



Title	高等教育におけるアバターロボットを用いた新たな教育体験の提案
Author(s)	田尾, 俊輔; 大津, 真実; 戸井, 誠人 他
Citation	Co*Design. 2022, 11, p. 121-138
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/86418">https://doi.org/10.18910/86418</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# 高等教育におけるアバターロボットを用いた 新たな教育体験の提案<sup>1)</sup>

---

田尾俊輔 (大阪大学大学院 言語文化研究科 博士後期課程)

大津真実 (大阪大学大学院 言語文化研究科 博士後期課程)

戸井誠人 (大阪大学大学院 工学研究科 博士後期課程)

藤本森峰 (大阪大学大学院 工学研究科 博士後期課程)

## A Proposal to Utilize Avatar Robots for New Educational Experience in Higher Education

---

Shunsuke Tao (Doctoral Course, Graduate School of Language and Culture, Osaka University)

Mami Otsu (Doctoral Course, Graduate School of Language and Culture, Osaka University)

Masato Toi (Doctoral Course, Graduate School of Engineering, Osaka University)

Morio Fujimoto (Doctoral Course, Graduate School of Engineering, Osaka University)

本稿は、昨今のコロナ禍で大きく変化した教育現場において、アバターロボットを用いた新たな教育体験を検討するものである。大学では遠隔授業が中心的に実施されるようになったが、双方向コミュニケーションの不足や身体性の消失という課題が生じている。対面とオンラインを併用した授業や学習方法が展開されるであろうウィズコロナ時代に向けて、本稿では遠隔操作して移動させることができるアバターロボットをグループワークの活動で活用することで、上記のコミュニケーションや身体にまつわる課題をいかに解消できるのかを検討した。その結果、移動できる機能よりも視覚や聴覚を上手く補う機能を備えることの方が重要であることが明らかになり、対面とオンラインを併用したグループワークに特化したアバターロボットとそれを設置する場としてのアバター・コモンズを提案した。

This paper discusses how to use avatar robots in learning settings which are being subject to rapid change in the pandemic of COVID-19 and considers a new form of educational experience. Nowadays, a lot of universities are mainly giving online classes, but it causes some problems in our bidirectional communication and physical experience. Taking into account the coming ‘with-corona age’, when classes and learning styles which blend online and offline effectively seem to be more familiar, this paper focuses on how avatar robots we are able to move remotely can solve the communicative and physical problems in group work. As a result, it is more important to equip avatar robots with the ability to look at and

---

キーワード \_\_\_\_\_ アバターロボット、身体性、視覚、聴覚、アバター・コモンズ

Keyword \_\_\_\_\_ avatar robots, physical functions, visual sensation, auditory sensation, avatar commons

listen to a speaker than the ability to move themselves. Then, we suggest a plan to improve avatar robots suitable for online-and-offline blended group work and avatar commons which are equipped with the refined avatar robots.

## 1 はじめに

2020年は新型コロナウイルス感染症(COVID-19)拡大防止の観点から、教育体験の様相が大きく変化した。「密閉空間・密集場所・密接場面(三密)」を回避することが意識され<sup>2)</sup>、とりわけ大学においては従来型の対面授業ではなく、オンラインシステム等を活用した遠隔授業が全国的に実施されるようになった<sup>3)</sup>。執筆時現在(2021年7月)においては、各大学は対面授業とオンライン授業の併用を計画しており<sup>4)</sup>、キャンパス内に同時に滞在する人数をできる限り減らすことを試みている。このように、対人間の物理的距離を取る必要が生まれたことから、距離の問題を解決する方法として遠隔会議システムを用いることが一般的になりつつあるといえる。

しかしながら、オンライン授業に対しては肯定的な意見と否定的な意見のどちらもある。特に否定的な意見としては、コミュニケーションのしにくさ、実習やフィールドワークなど身体を使う学びの困難さといったものがよく聞かれる。それらの不利な点を解消する手段として、身体性を補うアバターロボットをはじめとした遠隔操作ロボットの活用を検討することができるのではないかと考えられる。アバターロボットの基本機能は、離れた場所へ自由自在にアクセスし、見る、聞く、会話するといったさまざまな体験を行うことである。ただし、距離の課題を解決する手段となるアバターロボットを教育に導入する可能性を探るにあたっては、遠隔会議システムとの違いを踏まえた議論が不可欠であろう。

そこで本稿では、教育における身体性の役割を再考しつつ、オンライン授業で希薄になった身体性に対してアバターロボットはどのような役割を果たすことができるのかを議論する。より具体的には、学生同士のグループワークにおけるアバターロボットの効果を検討することを目的とする。なお、本研究は、2020年度に大阪大学超域イノベーション博士課程プログラムで開講されたプロジェクト型授業「超域イノベーション総合」の課題提供者であるavatarin株式会社<sup>5)</sup>の汎用コミュニケーションロボットnewme<sup>6)</sup>(以下、newmeと示す)を使用した。newmeは双方向のコミュニケーションや操作者による自走での移動が可能であること、操作者の顔をタッチパネル上に表示できること、これらの特徴を生かしたショッピングやミュージアムの見学などの体験を創出しようとしていることが他のロボットと比べて特異な点である。

本稿の構成は以下の通りである。第2章では、教育における身体性の機能に関する先行研究や事例を概観し、本稿の立ち位置を明確にする。とりわけ、対面と遠隔を併用したグループワークでの学習に焦点を当てて議論を進めていく。続く第3章では、上述のグループワークにおいてアバターロボットがいかにふるまうのかを検証するために実施した実験について考察する。その考察結果をもとに、第4章で

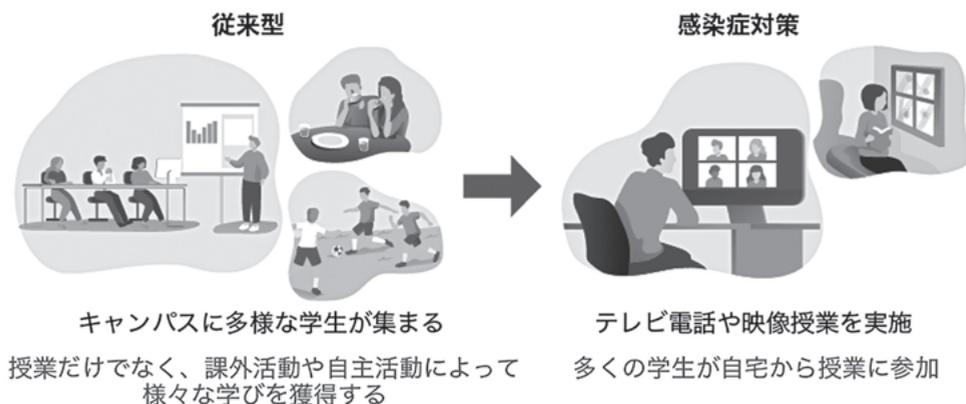


図1：コロナ禍での学び方の変化(大橋(2020)を参考に、筆者ら作成)

は対面と遠隔併用のグループワークに特化したアバターロボットを構想し、そのロボットを設置した学びの場を提案する。最後に、第5章にて本稿のまとめと今後の展望を述べる。

## 2 先行研究・事例の概観

本章では、教育において学習者の身体や五感がどのように機能しているのかについて、先行研究と事例を確認する。特に、昨今の新型コロナウイルス禍(以下、コロナ禍と示す)を境目に、身体や五感を使った学びがどのように変容したのかについても触れる。加えて、教育におけるロボットの活用についても、これまでの事例をまとめておく。

### 2.1 教育における身体性

教育における身体性という、まずは体育などの体を動かす授業が思い浮かぶだろう。横尾ほか(2021)では、中学生と高校生へのアンケート調査、および保護者からの声を参考にしつつ、運動には単に体を育てるという観点だけではなく、友人と運動を楽しむという体験や人間関係の構築、他にはストレス発散という観点もあると指摘する。そして、そのような効果が期待される運動がコロナ禍において制限される中で、いかに身体接触を伴った体育の授業をデザインするのかということが議論されている。しかしながら、身体性は体育の授業だけに留まらず、フィールドワークでの聞き取り調査(鈴木ほか2020)やグループワークでのコミュニケーション(藤本ほか2021)、さらには授業外での学習活動や課外活動(大橋2020、村上2020)においても重要な機能を果たす。特に大学という場に焦点を当てて言えば、大学という場所において前提とされていたのは「身体」の存在と多様な活動であった(大橋2020)。実のところ、授業だけでなく友人同士の交流や課外活動も含めての大学生活であり、物理的なキャン



図2：対面授業とオンライン授業の比較：情報量の違い（筆者ら作成）

パスが提供してきたものは多岐にわたっていたと考えられるのである（村上2020）。図1では、その状況がコロナ禍によって個々人の空間に区切られてしまったことが示されている。このように、教育における身体性の役割は授業内外での人的交流に及ぶ。

本稿では特に、上記で取り上げたグループワークでのコミュニケーションに関する議論を深掘りしてみる。藤本ほか（2021）では、教室でのグループワーク時にミニホワイトボードを活用して、そこに学生各自の意見を記して提示することにより、飛沫防止策を施したと紹介されている。ここにはコロナ禍におけるグループワークの工夫が確認される。注目したいのはホワイトボードで意見を視覚的に提示したということであり、学習の際に五感の中でも視覚の優位性を示唆する事例であるといえよう。上記のような対面授業だけでなく、オンライン授業であっても視覚の重要性は変わらずに存在すると考えられる。それどころか、対面授業であれば、十分な感染対策を行った上で嗅覚や味覚、触覚といった五感の様々な要素を使うことができる一方で、オンライン授業では基本的に画面を視聴するために視覚と聴覚がメインになるため、視覚の重要性は相対的に増すことになるだろう。これらは五感で感じ取れる情報量の違いとして図2のようにまとめられる。

ここまで教育における学習者の身体性や五感の機能について、とりわけコロナ禍前後を比較しながら述べてきた。しかしながら、上記の議論では扱われていない重要な項目がある。それは、これから訪れると予想される新型コロナウイルスと共存するウィズコロナの時代において、対面とオンラインをブレンドした授業あるいは学習をデザインしていく流れがあり（例えば、大阪大学総務部総務課企画調整係2020を参照）、そこでどのようにグループワークを工夫して実施していくかということである。本稿は、対面とオンラインを組み合わせた学習の工夫について、グループワークにアバターロボットをどのように活用できるのかという観点から検討する。特に、アバターロボットでは学習者自身がオンラインでロボットの体を動かせることになるのだが、これは上述した教育における身体性や五感の機能とどのように関わっているのかを議論する。

## 2.2 教育におけるロボットの活用

これまでに検討されてきたロボットの教育場面における活用としては、例えば遠隔地にいる人がテレプレゼンスロボットを介して教室での授業やチュートリングに参加することができるかどうか（山本ほか2017、岩崎2018、光ほか2020、Jakonen & Jauni 2021）や、教える側と学ぶ側をテレプレゼンスロボットで繋げられるかどうか（岡村・田中2016）などがある。山本ほか（2017）では、遠方の生徒あるいは学生がオリイ研究所のOriHimeを通して授業に参加する事例が紹介されている。関連して、チューターがOriHimeを介して学生へと指導する事例もある（岩崎2018）。OriHimeの使用によってコミュニケーションがしやすくなったと指摘されているものの、OriHimeは画面が搭載されておらず、相手の顔を見ることができないロボットである。また、岡村・田中（2016）ではソフトバンクロボティクス社のPepperを用いて高齢者が子どもに教える事例が紹介されている。Pepperは相手の姿を画面に映すことができるが、岡村・田中（2016）はPepper自体の移動というよりも身体的な動作としてのハイタッチが交流を促進することを述べている。加えて、ディスプレイで相手の顔を見ることもできる一方で、学習者の手元に視線を向けながら話すことが多かったとも指摘する。さらに、テレプレゼンスロボット以外のロボットにも目を向けてみると、ジメネス・加納（2014）が指摘するように、教育支援の文脈で学習者に与える効果を検証する研究が多い。従って本稿では、これまでにあまり扱われてこなかった、学生同士の学び合いという文脈において相手の顔が見えて移動も可能であるテレプレゼンスロボットがいかに活用され得るかという部分に焦点を当てることにする。

## 3 グループワークにおけるアバターロボットのふるまい

本章では、アバターロボットnewmeを用いて実施した対面とオンライン併用のグループワークの実験をもとに、グループワークにおけるアバターロボットを介した身体の役割とアバターロボットを適用する際の課題点を明らかにする。

### 3.1 アバターロボットnewmeの概要および分析

アバターロボットnewmeの概観とスペックは以下の通りである（図3と表1も参照）。ロボットは駆動部と筐体と頭部に大きく分けられる。

駆動部は2つの駆動輪と2つの非駆動輪があり、前後移動と旋回移動ができるようになっている。newmeの操作はavatarin株式会社の提供するアプリケーションを通して行われる。遠隔の操作者はブラウザから指定されたnewmeにログインし、キーボード操作によりnewmeを移動させる。キーボードの上下ボタンが前後移動に対応し、左右ボタンが旋回移動に対応する。

頭部にはタッチパネルやカメラ、マイクが備わっている。遠隔からnewmeを操作する時には、タッチ



図3：newmeの概観（avatarin株式会社ウェブサイト<sup>7)</sup>を参考に、筆者ら作成）

表1：newmeのスペック表

仕様	35cm × 44cm (横 × 奥行)
	サイズ3段階調整可能 (100cm / 130cm / 150cm)
	重量：約15kg
ヘッド	10.1インチディスプレイ (26cm)
	タッチパネル
	ステレオカメラ (2K)
	マイク、スピーカー
	首振り機能：上下 (+60° / -40°)
足回り	速度：低速歩行程度
	衝突・落下防止センサー搭載
その他	稼働時間：約6時間

パネル上に操作者の顔を表示させることが可能である（図3も参照）。また、操作者はキーボード操作によって、タッチパネルの向きを上下に操作することができ、操作者のPC画面の視界を縦方向に動かすことができる。本稿ではこの機能を首振り機能と呼ぶことにする。

なお、操作者の画面上には、newmeに搭載されたカメラによって前面と足元の映像が表示される。newmeは障害物を乗り越えることが難しい機構になっているため、操作者は前面の映像と足下の映像を相互に参照しながら運用する。また、画面上にタッチパネルに映し出されている操作者自身の表情が参照できる仕様になっている。

このnewmeの基本構造を捉えるために、製品開発の各段階において目標や設計解の候補となる要素を系統的に見直すことができる価値工学の考え方をを用いた分析を行った（石井・飯野2008: 26-35）。価値を考える上では、なぜその製品が必要か（Why）、どのような価値が必要か（What）、どのように価値を実現するのか（How）という3点が重要となる。本稿では、それぞれの視点から価値を構造的に示すValue Graphを用いてnewmeの分析を行った。Value Graphでは、上記3点の関係性を整理するために、それぞれの要素をつなぐことで、関係性を俯瞰して整理し、理解することが可能になる。Value Graphを用いた分析から、以下の通り特に駆動部分についての課題が浮き彫りになった（図4を参照）。

グループワーク（ディスカッション）においてnewmeを動かす動機として想定されるのは、「議論を行

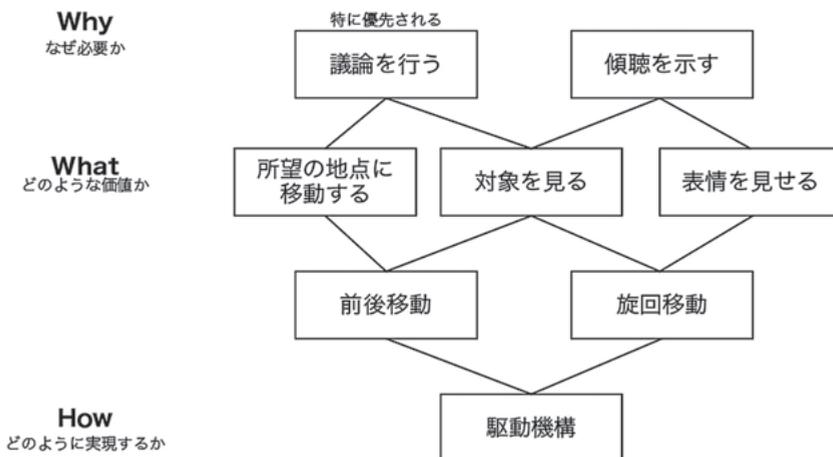


図4：newmeの Value Graph (石井・飯野(2008)を参考に、筆者ら作成)

う」ことと「傾聴を示す」ことである。「議論を行う」ためには「所望の地点に移動する」ことと「対象を見る」ことが必要となる。その一方で、「傾聴を示す」ためには「表情を見せる」ことと「対象を見る」ことが求められる。これらは「前後移動」や「旋回移動」をすることにより、対象を捉え、あるいはパネルに写った操作者の表情を見せることで実現可能であり、「駆動機構」によって実現される価値である。

しかし、「駆動機構」は「前後移動」と「旋回移動」のみで構成されていることから、それらの移動によって実現される「議論を行う」ための行動と「傾聴を示す」ための行動を同時に行うことはできない。したがって、いずれかの選択が迫られるが、グループワークでは「議論を行う」ことを優先せざるを得ないため、「傾聴を示す」といった人間同士の交流が難しくなる可能性が生じると考えることができる。

## 3.2 アバターロボットnewmeを用いたグループワークの実験

前節での分析を深めるために、newmeを用いたグループワーク(ディスカッション)を行った。

### 3.2.1 実験の概要

newmeを用いたグループワークの効果や課題を明らかにするために、対面参加、遠隔参加<sup>8)</sup>、newmeでの参加の各パターンを組み合わせた4通りのケースを設定した対照実験を実施した(図5および図6を参照)。実験参加者は大阪大学の大学院生20名(博士前期課程14名、博士後期課程6名)であり、4人の参加者を1グループとして、合計5グループのデータを得た。なお、グループワークを通して親しみが生じるかどうかを検証するために、参加者がなるべく初対面同士になるように各グループを編成した。また、実験時間は1グループにつき120分として、実験の事前説明<sup>9)</sup>に10分、「アバターロボットの新たな活用方法」をテーマとしたグループワークに80分、内容の発表に5分、事後アンケート及びインタビューに25分を割り当てた。

ケース1：対面参加者のみ（4名）1グループ	ケース2：遠隔参加者のみ（4名）1グループ
	
ケース3：対面参加者（2名）&遠隔会議システム参加者（2名）1グループ	ケース4：対面参加者（2名）&newme参加者（2名）2グループ
	

図5：グループワーク実験のケース分け（筆者ら作成）



図6：ケース4の実験の様子

実験の様子は、その場でリアルタイムで観察し、ツールの選択や議論の進め方について適宜記録した。

事後アンケートの調査項目は、ケース1から3は、(1)（他のコミュニケーション方法と比較した時の）発言のしやすさ、(2)（他のコミュニケーション方法と比較した時の）議論のしやすさ、(3) 議論の満足度、(4) お互いのことをよく知ることができたか、ケース4では、(5) newme使用の満足度、(6)

newmeの移動頻度、(7) newmeの議論への影響(「阻害」・「促進」・「特に影響なし」から選択)、(8) newmeの印象、である。全てのケースで、最後に感想の自由記述欄を設けた。事後アンケートの(1)から(5)の項目で、1から5の5段階評価で調査し、(6)は「全く動かしていない」・「少ない」・「普通」・「多い」、(7)は「阻害」・「促進」・「とくに影響なし」からの選択式とした。各項目に自由記述欄を設けた。また、事後インタビューでは、上記のアンケート項目に対する実験参加者の回答の補足情報を収集した。また、グループワークの際には、必要に応じて模造紙やホワイトボード、ポストイット、マーカーの使用を許可し、ツール使用に現れるケース間の差異の比較も行った。

分析方法としては、事後アンケートおよびインタビュー調査の回答を類型化して整理した。特に上記の議論から「視覚」と「聴覚」に注目してグルーピングを行った。

### 3.2.2 実験の結果

実験結果として、(1) 発言のしやすさ、(2) 議論のしやすさ、(3) 議論の満足度は表2に示す通りである。また、事後アンケートやインタビュー調査で得られた回答の一部を表3にまとめた。

表2：発言のしやすさ、議論のしやすさ、議論の満足度

ケース	参加者	発言のしやすさ	議論のしやすさ	議論の満足度
ケース1 対面 参加者 のみ	参加者1	4	5	5
	参加者2	3	5	5
	参加者3	5	4	4
	参加者4	5	4	4
ケース2 遠隔 参加者 のみ	参加者5	3	3	4
	参加者6	1	1	3
	参加者7	2	3	3
	参加者8	2	2	4
ケース3 対面 参加者& 遠隔会議 参加者	参加者9 (遠隔会議参加者)	2	3	3
	参加者10 (遠隔会議参加者)	4	4	2
	参加者11 (対面参加者)	4	4	2
	参加者12 (対面参加者)	2	2	3
ケース4 対面 参加者& newme 参加者 (1組目)	参加者13 (newme操作者)	2	2	2
	参加者14 (newme操作者)	2	2	4
	参加者15 (対面参加者)	2	2	2
	参加者16 (対面参加者)	4	4	4

ケース4 対面 参加者& newme 参加者 (2組目)	参加者17 (newme操作者)	5	3	3
	参加者18 (newme操作者)	2	2	3
	参加者19 (対面参加者)	3	3	4
	参加者20 (対面参加者)	5	4	4

表3：事後アンケートおよびインタビュー調査で得られたコメント（抜粋の上、一部修正）

ケース1 対面 参加者 のみ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 何気ない質問やジェスチャーがしやすい。</li> <li>● 複数人の表情を見られるから、場の雰囲気をとらえやすい。</li> <li>● つぶやきのような小言が言いやすい。</li> <li>● ホワイトボードなど視覚的にも情報共有が容易にできる。</li> <li>● 会話ラグがない。意見しようとする人が重なってもスムーズに進められる。</li> <li>● オンラインは声が聞き取りづらかったり、ノイズが入ってしまう問題点はいまだに残っている。</li> </ul>
ケース2 遠隔 参加者 のみ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ほかの人の反応がいまいちよくわからなかったので、発言し続けていいのか迷った。</li> <li>● 対面と比較すると、発言のタイミングを図ることが難しいと感じた。</li> <li>● オンラインだと、やけに声がかぶるなどを気にしてしまう。</li> <li>● アイデアの共有や資料の作成面的には、使用するツールへの慣れは必要だが、リアルタイムで共有や資料作成ができるのは効率的だった。ただ図や絵を書いてアイデアを共有したい場合はやはりオフラインのほうが効率的に行えそうではある。</li> <li>● 同時に編集できるのはよいかも。</li> </ul>
ケース3 対面 参加者& 遠隔会議 参加者	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 音声がいヤホンから聞こえて指向性? がないので、ノートに書きこみながら話を聞くとだれが話しているのか分からない。一部対面でマスクを着けている人がいると、余計にだれが発言しているかわからない。(遠隔会議参加者)</li> <li>● Google document の共同編集により、議事録や発表資料の作成がしやすい。(遠隔会議参加者)</li> <li>● 議論の質が個人のPC 環境に依ってしまうのが難点。(遠隔会議参加者)</li> <li>● 参加している環境が、複数モニターだったので、資料や作成しているPPTが見やすかった。モニターが1枚だけだとしんどいと感じた。(遠隔会議参加者)</li> <li>● オンラインの方が、沈黙を避けなければいけないという意識が働きやすく発言しやすかった。(対面参加者)</li> <li>● 対面だと相手の表情やしぐさにより、議論がしにくくなる側面がある。(対面参加者)</li> <li>● オンラインだと非言語コミュニケーションがおこないづらいため(参加者同士を知ることが難しい)。(対面参加者)</li> </ul>

ケース4 対面 参加者& newme 参加者	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 顔しか見えない状態のアバターロボットの人に話しかける必要があったが、実際に相手に意図が伝わっているのか、聞こえているのかわかりにくかったので、話しにくかった。(newme参加者)</li> <li>● 対面の2人が話している時は会話に入りにくいと感じた。もう一つのアバターの声が聞き取れない時があった。(newme参加者)</li> <li>● 途中で接続が切れた。対面より会話しづらかった。(newme参加者)</li> <li>● 話し合いが始まってからは(newme)移動させる必要がなかった。(newme参加者)</li> <li>● 対面と比較して議論しづらく感じた。視野の狭さや音の聞きづらさ、手を動かしてホワイトボードに書いたりできない。(newme参加者)</li> <li>● 対面と比較して、ラグや音の聴きづらさがあるため、発言しづらく感じた。(newme参加者)</li> <li>● 発言自体は行いやすい。(newme参加者)</li> <li>● ききとりにくいので、繰り返し説明してもらうことがあった。(newme参加者)</li> <li>● 自己紹介はできたし、相手の話し方や表情を見られたので、対面と同様に(参加者同士を)知ることができたと思う。(newme参加者)</li> <li>● アバターが参加していることで緊張感が和らぐ面もありました。(対面参加者)</li> <li>● アバター側が話を聞いているか気をつける必要があったため、議論は遅くなりましたが、話が一貫していてわかりやすい面もありました。(対面参加者)</li> <li>● 接続が切れた時の通知や、意識を向けるためのサインがあったほうが良いと思いました。(対面参加者)</li> <li>● 現地同士で対面のコミュニケーションがとれる分、空気を読んで発言しやすかった。(対面参加者)</li> <li>● (newmeの)動きがシミュールで慣れるまで笑ってしまいそう。(対面参加者)</li> </ul>
------------------------------------	---

### 3.2.3 考察

前節の結果について、遠隔から参加する際に重要となる視覚と聴覚に着目して考察する(表4を参照)。3.1節のValue Graph(図4を参照)にてなぜその製品が必要か(Why)とどのような価値が必要か(What)を図示化したが、そこで取り上げた諸要素に対応する意見が本実験の結果から確認することができる。つまり、「議論を行う」ことが優先されたために、傾聴を示すための行動をとることができず、それによって議論のしにくさに対する指摘が多く出された。

発言や議論のしやすさ、議論への満足度において、ケース1(対面参加者のみ)では全体的に高い評価が見られたが、ケース2~4で大きな違いは見られなかった。

視覚に関するフィードバックとして、ケース3(対面参加者&遠隔会議参加者)ではマスクをつけていると発言主がわからないという声があった。マスクによる表情の遮断については、ケース1(対面参加者のみ)にも当てはまるが、対面参加者は表情がわかりやすかったと指摘している。ケース4(対面参加者&newme参加者)では、newme操作者の一人が相手の話し方・表情が良く見えたと言った一方で、対面参加者・newme操作者の多数から、アバターの顔や表情が見えにくいという声が寄せられた。否定的な意見の中には、「表情しか見えないので、何を考えているのかわかりにくかった」(対面参加者)という声もあり、表情が見えているだけでは不十分であることが読み取れる。また、対面参加者の一人は、発言のしやすさの評価を5段階中2として、その理由に「画面に表示される顔だけでは、実際に相手に意図が伝わっているのか、聞こえているのかなどが分かりづらい」(対面参加者)ことを挙げている。同様に、議論のしやすさも5段階中2とし、その要因として「自分の考えが理解されているのかわかりにくい」、「アイコンタクトがとりにくい」と述べている。以上から、表情が見えていることに加え、newme参加者から何かしらのフィードバックが得られることで、グループワークは行いやすくなると思

表4：視覚および聴覚に関わるケースごとの意見

	視覚	聴覚
ケース1 対面参加者 のみ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 相手の顔や表情が見やすい</li> <li>● ホワイトボードなどで視覚的な情報共有が容易である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● つぶやきのような小言がいいやすい</li> </ul>
ケース2 遠隔参加者 のみ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人と目が合わないため、発言のタイミングを図りにくい</li> <li>● 他人の反応がよくわからない</li> <li>● 考えを図や絵を描いて共有しにくい</li> </ul>	特になし
ケース3 対面参加者& 遠隔会議 参加者	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 非言語的コミュニケーションがしづらい(遠隔会議参加者)</li> <li>● 複数モニターで資料等が見やすい(遠隔会議参加者)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● マスクをしていると誰が発言しているかわからない(遠隔会議参加者)</li> </ul>
ケース4 対面参加者 & newme 参加者	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 相手の話し方や表情が見える(newme参加者)</li> <li>● (別のnewme操作者の)表情が見えにくい(newme参加者)</li> <li>● アイコンタクトがしづらい(対面参加者)</li> <li>● 画面に表示される顔だけでは、実際に相手に意図が伝わっているのか、聞こえているのかなどが分かりづらい(対面参加者)</li> <li>● 視野が狭い(newme参加者)</li> <li>● カメラが動かしづらい(newme参加者)</li> <li>● 視点移動ができ、議論しやすい(newme参加者)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (newme 同士の) 音声聞き取りづらい(newme参加者)</li> <li>● タイムラグがある(newme参加者・対面参加者)</li> <li>● newme 操作者の発言を復唱する必要がある(対面参加者)</li> <li>● newme に注目していない時に誰が発言しているのかがわかりづらい(対面参加者)</li> </ul>

られる。また、表情に関する指摘は、主にアンケート項目(4) お互いのことをよく知ることができたか、における低評価の理由の中で見られたことから、表情を見せることで親密さの度合は上がると推測される。

カメラについて、newme 参加者からはカメラが動かしにくい(首振り機能が使いにくい)という意見が出た一方で、視点移動ができるため議論がしやすいという声もあり、いずれにせよ視野が重要な役割を果たしていることが読み取れる。

さらに、視覚はグループワークでのツール選択にも影響を与えている。ケース4(対面参加者&newme参加者)ではホワイトボードや模造紙が利用され、newme参加者は現地での対面参加者が書き込んでいる様子を画面で見ているという状況であった。他方、ケース3(対面参加者&遠隔会議参加者)では遠隔会議参加者に合わせてオンラインツール(Google Docs)が選択された。ケース4(対面参加者&newme参加者)においてはnewme参加者がホワイトボードを見るために移動すると述べている通り、パソコンのように固定されたカメラではなく、視野の移動が可能なnewmeを用いているがゆえにこのような差異が生じたのだと考えられる。

聴覚について、newme参加者、対面参加者ともに音の聞き取りにくさやタイムラグに関する指摘をしている。とりわけ、newmeが議論を阻害した、と回答した者の多くが音声に関する諸問題を挙げた。newme操作者の3人は、議論しやすさに対する評価を5段階中2とした上で、その理由としてタイムラ

グや音の聞き取りづらさ等を挙げている。また、現地の対面参加者もnewmeの方を向いていない時に誰が発言しているのかがわかりづらいと述べている。

他に特筆すべき事項としては、ケース3(対面参加者&遠隔会議参加者)では非言語コミュニケーションが行いにくいという意見があった。これは、視覚や聴覚以外にも、体を使って表現することの難しさを示唆するものである。また、ケース4(対面参加者&newme参加者)ではnewmeによって緊張感がやわらぐ面もあったという意見も出された。

newmeの移動については、newme参加者の多くが不要だと判断した。実験の開始段階ではnewmeの移動が見られたが、「話し合いが始まってからは移動させる必要がない」ため、グループワーク時にnewmeを移動させた参加者はほとんどいなかった。

以上の議論をまとめると、newmeを用いたグループワークでは、円滑な音声のやり取りによって議論はしやすくなり、また、画面越しであっても表情がはっきり見えると、相手をよく知ることに繋がると考えられる。その一方で、単に表情が見えるだけではコミュニケーションが不十分であることも指摘された。その要因として、対面の参加者にとって、newme操作者の考えや反応が読み取りにくいことが考えられる。したがって、ロボット操作者の意思をはっきりと示すことによって、グループワークは行いやすくなる可能性があると考えられる。また、newmeが複数台動いている場では対面参加者もnewme参加者も発言者を特定しづらい状況に陥るといった場合が予想されるため、発言時にはそれを明示化することが求められる。さらに、グループワーク時の移動については肯定的な意見がほとんど出されなかったことから、自走機能については見直しが必要であろう。このように技術面において解決すべき諸課題が残されている。

## 4 | 提案：グループワーク特化型アバターロボット newme-headを導入したアバター・commons

前章の最後に、グループワークでアバターロボットを活用するためには技術的な課題を解決する必要があることを述べた。そこで本章では、それらの課題を解消した新たなアバターロボットであるnewme-headを構想し、newme-headが設置され、対面とオンライン併用のグループワークに特化した場であるアバター・commonsを提案する。

newme-headはグループワークに必要とされる「議論を行う」及び「傾聴を示す」ことに特化したアバターロボットとし、利用頻度の少ない機能は取り除くことでロボットとしての複雑度を下げる(図7を参照)。削減された移動機能については、現地での対面参加者に設置してもらうことで補填するというねらいである(図8を参照)。

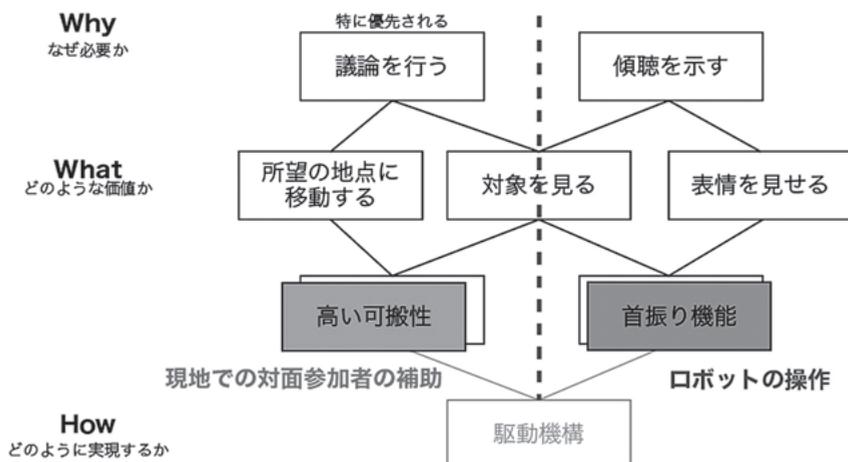


図7: アバターロボットnewme-headのValue Graph (図4をもとに、筆者ら作成)

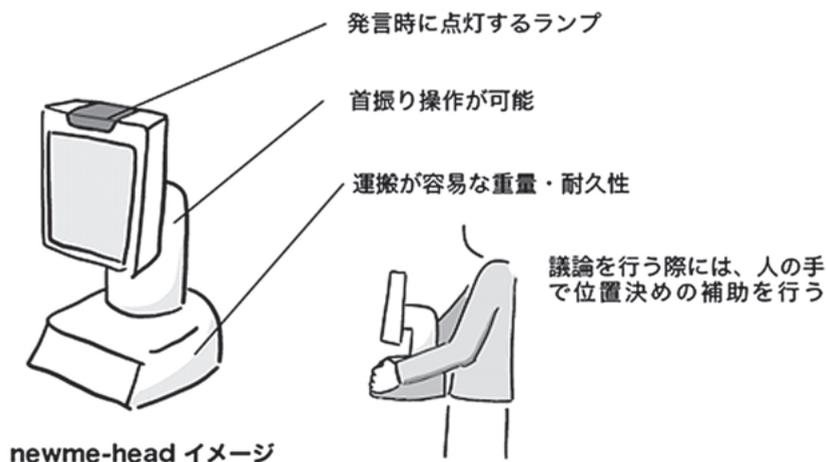


図8: 新たなアバターロボットnewme-headのイメージ (筆者ら作成)

newme-headの基本機能は、アバターロボット間のやりとりをシステム上で処理し、既存の遠隔会議システムなどのオンライン会議システムと同様に、アバターロボット同士の会話・画面表示などは現地での発声・表示に加えてネットワーク上で直接的に共有を行うというものである。アバター・コモンズの中にあるロボット間ではロボットからの音声・画面表示は受け取らないように相互にフィルタリングを行うことにする。このようにすることで、3章の実験で指摘された遠隔参加者には音声が聞こえづらいという課題を解消できると考えられる。

newme-headの構造としては、縦に首を振るために必要なピッチ軸 (pitch axis) と横に首を振るために必要なヨー軸 (yaw axis) の2軸のアクチュエータ、アバター利用者のカメラ画像を表示する画面、アバター利用者の音声を出力するスピーカー、コモンズ側の情報を受け取るカメラ、駆動用バッテリーを装備する。さらに、現地での対面参加者がどのロボットが発話しているのかを識別しやすくするために、

newme-head 参加者の発言時に点灯したり、newme-head 参加者による同意や疑問など感情的な情報を点滅などで表示したりするランプを装備する。また、首振り機能に特化しているため、グループワークの際にはカメラ・首の操作や表情を用いた感情表現などがしやすくなる（再度、図6を参照）。

そして、アバター・commonsは単に上述のnewme-headが備わった部屋というよりも、サイバーフィジカル（すなわち、実世界とコンピュータ世界）が高度に連携した一体のシステムという意味合いで提案する学習の場である。「commons」はもともと「共有地」を意味し、誰もが集まって使えるスペースのことを指すことばだとされる（永田2008）。近年では大学の図書館や施設に導入されるケースが増えてきた。そのような中で、特にアバター・commonsは大学の図書館に設置し、グループワーク時に図書館のリソースを利用しやすくしたり、自宅あるいは学内の複数のアクセスポイントからつなげたりすることを目指す。

アバター・commons内のレイアウトイメージは図9に示す通りである。newme-headの設置に加えて、対面および遠隔の双方からアクセスできるホワイトボードのツールとして大型のタブレット端末が設置するところが大きな特徴である。newme-headは現地での対面参加者と並べて配置するため、机には引き出し式の拡張スペースを用意する。

また、アバター・commonsの利用をWebからグループ単位で予約できるようにする。対面参加者はアバター・commonsに入室後、newme-headを充電台から取り外し、机から引き出した台に設置する。一方で、遠隔参加者は自宅や学内のアクセスポイントからPCを用いて、予約したアバター・commonsのnewme-headに接続するという形態になる。

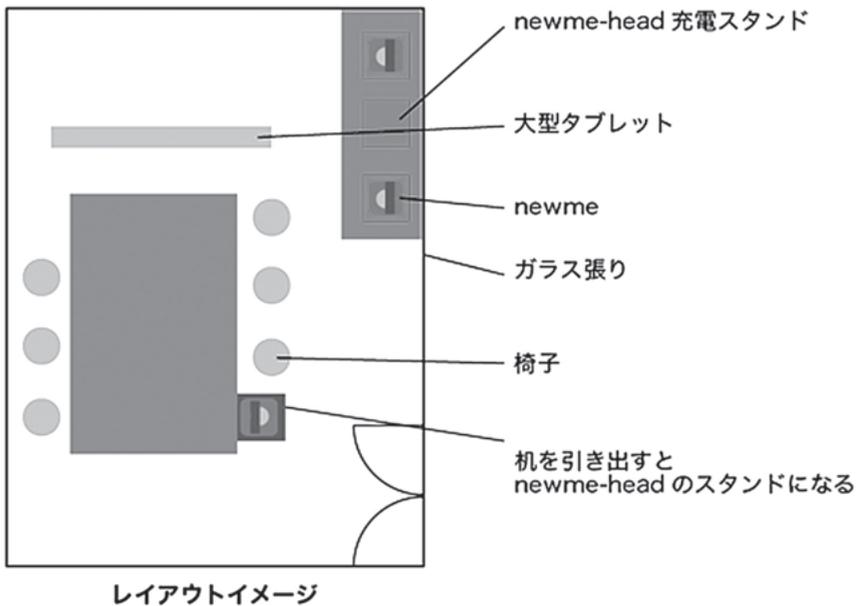


図9：アバター・commonsのレイアウトイメージ（筆者ら作成）<sup>10)</sup>

## 5 まとめと今後の展望

本稿では、教育における身体性をテーマに、オンライン授業で活用しづらくなった身体あるいは五感の機能がアバターロボットnewmeを使用するとどのように変容し得るのかについて、先行研究・事例および対面と遠隔併用のグループワークの実験から検討した。遠隔会議システムでは身体情報が視覚と聴覚に制限される上に、対面と比較して見える範囲や聞こえる範囲は狭くなる。その一方で、newmeでは移動や首振りによって視覚の課題はある程度解消されることがわかった。しかしながら、newmeの欠点としては、議論を行うことと相手への傾聴を示すことが同時に行いづらく、相手の声以外のノイズが入って聞こえにくいという意見が挙げられた。その欠点を補うために、グループワークに特化したアバターロボットnewme-headを構想した上で、newme-headを備えた学びの場としてアバター・コモンズを提案した。本稿での議論は、これからのウィズコロナ時代に求められてくる対面と遠隔をブレンドした授業や学習を考える際に有用な知見をもたらし得るものであると思われる。

今後の展望としては、実際にアバター・コモンズを大学に導入し、どのような影響があるのかを考察し、アバター・コモンズのさらなる展開を目指すことが挙げられる。

### 謝辞

本稿は、2020年度「超域イノベーション総合」の授業にて筆者らが作成した最終報告書を加筆修正したものです。本授業でプロジェクトを進行するにあたり、課題提供者であるANAグループのavatarin 株式会社の代表取締役・深掘昂氏、筒雅博氏には貴重で有益な情報やご助言をたくさんいただきました。ここに感謝の意を表します。また、大阪大学大学院工学研究科の木多道宏教授、大阪大学COデザインセンターの山崎吾郎教授と大谷洋介准教授、関西外国語大学英語国際学部の戸谷洋志准教授（元・大阪大学国際共創大学院学位プログラム推進機構特任助教）にも丁寧にご指導を頂きました。この場を借りて深く感謝申し上げます。また、実験に協力していただいた皆様に深く感謝いたします。

### 注

- 1) 本研究に関して、本実験は、教育活動の一環として実施したものである。実験の実施に際して、授業担当教員により進め方が検討され、さらに大阪大学超域イノベーション博士課程プログラムの会議にて内容についての承認を得た。また、開示すべき利益相反関連事項はないことを申し添えておく。
- 2) 詳しくは、厚生労働省のウェブサイト「新型コロナウイルスを想定した『新しい生活様式』の実践例を公表しました」を参照されたい。

[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000121431\\_newlifestyle.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000121431_newlifestyle.html)

最終アクセス日：2021年11月14日。

- 3) 2020年6月1日時点で遠隔授業のみを実施する大学は約6割、遠隔授業と対面授業を併用する大学は約3割であった(文部科学省2020)。また、2021年7月2日付で出された調査結果では、2021年3月時点での各大学の授業方針をまとめたデータが示されており、全面対面と回答した大学は36.4%で、程度差はあるものの遠隔授業を実施すると回答した大学の割合は多かった(文部科学省2021)。
- 4) 対面とオンラインのブレンデッド教育については、大阪大学全学教育推進機構教育学習支援部ホームページ「対面とオンラインを組み合わせる(ブレンデッド教育とは)」などを参照されたい。  
<https://www.tlsc.osaka-u.ac.jp/project/onlinelecture/blended-education.html>  
最終アクセス日：2021年11月14日。
- 5) 詳しくは、avatarin株式会社のホームページを参照されたい。  
<https://about.avatarin.com/>  
最終アクセス日：2021年11月14日。
- 6) アバターロボットnewmeの詳細な情報については、avatarin株式会社ホームページ「瞬間移動を可能にする新たな移動手段newme」を参照されたい。  
<https://biz.avatarin.com/>  
最終アクセス日：2021年11月14日。
- 7) <https://about.avatarin.com/service-product/#cnt-products>  
最終アクセス日：2021年11月14日。
- 8) 現在はZoomやMicrosoft Teams、Cisco Webex Meetingsなどの遠隔会議システムが存在するが、実験ではteamsを使用した。
- 9) 実験の事前説明の際に、活動への参加は自由意思によるものであり、途中で中断および撤回が可能であること、実験結果を研究成果として公表する際には匿名化して個人が特定されないように配慮することなどを説明して、実験参加者全員に同意を得た。
- 10) ガラス張りになっている理由は、学生にアバターロボットを周知して利用してもらうことやアバターロボットのディスプレイ上に広告表示をすることなどを狙っているためである。

## 参考文献

- 藤本直子・野津伸治・三沢英貴・植木洋(2021)「生活学科情報・経営専攻におけるアクティブラーニングの取り組み(1):一コロナ禍におけるグループワーク学習の取り組みを中心に」『鳥取看護大学・鳥取短期大学研究紀要』82: 63-69.
- 光有沙・永井美雪・田部井賢一・大久保友幸(2020)「教育向けソーシャルロボットの現状」『東京都立産業技術大学院大学紀要』No.14: 91-96.
- 石井浩介・飯野謙次(2008)『設計の科学: 価値づくり設計』養賢堂.

- 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:一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.
- Jakonen, Teppo & Heidi Jauni (2021) “Mediated learning materials: visibility checks in telepresence robot mediated classroom interaction”, *Classroom Discourse*, 12 (1-2) : 121-145.
- ジメネスフェリックス・加納政芳 (2014) 「教育現場で活用されるロボットの研究動向」『知能と情報』26 (1) : 2-8.
- 永田治樹 (2008) 「大学図書館における新しい『場』: インフォメーション・commonsとラーニング・commons」『名古屋大学附属図書館研究年報』7: 3-14.
- 文部科学省 (2021) 「令和3年度前期の大学等における授業の実施方針等について」  
[https://www.mext.go.jp/content/20210702-mxt\\_kouhou01-000004520\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20210702-mxt_kouhou01-000004520_2.pdf)  
最終アクセス日: 2021年7月31日.
- 村上正行 (2020) 「コロナ禍における大学でのオンライン授業の実情と課題」『現代思想』48 (14) : 67-74.
- 岡村栄里奈・田中文英 (2016) 「双方向テレプレゼンスロボットを用いた高齢者による子どもへの遠隔授業の実現に向けた予備実験の報告」『人工知能学会全国大会論文集 第30回全国大会』: 3J3OS18a1, 1-4.
- 大橋完太郎 (2020) 「大学の『身体』は変容する: COVID-19流行以降の状況から」『現代思想』48 (14) : 93-101.
- 大阪大学総務部総務課企画調整係 (2020) 『コロナ新時代における大阪大学の取組: 社会との共創による『生きがいを育む社会』の創造』
- 鈴木修斗・黄璐・張紅・佐藤大輔・山下亜紀郎・呉羽正昭・堤純 (2020) 「ウィズコロナの時代における地理学的フィールドワーク実習の実施とその注意点」『地理空間』13 (2) : 113-128.
- 山本良太・久保田賢一・岸磨貴子・植田詩織 (2017) 「支援学校教師の主体的な行動を促す外部人材との連携に関する研究 テレプレゼンスロボットの活用を事例として」『教育メディア研究』24 (1) : 89-104.
- 横尾智治・岩田大輝・合田浩二・登坂太樹・山合洋人・矢野間大典・本澤直季 (2021) 「〈プロジェクト研究〉コロナの影響を受けた保健体育の授業実践の検討」『筑波大学附属駒場論集』60: 71-83.