

# 遠隔授業における 3D アバタと相槌の強調表現を用いた 意思表示インタフェースとその検証

長尾優花<sup>†1</sup> 北野圭介<sup>†1</sup> 大島登志一<sup>†1</sup> 望月茂徳<sup>†1</sup>

**概要**：オンラインミーティングツールを利用した同時双方向型遠隔授業における、学生-教員間・学生間の相互作用促進のため、3D アバタによる動作の可視化と、表情の重畳と背景色の変更による相槌の強調を行う。テキストベースの機能と比較したとき、提案インタフェースは相互作用を説明する概念である社会的存在感や、授業の満足度を向上することができるという仮説を検証する。実験として、テキストチャットやスタンプ機能、提案インタフェースを利用した模擬授業を実施し、社会的存在感と授業の満足度について質問紙調査を行った。検定結果によると、スタンプ機能と比較して、一部の項目を除き社会的存在感と授業の満足度の向上が示された。テキストチャットと提案インタフェースでは有意差はなかったが、項目平均値は提案インタフェースが一部の項目を除き上回っていた。

## 1. はじめに

### 1.1 研究の背景

2019 年度以降 COVID-19 の蔓延防止のため、対面コミュニケーションから CMC (Computer-Mediated-Communication) への転換が図られた。特に、ビデオ通話やビデオ会議のような機能を有する同時双方向型のグループウェアが積極的に導入されている。

高等教育機関においては、1998 年から段階的にメディアを利用した授業が認められてきたが[1]、COVID-19 の影響によって、2020 年度以降にメディアを利用した遠隔授業が大規模に実施された。文部科学省 (2021) による、2020 年度後期の授業に関する学生の調査では、6 割がほとんど遠隔授業であったと回答している[2]。平常時における授業形態については、神奈川大学 (2020) の 2020 年度前期の遠隔授業に関する学生アンケートが参考になる[3]。アンケート結果によると、「演習・実技」や「実験・実習」などの授業については、「一部なら遠隔授業で受講したい」という回答は 35% 未満に留まっている。しかし、「講義」については、55.7% が「一部なら遠隔授業で受講したい」と回答している。よって平常時であっても、授業形態によっては何らかの形で遠隔授業が導入し続けられると予想される。そのため、遠隔授業の質の向上はこれからの課題である。

遠隔授業の実施形態は、文部科学省の類型によると、オンラインミーティングツールなどを利用した同時双方向型と、映像コンテンツなどを閲覧するオンデマンド型に区分される (各大学によって様々に呼称されているが、本論文ではこの区分で統一する) [4]。どちらの形態であっても、教員と学生・学生同士の交流の機会の確保が求められている。現在、主に利用されている実施形態は、立命館大学 (2020) で 2020 年度前期に行われた遠隔授業に関する担当教員へのアンケートによると、同時双方向型である[5]。

遠隔授業全体に関する学生の評価は、文部科学省 (2021) によると「満足」「ある程度満足」の合計が 56.9% であったのに対して、「あまり満足していない」「満足していない」の割合は 20.6% であった[2]。半数以上が肯定的ではあるものの、質の向上に努めることが必要であると指摘されている。「オンライン授業の悪かった点」(複数選択可) という質問項目では「友達などと一緒に授業を受けられず、寂しい」(53.0%) や、「質問等、相互のやりとりの機会がない・少ない」(43.9%) など、学生間・学生-教員間のコミュニケーションが課題の一つとして挙げられている。

遠隔授業におけるコミュニケーションの課題解決のためには、参加者の相互作用が重要になる。しかし、現在の同時双方向型遠隔授業では学生側のビデオオフが多くみられ、学生側からの意思表示が不足している。学生側からの意思表示が行われないことが、コミュニケーションの質の低下に繋がっていると本研究では考える。

### 1.2 関連研究

遠隔コミュニケーション支援の先行研究では、円滑なコミュニケーションの実現のため、非言語行動が重要視されてきた。

例えば、二瓶らは遠隔コミュニケーションにおいて、肯定的感情表出の支援の効果の検証を行っている[6]。任意のキーを押すことにより、表情と音声を変化させることによって、発話割合や快表情の強度が有意に増加したことを示した。また、石井らの研究では仮想空間に存在するアバタの影に、対話者自身の身体動作と、対話者の音声によって自動生成したうなずきを重畳するシステムの提案を行っている[7]。音声から自動的に支援を行っているため、石井らによると自身と自動生成したアバタの影との身体的矛盾が課題点として挙げられている。このように、遠隔コミュニケーションにおいて非言語行動は議論されてきたが、遠隔

<sup>†1</sup> 立命館大学大学院映像研究科  
Graduate School of Image Arts, Ritsumeikan University

授業での導入を想定した議論はまだ十分に行われていない。

協調学習のコンピュータによる支援 (Computer Supported Collaborative Learning : CSCL) の分野では、参加者同士の相互作用の活発化を目的としたシステムデザインが議論されてきた。中原ら (2002) は、CSCL の研究知見の分類の一つに「可視化」を挙げている[8]。可視化とは、遠隔授業のような学習者が分散化しているような環境で、獲得することが難しい自己開示の支援やコミュニケーションの推移の提示を行うこと、と中原らは定義している。

遠隔コミュニケーションや CSCL の分野では、相互作用の活発化を目的としたシステムが検討されてきた。相互作用の説明を行う概念として注目されているのが、「社会的存在感」であると山田ら (2010) は紹介する[9]。

社会的存在感は SHORT et al. (1976) が遠隔コミュニケーションにおいて「相互作用における相手の顕著性 (the degree of salience) と顕著性の結果としての対人関係」(pp.65)と定義した概念である[10]。つまり、社会的存在感とは、遠隔コミュニケーションにおいて得ることができる相手の存在感とその結果としての対人関係を示す。Garrison et al. (2000) は、高等教育を成功させるための要素の一つとして社会的存在感を挙げている [11]。Garrison らは社会的存在感を分析するための 3 つのカテゴリとして、「感情表現 (emotional expression)」「オープン・コミュニケーション (open communication)」「グループの結束力 (group cohesion)」を形成した。具体的な例は表 1 にまとめた。

表 1 社会的存在感のカテゴリと例示[11]  
(訳は著者らによる)

カテゴリ	例
感情表現 (emotional expression)	ユーモアの表現 (the expression of humor)
	自己開示 (self-disclosure)
オープン・コミュニケーション (open communication)	相互の気づき (mutual awareness)
	承認 (recongnition)
グループの結束 (group cohesion)	グループの参加意識の構築 (build a sence of group commitment)
	グループの参加意識の維持 (sustain a sence of group commitment)

社会的存在感と満足度の相関については、GUNAWARDENA and ZITTLE (1997) がテキストベースのコンピュータ会議において、社会的存在感が満足度の強い予測因子であることを示した[12]。

### 1.3 研究目的

本研究では、著者らがこれまで開発してきたインタフェース[13]の改善と、その検証を行う。前述の通り、現在の遠隔授業においては学生のビデオオフが多くみられ、学生が社会的存在感を持つことが難しくなっている。

提案インタフェースでは、同時双方向型遠隔授業におい

て参加者同士の相互作用促進のため、3D アバタによる動作の可視化と、ユーザが行った非言語行動の一つである相槌の強調を行う。強調方法は、表情の重畳と背景色の変更である。対面授業と同様に、非言語行動によって直感的に意思表示が行える提案インタフェースが、相互作用を説明する概念である社会的存在感や、授業の満足度を向上させるという仮説を立てる。

この仮説を検証するため、テキストチャットや顔文字などのスタンプ機能と、提案インタフェースを比較する。

## 2. 提案インタフェース概要

### 2.1 相槌の表示と強調のためのコンセプト

本研究で提案するインタフェースでは、動作の提示と、非言語行動の一つである相槌の強調を行うことが可能である。相槌の中でも本研究では頷き(首の縦ふり)と首振り(首の横ふり)を対象とする。数ある非言語行動から頭の動きを選択したのは、多くの話者にとって使用されるコンテキストが一定であるからである[14]。

動作の提示機能では、認識した顔の特徴点の動きを 3D アバタに反映させることにより、学生の頭部動作、口や目の動きを表示する。使用する 3D アバタは、あまり特徴のない衣装を着用している男女のモデルを選択した(図 1)。



図 1 使用する 3D アバタのモデル

動作の提示と相槌の強調によって、インタフェースを利用している学生自身の動作を、ほかの学生や教員に伝達することができる。社会的存在感の中でも、特に感情表現の例として Garrison が挙げている自己開示をこの機能は支援する[11]。

相槌の強調機能では、ユーザの相槌を検知したときユーザ自身の身体動作に表情の重畳を行う。(1) 小さな頷き・首振りを検知したときには、小さな表情を重畳する。(2) 大きな頷き・首振りを検知したときには、表情の重畳と背景色の変更を行う。

(1) 小さな頷き・首振りを検知した場合

小さな頷きを行ったときは図 2 の右の状態に、小さな首振りを行ったときは図 2 の左の状態に遷移する。この機能により、明示的な意思表示を行う必要のない場面においても、学生側が肯定的、否定的な意思表示を緩やかに行うこ

とが可能である。また、意図しない検知が起こった場合に、強い意思表示が行われないための機能でもある。

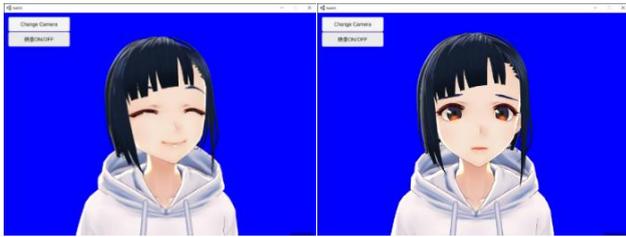


図 2 小さな傾き (左) と首振り (右) を検知したとき

## (2) 大きな傾き・首振りの場合

大きな傾きを行ったときは図 3 の左の状態に、大きな首振りを行ったときは図 3 の右の状態に遷移する。肯定・否定の意思表示を通じて、自己開示や相互認識、グループへの参加意識を深めることができる[11].



図 3 大きな傾き (左) と首振り (右) を検知したとき

## 2.2 相槌検知の方法

本インタフェースで検知する特徴点の一覧を図 4 に示す[15]. 鼻の頂点 (特徴点 30) は顔の動きの変化によって位置が変わりにくい。そのため、画像上における特徴点 30 の x 座標、特徴点 30 の y 座標、特徴点 30 を原点とした左目尻の特徴点 36 と右目尻の特徴点 45 の角度を判定に用いる。それぞれの値とそれまでの平均値の差の絶対値をその値の変位量とする。

この値には急激な頭部の移動などによるノイズが含まれる。そのため、指数移動平均によるフィルタを適応する。

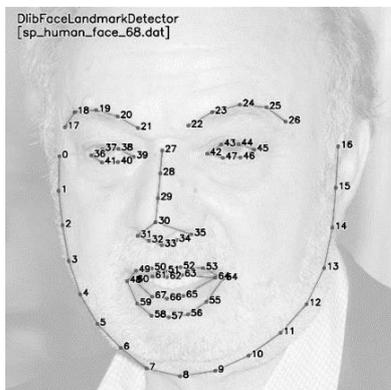


図 4 特徴点の一覧[15]

特徴点 30 の x 座標、y 座標の変位量の推移例を図 5 (傾きの場合)、図 6 (首振りの場合) に示す。横軸はフレーム番号であり、縦軸は変位量の値を示している。傾きの場合は x 座標の変位量は変わらず y 座標の変位量が上昇し、首振りの場合は x 座標の変位量が上昇し y 座標の変位量は変わらない。よって、それぞれの変位量が一定値に達したとき、傾き・首振りの判定を行っている。閾値については、推移結果から調整している。特徴点 30 の変位量を用いた検知方法は、y 座標の変位量が小さいため傾きの判定が難しい。また、インタフェース起動当初は x 座標の変位量が大きくなるという問題もある。

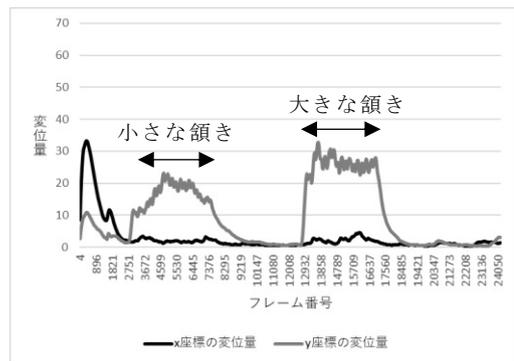


図 5 傾きを検知したときの変位量の推移例

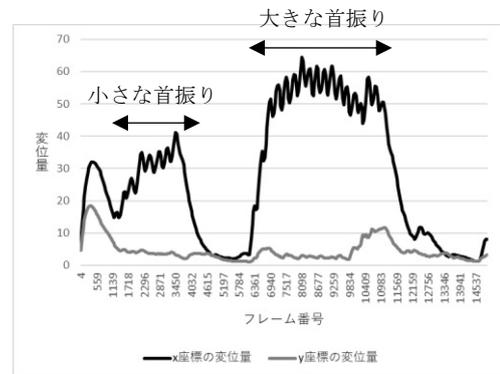


図 6 首振りを検知したときの変位量の推移例

そのため、特徴点 30 を原点とした左目尻の特徴点 36 と右目尻の特徴点 45 の角度の変位量を利用した方法も、本論文では検知方法に加える。角度の推移例は図 7 (傾きの場合)、図 8 (首振りの場合) に示す。角度の変位量が一定値に達したとき、傾き・首振りの判定を行っている。

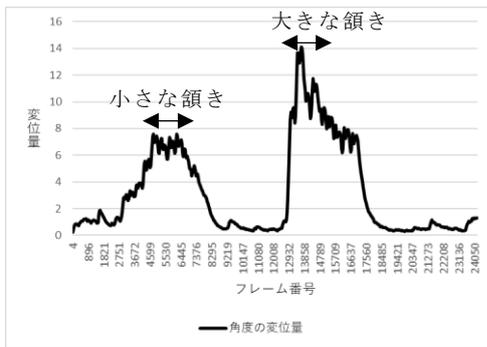


図 7 頷きを検知したときの変位量の推移例



図 8 首振りを検知したときの変位量の推移例

角度の変位量による検知方法では、頷き・首振りのどちらであっても変位量は上昇する。このため、頷きか首振りのどちら相槌を行っているか判定することはできない。しかし、頷きにおいても変位量が大きいという特徴がある。このため、本インタフェースでは、特徴点 30 の変位量を用いた検知方法による頷き・首振りの判定が行われ、かつ角度の変位量の値が一定値を超えたとき、状態遷移を行っている。

2.1 節で示した各状態への遷移は、インタフェースが検知した頷き・首振りの強弱によって行う。状態遷移の流れは図 9 に示す[13]。

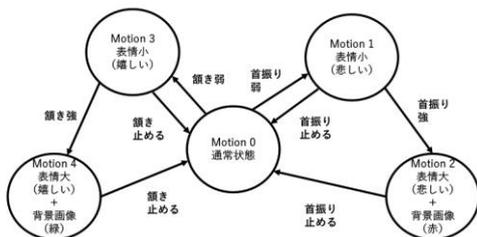


図 9 状態遷移の流れ

## 2.3 システム構成

2.1 のインタフェースデザインと 2.2 の相槌検知の方法を踏まえて構築したシステム構成を本節で示す。

提案インタフェースでは既存のオンラインミーティング

ツールの利用を想定している。使用するオンラインミーティングツールは Zoom である。開発ツールはゲームエンジン Unity を利用した。ユーザの上半身を含む映像の取得には、Web カメラを用いた (横 640pixel\*縦 480pixel)。フレームレートは 60fps である。提案インタフェース映像は、OBS Studio の仮想カメラ機能を用いて Zoom のカメラ入力として利用することとした。

顔の特徴点の検知には OpenCV for Unity と Dlib FaceLandmark Detector という Asset を用いた[15]。使用する 3D アバタは、VRoid Hub で配布されているサンプルモデルを改変して利用した[16]。

## 3. 実験

### 3.1 実験概要

提案インタフェースが学生に与える社会的存在感および授業の満足度を調べるために、同時双方向型の模擬授業を実施した。提案インタフェース条件と比較するオンラインミーティングツールの既存の機能として、テキストチャットとスタンプ機能を加えた 3 つの条件を設定した。それぞれの条件の詳細は以下の通りである。どの条件であっても、参加者は口頭での発言を行うことができる環境であった。

- テキスト条件: 参加者全員がビデオ機能をオフにした状態。テキストチャットのみ使用可能
- スタンプ条件: 参加者全員がビデオ機能をオフにした状態。スタンプ機能のみ使用可能
- 提案インタフェース条件: 参加者全員が本インタフェースを利用した状態。テキストチャットおよびスタンプ機能は使用しない

実験は大学生 4 名、大学院生 6 名を対象に行った。性別の内訳は男性 8 名、女性 2 名であった。日本語が母国語ではない参加者は 4 名であった。実験は 2 回に分けて実施し、1 回目はテキスト条件→スタンプ条件→提案インタフェース条件、2 回目はスタンプ条件→提案インタフェース→テキスト条件の順番であった。

実験は被験者内計画で行った。参加者はそれぞれの模擬授業後に質問紙へ回答した。各模擬授業と質問紙の回答時間は 5 分に設定した。提案インタフェースの質問紙のみ、自由記述の項目も用意した。

模擬授業は、各参加者が学生役として一人一台の端末を用いて Zoom を通じて参加した。教員役の実験実施者はビデオ機能をオンにして提案インタフェースは使用せずに参加した。模擬授業のトピックは『100 の思考実験—あなたはどこまで考えられるか』から、三つ選択した[17]。授業の構成としては、トピックの概略を説明後、各参加者にその時点での見解を各条件の機能を利用して回答してもらった。その後、一人の参加者に口頭にて発言してもらい、改めて

見解を答えてもらった。

### 3.2 評価方法

各模擬授業終了後に、社会的存在感と授業の満足度に関する質問紙に回答してもらった。具体的な質問項目については表 2 に示す。

社会的存在感の測定には、Garrison(2017)が発表した探求の共同体 (Community of Inquiry) の質問項目のうち、社会的存在感の9項目を利用した[18]。これらの質問項目では、Garrison が挙げた社会的存在感の三つのカテゴリーについて測定することができる。項目 1-3 は「感情表現」を、項目 4-6 は「オープン・コミュニケーション」を、項目 7-9 は「グループの結束力」を測定する。質問紙を作成するにあたって、日本語への翻訳と本実験に合わせた改訂を行った。

授業の満足度に関する質問紙は、独自の質問項目を2項目作成した (項目 10, 項目 11)。授業の快適さと総合的な満足度について、5段階のリッカート尺度で回答してもらった。

社会的満足度、授業の満足度のどちらの測定においても「全くそう思わない」を1、「あまりそう思わない」を2、「どちらともいえない」を3、「まあまあそう思う」を4、「正にそう思う」を5としている。なお、質問項目によっては表現を変更しているものもある。

### 3.3 結果

表 2 は各質問項目と平均値、標準偏差の一覧である。図 10 は各質問項目の平均値と、三群に差異があるか調べるために Friedman の検定を行った結果である。

Friedman の検定の結果、項目 7 を除いて 5%水準で有意差が見られ、そのうち項目 3 を除いて 1%水準で有意差があった。有意差が認められた項目に対して Bonferroni 法による多重比較を行った結果、スタンプ条件-提案インタフェース条件間で項目 1, 項目 2, 項目 4, 項目 5, 項目 6, 項目 8, 項目 9, 項目 10, 項目 11 において 5%水準で有意差が見られ、そのうち項目 2, 項目 6, 項目 7 にて 1%水準で有意差があった。項目 2 においては、テキスト条件-スタンプ条件間 ( $p=0.022$ ) でも有意差があった。項目 3 については、有意差がどの条件でも見られなかった。また、回答平均値によると、項目 7, 項目 9 を除いて提案インタフェース条件、テキスト条件、スタンプ条件の順に値が高い。

自由記述においては、背景色の変化による意思表示の強調や相槌による意思表示について肯定的な意見が見られた。しかし、相槌の検知の精度や動作のバリエーションについて改善点として挙げられた。

表 2 質問紙項目と平均値、標準偏差一覧

質問紙項目 (*にはそれぞれの条件が入る)	平均値			標準偏差		
	テキスト	スタンプ	提案インタフェース	テキスト	スタンプ	提案インタフェース
1. 他の参加者の*を確認することで、同じクラス (授業) に参加しているという感覚が得られた	3.7	2.4	4.1	1.06	1.17	0.57
2. 一部の他の学生についての印象を持つことができた	3.2	1.6	3.9	1.40	0.70	0.74
3. *は参加者同士のやり取りのために優れていたツールだった	3.2	2.6	3.7	1.03	0.97	0.48
4. *を用いた応答は快適だった	3.4	2.2	3.7	0.97	1.14	0.82
5. 授業でのコミュニケーションは快適に行われた	3.1	2.1	3.8	0.74	1.10	0.42
6. 他の参加者との交流は快適だった	2.3	1.4	3.7	0.82	0.52	0.48
7. 安心して他の参加者への反対意見を述べることができた	3.6	2.7	3.3	1.17	1.06	0.95
8. 他の参加者に自分の意見が認められたと感じた	2.7	2	4.1	0.82	0.94	0.88
9. *は協調性の向上に役立つ	2.4	2.5	4	0.70	1.27	0.67
10. この授業を快適に受けることができた	2.8	2.1	3.9	0.63	1.10	0.32
11. この模擬授業の総合的な満足度を教えてください	3.1	2.1	3.7	0.88	1.10	0.82

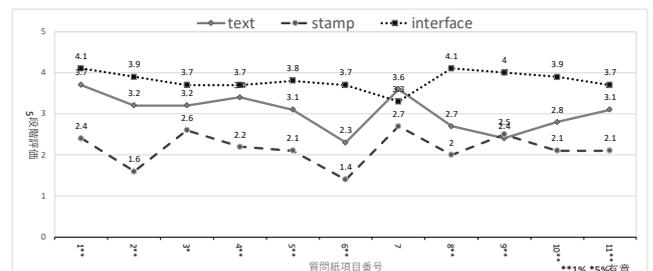


図 10 それぞれの条件の平均値と検定結果

## 4. 考察

テキスト条件・スタンプ条件・提案インタフェース条件の検定結果により、三つの条件には項目 7 を除いて違いがみられた。スタンプ条件と比較したとき、提案インタフェース条件は項目 3, 項目 7 を除いて社会的存在感・満足度の向上が示された。

一方、テキスト条件と提案インタフェース条件を比較したとき、多重比較の結果によると有意差が見られなかった。テキスト条件と比較して提案インタフェースの項目平均値は項目 7 を除いて上回っているが、検定結果に現れるほどの差はなかった。この原因としては、サンプルサイズの問題も関係しているが、テキストチャットを用いて意見を述べることに慣れている参加者の影響が考えられる。また、標準偏差の値をみるとテキスト条件は回答のばらつきが大きい。この結果には、学年や母国語など今回の実験参加者の属性が様々であったことが寄与していると考えられる。そのため、遠隔授業における日本語を利用したテキストチャットへの慣れが結果に大きな影響を与えていたと推測される。一方で、提案インタフェースでは回答のばらつきが少なく、回答平均値も高かった。その要因としては、テキスト条件やスタンプ条件と比較して、相槌を強調している提案インタフェースがより直感的であり、慣れや言語能力の影響を受けにくかったことが推測される。

項目 7 については、Friedman の検定を行ったところ有意差が見られなかった。この結果は、反対意見を述べるには具体的な意思表示を発信する必要があったことが影響して

いると考えられる。自由記述においても、提案インタフェースで可能である肯定・否定の表現だけでは、意思表示を十分に行うことが難しい、というこの考察を支持する指摘があった。意思表示内容のバリエーションは、今後検討すべき項目である。

## 5. まとめ

本研究では、3D アバタによる動作の提示と、非言語行動の一つである相槌の強調を行うインタフェースの提案を行った。実験では、テキストチャットやスタンプ機能と提案インタフェースを比較した。模擬授業の実施後に、社会的存在感と授業の満足度について、質問紙による測定を行った。

Friedman の検定と多重比較の結果によると、スタンプ条件と比較して、一部の項目を除き社会的存在感と授業の満足度が向上した。3 つの条件の回答平均値によると、提案インタフェースが一部の項目を除いて最も高い評価を受けるなど、提案インタフェースの有効性が示された。

また、スタンプ条件・テキスト条件と比較して、提案インタフェース条件では回答のばらつきが小さい。その原因としては、テキストベースである他の条件と比較して、非言語行動である相槌を強調している提案インタフェースはより直感的であり、慣れや言語能力の影響を受けにくかったことが推測される。

提案インタフェースの検証のため、本論文では3つの条件を比較した。しかし、オンラインミーティングツールの各種機能は、それぞれ併用することによって参加者の相互作用を促進するものである。具体的で多種多様な意思表示が可能であるテキストベースの機能と、直感的な意思表示が可能である非言語行動を利用した機能を併用することで、遠隔授業においてテキストベースの交流に慣れていない学生も相互交流が満足に行えると考える。

今回の実験では提案インタフェース全体と、既存のテキストベースの機能との比較を行い、その有効性を検証してきた。提案インタフェースの個別機能である、3D アバタによる動作の提示や相槌の強調、2 つの機能の相乗効果については未検証であるため、今後の課題として取り組んでいきたい。

**謝辞** 実験にご協力していただいた立命館大学映像研究科の方々に感謝の意を示します。本研究の一部は JSPS 科研費 21K12004 の助成を受けたものです。

## 参考文献

[1] 文部科学省：参考：メディアを利用した授業について、文部科学省（オンライン）、入手先  
〈[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo4/gijiroku/attach/1412684.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/gijiroku/attach/1412684.htm)〉（参照 2021-12-20）

[2] 文部科学省：新型コロナウイルス感染症に係る影響を受けた学生等の学生生活に関する調査等の結果について、文部科学省（オンライン）、入手先  
〈[https://www.mext.go.jp/content/20210526-mxt\\_kouhou01-000004520\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20210526-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf)〉（参照 2021-12-20）

[3] 神奈川大学：「遠隔授業の有効性と課題」に関する調査アンケート：学生向け 集計結果（学外公開用）、神奈川大学（オンライン）入手先 〈[https://www.kanagawa-u.ac.jp/att/20645\\_48473\\_010.pdf](https://www.kanagawa-u.ac.jp/att/20645_48473_010.pdf)〉（参照 2021-12-20）

[4] 文部科学省：大学における多様なメディアを高度に利用した授業について、文部科学省（オンライン）入手先  
〈[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo4/043/siryo/\\_icsFiles/fieldfile/2018/09/10/1409011\\_6.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/043/siryo/_icsFiles/fieldfile/2018/09/10/1409011_6.pdf)〉（参照 2021-12-20）

[5] 立命館大学：学びと成長レポート、立命館大学（オンライン）入手先 〈<http://www.ritsumeai.ac.jp/file.jsp?id=495129>〉（参照 2021-12-20）

[6] 二瓶美巳雄, 田口和佳奈, 中野有紀子, 深澤伸一, 赤津裕子：多人数遠隔コミュニケーションにおける肯定的感情表出支援の効果と支援適用タイミングの決定, 情報処理学会論文誌, Vol.62, No.2, pp.761-771 (2021)

[7] 石井裕, 江崎敬三, 渡辺富夫：アバタを介したコミュニケーションを支援する身体的引き込みアバタ影システム, ヒューマンインタフェース学会, Vol.18, No.3, pp.249-260 (2016)

[8] 中原淳, 前迫孝憲, 永岡慶三：CSCL のシステムデザイン課題に関する一検討 認知科学におけるデザイン実験アプローチに向けて, 日本教育工学会論文誌, Vol.25, No.4, pp.259-267 (2002)

[9] 山田政寛, 北村智：CSCL 研究における「社会的存在感」概念に関する一検討, 日本教育工学会論文誌, Vol.33, No.3, pp.353-362 (2010)

[10] SHORT, J., WILLIAMS, E. and CHRISTIE, B: *The social psychology of telecommunications*, pp.61-76, John Wiley & Sons Ltd (1976)

[11] GARRISON, D.R., ANDERSON, T. and ARCHER, W.: Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education, *The Internet and Higher Education*, Vol.2, No.2-3, pp.87-105(2000)

[12] GUNAWARDENA, C.N. and ZITTLE, F.J.: Social presence as a predictor of satisfaction within a computer - mediated conferencing environment, *American Journal of Distance Education*, Vol.11, No.3, pp.8-26(1997)

[13] 長尾優花, 北野圭介, 大島登志一, 望月茂徳：3D アバタを利用した遠隔授業での頭部動作の認識を用いた意思表示インタフェース, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, pp.346-350 (2021)

[14] 泉子・K・メイナード：会話分析, pp.60-61, くろしお出版 (1993)

[15] Dlib FaceLandmark Detector: 入手先  
〈<https://enoxsoftware.com/dlibfacelandmarkdetector/documentation/q-a/>〉（参照 2021-12-20）

[16] VRoidHub: 入手先 〈<https://hub.vroid.com/>〉（参照 2021-12-20）

[17] BAGGINI, J., 向井和美: 100 の思考実験：あなたはどこまで考えられるか, 紀伊国屋書店 (2013)

[18] GARRISON, D.R.: *E-Learning in the 21st Century A Community of Inquiry Framework for Research and Practice*, Routledge (2017)