

# 共感と気づきを提供するオンライン ファシリテーションロボット

小池菜奈未<sup>1</sup> 佐野睦夫<sup>1</sup> 松田展<sup>1</sup> 西口敏司<sup>1</sup> 鈴木基之<sup>1</sup>  
大井翔<sup>1</sup> 荒木英夫<sup>1</sup>

**概要:** 近年新型コロナウイルスの影響で仕事や授業がオンラインに移行していく中、ワークショップも例外なくオンライン化が進んでいる。しかし、場の雰囲気が大切なワークショップではオンラインだとなかなかやりにくい部分も多く、リアルでの交流に比べ、オンラインでは発話量が減ってしまうという問題もある。またワークショップのファシリテータには楽しい空気を作り出すことも大切だが初心者には難しく、特にオンラインだと参加者の顔色や様子をうかがいながら進行することは難しい。そこで本研究ではオンラインのワークショップを盛り上げてくれるファシリテータロボットの開発を行う。

**キーワード:** ファシリテーションロボット, ワークショップ, 表情推定

## An Online Facilitation Robot that Provides Empathy and Awareness

KOIKE NANAMI<sup>1</sup> SANO MUTSUO<sup>1</sup> MATSUDA HIRAKU<sup>1</sup>  
NISHIGUCHI SATOSHI<sup>1</sup> SUZUKI MOTUYUKI<sup>1</sup> OOI SYOU<sup>1</sup>  
ARAKI HIDEO<sup>1</sup>

**Abstract:** In recent years, as work and classes have moved online due to the influence of the new coronavirus, workshops are also going online without exception. However, in workshops where the atmosphere of the place is important, there are many parts that are difficult to do online, and there is also the problem that the amount of speech is reduced online compared to real-life exchanges. It is also important for the facilitator of the workshop to create a fun atmosphere, but it is difficult for beginners, especially online, it is difficult to proceed while listening to the complexion and appearance of the participants. Therefore, in this research, we will develop a facilitator robot that will enliven the online workshop.

**Keywords:** Facilitation robot, workshop, Facial expression estimation

### 1. はじめに

近年、新型コロナウイルスの影響で仕事や授業など様々なところでオンライン化が進んでおり、ワークショップも例外ではなくオンライン化されている。Zoom などを用いたオンライン上でのワークショップ環境の問題点としてコミュニケーションの難易度が高くなることが挙げられる[1]。オンライン環境では発言がしやすくてもコミュニケーションで場を盛り上げることは難しいと言われており、原因として「同じ場所、時間を共有している感覚が持てない」という点が大きい。またファシリテータも参加者の様子がわかりにくいことから対面と同じ感覚で進行することは難しいと言われている。

本研究ではオンラインワークショップを盛り上げるファシリテーションロボットを提案する。ロボットは参加者の表情や動作から場の盛り上げと、作業中困っている人に対して周りに気づかせる役割を担う。このロボットを使用してオンラインワークショップを行った場合、参加者は楽

しいワークショップだったと感じることができたかを検証していく。

### 2. 関連研究

#### 2.1 ファシリテータの重要性と行動戦略

辰巳ら[2]の研究ではスレッド型のオンライン議論支援システムで自動ファシリテーションが議論に与える影響を明らかにしていた。この実験では参加者の投稿を自動でイシュー、アイデア、およびアイデアに対する賛否の4種類の自動分類するオンライン議論システムを使用する。分類に応じて4つの定型文で質問を重ねていき議論を進める。人が手動でファシリテーションを行う場合でも同じ定型文を使用する。結果として人が手動で行うか、自動で行うかに関わらずファシリテーションがいた方では議論が活発になるという結果が示されていた。しかし、自然なコメントをつけるという点では手動ファシリテータとの差が見られ、自動ファシリテータは意味のない投稿にもコメントをつけてしまうという課題があった。

佐野ら[3]によるとワークショップのファシリテータの行動戦略は以下の4つだと述べられている。

- (1) 寄り添う立ち位置の獲得

<sup>1</sup> 大阪工業大学  
Osaka Institute of Technology

- (2) 役割の付与
- (3) 援助行動の誘発
- (4) 自立行動の促進

1 つ目の「寄り添う立ち位置の獲得」は常に全体を見渡し活動量の低い人やグループがあればファシリテータが盛り上げるといものである。笑い話や一緒に感動できる話をするなど共感が得られる話題を振ると効果的である。2 つ目の「役割の付与」はワークショップの参加者に参加したことの意義を感じさせるために重要なことだと述べられている。3 つ目の「援助行動の誘発」は困っている参加者を見つけたら助けを必要としていることを周りの参加者に知らせることである。ここで大切なのはファシリテータが直接助けるのではないということである。他の参加者が助けることでワークショップがより盛り上がり成功につながる。と佐野らは考えている。4 つ目の「自立行動の促進」は孤立した人の趣味や特技などを周りの人に知らせ、興味のマッチングを働きかけるといものである。これら4つの行動戦略により、参加者がワークショップを盛り上げていく環境が完成する。

## 2.2 ユーザの状態に合わせたロボットの変化

吉田ら[4]の研究ではユーザの状態によってエージェントの行動を変化させることによってユーザがエージェントに対して親身性や信頼感を感じることが述べられている。ニュースを読み上げるアナウンサーエージェントに対し、ユーザが首を傾げたりするなどニュースの理解が追いついていないような動作をした場合読み上げる音量や内容を変化させるというものである。この変化によってユーザはエージェントに対して親密感を得られるというものである。エージェントに対して意見を述べたり、プライベートな会話をしなくてもユーザのちょっとした動作の認識のみでエージェントは自分に寄り添う身近な存在だという認識がユーザの中で生まれる。

## 2.3 オンラインワークショップ

岡本らの研究[5]ではオンラインで行うグループワークのメリット・デメリットがまとめられていた。メリットとしては、どこからでも参加できることや全員の顔が見やすいという点などが挙げられている。そしてデメリットとして直に関わっているという感じが薄いと感ずる点や、発言のタイミングが計りにくいという点などが挙げられている。

## 3. 提案手法

本研究では、zoom などのオンライン通話ツールを使用するパソコンの前にロボットを置きファシリテーションをさせるシステムを作成する。概要図は図 1 のとおりである。

各自の PC で zoom と OpenFace と Posenet を起動し、検出された顔のデータや骨格のデータをファシリテーションロボットを制御するコンピュータに送信する。Zoom・

OpenFace・Posenet それぞれにカメラを必要とするため一人当たりカメラが 3 台必要となる。

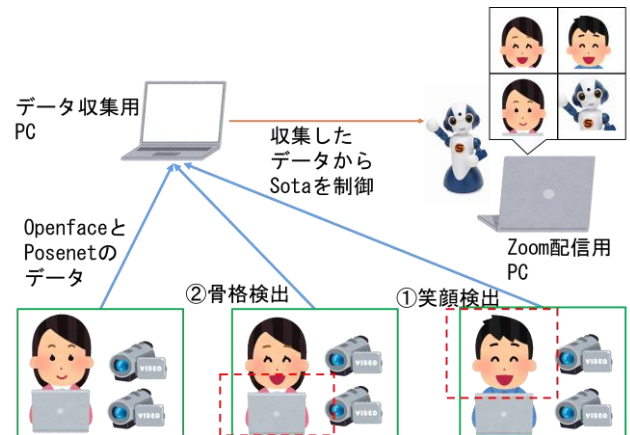


図 1 システム図

## 3.1 使用するロボット

ロボットはヴイストーン株式会社のロボット「Sota」[6]を使用する。Sota の外見は図 2 のとおりである。



図 2 Sota

Sota はテーブルサイズのコミュニケーションロボットでシンプルな構造と親しみやすいデザインで構成されている。カメラやマイク、スピーカが搭載されているため外部機器を必要としない。また、クラウドサーバに接続することで機能を拡張することも可能であり、Sota はヴイストーン株式会社が提供する「VstoneMagic」を使用して動作させることが可能である。VstoneMagic はプログラム言語を使用せずに誰でも簡単にプログラミングができる反面、機能が限られているというデメリットがある。そこで本研究では Sota に MMDAgent をインストールし動作させる。MMDAgent

は名古屋工業大学で開発された音声インタラクション構築用のオープンソフトウェアである。これを Sota と組み合わせることによってルールベースによるファシリテーションシステムが開発可能となる。ワークショップはシナリオが用意されており、そのシナリオに沿って運用されることが多い。そのためルールベースによる制御を考えていたが、実装が間に合わなかったため今回の実験では手動で Sota を制御する。

Sota は無線で制御用 PC と通信し、SSH クライアントソフトウェアである「TeraTerm」を使用して制御する。動作や目の LED の制御には Dummy\_Motion\_Controller.py を使用し、音声は Open JTalk による合成で生成し再生させる。

### 3.2 表情推定

本研究では楽しいワークショップを目的とするため笑顔検出をする。参加者の笑顔度によってファシリテーションロボットの動作を変化させる。表情推定には OpenFace[7] を使用する。OpenFace はケンブリッジ大学が開発した顔認識のオープンツールである。顔検出や顔のランドマーク検出、視線推定、アクションユニットの検出が可能。また写真や動画からのみでなくリアルタイムに動作させることも可能で、ウェブカメラで動作する。そのためオンライン通話ツールで使用するカメラをそのまま使用することができる。また OpenFace は GPU が搭載されていない PC でも動作する。OpenFace を起動した様子が図 2 である。

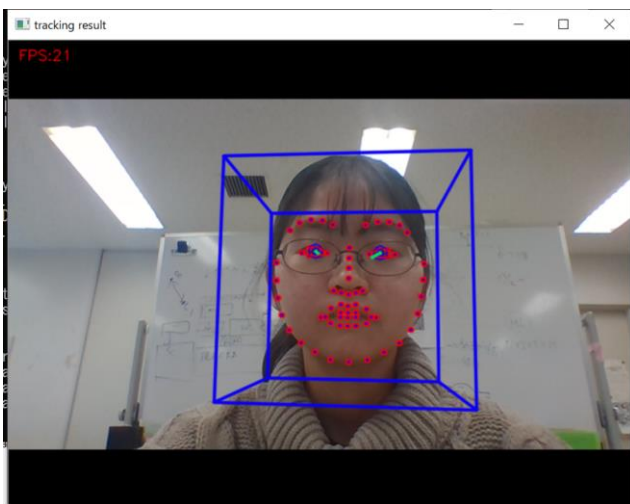


図 3 OpenFace の動作例

顔のランドマークや視線推定の結果が顔に直接描画される。OpenFace はリアルタイムに顔に検出結果を描画するのみでなく裏で CSV ファイルが出力されている。この CSV ファイルには検出されたランドマークの座標やアクションユニットの値などが記入されており、これをもとに表情推定を行っていく。

OpenFace はアクションユニットと呼ばれる顔の筋肉の動きを検出する。アクションユニットは 46 種類定義されて

おり、本研究ではアクションユニットの値をもとに、幸せ、悲しみ、驚き、恐れ、怒り、嫌悪の 6 表情とそれ以外の表情や顔が検出できない時に出力される無表情の 7 種類に分類する。分類された参加者の表情から楽しそうにしているかを判断し、ファシリテーションロボットの発言や動作を変化させていく。

今回の実験では笑顔度と笑顔回数でファシリテーションロボットを変化させていく。笑顔度は 1000 フレーム間にどれだけ”幸せ”の表情が検出できたかである。笑顔回数とは計測を開始してから”幸せ”の表情が検出できた合計フレーム数である。この 2 つの結果からファシリテーションロボットを 3 段階で変化させていく。

### 3.3 姿勢推定

本研究ではワークショップ中には動きがあることに着目した。ワークショップ中に孤立が生まれないように、動きが少ない人に注目するシステムにする。そこで使用するものが Posenet[8] である。Posenet は Google が開発した姿勢推定システムである。似たようなシステムに Openpose というものがある。こちらはカーネギーメロン大学が開発した姿勢推定システムで、Posenet と比べ検出できるキーポイントの数が多く、しかし、動作が重く、前節で述べた OpenFace やオンライン通話システムと同時に起動することが難しいため軽量の Posenet を使用する。Posenet は OpenFace 同様写真や動画からの検出のほかウェブカメラからのリアルタイム検出も可能である。Posenet を使用した様子が図 3 である。Posenet は検出された骨格が直接描画される。



図 4 Posenet の動作例

## 4. 実験

### 4.1 実験概要

実験参加者は 12 名で、3 名ずつワークショップに参加してもらおう。ワークショップは以下の流れで行う。

- (1) ワークショップの説明
- (2) 事前アンケート
- (3) 1 回目ワークショップ (Sota)
- (4) 1 回目アンケート
- (5) 2 回目のワークショップ (大阪工業大学)

(6) 2回目アンケート

まずワークショップの説明を行う。今回の実験ではペンタブを使用する。そのため参加者がペンタブを使用していない場合このタイミングで3分程度練習してもらおう。

ペンタブに慣れてもらったところで事前アンケートを実施する。KiSS-18 と呼ばれる[9]社会的スキルを測定できる質問を行う。事前アンケートの回答が終わり次第1回目のワークショップを行い、その後アンケートに答えてもらう。この流れをワークショップの題材を変えてもう一度行う。1回目のワークショップではロボットは進行役として存在し、参加者の表情や動作に対して介入はしない。2回目のワークショップでは OpenFace や PoseNet の結果をもとに動作などを変化させる。参加者の様子によってロボットを3段階に変化させる。ロボットがどの段階にいるのかは目の LED の色で判別できる。

実験は PC のスペックやカメラの台数の関係で大学内で行う。参加者3名とファシリテーションロボット1台で計4名によるワークショップを行う。

また1グループのみ追加でワークショップを行った。2回目同様 OpenFace や PoseNet の出力結果からロボットが参加者に介入するが、追加実験では参加者を褒めたりアドバイスを行うなど人のファシリテーションに近い司会を行う。追加実験で描いてもらう題材は参加者の似顔絵であり、事前にくじあたりを引いた人の顔を描いてもらうことにした。

実験の様子を図6に示す。図6は2回目の実験である。

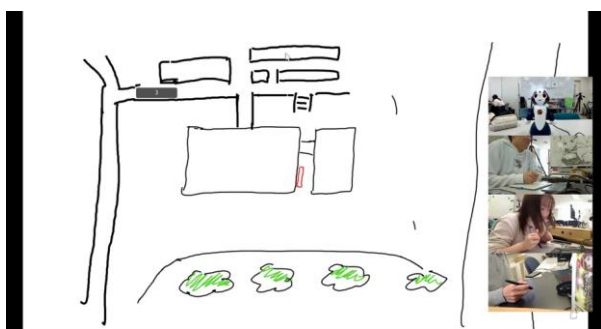


図5 実験の様子

4.2 実験で行うワークショップ

今回の実験で行うワークショップは絵を描くワークショップである。オンライン通話ツールに標準装備されているホワイトボード機能を使用し参加者全員で一つの絵を描き上げる。絵を描き始める前に1分間参加者同士で話し合ってもらい、そのあと3分で絵を描いてもらう。描いてもらう題材は本研究で使用するロボット Sota と大阪工業大学枚方キャンパスの2種類である。Sota はファシリテーションを行っているためオンライン通話ツールの画面に表示

されているが、枚方キャンパスは見本なしに描いてもらう。ワークショップ中の OpenFace の結果による Sota の制御フローを図7に示す。

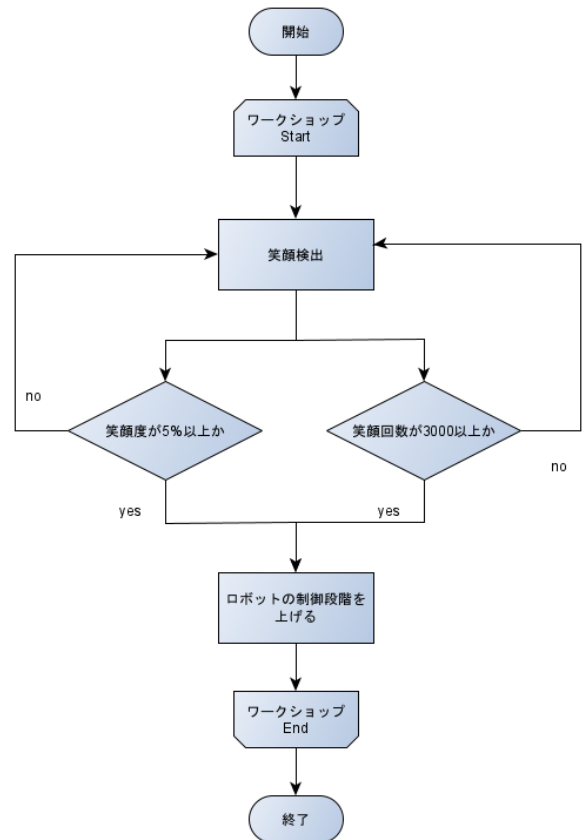


図6 OpenFace の結果による制御

笑顔度が5%以上または笑顔回数が3000以上で段階を上げていく。はじめロボットの LED の色は青色である。笑顔度または笑顔回数によって制御段階が2回目に到達した時、LED の色を黄色に変化させる。3段階目に変化した時は LED の色をオレンジ色に変化させ、ロボットに「楽しそうだね」と声をかけてもらう。声をかける時、両手を上下に振る動きを行い体全体で楽しさを表す。ロボットの目の LED の変化を図8に示す。



図7 ロボットの変化

次に PoseNet の結果による活動量の判定フローを図9に示す。



100 フレーム間で検出された座標の最大値と最小値が 30 ピクセルを超えていた場合活動状態とし、超えていなかった場合停止状態と判断する。3 回連続で停止状態と判定された時、ロボットは参加者に困っていることはないかと声をかける。

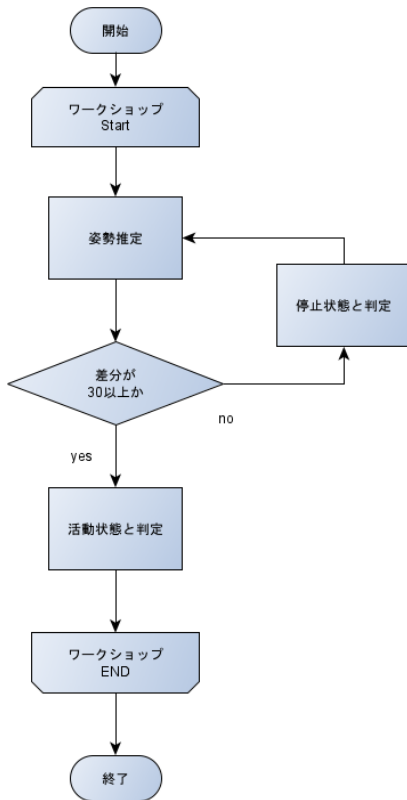


図 8 Posenet による制御

## 5. 結果と考察

### 5.1 気分に関する結果

表 1 は 1 回目と 2 回目のワークショップ終了後のアンケート結果を比較したものである。

表 1 気分に関するアンケート結果

質問内容	回数	評価項目の分布					p値
		1	2	3	4	5	
生き生きしている	1回目	0	1	4	7	0	0.672
	2回目	0	2	2	7	1	
陽気な気分だ	1回目	0	1	3	7	1	0.19
	2回目	0	1	0	9	2	
活気に満ちている	1回目	0	2	7	3	0	0.749
	2回目	0	2	6	4	0	

また、表 2 は 2 回目と追加実験のワークショップ終了後のアンケート結果を比較したものである。表 1、表 2 どちらもマンホイットニーの U 検定で評価した。表 1、表 2 ともに有意差は確認されずロボットの介入は参加者の気分

に影響を及ぼさないことが分かった。

表 2 気分に関するアンケート結果 2

質問内容	回数	評価項目の分布					p値
		1	2	3	4	5	
生き生きしている	2回目	0	2	2	7	1	0.438
	追加実験	0	0	0	3	0	
陽気な気分だ	2回目	0	1	0	9	2	0.266
	追加実験	0	0	1	2	0	
活気に満ちている	2回目	0	2	6	4	0	0.755
	追加実験	0	1	1	1	0	

これはロボットの介入のタイミングが良くなかったことと、ワークショップごとに題材が異なるため難易度の変化による気分の落ち込みが考えられる。1 つ目のロボットの介入するタイミングの悪さについては、4.2 節で述べたように今回の実験では参加者の表情が変化のみを参考に介入をしていった。そのため参加者同士が盛り上がっているところにロボットが無理やり介入してしまい場が冷めてしまった可能性が考えられる。実際にワークショップ終了後に参加者に感想を聞いたところ、話している最中に話しかけられて何を言っているのかわからなかったという意見が多くあった。本研究ではオンラインでワークショップを行ったため、対面よりも発言がかぶると何を言っているのか理解しにくいという環境だった。そのためロボットの発言も、会話していた他の参加者の発言も聞き取れず盛り上がれなかったという課題があった。またロボットは参加者の盛り上がりによって目の LED の色を変化させたり、楽しそうな動作をしたりと発話だけでなく体でも楽しさをアピールしていたが、参加者には伝わらなかった。これは zoom でホワイトボード機能を使うと図 6 のようになり、参加者やロボットを映している画面が小さくなってしまふ。また zoom の画面配置については指定が無かったため、参加者によってはカメラ画面を非表示にして絵を描くことに集中していた可能性がある。ロボットの目の LED を変えることによって参加者にワークショップ全体の盛り上がりを示すことになると考えていたが、気づいた参加者は少なかった。そのためロボットの発話も含め、1 回目と 2 回目のワークショップでロボットの变化に気づいた人は 34% のみであった。

2 つ目の題材が異なるため盛り上がりにくかったという点では、絵を描くことが苦手な参加者にとっては難易度が高くなると楽しめなくなってしまうことが考えられる。

表 3 はワークショップ後にとったアンケートの難易度に関する結果である。

表 3 難易度に関するアンケート

質問内容	回数	評価項目の分布					平均
		1	2	3	4	5	
絵を描く難易度はどうでしたか?	1回目	0	0	5	6	1	3.67
	2回目	2	1	0	5	4	3.67
	追加実験	0	0	0	1	2	4.67

1回目よりも2回目、追加実験の方が難しいと感じる方に分布しており、徐々に難化していることが分かる。同じ題材だと飽きてしまうと思い、ワークショップごとに題材を変えたがそのことが盛り上がりにくくしてしまう結果となった。

## 5.2 表情に関する結果

次にOpenFaceで検出された笑顔に関する結果を述べる。表4は1回目と2回目のワークショップで笑顔が検出されたフレーム数をグループごとに比較したもの、表5は2回目と追加実験のワークショップで笑顔が検出されたフレーム数を参加者ごとに比較したものである。どちらもT検定にかけて比較を行った。

表4 1回目と2回目の表情の比較

$p < 0.01: **$ ,  $p < 0.05: *$ ,  $p < 0.10: †$

グループ	1回目	2回目
A	13015	9996
B	325	1056
C	16957	18165
p値	0.813	

表5 2回目と追加実験の表情の比較

$p < 0.01: **$ ,  $p < 0.05: *$ ,  $p < 0.10: †$

	2回目	追加実験
B-1	60	7869
B-2	531	12192
B-3	465	5222
p値	0.056†	

表4より1回目と2回目のワークショップでは有意差は見られなかった。これは絵を描くことに集中しすぎて表情に変化が現れなかったことが考えられる。どのグループでも一番多く検出された表情は無表情であったため、参加者はまじめに作業しようとしていたことが分かる。話す内容も誰がどの部位を描くかなどワークショップを進めていく内容ばかりで雑談や、他の参加者の描いた部分を馬鹿にする様子は見られなかった。そのためロボットの介入のみでは表情に変化は見られなかった。

しかし、表5から2回目と追加実験では有意傾向があることが分かる。追加実験では参加者を褒めるといった動作

をロボットに追加し、ただうまいと褒めるのではなく具体的に褒めるように意識した。例えば追加実験の題材は参加者の似顔絵なので「輪郭の形がうまく描けている」といった風に褒めるようにした。参加者はロボットが楽しそうにしていることよりも褒められることによって笑顔が増える可能性があることが分かった。

## 6. 結論

本研究ではオンラインワークショップでファシリテータを務めてくれるロボットを開発した。ファシリテーションロボットはただ司会進行を務めるのではなく笑いの共感を生み出すことを意識し、参加者が参加してよかったと思えるワークショップになれるようなファシリテーションを目指した。

結果としてロボットの介入は参加者の気分をポジティブなものに変化させることも、表情を笑顔に変化させることもできなかった。これはロボットが介入するタイミングが参加者の表情の変化のみで判断していたためである。またロボットの介入によって参加者同士の会話を邪魔してしまい、ワークショップを盛り上げることができなかった。

今後の展望として、ロボットが介入するタイミングの判断に参加者の発話状況を取り入れたい。今回の実験でロボットの評価が低かった主な原因として参加者同士の会話に割り込んでしまったという点がある。そのためロボットは参加者同士の発言を理解し、邪魔しないタイミングで介入する必要がある。さらに介入のパターンも参加者が楽しそうなときに共感を行うことしかないので、参加者がつまらなさそうにしている場合や難しそうにしている場合の介入パターンも増やしたい。

また今回の実験ではロボットが発話する時は手動で動かしているため、自動でファシリテーションを行えるようにしたい。

**謝辞** 貴重な時間を実験に協力していただいた方たちにこの場をお借りして感謝の意を表す。本研究は、JST 未来社会創造事業 探索加速型「世界一の安全・安心社会の実現」領域、心理状態の客観的把握とフィードバック手法の確立による生きがい・働きがいのある社会の実現「QOL計測とハートフルネス実践による食体験共創システム」の研究から支援を受けた。

## 参考文献

- [1] オンラインワークショップ運営で工夫したこと・気づきまとめ、<https://note.com/roomclip/n/n77b933a93a84>, 最終閲覧日(閲覧日: 2022年2月10日)
- [2] 辰巳 智行, 中澤 高師, 福田 直樹, 吉田 寛 青木 美奈, 加藤 史也, 中島 大晴, 山口 七海: 自動ファシリテーションがオンライン議論に与える影響の分析: 高齢者運転免許返納制度をテーマとした統制実験, 人工知能学会 第34回全国大会, 2020年6月19日

- [3]佐野睦夫, 日下菜穂子, 西口敏司, 荒木英夫, 成本迅, 上田信行: Shared Dining 環境における参加者の自立と共生を促進するファシリテーション支援ロボットの基礎検討, 日本ロボット学会学術講演会予稿集(CD-ROM), Vol.38
- [4]吉田 直人, 矢野 美由紀, 米澤 朋子:”アナウンサーエージェントの対話的ニュース読み上げ手法による寄り添い感・信頼感の向上と理解導入効果”, ヒューマンインタフェース学会論文誌 23 卷(2021)2 号, 2021 年 5 月 25 日
- [5]岡本和磨・池田陽子・甲斐朱莉・末元真子・水谷晴香・米田紗菜・池見 陽,” Zoom を用いた PCAGIP: その実施と有効性の検討”, 関西大学臨床心理専門職大学院紀要 (11)pp. 11-19, 2021-03
- [6]Sota (ソータ), <https://www.vstone.co.jp/products/sota/>, 最終閲覧日(閲覧日: 2022 年 2 月 10 日)
- [7]TadasBaltrusaitis, PeterRobinson, Louis-Philippe Morency,” OpenFace: an open source facial behavior analysis toolkit”, 2016 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, 2016 年 3 月 7-10 日
- [8] Alex Kendall, Matthew Grimes, Roberto Cipolla,” PoseNet: A Convolutional Network for Real-Time 6-DOF Camera Relocalization”, Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, 2015, pp. 2938-2946
- [9]菊池 章夫,” KiSS-18 研究ノート”, 岩手県立大学社会福祉学部紀要 6 卷 2 号 pp. 41 – 51, 2004 年 3 月 30 日