習を行う際に, 「OriHime」の使用により視覚・聴覚情報が提供され, これらの情報が特別支援学校の児童の想像を補い, 活発な交流活動に繋がること (山崎 2021), ライティング支援に「OriHime」を用いると, 対面よりも話しやすいと考える学生がいる (岩崎 2018) といった効果が明らかになっている.

「OriHime」以外のテレプレゼンスロボットを遠隔授業に用いた研究として, 冬野 (2018) は遠隔地の教師がPC画面, 大型スクリーン, テレプレゼンスロボット「Double2」, 大型スクリーン+テレプレゼンスロボットの4種類の遠隔指導を行う実験を行い, 教師がテレプレゼンスロボットを用いると, 学習者は教師に実際に眺められている感じが他の条件よりも強く感じる一方, 授業の受けやすさは他の条件よりも評価が低いということを明らかにした. 戸塚・橋本 (2017) は, 「Double2」とiPad Proを合わせたテレプレゼンスロボット「User Agent」をグループワークに適用し, テレプレゼンスロボットは, テレビ会議システムに比べ, 操作者の意思を反映した能動的な参加ができ, 補助者の負担軽減が可能である一方で, グループワークの種

類によっては欠点があることを明らかにしている。FITTERほか(2020)は、テレプレゼンスロボット「Beam+」を用いた実験を大学生18人に行い、存在感、自己認識、表現力については、従来の授業手法に比べて、「Beam+」を用いた方が感じやすいことを明らかにした。WEIBELほか(2020)は、学齢期の小児がん患者らが、がん治療中に学校のクラスとのつながりを維持するのにテレプレゼンスロボット「AV1」を用いた結果、テレプレゼンスロボットが同級生との社会的交流過程や学習活動への参加を促進し、孤独感や教育的な遅れが軽減されたこと、テレプレゼンスロボット自体が排他的であると認識されるかは、ロボットの機能性、教室内の空間性、関係者の期待などの複数の要因に依存することを示した。

以上より、遠隔授業においてテレプレゼンスロボットを使用すると、学習者が遠隔地に居ながら、まるで教室に行き、授業を受けているように感じる環境を提供でき、対面よりも授業が受けやすく、学習活動への参加の促進も確認されている。一方で、上述した先行研究で使用されたテレプレゼンスロボットは、コスト面等において、教育現場で導入することに課題がある。AHUMADA-NEWHART・OLSON(2019)によると、市販されているテレプレゼンスロボットは、学校生活の中で子どもに適應するものもあるが、ロボットが重いといった物理的な課題や、費用面の課題があると指摘されている。

本研究では、教育現場に導入しやすい価格帯ではあるが、その機能が限定されているテレプレゼンスロボットを用いた時に、上記のテレプレゼンスロボットと同様に、学習者が遠隔地にいる授業者とまるで同じ空間で授業を受けているように感じることができると比較実験により検証し、機能が制限されたテレプレゼンスロボットが学習支援システムとして有用であることを明らかにすることを目的とする。教育現場に導入しやすい価格帯ではあるが、その機能が限定されているテレプレゼンスロボットとして、実験計画時(2020年)に市販されていた物の中で、教育現場に導入しやすく、その教育利用の有用性が検討されていない、舘(2019)が示したテレプレゼンスロボットの定義に該当すると考えられる「アボットライリー」(RB-RILEY)を本研究では使用することにした。アボットライリーは、本体の前後移動と、カメラ部分が左右回転及び上下移動するのみの機能が限定されたテレプレゼンスロボットである。

2. 研究方法

2.1. 実験概要

テレプレゼンスロボットを介して参加した遠隔授業において、授業者やテレプレゼンスロボットとは異なる遠隔地点にいる学習者が同室感を感じるかを検証するために、本研究では、テレプレゼンスロボットを使用して遠隔授業に参加する場合(ロボットあり条件)と、テレプレゼンスロボットを用いずに遠隔授業に参加する場合(ロボットなし条件)における学習者の同室感を比較する実験を行う。

実験対象者は、実験時の自分の状況や感じ方等を分析・言語化でき、支援なしに本実験に参加できる大学生を対象とした。

実験時期は2020年11月17日から12月4日にかけて行い、実験に参加した者は37名であった。

2.2. 実験手続き

実験を行うにあたり、参加者に実験目的、実験データの取り扱いおよびデータの利用方法などについて説明を行い、実験同意書に署名した参加者を対象に、まず、遠隔授業の経験等に関する事前調査を行う。事前調査終了後に、次のような比較実験を行う。

実験参加者(以下、参加者)1名ごとに、(1)約10分間の遠隔授業をロボットなし条件で行い、(2)その直後にロボットなし条件での遠隔授業に関する質問紙調査を実施する。続いて、(3)約10分間の遠隔授業をロボットあり条件で行い、その直後に、(4)ロボットあり条件での遠隔授業に関する質問紙調査を実施する。(1)から(4)までの実験所要時間は、参加者一人当たり30分とする。

上記(1)および(3)の遠隔授業の内容は、参加者の学習能力にできるだけ依存せず、参加者間の学習能力の差を抑えるようにするために、小学校低学年向けの算数の授業、すなわち九九の段ごとに決まりを見つける視点と九九の表全体で決まりを見つける視点の2つをもとに九九の表の決まりを学ぶ算数の掛け算の授業を行う。2回目に行うロボットあり条件の遠隔授業では既習事項の影響が抑えられるように、学習する視点を1回目とは異なるように授業を行う。

2.3. 実験環境

実験環境は、授業者が遠隔授業を行う環境(授業実施環境)と、実験参加者が遠隔授業を受講する環境(受講環境)の2種類を用意した(図1)。

授業実施環境には、ホワイトボードを用意した。そ

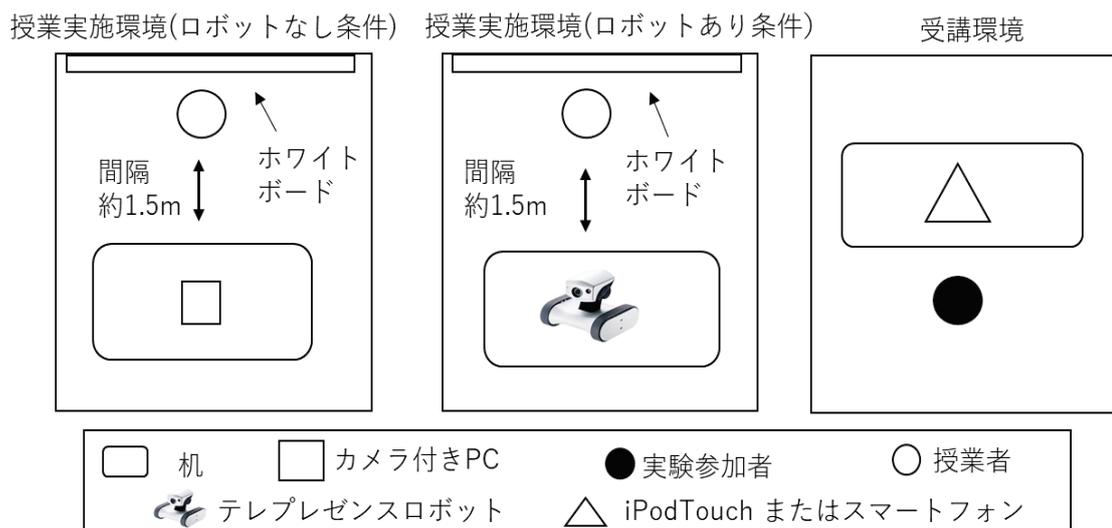


図1 実験環境の概観

して、ロボットなし条件では、Web会議アプリを用いて、授業者がホワイトボードを使って説明の様子をPCに搭載されたカメラで撮影し、受講環境へ配信した。一方のロボットあり条件では、前述した「アボットライリー」(RB-RILEY)のカメラで撮影し、ロボットなし条件と同様に受講環境へ配信した。

受講環境の参加者は、貸出用のiPodTouchもしくは自分のスマホを用いて授業に参加した。条件ごとに授業に参加するためのアプリは異なり、ロボットなし条件はWeb会議アプリ、ロボットあり条件ではアボットライリーの操作アプリを用いた。受講環境は、参加者ごとに自宅もしくは大学(授業実施環境とは異なる部屋)のどちらかを選択してもらった。授業実施環境における授業者とPCもしくはテレプレゼンスロボットとの距離は1.5mに設定し、受講環境にいる参加者が見る映像が異なるように実験前に調整を行った上で、実験を開始した。なお、自宅からの実験参加を希望した参加者には、アボットライリーの操作アプリを参加者のスマホで使用できるようにするために、アプリのダウンロード及びアボットライリーとの同期設定を実験前日までに第一著者とともに行ってもらった。

2.4. 質問紙調査

本研究では、遠隔授業でのテレプレゼンスロボット使用の有無における参加者の感じ方の比較を行うために、2.2.で述べたとおり、実験前の事前調査、ロボットなし条件およびロボットあり条件の遠隔授業終了後にそれぞれ質問紙調査を実施した。

事前調査の調査項目は、遠隔授業の経験について「遠隔授業を受講したことがありますか」と「今までに受

けた遠隔授業はどのようなものでしたか」の2項目を設定した。後者の調査項目の選択肢として「遠隔システムを用いたりリアルタイム配信」、「遠隔システムを用いてはいるが、資料や動画などがアップロードされ、自ら学習するもの」、「その他」の3つを用意し、当てはまるもの全てを回答してもらった。また、テレプレゼンスロボットの使用経験に関して「テレプレゼンスロボットを使用したことがありますか」と「テレプレゼンスロボットを使った遠隔授業を受講したことがありますか。どのような授業でその経験をしましたか。具体的にお答えください」の2項目を設定した。さらに、アバターを通したコミュニケーションの経験について聞くために「自分の分身(アバター)を通したコミュニケーションを行ったことがありますか」の1項目を設定した。

実験後に実施する質問紙調査の調査項目は、細谷ほか(2008)の研究をもとに、対話性、同室感、視線の3因子に着目し、対話性に関しては、「先生とやりとりがしやすいと感じましたか」、「先生と話しやすいと感じましたか」の2項目、同室感に関する項目は「先生を身近に感じることができましたか」、「先生と同じ部屋にいるように感じましたか」の2項目、視線に関する項目は「先生が誰を見ているかわかりましたか」、「先生と目が合っていると感じましたか」の2項目、計6項目とし、両条件とも同じ調査項目を使用した。

回答に当たっては、リッカート尺度法を用い、「5点:とても思う、4点:少し思う、3点:どちらともいえない、2点:あまり思わない、1点:全く思わない」の5段階で回答させた。これらの回答項目において、各因子を構成する質問項目の評価結果を得点化し合計した後

で、清水 (2016) が開発した統計処理ソフト「HAD」を用いて、統計処理を行った。

また、学習支援システムとしてのテレプレゼンスロボットの有用性を明らかにするために、ロボットあり条件の遠隔授業終了後に実施する質問紙調査のみ、上述した6項目の調査項目の他に、テレプレゼンスロボットを用いた遠隔授業の参加方法の良い点・改善点について、自由記述にて回答する項目を設定した。この自由記述による回答は、樋口 (2004) が開発した「KH Coder」を用いて、自由記述の共通する部分を抽出する共起関係を調べた。

3. 結果と考察

3.1. 参加者の属性

分析対象は、参加者37名分のうち、計画通りに実験が実施できた31名分の回答とした。

事前調査の結果、遠隔授業の経験があると回答した者は26名 (約84%)、このうち遠隔システムを用いたりリアルタイム配信の経験があると答えた者は25名、遠隔システムを用いてはいるが、資料や動画などがアップロードされ、自ら学習するものの経験者は20名、その他は0名であった。次に、テレプレゼンスロボットを使用したことがある参加者は、1名 (約3%) であり、テ

レプレゼンスロボットを使用した授業の経験はなかった。アバターを通じたコミュニケーション経験者は15名 (約48%) であった。

3.2. 質問紙調査の回答比較

ロボットなし条件下で行った遠隔授業に関する質問紙調査の結果と、ロボットあり条件下で行った遠隔授業に関する質問紙調査の結果から、対話性、同室感、視線の条件間による差異を分析した。

まず、各条件で行った遠隔授業に関する質問紙調査の結果を表1に示す。表1は、対話性、同室感、視線の因子ごとの質問項目の回答の集計結果と、各参加者の因子ごとの質問項目の得点を合計し (因子得点)、参加者全体の因子得点の平均値と標準偏差をそれぞれ示している。表1の項目「1点、2点、3点、4点、5点」は、「全く思わない、あまり思わない、どちらともいえない、少し思う、とても思う」に対応しており、各質問項目の回答結果を示している。表1より、ロボットなし条件の同室感以外の項目で、全体的に高評価であることがわかる。対話性に関しては、ロボットあり条件に比べて、ロボットなし条件の方が高評価であり、同室感及び視線に関してはロボットなし条件に比べて、ロボットあり条件の方が高評価であることが平均点から読み

表1 質問紙調査の回答結果(人)および合計得点平均(N=31)

実験条件と因子(上段)・各質問項目 (下段)	1点	2点	3点	4点	5点	平均(標準偏差)
対話性：ロボットなし条件	0	9	6	25	22	7.94(1.93)
先生とやりとりがしやすいと感じましたか	0	4	4	14	9	3.90(0.96)
先生と話しやすいと感じましたか	0	5	2	11	13	4.03(1.06)
対話性：ロボットあり条件	5	17	10	19	11	6.45(2.41)
先生とやりとりがしやすいと感じましたか	3	8	5	10	5	3.19(1.26)
先生と話しやすいと感じましたか	2	9	5	9	6	3.26(1.24)
同室感：ロボットなし条件	8	24	12	10	8	5.55(2.26)
先生を身近に感じることができましたか	1	11	9	5	5	3.06(1.13)
先生と同じ部屋にいるように感じましたか	7	13	3	5	3	2.48(1.27)
同室感：ロボットあり条件	4	10	17	22	9	6.71(2.04)
先生を身近に感じることができましたか	2	3	9	12	5	3.48(1.07)
先生と同じ部屋にいるように感じましたか	2	7	8	10	4	3.23(1.13)
視線：ロボットなし条件	6	18	18	12	8	5.94(2.15)
先生が誰を見ているかわかりましたか	4	8	7	8	4	3.00(1.24)
先生と目が合っていると感じましたか	2	10	11	4	4	2.94(1.11)
視線：ロボットあり条件	2	6	16	15	22	7.70(2.03)
先生が誰を見ているかわかりましたか	2	4	7	7	11	3.68(1.25)
先生と目が合っていると感じましたか	0	2	9	8	11	3.93(0.96)

取れる。

次に、対話性、同室感、視線の条件間による差異を明らかにするため、各因子を構成する質問項目の評価結果を得点化し、ウィルコクソンの符号化順位検定を「HAD」を用いて行った。その結果を図2に示す。なお、分析対象31名の回答のうち、ロボットあり条件における「先生と目が合っていると感じましたか」の項目が無回答であった1名の欠損値に対して、平均値代入法を採用した。

本研究はロボットあり・なしの2条件を参加者内で比較していることから、参加者ごとに得点を1位と2位で順位付けし、平均順位得点を算出したものが、図2の縦軸の順位得点である。得点と同じであり、同順位の場合は、平均の順位を代入して算出している。

図2より、対話性はロボットなし条件の方が優れ、有意差が確認できた ($Z(31) = 3.295, p < .01, r = .418$)。図2の同室感では、ロボットあり条件の方が優れており、有意な傾向があることが確認された ($Z(31) = -2.711, p < .01, r = -.344$)。視線についても、図2より、ロボットあり条件の方が有意に感じやすい傾向があることが確認された ($Z(31) = -3.629, p < .01, r = -.461$)。この結果は、FITTERほか(2020)のテレプレゼンスロボットを使用することにより存在感を示しやすという結果と類似している。

以上より、対話性は劣るものの、テレプレゼンスロボットを用いた遠隔授業の方が同室感や視線を感じやすいことが明らかになった。対話性の因子に関連した自由記述内容を見ると、アボットライリーは、参加者(操作者)が話しているときに相手の声が自動的に遮断される点が挙げられていた。具体的には、「音声操作が不便だった」ことや「自分が話しながら相手の声が聞けるとよいと思った」こと、「1回目の方が講義を受けている側の発言を2回目(ロボット)のようにわざわざ切り替えずにできてよかった」ことなどが挙げられており、対話性の課題から、ロボットなし条件を好む者もいた。これは、参加者が使い慣れているzoom等のweb会議アプリと比較して、アボットライリーは双方

向通話が意図的にできないことが改善点として挙げられており、これが対話性におけるシステム評価に影響したのではないかと推察され、これについては今後検討する必要がある。同室感と視線の因子に関しては、遠隔授業でテレプレゼンスロボットを用いる方が有意に感じやすい結果となったことから、遠隔授業時にテレプレゼンスロボットを用いることは有用であることが明らかになった。また、テレプレゼンスロボットの動作の有無による質問紙調査の結果より、ロボット操作を行うほど、同室感を感じやすい傾向が見られたが、有意差は見られなかったため ($Z(31) = 0.789, p > .05, r = -.144$)、操作に関しても今後検討する必要がある。

3.3. 参加者の属性によるテレプレゼンスロボットの感じ方の比較

事前調査の結果が、事後調査の結果とどのように関連しているかを分析するために、因子得点について、シャピロ・ウィルクの検定を行い、正規性の検定を行った。その結果、正規性が確認できなかったため、ノンパラメトリック検定を行った。

事前調査及び事後調査の結果から、参加者の遠隔授業支援システムに対する感じ方の差異を明らかにするため、遠隔授業経験及びアバターを通したコミュニケーション経験の有無を独立変数、同室感を従属変数として、経験の有無を回答した参加者30名のデータを対象にマンホイットニーのU検定を行った。その結果を図3に示す。HADにおけるノンパラメトリック検定は山内(2009)をもとに統計処理が行われている。山内(2009)に記載されている手順に従い、データを小さい順に並び変えて順位を付けたのちに、群ごとに順位平均得点を算出したものが図3の縦軸の順位得点になる。

図3のとおり、アバターを通したコミュニケーション経験の有無では同室感の感じ方に有意差が確認できた ($Z(30) = -2.065, p < .05, r = -.383$)。これより、アバターを通したコミュニケーション経験がある方が、ロボットあり条件下において同室感を感じやすい傾向が

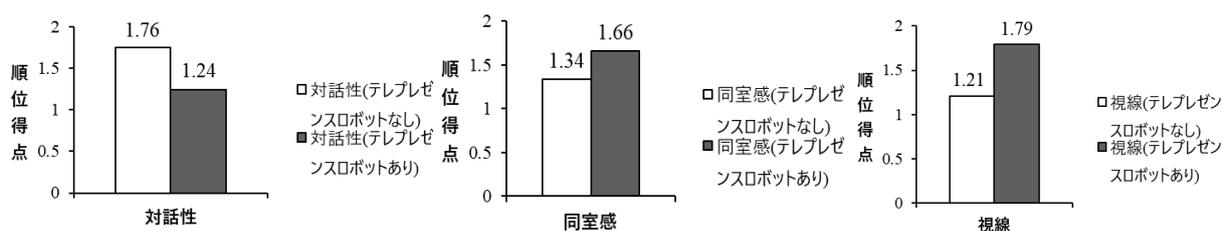


図2 実験条件における因子ごとの感覚の違い (N=31)

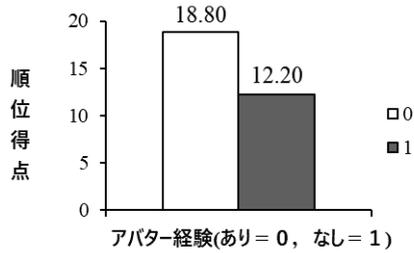


図3 アバター経験の有無による同室感の違い (N=30)

あることが明らかになった。

3.4. テレプレゼンスロボットの有用性

参加者がテレプレゼンスロボットに対し、どのような認識を持ったのかを、テレプレゼンスロボットを用いた遠隔授業の参加方法の良い点に関する自由記述をもとに樋口 (2004) の「KH Coder」を用いて共起ネットワーク分析を行った。その結果を示したものが図4である。

図4の丸枠部分より、テレプレゼンスロボットを操作する時に学習者は自分の意志や感情をテレプレゼンスロボットに反映させることができる傾向がみられた。自由記述からも、「自分の詳しく見たいものを、ロボットを動かすことで見れてよかった」や「ロボットの授業はzoomよりも目線が先生とあっているように感

じやすく、親近感を持たた。」「楽しい、動かすことによって空間にいる感じを味わえた」などの回答が多く見られた。これは、学習者がテレプレゼンスロボットを自分の分身と捉えたと考えることができる。この時の学習者のテレプレゼンスロボットに対する認識は、中上・竹内 (2008) がいうセカンドボディ型またはオルターエゴ型と見なすことができる。セカンドボディ型とは、アバターに対する認識を「自我」が「自己」の身体として認識することであり、オルターエゴ型は、アバターを自分とは別の身体として認識することである (中上・竹内 2008)。「自分の詳しく見たいものを、ロボットを動かすことで見れてよかった」という回答では、主体である参加者がテレプレゼンスロボットを「自己」の身体として認識していると言え、これはセカンドボディ型と明確に分類できる。これはFITTERほか (2020) が明らかにしたテレプレゼンスロボットを使用することによって自己を認識しやすいことと関連していると考えられる。一方、「楽しい、動かすことによって空間にいる感じを味わえた。」といった主体を述べていない回答については、オルターエゴ型及びセカンドボディ型に分類するには情報量が少なく、判別が難しい。しかし、上述したように、学習者のテレプレゼンスロボットに対する認識がオルターエゴ型もしくはセカンドボディ型である場合、遠隔地からテレプレゼンスロボットを操作するだけで、教室に自分の

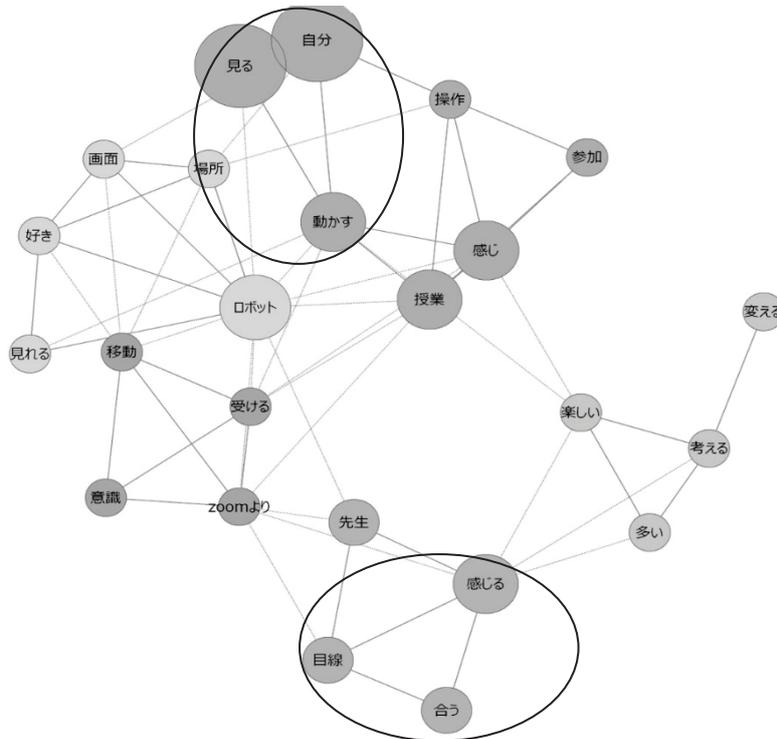


図4 テレプレゼンスロボットに対する認識

身体もしくは自分の分身が存在していることを認知しながら授業に参加できるため、教室に行きたくても行けない学習者にとって、テレプレゼンスロボットは遠隔授業支援システムとして有用であると言える。

4. おわりに

本研究では、実験環境下における遠隔授業においてテレプレゼンスロボットを使用する場合と使用しない場合における実験参加者の感覚の違いを比較することで、比較的安価であるがその機能が限定されるテレプレゼンスロボットが遠隔授業支援システムとして有用であるかを検討した。

その結果、テレプレゼンスロボットを使用しない時に比べて、対話の機能に関する課題は残るものの、遠隔地にいる学習者がテレプレゼンスロボットを使用すれば、テレプレゼンスロボットと一緒に空間にいる学習者や授業者とまるで一緒に空間で授業を受けていると感じる傾向があることが明らかになり、遠隔授業を支援するシステムとしてのテレプレゼンスロボットの有用性が確認できた。一方で、本研究は、大学生を対象にテレプレゼンスロボットを使用した実験を行ったことから、児童・生徒に対して、本研究の結果と同等のものが得られるかについて検討することや、テレプレゼンスロボットの操作の程度が、本研究で着目した同室感に、どの程度関連するかについて検討することが課題として残ったため、これは今後の課題としたい。

付記

本研究は令和2年度岐阜大学教育学部卒業研究として行い、本稿は佐々木・今井（2021）を再構成したものである。

参考文献

- アボットライリー（スマートホームロボット）
<https://www.sanwa.co.jp/support/setsumeisyo/pdf/R/RB-RILEY.pdf>（参照日2022.04.02）
- AHUMADA-NEWHART, V., and OLSON, J. S. (2019) Going to School on a Robot: Robot and User Interface Design Features that Matter, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 26(4): 25:1-25:28
- AV1 No isolationホームページ
<https://www.noisolation.com/av1>（参照日2022.08.26）
- Beam+ 遠隔プレゼンスシステム Beam

- <http://www.nihonbinary.co.jp/Products/Robot/BeamPlus.html>（参照日2022.04.02）
- Double2 遠隔プレゼンスシステム Double2
<http://www.nihonbinary.co.jp/Products/Robot/double.html>（参照日2022.008.26）
- FITTER, N. T., RAGHUBATH, N., CHA, E., SANCHEZ, C. A., TAKAYAMA, L., et al. (2020). Are We There Yet? Comparing Remote Learning Technologies in the University Classroom, *IEEE Robotics and Automation Letters*, 5(2), 2706-2713.
- 樋口耕一（2004）テキスト型データの計量的分析—2つのアプローチの峻別と統合—, 『理論と方法』, 数理学会, 19(1): 101-115
- 冬野美晴（2018）遠隔教育におけるテレプレゼンスツールの比較実験—英語授業でのテレプレゼンスロボット使用検証—, 言語科学, 53: 47-53
- 細谷英一・橋本左由理・原田育生・小野澤晃・上田繁（2008）仮想共有空間の客観視映像を用いた遠隔講義システムとその評価, 情報処理学会論文誌, 49(8): 2742-2756
- 岩崎千晶（2018）高等教育におけるICTを活用したライティング支援の方法:次世代を担うライティングセンターの学習環境を考える, 関西大学高等教育研究, (9): 27-36
- 岸磨貴子（2019）学習環境としての分身型ロボットの活用—特別支援学校の生徒のパフォーマンスに着目して—, コンピュータ&エデュケーション, 46: 12-20
- 中上輝・竹内勇剛（2008）実空間内でのアバターを介した身体的インタラクションにおける自己同一性, HAIシンポジウム2008, 1E-1
- 小川修史・野口晃菜（2021）インクルーシブ教育の観点に基づくオンライン教育の可能性, 教育システム情報学会誌, 38(1): 16-23
- OriHime 分身ロボット OriHime
<https://orihime.orylab.com/>（参照日2022.08.26）
- 佐々木翼・今井亜湖（2021）遠隔授業におけるテレプレゼンスロボット使用に関する研究, 2020年度JSISE学生研究発表会発表論文: 103-104
- 清水裕士（2016）フリーの統計分析ソフトHAD:機能の紹介と統計学習・教育, 研究実践における利用方法の提案, メディア・情報・コミュニケーション研究, (1): 59-73.
- 館暲（2019）バーチャルリアリティー学, 館暲・佐藤誠・廣瀬通孝監修, 日本バーチャルリアリティー学

会編, 日本バーチャルリアリティー学会, 東京,
pp.186

戸塚聖来・橋本浩二 (2017) アクティブラーニングに
おけるテレプレゼンスロボットの効果的な導入の検
討, 情報処理学会第79回大会, 4ZC-07: 4-689-4-690
つなぐプロジェクト (2017)

<https://www.tsunagu-project.com/orihime/>
(参照日2022.04.02)

WEIBEL, M., NIELSEN, M. K. F., TOPPERZER, M.
K., HAMMER, N. M., MØLLER, S. W., et al. (2020).
Back to school with telepresence robot technology: A
qualitative pilot study about how telepresence robots
help school-aged children and adolescents with
cancer to remain socially and academically connected
with their school classes during treatment, *Nursing
Open*, 7(4), 988–997.

山崎智仁・伊藤美和・水内豊和 (2021) 知的障害特別
支援学校小学部と高校における遠隔による交流及び
共同学習の実践, 日本教育工学会論文誌,
45(Suppl.): 41-44

山内光哉 (2009) 心理・教育のための統計法<第3版>,
サイエンス社, 東京, pp.199-206