

筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類

オンライン会議におけるマイク・カメラの切り
忘れ経験の実態調査と切り忘れ防止システムの
検討

新 由衣

指導教員 志築 文太郎, 川口一画

2022年2月

概要

COVID-19の影響により、オンライン会議が急増している。それに伴い、オンライン会議内で会議参加者が会議ツール内における自身のマイク・カメラを切り忘れ、意図していない音声や映像が流れる事故が多く発生している。本研究では、オンライン会議における会議参加者のマイク・カメラの切り忘れに注目する。初めに60名を対象にオンラインでのマイク・カメラの切り忘れに関する実態調査を行い、マイク・カメラを切り忘れた経験とマイク・カメラの切り替え操作のストレスについて定量的に明らかにした。次に、オンライン会議に参加する人々の行動の調査を行い、オンライン会議中のマイク・カメラのオンオフ状態に伴う参加者の無意識動作の分析を行った。最後に、本研究では初めにカメラに着目し、調査の結果から得られた無意識動作の指標を活用したカメラの切り忘れを防止するシステムを提案した。

目次

第1章	序論	1
1.1	背景	1
1.2	目的とアプローチ	1
1.3	本論文の貢献	2
1.4	本論文の構成	2
第2章	事前調査	3
2.1	マイクに関するアンケート結果	3
2.2	カメラに関するアンケート結果	5
2.3	議論	8
第3章	関連研究	9
3.1	カメラがオンライン会議に及ぼす影響	9
3.2	オンライン会議中の参加者の動作に着目した先行研究	10
3.3	マイク・カメラの切り忘れを防止するためのアイテム	10
第4章	調査実験	12
4.1	実験参加者および実験設計	12
4.2	実験に用いたシステム	13
4.3	実験結果	13
4.3.1	視線の向き	14
4.3.2	頭部の位置	15
4.3.3	頭部の向き	17
4.3.4	アンケート結果	18
4.4	議論	19
4.4.1	マイクに関して	20
4.4.2	カメラに関して	20
第5章	試作システム	21
5.1	実装	21
5.2	仮の評価実験	21
5.2.1	設計	21
5.2.2	評価結果	22

第 6 章 今後の課題	24
6.1 試作システムの改良	24
6.1.1 視線計測の追加	24
6.1.2 くしゃみ, 睡眠, スマートフォン操作の検出による切り替え	24
6.2 実験の拡張	24
6.2.1 実験参加者の追加	24
6.2.2 実験開始時のキャリブレーション	25
6.2.3 実験設計の拡張	25
6.3 マイクの切り忘れ防止システムの開発	25
謝辞	26
参考文献	27
付録 A 事前調査アンケート (Web フォーム)	31
付録 B 調査実験アンケート (Web フォーム)	35

目次

2.1	質問「オンライン会議にてマイクを切り忘れた経験はありますか？」の回答結果.	4
2.2	質問「マイクを切り忘れていた時の状況を教えてください。」の回答結果. . .	4
2.3	質問「オンライン会議にてマイクのオンオフ状態を度々確認しますか？」の回答結果.	5
2.4	質問「オンライン会議にてマイクのオンオフ状態を確認することにストレスを感じますか？」の回答結果.	5
2.5	質問「オンライン会議にて、マイクをオフにした状態（ミュート状態）で喋っていた経験はありますか？」の回答結果.	6
2.6	質問「過去にオンライン会議にてカメラを切り忘れた経験はありますか？」の回答結果.	6
2.7	質問「カメラを切り忘れていた時の状況を教えてください。」の回答結果. . .	7
2.8	質問「オンライン会議にてカメラのオンオフ状態を度々確認しますか？」の回答結果.	7
2.9	質問「オンライン会議にてカメラのオンオフ状態を確認することにストレスを感じますか？」の回答結果.	8
4.1	模擬会議実験の様子.	12
4.2	OpenFaceにて視線の向き及び頭部の位置と向きの計測を行っている様子. . .	14
4.3	1) 「Cam On/Mic All」条件と「Cam On/Mic Only」条件の視線の角度の散布図. 2) 「Cam On/Mic All」条件と「Cam Off/Mic All」条件の視線の角度の散布図.	16
4.4	3) 「Cam On/Mic All」条件と「Cam Off/Mic Only」条件の視線の角度の散布図. 4) 「Cam On/Mic Only」条件と「Cam Off/Mic All」条件の視線の角度の散布図.	16
4.5	5) 「Cam On/Mic Only」条件と「Cam Off/Mic Only」条件の視線の角度の散布図. 6) 「Cam On/Mic All」条件と「Cam Off/Mic All」条件の視線の角度の散布図.	17
5.1	質問「試作システムはカメラの切り忘れ防止に役に立つと思いますか？」の回答結果.	22
5.2	質問「試作システムにより切り替えの操作のストレスは軽減されると思いますか？」の回答結果.	22

第1章 序論

本論文では、オンライン会議におけるマイク・カメラの切り忘れ経験の実態調査と切り忘れ防止システムの検討を述べる。本章では、まず背景として、オンライン会議におけるマイク・カメラの切り忘れについて説明する。次に本研究の目的とアプローチを示す。その後、本研究の貢献を示し、最後に本論文の構成を示す。

1.1 背景

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の影響により世界的に学校や会社などで行われてきた対面での授業および会議がオンライン会議（以下、本論文においてはオンライン会議にオンライン授業も含むものとする）に移行した [Kod20, Coo20]。オンライン会議に参加するにあたり、ユーザは自身のマイク・カメラの切り替えを会議ツール上にて行う。具体的には、他人が話している時はノイズが入ってしまうために自分のマイクをオフにしたり、一時的に画面から離れる時やネットワーク状況が不安定な時はカメラをオフにする場面がある。これらのマイク・カメラの切り替え操作はユーザの手動の操作に任せられている。そのため、ユーザがマイク・カメラを切り忘れ、意図していない音声や映像が流れる事故が発生している。

1.2 目的とアプローチ

本研究の目的は、オンライン会議におけるマイク・カメラの切り忘れ経験の実態を明らかにし、会議参加者の無意識動作を利用してマイク・カメラの切り忘れを防止するシステムを開発することである。

これまでにオンライン会議におけるマイク・カメラの切り忘れに着目した調査は行われていない。そこで、初めに多数の人々にアンケートを通して事前調査を行い、オンライン会議にてマイク・カメラを切り忘れた経験とマイク・カメラの切り替え操作によるストレスについて定量的な分析を行い、本研究テーマの有用性を明らかにする。次に、オンラインでのグループ会議に参加する人々の行動の調査を行い、オンライン会議中のマイク・カメラのオンオフ状態に伴う参加者の無意識動作を特定し、分析する。そして、調査の結果から得られる無意識動作の指標を利用し、マイク・カメラの切り忘れを防止するシステムの開発を行い、評価実験を通してシステムの有効性を検証する。

1.3 本論文の貢献

本研究の貢献は以下の通りである。

- 60名によるアンケート調査を通じてオンライン会議にてマイク・カメラを切り忘れた経験とマイク・カメラの切り替えのストレスについての現状を定量的に明らかにした。
- オンライン会議に参加する人々の行動の調査を行い、会議中のマイク・カメラのオンオフ状態に伴う参加者の無意識動作を特定し、分析を行った。
- オンライン会議におけるカメラの切り忘れ防止システムを提案し、実装を行った。

1.4 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。第1章では、本研究の背景、目的とアプローチ、および貢献を示した。第2章では、本手法の実装にあたって行った事前調査を述べる。第3章では、本研究に関連する研究を述べ、本研究の位置付けを示す。第4章では、本手法の実装にあたって行った調査実験を述べる。第5章では、手法を実現するために作製した試作システムの実装を述べる。第6章では、本研究に関する議論と今後の課題を述べる。第7章では、本研究の結論を述べる。最後に、本研究の付録を記載する。

第2章 事前調査

これまでにオンライン会議におけるマイク・カメラの切り忘れに着目した調査は行われていない。そこで、本研究テーマの有用性を明らかにするため、初めにオンライン会議にてマイク・カメラを切り忘れた経験とマイク・カメラの切り替えのストレスを調査するためのアンケートを Google フォームアンケートを利用して行った。アンケート協力者は機縁募集を通じて参加したオンライン会議の経験がある 18 歳以上の大学生および大学院生 60 名（男性 38 名、女性 22 名）である。なお、事前調査に用いたアンケートを付録に掲載する（付録 A）。本章では、事前調査アンケートについて、マイクに関するアンケート結果およびカメラに関するアンケート結果、議論を述べる。

2.1 マイクに関するアンケート結果

本節では、マイクに関するアンケートの結果を述べる。質問内容は以下の 6 項目である。

- オンライン会議にてマイクを切り忘れた経験はありますか？
- マイクを切り忘れていた時の状況を教えてください。
- マイクを切り忘れていた時に何をしていましたか？（任意）
- オンライン会議にてマイクのオンオフ状態を度々確認しますか？
- オンライン会議にてマイクのオンオフ状態を確認することにストレスを感じますか？
- オンライン会議にて、マイクをオフにした状態で喋っていた経験はありますか？

調査の結果、オンライン会議にてマイクを切り忘れた経験がある人の割合は 61.7%（37 名）であり、半数以上の人切り忘れの経験があった（図 2.1）。

切り忘れが発生する状況に関して、主に 3 つの状況が想定される。1 つ目は、(A)「マイクを切るためのボタンを押したつもりでいたが、正しくボタンを押すことができていなかった状況」である。2 つ目は、(B)「マイクを切るためのボタンを押すことをそもそも忘れていた状況」である。3 つ目は、(C)「何かの拍子にマイクのオンボタンを押してしまい、それに気づかずにいた状況」である。

事前調査にてマイクを切り忘れた経験があると回答したアンケート協力者に対して、切り忘れ時の状況が 3 つのうちのどれに該当するか、まだ該当しない場合はどのような状況で

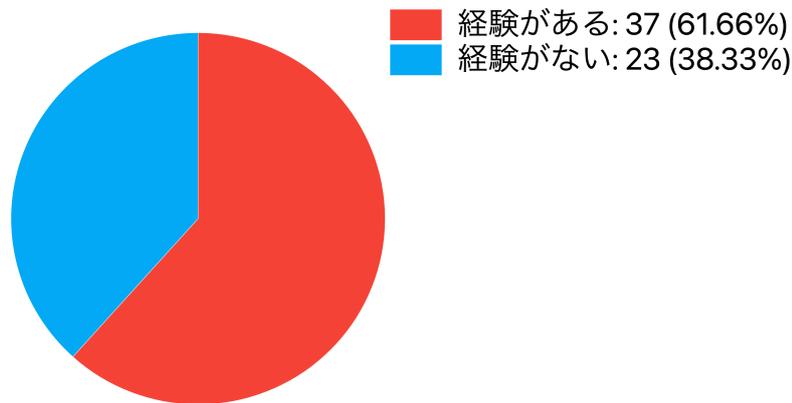


図 2.1: 質問「オンライン会議にてマイクを切り忘れた経験はありますか？」の回答結果。

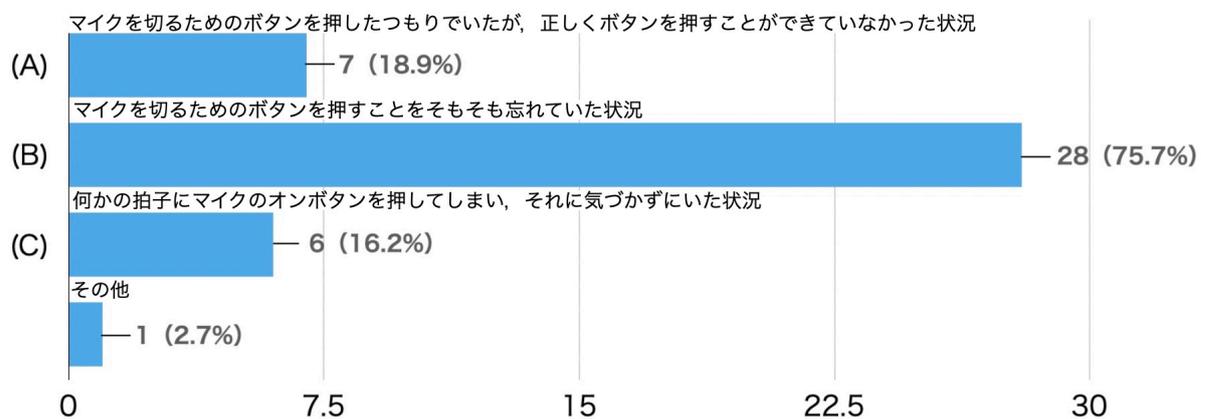


図 2.2: 質問「マイクを切り忘れていた時の状況を教えてください。」の回答結果。

あったのかを尋ねた。回答結果を図 2.2 に示す。(A)「マイクを切るためのボタンを押したつもりでいたが、正しくボタンを押すことができていなかった状況」の経験がある人は 18.9%(7 名), (B)「マイクを切るためのボタンを押すことをそもそも忘れていた状況」の経験のある人は 75.7% (28 名), (C)「何かの拍子にマイクのオンボタンを押してしまい、それに気づかずにいた状況」の経験がある人は 16.2% (6 名) であった。その他の回答として「入室時にデフォルトでマイクがオンになっていることに気づかなかった状況」と回答した人が 2.7% (1 名) であった。

また、任意の自由回答としてマイクを切り忘れていた時に何をしていたかを尋ねた。回答結果には、「独り言を言っていた」、「お菓子を食ったり飲み物を飲んでいた」、「同じ空間にいた人と喋っていた」という回答が複数件あった。

次に「オンライン会議にてマイクのオンオフ状態を度々確認しますか？」と尋ねた。その

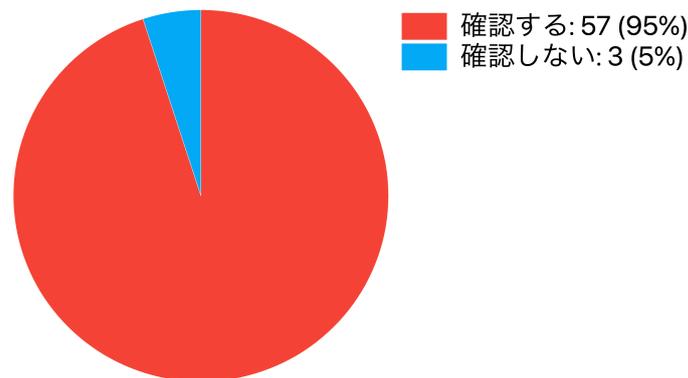


図 2.3: 質問「オンライン会議にてマイクのオンオフ状態を度々確認しますか？」の回答結果.

結果, 95% (57名) の人が確認すると回答した (図 2.3).

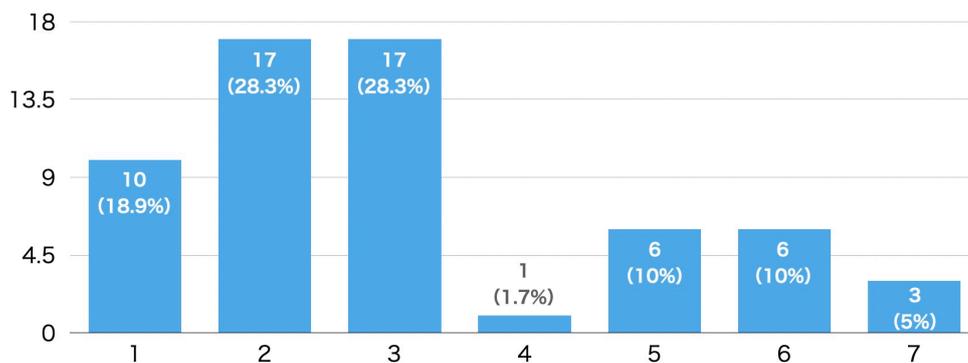


図 2.4: 質問「オンライン会議にてマイクのオンオフ状態を確認することにストレスを感じますか？」の回答結果.

加えて、「オンライン会議にてマイクのオンオフ状態を確認することにストレスを感じますか？」という質問にてストレスの度合いを7段階評価にて尋ねた。レベル1が最も「ストレスを感じる」、レベル7が最も「ストレスを感じない」とした。回答結果を図 2.4 に示す。レベル2, レベル3が最も多い結果となり, レベル1-3 までの人は合計で73.3% (44名) であり, 多数の人々がマイクのオンオフ状態の確認に多少のストレスを感じていることが判明した。

また、「オンライン会議にて, マイクをオフにした状態 (ミュート状態) で喋っていた経験はありますか？」という質問に対して, 63.3% (38名) が経験があると回答した (図 2.5)。

2.2 カメラに関するアンケート結果

本節では, カメラに関するアンケートの結果を述べる。質問内容は以下の5項目である。

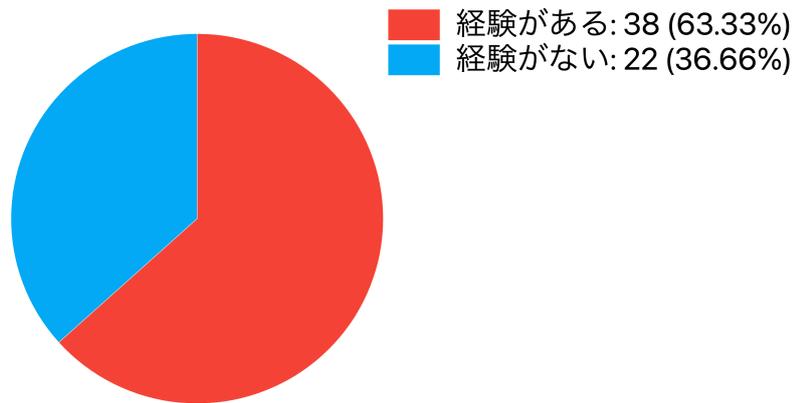


図 2.5: 質問「オンライン会議にて、マイクをオフにした状態（ミュート状態）で喋っていた経験はありますか？」の回答結果.

- オンライン会議にてカメラを切り忘れた経験はありますか？
- カメラを切り忘れていた時の状況を教えてください.
- カメラを切り忘れていた時に何をしていましたか？（任意）
- オンライン会議にてカメラのオンオフ状態を度々確認しますか？
- オンライン会議にてカメラのオンオフ状態を確認することにストレスを感じますか？

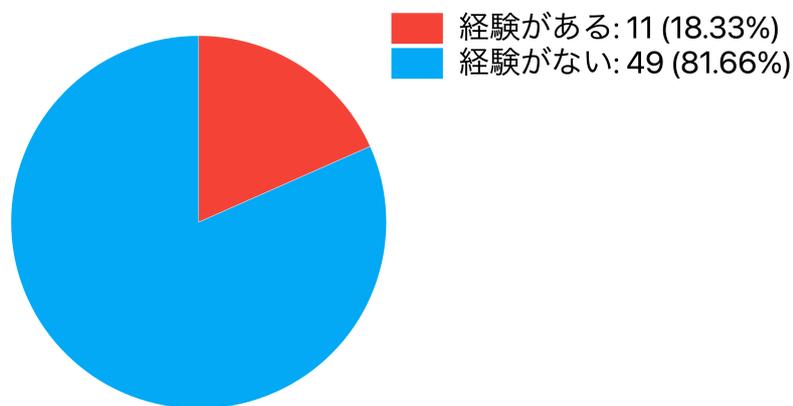


図 2.6: 質問「過去にオンライン会議にてカメラを切り忘れた経験はありますか？」の回答結果.

「過去にオンライン会議にてカメラを切り忘れた経験はありますか？」の質問に関して、経験があると回答した人々の割合は 18.3%（11 名）であり、マイクの切り忘れ経験と比較して少ない結果となった（図 2.6）.

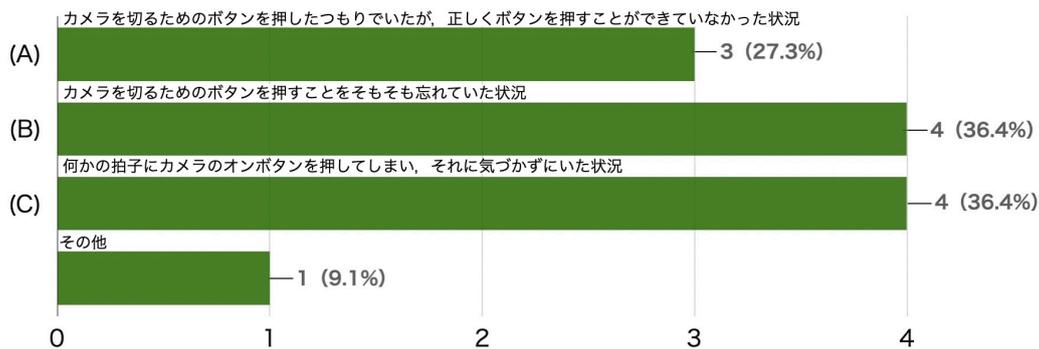


図 2.7: 質問「カメラを切り忘れていた時の状況を教えてください。」の回答結果.

次に、切り忘れ経験があると回答した 11 名に対して、「マイクに関するアンケート結果」の節にて前述した 3 つの状況に関する質問をカメラに関して行った。回答結果を図 2.7 に示す。(A)「カメラを切るためのボタンを押したつもりでいたが、正しくボタンを押すことができていなかった状況」の経験がある人は 27.3% (3 名), (B)「カメラを切るためのボタンを押すことをそもそも忘れていた状況」の経験のある人は 36.4% (4 名), (C)「何かの拍子にカメラのオンボタンを押してしまい、それに気づかずにいた状況」の経験のある人は 36.4% (4 名) であった。また、その他の回答として「入室時にデフォルトでカメラがオンになっていることに気づかなかった状況」と回答した人が 2.7% (1 名) であった。

また、任意の自由回答としてカメラを切り忘れていた時に何をしていたかを尋ねた。回答結果には、「飲み物を取りに行っていた」、「スマートフォンを操作していた」、「寝ていた」という回答があった。

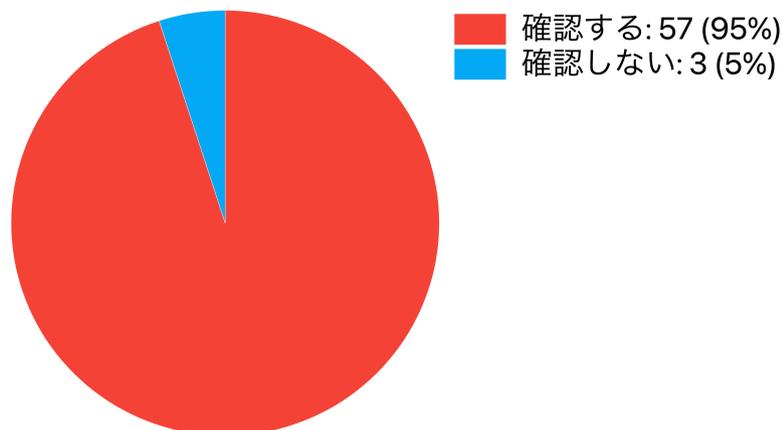


図 2.8: 質問「オンライン会議にてカメラのオンオフ状態を度々確認しますか？」の回答結果.

次に「オンライン会議にてカメラのオンオフ状態を度々確認しますか？」と尋ねた結果、94.8% (55 名) の人が確認すると回答した (図 2.8)。

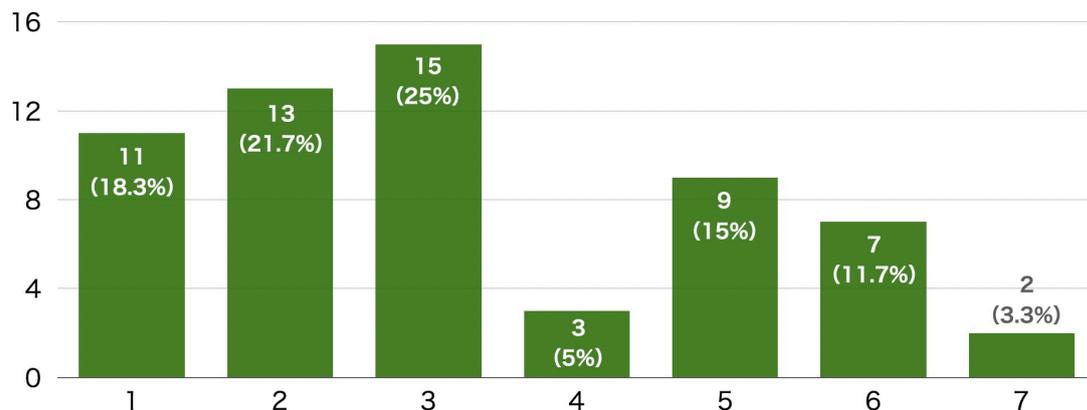


図 2.9: 質問「オンライン会議にてカメラのオンオフ状態を確認することにストレスを感じますか？」の回答結果.

加えて、マイクの質問と同様にストレスの度合いを7段階評価にて尋ねた。レベル1が最も「ストレスを感じる」、レベル7が最も「ストレスを感じない」とした。回答結果を図 2.9 に示す。レベル3が最も多い結果となり、レベル1-3 までの人は合計で 63.8% (37 名) であり、半数以上の人々がカメラのオンオフ状態の確認に多少のストレスを感じていることが判明した。

2.3 議論

マイクに関して、約 6 割の人々に切り忘れの経験があることが判明した。カメラに関しては、約 2 割の人々に切り忘れの経験があることが判明した。また、9 割を超える人々がマイク・カメラの状態をオンライン会議中に度々確認しており、半数以上の人々がマイク・カメラの状態確認の作業に多少のストレスを感じていることが判明した。これらの結果を踏まえて、本研究ではマイク・カメラの切り忘れ防止システムを開発することにより、切り忘れ事故を防止し、マイク・カメラの状態確認の作業のストレスを軽減することを目指す。

第3章 関連研究

本章ではオンライン会議においてカメラが及ぼす影響およびオンライン会議中の動作に着目した先行研究およびマイク・カメラの切り忘れを防止するためのアイテムについて説明し、本研究の位置づけを行う。

3.1 カメラがオンライン会議に及ぼす影響

オンライン会議にて参加者はカメラを使用することにより、非言語情報を伝えることが可能となる。非言語情報はコミュニケーションの中で重要な役割を果たしている [Var86]。言語によって伝えられるメッセージは全体の 35% であり、残りの 65% は非言語情報であると言われている [Bir10]。例えば、リアルタイムの授業において、生徒がカメラを使用することで学習効果を向上させることができたという結果がある [MR02]。指導者は、笑顔、眉をひそめる、頭のうなずき、混乱の様子および退屈の様子など、生徒から非言語的情報を受け取ることで、リアルタイムにて指導を評価し、それに応じて調整を行い、生徒の学習を向上させることが可能となる [MR02]。また、カメラを使用している学生は、指導者と学生、および学生間関係を構築することにも役立ち、カメラを使用して遠隔で教えている際により多くの非言語情報を受け取った指導者は、より暖かく親密で、より快適な指導者と学生の対人関係を築くことができたと報告している。つまり、視覚と聴覚の両方の非言語的情報を受け取ることで、よりオンライン授業が効果的になる [Mot00]。

一方で、Castelli らの実験 [CS] では学生の大多数 (N=249, 90%) が少なくとも一部の時間帯は自身のカメラを使用せずに遠隔の授業に参加したという結果がある。カメラを使用しない主な理由として最も多かった理由は「身だしなみが気になる」(N=113, 41%) であった。次に多かった理由は、「人目が気になる」(N=73, 26%) であった。

また、オンライン会議にてカメラを使用しないことにより、会議の生産性が上がったという研究結果がある [SGR⁺21]。カメラを使用した会議では、人々は自分が「見られている」と感じるが多いため、自分の表現を他の人がどのように認識しているかに集中してしまい、疲労を感じることもある。カメラの使用を止めることで人々は自分の外見や表現に集中することをやめ、代わりに会議の内容に集中することができると説明している。しかし、カメラの使用は非言語情報を伝える上で重要な役割を持つ。そのため、Kristen らの研究 citeKristen21 では、解決策として、オンライン会議におけるカメラの使用を完全に放棄する訳ではなく、カメラの使用の選択性を参加者に持たせることが重要であると述べている。

以上より、オンライン会議においてカメラをオンにして参加することにより、非言語情報

を伝え、より円滑なコミュニケーションを行うことが可能となる。一方で、参加者自身の状況や感情に応じてカメラを使用したくない場面がある。そのため、会議内にて参加者にカメラの使用の選択性を持たせることが重要であり、その際に手動での切り替えの操作が発生する。そしてそれに伴い、カメラの切り忘れが発生している。本研究では、オンライン会議におけるカメラの使用の重要性を踏まえた上で、カメラの切り忘れに着目する。

3.2 オンライン会議中の参加者の動作に着目した先行研究

これまでにオンライン会議や会議支援に関する研究が多数行われてきた。オンライン会議中の視線情報の伝達に関する研究 [OKM⁺16, Ohn05, TWL20] やオンライン会議における発話衝突の回避に関する研究 [玉木 13, 敷田 15, 山田 21], およびオンライン会議の「質」を評価するために会議映像から取得した映像を分析する研究 [曾根 20, 徳原] などが報告されている。本研究ではオンライン会議中の参加者の動作の計測を行う。本節ではオンライン会議中の参加者の動作に着目した先行研究について説明する。

Mindless Attractor [AY21] はオンライン授業においてユーザーの注意を自然に引き出すために動画内の音声のピッチおよびボリュームをリアルタイムに摂動させるシステムである。ユーザーの集中度を検知するため、WEB カメラからユーザの顔の向きを推定し、PC 画面を見ているかいないかという判定を行っている。また、徳原らの研究 [徳原 21] は、ビデオ会議中に表出する無意識の動作として頷きの仕草を定量的に評価し、数値として参加者にフィードバックするシステムを提案している。WEB カメラから各参加者の顔の傾きを推定し頷きの認識を行い、頷き回数をリアルタイムに会議へフィードバックすることにより、自分や他人の仕草に意識がいき、これまでに気づかなかった自分の仕草に気づいたり、会議のコミュニケーションを盛り上げることに繋がると報告している。本研究の提案手法においても会議参加者の無意識の動作に着目し、WEB カメラからユーザの顔の向きを判定することにより、マイク・カメラの切り替えを行うことを検討している。

Abdullah らの研究 [AKLN21] では、210 名を対象に会議の形態（ビデオ会議および VR 会議）、および会議におけるタスクの種類に応じて会議中の動作が変化するか調査を行っている。ボディトラッキング、フェイストラッキング、およびフィンガートラッキングを使用して会議参加者の動作の計測を行い、比喩的なジェスチャや相槌が VR 会議に比べてビデオ会議の方が多いいことを報告している。本研究においても、フェイストラッキングを使用して会議参加者の動作を計測するが、カメラ・マイクのオンオフ状態に応じた会議参加者の動作に注目する。

3.3 マイク・カメラの切り忘れを防止するためのアイテム

カメラの切り忘れによる事故を防止する「WEB カメラカバー」 [Clo18] という商品が存在する。PC に付属した WEB カメラの上から物理的なカバーを被せてカメラに何も映らないようにすることにより、切り忘れ事故を防ぐというものである。安価かつシンプルで安心な切

り忘れ事故を防止するアイテムである一方で、一時的にカメラを使用する際には手動の操作でカバーを外す必要があり、切り替えの操作回数が多い場合にはカバーの戻し忘れることが想定され、結果として切り忘れ事故を起こすことに繋がる。また、ラップトップコンピュータの場合は折りたたむ畳む際にカバーが邪魔となり毎回取り付ける手間が発生する。「MuteMe」[Mut18]はマイクのオンオフを切り替える事ができるPCとは独立した物理的なボタンである。「MuteMe」の内部にはフルカラーLEDが入っており、会議中は常に表面が発光している。ライトの色にてマイクのオンオフ状態を一目で判断することができるため、マイクの切り忘れ防止に繋がる。しかし、「MuteMe」はマイクの状態を視覚化する「カラーLED」を含む物理的なデバイスであり、使用する際にはボタンのハードウェアが必要となる。

本研究では会議参加者の視線や顔の向きをWEBカメラから推定し、マイク・カメラの切り替えを行うソフトウェアのアプリケーションを提案するため、PC以外の機材を必要としない。

第4章 調査実験

本研究では，会議参加者の無意識動作を利用したマイク・カメラの切り忘れを防止するシステムを開発する．切り忘れ防止システムの設計に先立ち，オンライン会議におけるマイク・カメラの状態に応じた参加者の無意識動作を計測する実験を実施した．本章では，実験参加者および実験設計，実験に用いたシステム，実験結果，および議論を述べる．

4.1 実験参加者および実験設計

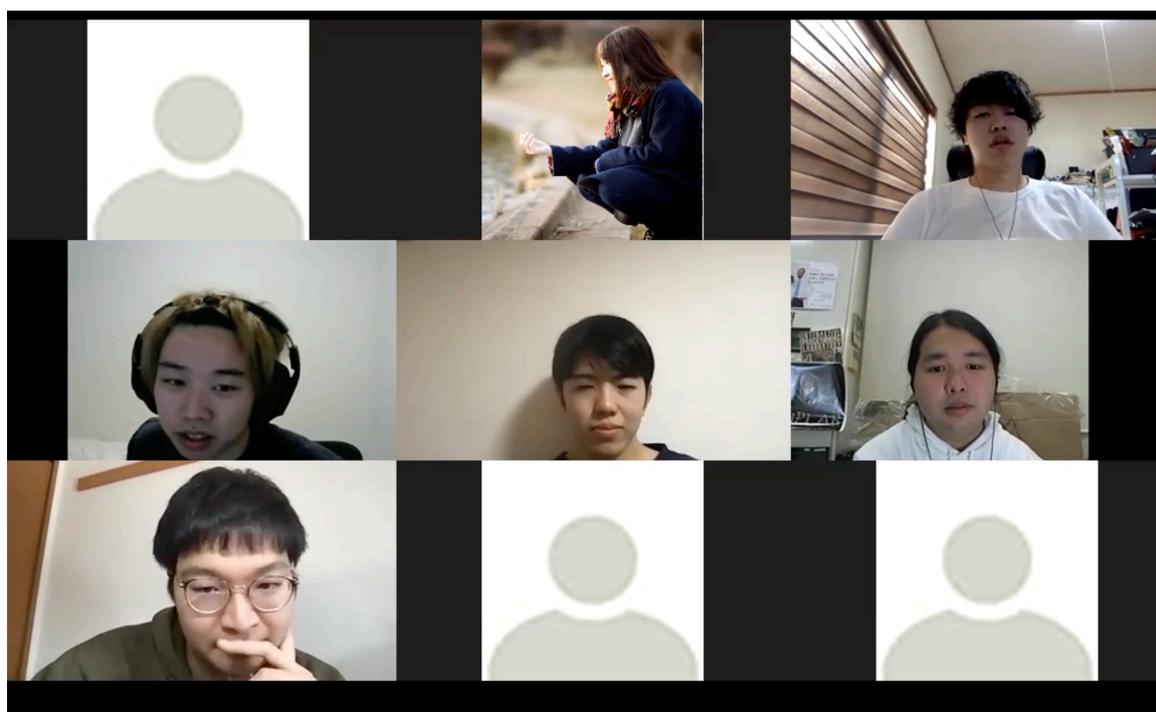


図 4.1: 模擬会議実験の様子.

本実験では，8人の実験参加者がオンライン会議システムを用いてタスクを行った．研究室内の男性8人（平均年齢：22歳，分散：0.5）がボランティアとして実験に参加した．実験参加者は互いに親しい知り合いであり，全員が情報学部の大学生であった．実験参加者は日常的にオンライン会議を行っていた．実験参加者は個別に異なる部屋に分かれて10分間のオ

ンライン会議を4セッション行った。タスクには、出題されるテーマに対して参加者全体にて結論を一つ定める自由討論型の議論タスクを使用した。これは、出題されるテーマに対して正解がなく、参加者内にて自由に討論して最後に一つの結論を出す形式の議論であり、参加者が活発に発言し話者交替が起こりやすいことから実験タスクとして採用した。お題は「無人島に持っていくべきものを3つ考えてください」「新しい国民の祝日を設定するならどんな日がよいか考えてください」「自分が遅刻を防ぐ方法を考えてください」「100万当たったら、貯金や資金運用以外でどのように使うか考えてください」の4つである。タスクのお題はセッション開始の直前に参加者に伝えた。図4.1に実験中の様子を示す。

表 4.1: マイク・カメラの条件の表記.

常にカメラをオンにする	Cam On
常にカメラをオフにする	Cam Off
常にマイクをオンにする	Mic All
自分が話す時のみマイクをオンにする	Mic Only

また、実験参加者にマイク・カメラの使用の条件を各セッションごとに指定した。マイクの使用条件は「常にマイクをオンにする (Mic All)」もしくは「自分が話す時のみマイクをオンにする (Mic Only)」である。カメラの使用条件は「常にカメラをオンにする (Cam On)」もしくは「常にカメラをオフにする (Cam Off)」である。マイク・カメラの条件の表記を表4.1に示す。

実験中には実験参加者の各個人のWEBカメラからの映像を記録し、各参加者の視線及び顔の位置、顔の向きを調査した。加えて、各セッションの終了後に会議の内容に関するアンケートを行った(付録B)。

4.2 実験に用いたシステム

オンライン会議システムはZoom¹を利用した。また、実験参加者は各個人が所有する私物のPCを使用し、OBS Studio²を利用してフロントカメラからの映像の録画を行った。

4.3 実験結果

調査実験にて得られた、8名×10分間の動画×4セッションの合計320分間の動画をマイク、カメラの条件に応じて分類し、OpenFace[BZLM18]を利用して、参加者の視線の向き及び頭部の位置と向きを計測を行った(図4.2)。

¹<https://explore.zoom.us/ja/products/meetings/>

²<https://obsproject.com/ja/download>

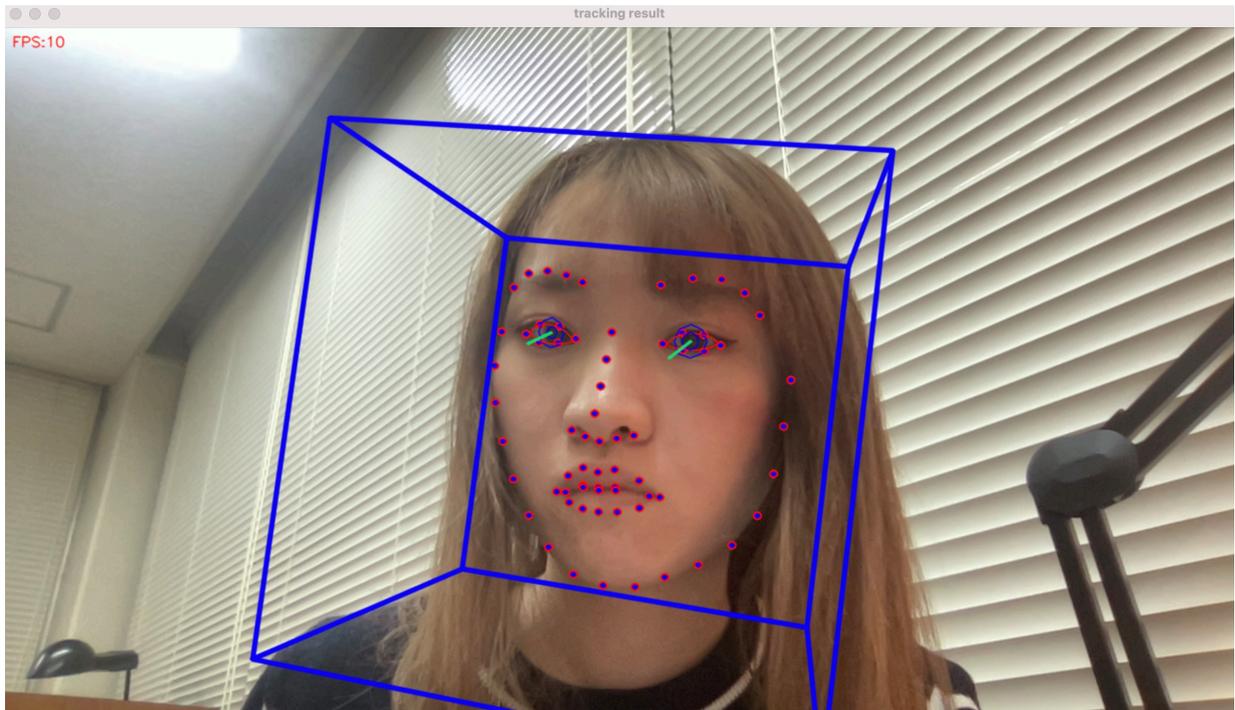


図 4.2: OpenFace にて視線の向き及び頭部の位置と向きの計測を行っている様子.

次に、得られたデータに対して条件ごとに差があるのかを調査するため、検定を行った。全ての条件および指標の種類におけるデータに対してコルモゴロフ・スミルノフ検定を行った結果、正規分布に従わなかったため、ノンパラメトリックの多重比較法である Steel-Dwass 法を用いて検定を行った。また、有意水準を 0.05 とし、効果量の算出には Hedge's g を用いた。効果量の大きさの評価は [Coh13] にて提唱されている行動科学における効果量の目安を参考にし、「大」、「中」、「小」および「小未満」の項目にて分類を行った。

4.3.1 視線の向き

WEB カメラの位置を原点とした視線（ラジアン単位）の計測を X および Y 軸にて行った。

視線の X 軸における向きの解析結果を表 4.2 に示す。X 軸における角度は PC 画面の中央にある WEB カメラの位置を X 軸の原点としてユーザが視線を左右に動かす時の角度を指す。「Cam On/Mic All」条件と「Cam On/Mic Only」条件、「Cam On/Mic All 条件と「Cam Off/Mic All」条件、「Cam On/Mic Only」条件と「Cam Off/Mic Only」条件の間にて有意差があった。

視線の Y 軸における向きの解析結果を表 4.3 に示す。Y 軸における角度は PC 画面の中央にある WEB カメラの位置を Y 軸の原点としてユーザが視線を上下に動かす時の角度を指す。「Cam On/Mic All」条件と「Cam Off/Mic Only」条件のみに有意差が無く、他の条件間には有意差があった。

表 4.2: 視線の X 軸における向きの解析結果.

状態 1	状態 2	中央値の差	平均値の差	有意確率	効果量	95% 信頼区間	
						上限	下限
Cam On/Mic All	Cam On/Mic Only	0.0014	0.0106	p < .005	0.0700	0.0983	0.0417
	Cam Off/Mic All	0.008	0.0170	p < .005	-0.0973	-0.0690	-0.1257
	Cam Off/Mic Only	0.010	0.0151	0.354	0.0959	0.1243	0.0676
Cam On/Mic Only	Cam Off/Mic All	0.006	0.0277	0.477	-0.1670	-0.1387	-0.1953
	Cam Off/Mic Only	0.004	0.0044	p < .005	0.0300	0.05836	0.0017
Cam Off/Mic Only	Cam Off/Mic All	0.002	0.0213	0.085	-0.1884	-0.1600	-0.2167

表 4.3: 視線の Y 軸における向きの解析結果.

状態 1	状態 2	中央値の差	平均値の差	有意確率	効果量	95% 信頼区間	
						上限	下限
Cam On/Mic All	Cam On/Mic Only	0.022	0.0181	p < .005	-0.1209	-0.0926	-0.1492
	Cam Off/Mic All	0.028	0.0609	p < .005	0.3964	0.4249	0.3678
	Cam Off/Mic Only	0.005	0.0209	0.14	0.1328	0.1611	0.1044
Cam On/Mic Only	Cam Off/Mic All	0.050	0.0790	p < .005	0.5207	0.5495	0.4919
	Cam Off/Mic Only	0.017	0.0391	p < .005	0.2505	0.2789	0.2220
Cam Off/Mic Only	Cam Off/Mic All	0.033	0.0399	p < .005	0.2500	0.2784	0.2216

また、横軸を視線の角度における X 軸、縦軸を視線の角度における Y 軸として、視線の角度を各条件ごとにプロットした結果を示す (図 4.3, 図 4.4, 図 4.5)。

4.3.2 頭部の位置

WEB カメラの位置を原点とした頭部の位置 (ミリメートル単位) の計測を X および Y, Z 軸にて行った。正の Z 軸は WEB カメラ位置から頭部までの離れている距離を示す。

頭部の X 軸における位置の解析結果を表 4.4 に示す。「Cam On/Mic Only」条件と「Cam Off/Mic Only」条件のみが有意差が無く、他の条件間には有意差があった。

頭部の Y 軸における位置の解析結果を表 4.5 に示す。「Cam On/Mic All」条件と「Cam On/Mic Only」条件のみが有意差が無く、他の条件間には有意差があった。

頭部の Z 軸における位置の解析結果を表 4.6 に示す。「Cam On/Mic All」条件と「Cam On/Mic Only」条件のみが有意差が無く、他の条件間には有意差があった。

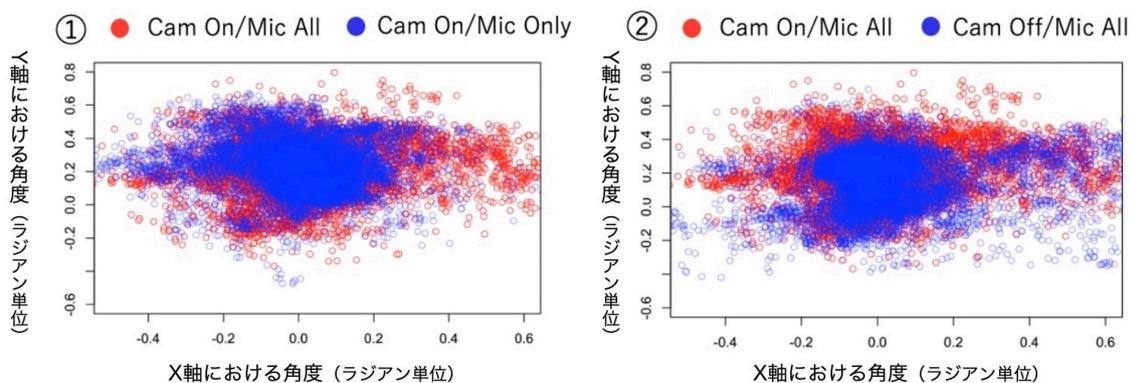


図 4.3: 1) 「Cam On/Mic All」条件と「Cam On/Mic Only」条件の視線の角度の散布図. 2) 「Cam On/Mic All」条件と「Cam Off/Mic All」条件の視線の角度の散布図.

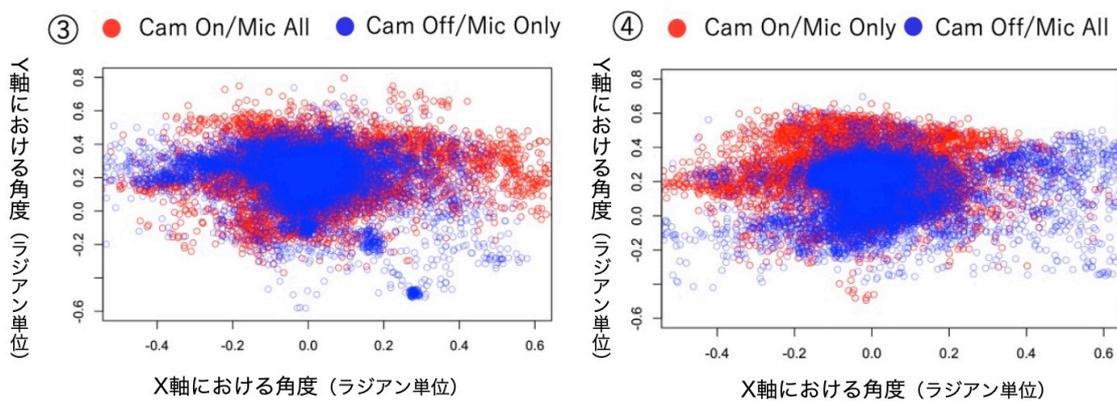


図 4.4: 3) 「Cam On/Mic All」条件と「Cam Off/Mic Only」条件の視線の角度の散布図. 4) 「Cam On/Mic Only」条件と「Cam Off/Mic All」条件の視線の角度の散布図.

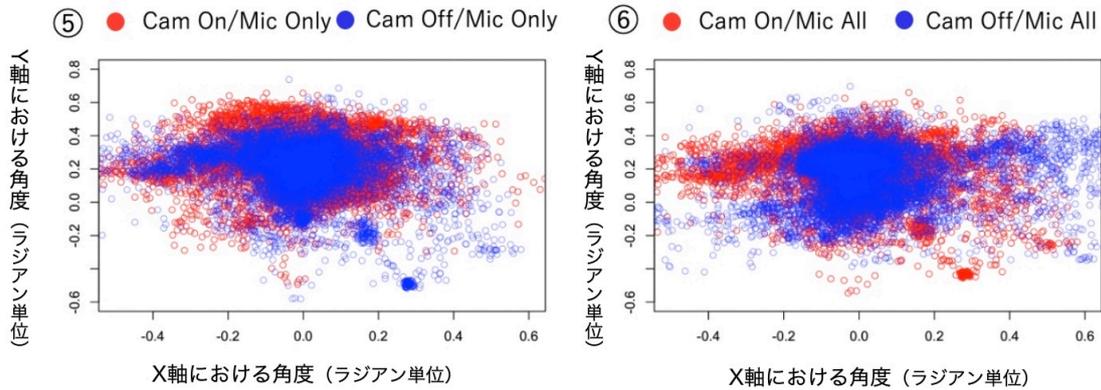


図 4.5: 5) 「Cam On/Mic Only」条件と「Cam Off/Mic Only」条件の視線の角度の散布図. 6) 「Cam On/Mic All」条件と「Cam Off/Mic All」条件の視線の角度の散布図.

表 4.4: 頭部の X 軸における位置の解析結果.

状態1	状態2	中央値の差	平均値の差	有意確率	効果量	95% 信頼区間	
						上限	下限
Cam On/Mic All	Cam On/Mic Only	11.7	-10.2683	p < .005	-0.1855	-0.1572	-0.2139
	Cam Off/Mic All	5.85	8.3603	p < .005	0.1502	0.1785	0.1219
	Cam Off/Mic Only	9.3	0.0151	p < .005	-0.3067	-0.2782	-0.3351
Cam On/Mic Only	Cam Off/Mic All	17.55	16.1738	p < .005	-0.4035	-0.3750	-0.4321
	Cam Off/Mic Only	2.4	6.3928	0.19	-0.2153	-0.1870	-0.2437
Cam Off/Mic Only	Cam Off/Mic All	15.15	12.2358	p < .005	-0.1836	-0.1553	-0.2120

4.3.3 頭部の向き

WEB カメラの位置を原点とした頭部の向き（ラジアン単位）の計測を X および Y 軸にて行った。

頭部の X 軸における向きの解析結果を表 4.7 に示す。X 軸における角度は PC 画面の中央にある WEB カメラの位置を X 軸の原点としてユーザが左右に頭を向ける時の角度を指す。「Cam On/Mic All」条件と「Cam On/Mic Only」条件のみが有意差が無く、他の条件間には有意差があった。

頭部の Y 軸における向きの解析結果を表 4.8 に示す。Y 軸における角度は PC 画面の中央にある WEB カメラの位置を Y 軸の原点としてユーザが上下に頭を向ける時の角度を指す。「Cam On/Mic All」条件と「Cam On/Mic Only」条件、「Cam On/Mic Only」条件と「Cam Off/Mic All」条件、「Cam On/Mic Only」条件と「Cam Off/Mic Only」条件の間にて有意差があった。

表 4.5: 頭部の Y 軸における位置の解析結果.

状態 1	状態 2	中央値の差	平均値の差	有意確率	効果量	95% 信頼区間	
						上限	下限
Cam On/Mic All	Cam On/Mic Only	12.5	0.4090	0.0019	0.0070	0.0354	-0.0211
	Cam Off/Mic All	23	35.8462	p < .005	-0.6472	-0.6182	-0.6763
	Cam Off/Mic Only	16.6	24.4023	p < .005	-0.4351	-0.4065	-0.4637
Cam On/Mic Only	Cam Off/Mic All	10.5	13.7447	p < .005	-0.6415	-0.6125	-0.6705
	Cam Off/Mic Only	4.1	24.8113	p < .005	-0.4337	-0.4051	-0.4624
Cam Off/Mic Only	Cam Off/Mic All	6.4	11.4439	p < .005	-0.2075	-0.1792	-0.2359

表 4.6: 頭部の Z 軸における位置の解析結果.

状態 1	状態 2	中央値の差	平均値の差	有意確率	効果量	95% 信頼区間	
						上限	下限
Cam On/Mic All	Cam On/Mic Only	2.1	6.2353	0.0320	-0.0563	0.035	-0.021
	Cam Off/Mic All	42.85	35.8462	p < .005	-0.4825	-0.4538	-0.5112
	Cam Off/Mic Only	12.9	36.0062	p < .005	-0.2843	-0.2558	-0.3127
Cam On/Mic Only	Cam Off/Mic All	40.75	58.8257	p < .005	-0.4035	-0.4321	-0.3750
	Cam Off/Mic Only	10.8	29.7709	p < .005	-0.2153	-0.1870	-0.2437
Cam Off/Mic Only	Cam Off/Mic All	29.95	29.0548	p < .005	-0.1836	-0.1553	-0.2120

4.3.4 アンケート結果

また、各セッション終了時にアンケートにて会議に対する質問、実験終了後に実験に関する意見・感想を尋ねた。なお、実験に用いたアンケートを付録に掲載する（付録 B）。本項においては、アンケート結果の一部を抜粋して説明する。「オンライン会議はスムーズに行えたか」という 7 段階評価（1：スムーズに行えた、7：スムーズに行えなかった）の質問にて「スムーズに行えなかった」項目（5 7）を選択した回答者に「スムーズに行えなかった原因に心あたりがあれば記入してください」という質問を尋ねた結果、「発言のたびにマイクをオンオフにする必要があり、大変だった.」、「カメラをオンにしてないから頷くこともできないし、マイクを毎回オンにする必要があり大変」という回答が得られた。次に、「オンライン会議の理解度」に関する 7 段階評価（1：理解できた、7：理解できなかった）の質問にて「理解できなかった」項目（5 7）を選択した回答者に「理解度が低い原因に心あたりがあれば記入してください」という質問を尋ねた結果、「カメラをオンにしてなかったの、適当に聞き流していた.」、「自分がどう映っているかを気にしないために、集中力が下がってしまっている。」という回答が得られた。また、「オンライン会議への参加度合い」に関する 7 段階評価（1：参

表 4.7: 頭部の X 軸における向きの解析結果.

状態 1	状態 2	中央値の差	平均値の差	有意確率	効果量	95% 信頼区間	
						上限	下限
Cam On/Mic All	Cam On/Mic Only	0.002	0.000	0.7	-0.000	0.0276	-0.0288
	Cam Off/Mic All	0.042	0.0633	p < .005	0.3667	0.3952	0.3381
	Cam Off/Mic Only	0.004	0.0225	p < .005	0.1280	0.1563	0.0997
Cam On/Mic Only	Cam Off/Mic All	0.044	0.0634	p < .005	0.3776	0.4061	0.3490
	Cam Off/Mic Only	0.006	0.0026	p < .005	0.1320	0.1603	0.1037
Cam Off/Mic Only	Cam Off/Mic All	0.038	0.0408	p < .005	0.2297	0.2581	0.2013

表 4.8: 頭部の Y 軸における向きの解析結果

状態 1	状態 2	中央値の差	平均値の差	有意確率	効果量	95% 信頼区間	
						上限	下限
Cam On/Mic All	Cam On/Mic Only	0.020	0.000	p < .005	0.0013	0.0296	-0.0268
	Cam Off/Mic All	0.001	0.0633	0.55	0.0957	0.1240	0.0674
	Cam Off/Mic Only	0.007	0.0225	0.77	-0.0738	-0.0455	-0.1021
Cam On/Mic Only	Cam Off/Mic All	0.021	0.0634	p < .005	0.0992	0.1275	0.0709
	Cam Off/Mic Only	0.013	0.0226	p < .005	-0.0795	-0.0512	-0.1078
Cam Off/Mic Only	Cam Off/Mic All	0.008	0.0408	1.00	0.1572	0.1855	0.1289

加できた, 7: 参加できなかった) の質問にて「参加できなかった」項目 (5 7) を選択した回答者に「参加度合いが低い原因に心あたりがあれば記入してください」という質問を尋ねた結果, 「ミュートを解除しようとする前に他の人がしゃべり始めるのでなかなか話しだせない」, 「マイクを付ける手間により, 相手の意見への同意を表現すること (頷きなど) が困難であった. そのため, 相手の発言に同意しつつ, その意見に自分の意見を補足するような発言を行うことが難しかった。」という回答が得られた.

最後に本実験に関する意見・感想を尋ねた結果, 「カメラを常にオンにしている状態の方が, 会話に参加しやすい」という意見が複数あった一方で, 「カメラがオフの人よりも会話を引っ張る義務感を感じる」という意見や, 「カメラがオフの方がリラックスして参加できた」という意見があった.

4.4 議論

本節では上記の調査実験から得られた結果の議論をマイクとカメラに関して行う.

4.4.1 マイクに関して

「常にカメラをオンにする」条件下での「常にマイクをオンにする」と「自分が話す時のみマイクをオンにする」の条件間に有意差があったが、効果量が「小」以上である指標は無かった。

また、「常にカメラをオフにする」条件下での「常にマイクをオンにする」と「自分が話す時のみマイクをオンにする」の条件間に有意差があり、効果量が「小」以上であったものは、視線の Y 軸における向き、頭部の X 軸の向き、頭部の Y 軸における位置であった。

4.4.2 カメラに関して

「常にマイクをオンにする」条件下での「常にカメラをオンにする」と「常にカメラをオフにする」の条件間に有意差があり、効果量が「小」以上であった指標は視線の Y 軸における向き、頭部の X 軸の向き、頭部の Y および Z 軸における位置であった。また、「自分が話す時のみマイクをオンにする」条件下での「常にカメラをオンにする」と「常にカメラをオフにする」の条件間に有意差があり、効果量が「小」以上であったものは、視線の Y 軸における向き、頭部の X 軸および Y 軸、Z 軸における位置であった。

第5章 試作システム

本論文においては、初めにカメラに注目し、切り忘れの防止を目的とするシステムの実装を行った。本章では実装と現状の試作システムに対する仮の評価実験について説明する。

5.1 実装

アプリケーションの開発には、著者の PC である MacBook Pro Apple M1 チップ (macOS Big Sur 11.3.1)、統合開発環境に Visual Studio Code、および開発言語に Python を用いた。調査実験における結果を踏まえ、初めに頭部の X 軸の向き、頭部の Y 軸における位置に着目した。OpenCv¹にてカスケード識別器を利用して頭部の向きおよび頭部の位置の計測を行い、頭部の X 軸の向きが画面の方向を向かない場合、また頭部の Y 軸における位置が画面から一部でもはみ出た場合にオンライン会議ツール上のカメラをオフにする実装を行った。

5.2 仮の評価実験

現状の試作システムの有用性を評価するための仮実験を行った。

5.2.1 設計

実験参加者は、研究室内の学生 5 名 (全員が 23 歳男性) である。実験参加者は著者の PC である MacBook Pro (2020 年モデル, CPU: Apple M1, RAM: 16GB, OS: macOS 11.3.1) を使用した。オンライン会議のツールには Zoom²を使用した。

実験参加者は Zoom に参加し、試作システムを作動させ、席を立つ、画面から顔を見切れる動作を複数回行い、カメラの切り替えの操作を体験した。その後、実験参加者に以下の項目の質問を尋ねた。

- 試作システムはカメラの切り忘れ防止に役に立つと思いますか？
- 試作システムにより切り替えの操作のストレスは軽減されると思いますか？
- 試作システムに関する意見や感想をお願いします。

¹<https://opencv.org/>

²<https://explore.zoom.us/ja/products/meetings/>

5.2.2 評価結果

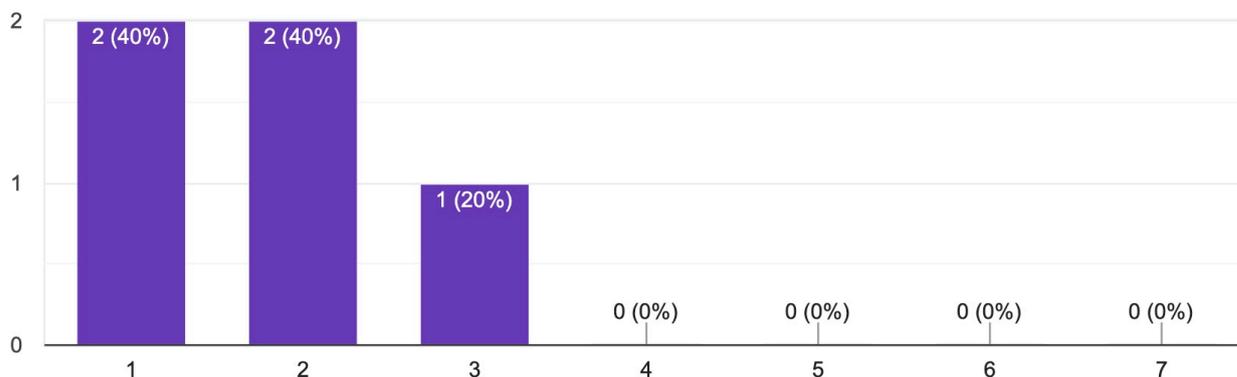


図 5.1: 質問「試作システムはカメラの切り忘れ防止に役に立つと思いますか？」の回答結果

現状の試作システムに対するアンケートの評価結果について説明する。質問「試作システムはカメラの切り忘れ防止に役に立つと思いますか？」を7段階評価にて尋ねた。レベル1を最も「役に立つ」、レベル7を最も「役に立たない」とした。回答結果を図 5.1 に示す。5名がレベル1-3の間に回答し、「役に立つ」傾向があると判断できる。

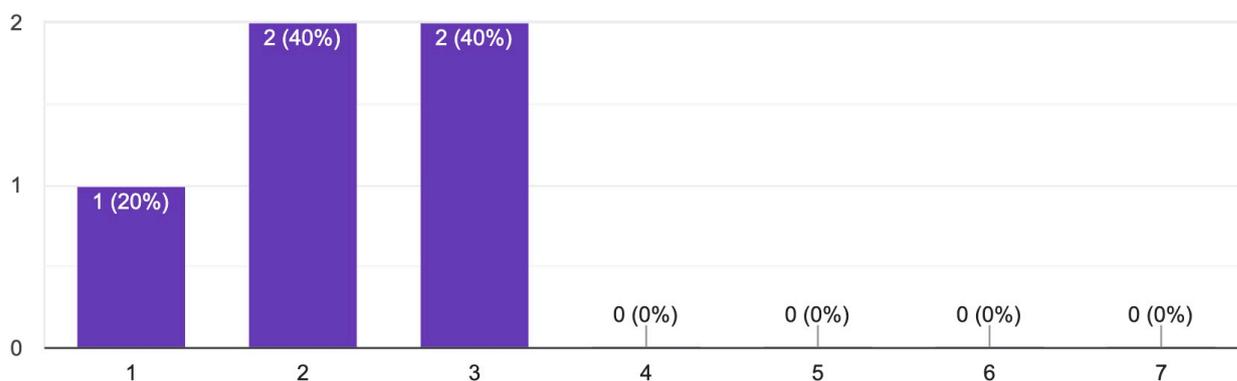


図 5.2: 質問「試作システムにより切り替えの操作のストレスは軽減されると思いますか？」の回答結果

次に質問「試作システムにより切り替えの操作のストレスは軽減されると思いますか？」を7段階評価にて尋ねた。レベル1を最も「軽減される」、レベル7を最も「軽減されない」とした。回答結果を図 5.2 に示す。5名がレベル1-3の間に回答し、「軽減される」傾向があると判断できる。

最後に現状の試作システムに関する感想・意見を尋ねた。その結果、「画面外だけでなく、顔を横向きにした場合においてカメラがオフになるのはよかった。もし、顔の向きと口の動きが

取れるなら、画面以外の方向をみて話している場合はミュートにするのも面白いと思った.」, 「精度が上がればとても良いものになると思った. 前髪が眉にかかっているもちゃんと表示されるのかは気になった(自分が使っていた表情認識は眉がないとチカチカしていたから). 自分はあまりカメラの切り忘れをしない人で、カメラのオンオフに負担を感じないが、負担を感じる人にとってはよいものになると思う.」, 「画面が結構頻繁に遷移してたから、顔が一定時間認識されないとき、自動で切れる方が良い」という意見が得られた.

第6章 今後の課題

本章では、本研究に関する今後の課題を述べる。

6.1 試作システムの改良

本節では試作システムの改良点を述べる。

6.1.1 視線計測の追加

試作システムでは、調査実験の結果を踏まえて無意識動作の指標として頭部の位置と向きを利用した。次に参加者の視線の Y 軸における向きを指標に加えることにより、カメラの切り替えの精度を高める。

6.1.2 くしゃみ、睡眠、スマートフォン操作の検出による切り替え

事前調査においてカメラを切り忘れた状況を尋ねた結果として、「くしゃみをしていた」、「睡眠していた」、「スマートフォンを操作していた」という回答があった。これらの状況を検出することができれば、より頻繁にカメラの切り忘れを防止することに繋がる。そのため、現状の試作システムにて想定している画面から離れる場面に加えて、「くしゃみ」、「睡眠」、「スマートフォン操作の検出による切り替え」の状況を検出してカメラの切り替えを行う機能を追加する。

6.2 実験の拡張

本節では実験の拡張について述べる。

6.2.1 実験参加者の追加

現状の試作システムに対する評価のための仮実験では、実験参加者が5名であった。今後試作システムの精度を向上させた後、実験参加者を募り、実験参加者数を10名程度に増やすことにより、評価の精度を高める。

6.2.2 実験開始時のキャリブレーション

現状の試作システムにおける評価のための仮実験において、各参加者によるカメラと頭部の位置および向きに関する事前のキャリブレーションを行っていないため、意図していない切り替えの誤作動が発生する場面が多々あった。今後は実験開始時に実験参加者の頭部の位置と向きに関してキャリブレーションを行うことにより、計測の精度を向上させ、切り替えの誤作動の発生を抑える。

6.2.3 実験設計の拡張

今回、試作システムを実験参加者個人に使用してもらったため、複数人での会議上では操作を行っていない。今後試作システムの精度を向上させた後、8名による模擬的なオンライン会議の実験を設定し、より日常的に行われる会議に近い条件で試作システムに対する実験を行うことを予定している。

6.3 マイクの切り忘れ防止システムの開発

カメラの切り忘れ防止システムの開発、評価を行なった後、マイクの切り忘れ防止システムの開発と評価を行う予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、志築文太郎先生、高橋伸先生、川口一画先生には多大なご意見とご指導を頂きました。心から感謝いたします。特に、志築文太郎先生には、研究の進め方、論文執筆をはじめとした研究の基礎をご指導いただきました。さらに、研究の相談や研究生生活に関して多くのご助言を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。インタラクティブプログラミング研究室の同輩、先輩方には研究生生活においてお世話になりました。また、WAVEチームの皆様にはチームゼミにおけるご意見や論文の添削といった研究に関する多くの支援だけでなく、研究室においても多くのご助言を頂きました。深く感謝いたします。特に、横山海青氏には研究方針や論文執筆など本研究における重要な部分において多くのアドバイスを頂き大変お世話になりました。多大なご協力に心からお礼申し上げます。最後に、学生生活においてお世話になった皆様、そして、私の学生生活を支えて頂いた家族に深く感謝申し上げます。

参考文献

- [AKLN21] Ahsan Abdullah, Jan Kolkmeier, Vivian Lo, and Michael Neff. Videoconference and Embodied VR: Communication Patterns Across Task and Medium. Vol. 5, New York, NY, USA, oct 2021. Association for Computing Machinery.
- [AY21] Riku Arakawa and Hiromu Yakura. Mindless Attractor: A False-Positive Resistant Intervention for Drawing Attention Using Auditory Perturbation. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Association for Computing Machinery, 2021.
- [Bir10] Ray L Birdwhistell. *Kinesics and Context: Essays on Body Motion Communication*. University of Pennsylvania press, 2010.
- [BZLM18] Tadas Baltrusaitis, Amir Zadeh, Yao Chong Lim, and Louis-Philippe Morency. Open-face 2.0: Facial behavior analysis toolkit. In *Proceedings of the 2018 13th IEEE International Conference on Automatic Face Gesture Recognition (FG 2018)*, pp. 59–66, 2018.
- [Clo18] CloudValley. Webcam Cover Slide, 2018. <http://www.cloudvalley.cc/2/21-en.html> accessed: 2022-02-17.
- [Coh13] Jacob Cohen. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Academic Press, 2013.
- [Coo20] Crispin Coombs. Will COVID-19 Be the Tipping Point for the Intelligent Automation of Work? A Review of the Debate and Implications for Research. *International Journal of Information Management*, Vol. 55, p. 102182, 2020.
- [CS] Frank R. Castelli and Mark A. Sarvary. why students do not turn on their video cameras during online classes and an equitable and inclusive plan to encourage them to do so.
- [Kod20] Mitsuru Kodama. Digitally Transforming Work Styles in an Era of Infectious Disease. *International Journal of Information Management*, Vol. 55, , 2020.
- [Mot00] Timothy P. Mottet. Interactive television instructors’ perceptions of students’ nonverbal responsiveness and their influence on distance teaching. *Communication Education*, Vol. 49, No. 2, pp. 146–164, 2000.

- [MR02] Timothy Mottet and Virginia Richmond. Student Nonverbal Communication and Its Influence on Teachers and Teaching: A Review of Literature. *Communication for Teachers*, pp. 47–61, 2002.
- [Mut18] MuteMe. Muteme, 2018. <https://muteme.com/> accessed: 2022-02-17.
- [Ohn05] Takehiko Ohno. Weak Gaze Awareness in Video-Mediated Communication. CHI EA '05, p. 1709–1712, New York, NY, USA, 2005. Association for Computing Machinery.
- [OKM⁺16] Mai Otsuki, Taiki Kawano, Keita Maruyama, Hideaki Kuzuoka, and Yusuke Suzuki. Representing Gaze Direction in Video Communication Using Eye-Shaped Display. In *Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '16 Adjunct, p. 65–67, New York, NY, USA, 2016. Association for Computing Machinery.
- [SGR⁺21] Kristen M. Shockley, Allison S. Gabriel, Daron Robertson, Christopher C. Rosen, Nitya Chawla, Mahira L. Ganster, and Maira E. Ezerins. The Fatiguing Effects of Camera Use in Virtual Meetings: A Within-Person Field Experiment. *Journal of Applied Psychology*, pp. 1137–1155, 2021.
- [TWL20] Md Tahsin Tausif, RJ Weaver, and Sang Won Lee. Towards Enabling Eye Contact and Perspective Control in Video Conference. In *Adjunct Publication of the 33rd Annual Association for Computing Machinery Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '20 Adjunct, p. 96–98, New York, NY, USA, 2020. Association for Computing Machinery.
- [Var86] Marjorie Fink Vargas. *Louder Than Words : an Introduction to Nonverbal communication*. Iowa State University Press, 1986.
- [玉木 13] 玉木秀和, 東野豪, 小林稔, 井原雅行. 発話がぶつからない web 会議を実現するための発話欲求伝達手法. *情報処理学会論文誌*, Vol. 54, No. 1, pp. 275–283, 2013.
- [山田 21] 山田楓也, 白石陽, 石田繁巳. Web 会議における予備動作を用いた発話欲求推定手法の提案. *マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2021 論文集*, Vol. 2021, No. 1, pp. 395–403, 2021.
- [曾根 20] 曾根田悠介, 中村優吾, 松田裕貴, 荒川豊, 安本慶一. ミーティング映像からの発話およびマイクロ動作識別手法. *情報処理学会第 65 回ユビキタスコンピューティングシステム (UBI) 研究発表会*, 第 65 巻, pp. 1–8, 2020.
- [徳原] 徳原耕亮, ドートン ビリー石田 繁巳, 荒川 豊曾根田 悠介, 松田裕貴. グループミーティング動画からの発話量抽出手法の検討. *第 82 回全国大会講演論文集*, Vol. 2020, No. 1, pp. 311–312.

- [徳原 21] 徳原耕亮, 荒川豊, 石田繁巳. 頷きのリアルタイムフィードバックによるビデオ会議支援手法の提案. 情報処理学会 DICOMO シンポジウム, 第 2021 巻, pp. 953–959, 2021.
- [敷田 15] 敷田幹文, 増田雄亮. 分散環境における話者交替の Awareness 支援. 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 1, pp. 126–136, 2015.

著者論文リスト

著者は学類生期間にて学会発表を行った。下記に発表の一覧を記す。

1. 新由衣, 加藤 淳, 後藤 真孝. Instrumeteor: ギター演奏動画の制作支援システム. 第28回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集 (WISS'2020), 日本ソフトウェア科学会, 2020年12月, 査読なし.
2. Yui Atarashi. 2021. Instrumeteor: Authoring tool for Guitar Performance Video. Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Association for Computing Machinery, New York, USA, Article 477, 5 pages.

付録A 事前調査アンケート（Webフォーム）

第2章における事前調査の際に使用したアンケートのWebフォームのスクリーンショットを示す。

オンライン会議におけるマイク・カメラの切り忘れに関するアンケート

このたびは調査にご協力いただき、誠にありがとうございます。
下記の注意事項をよくお読みになり、理解していただいたうえで、アンケートへの回答を進めてください。
ご協力よろしくお願いたします。

本研究の目的はオンライン会議におけるマイク・カメラの切り忘れを防止するシステムを開発することです。このアンケートは、多数の人々のオンライン会議におけるマイク・カメラの切り忘れに関する経験とその時の状況を調査するために実施します。

注意事項

- ・ 回答にかかる時間はおよそ2分程度です。
- ・ 回答途中でやめたい場合は、すぐに回答を中止することができます。そのことによって皆さんが不利益を被ることは一切ありません。
- ・ アンケートの結果は研究目的のみに使用され、回答はすべて統計的に処理し、個人が特定される形で公表・発表されることはありません。
- ・ 無記名の回答提出（発送）を持って参加に同意する意思表示とします。

研究内容に関してご意見・ご質問等ございましたら、研究実施者にお尋ねください。

【研究実施者】筑波大学 情報群情報メディア創成類4年 新 由衣
mail: s1811397@s.tsukuba.ac.jp
【実施責任者】筑波大学 システム情報系 志築文太郎
mail: shizuki@cs.tsukuba.ac.jp

また研究や実験に不備がございましたら、下記の連絡先にお問い合わせください。
筑波大学システム情報系研究倫理委員会事務局 029-853-4989

 atarashi@iplab.cs.tsukuba.ac.jp (共有なし)
[アカウントを切り替える](#)



オンライン会議にてマイクを切り忘れた経験はありますか？

- ある
- ない

マイクを切り忘れていた時に何をしましたか（任意）

一つ上の質問で「ある」と回答した方のみこの質問に回答してください。

回答を入力

オンライン会議にてマイクのオンオフ状態を度々確認しますか？

- 確認する
- 確認しない

オンライン会議にてマイクのオンオフ状態を確認することにストレスを感じますか？

- 1 2 3 4 5 6 7
- ストレスを感じる ストレスを感じない

オンライン会議にて、マイクをオフにした状態（ミュート状態）で喋っていた経験はありますか？

ある

ない

オンライン会議にてカメラを切り忘れた経験はありますか？

ある

ない

カメラを切り忘れていた時に何をしていましたか（任意）

一つ上の質問で「ある」と回答した方のみこの質問に回答してください。

回答を入力

オンライン会議にてカメラのオンオフ状態を度々確認しますか？

確認する

確認しない

付録B 調査実験アンケート（Webフォーム）

第4章における事前調査の際に使用したアンケートのWebフォームのスクリーンショットを示す。

オンライン会議における無意識動作を活用したマイク・カメラの切り忘れ防止システムの調査実験_セッション4

このたびは調査にご協力いただき、誠にありがとうございます。
下記の注意事項をよくお読みになり、理解していただいたうえで、アンケートへの回答を進めてください。
ご協力よろしく願いいたします。

注意事項

- ・回答にかかる時間はおよそ4分程度です。
- ・回答途中でやめたくなった場合は、すぐに回答を中止することができます。そのことによって皆さんが不利益を被ることは一切ありません。
- ・アンケートの結果は研究目的のみに使用され、回答はすべて統計的に処理し、個人が特定される形で公表・発表されることはありません。

研究内容に関してご意見・ご質問等ございましたら、研究実施者にお尋ねください。

【研究実施者】筑波大学 情報群情報メディア創成類4年 新 由衣

mail: s1811397@s.tsukuba.ac.jp

【実施責任者】筑波大学 システム情報系 志築文太郎

mail: shizuki@cs.tsukuba.ac.jp

また研究や実験に不備がございましたら、下記の連絡先にお問い合わせください。

筑波大学システム情報系研究倫理委員会事務局 029-853-4989

atarashi@iplab.cs.tsukuba.ac.jp アカウントを切り替える



このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます

***必須**

メールアドレスを入力してください *

【例】 atarashi@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

回答を入力

セッション4のオンライン会議はスムーズに行えたか *

このセッションにおいてオンライン会議がスムーズに行えたか7段階で評価してください。

1 2 3 4 5 6 7

とてもスムーズに行えた 全くスムーズに行えなかった

スムーズに行えなかった原因に心あたりがあれば記入してください

自由記述になります。上記の質問で5～7を選択した場合に回答してください。1～4を選択した場合はこの質問を飛ばしてください。

回答を入力

セッション4のオンライン会議への理解度 *

このセッションにおけるオンライン会議への理解度を7段階で評価してください。

1 2 3 4 5 6 7

非常に理解できた 全く理解できなかった

理解度が低い原因に心あたりがあれば記入してください

自由記述になります。上記の質問で5～7を選択した場合に回答してください。1～4を選択した場合はこの質問を飛ばしてください。

回答を入力

セッション4のオンライン会議への参加度合い*

このセッションにおけるオンライン会議への参加度合いを7段階で評価してください。

1 2 3 4 5 6 7

かなり参加できた ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ 全く参加できなかった

参加度合いが低い原因に心あたりがあれば記入してください

自由記述になります。上記の質問で5～7を選択した場合に回答してください。1～4を選択した場合はこの質問を飛ばしてください。

回答を入力

マイクのオンオフ動作の切り替えは面倒に感じたか

「会議中に自分が話す時のみマイクをオンにする」条件のセッションに該当する場合のみ回答してください。「会議中にマイクを常にオンにする」条件の場合はこの質問を飛ばしてください。

1 2 3 4 5 6 7

非常に面倒に感じた 全く面倒に感じなかった

このセッション中にマイクのミュートのし忘れは生じたか？

「会議中に自分が話す時のみマイクをオンにする」条件のセッションに該当する場合のみ回答してください。「会議中にマイクを常にオンにする」条件の場合はこの質問を飛ばしてください。

- マイクのミュートのし忘れが生じた
- マイクのミュートのし忘れは生じていない

このセッション中にマイクのミュートのし忘れは何回生じましたか？

「会議中に自分が話す時のみマイクをオンにする」条件のセッションに該当する、加えて前問にて「マイクのミュートのし忘れが生じた」を選択した場合のみ回答してください。「会議中にマイクを常にオンにする」条件の場合はこの質問を飛ばしてください。

- 1回
- 2回
- 3回
- 4回
- 5回以上
- あまり覚えていない

このセッション中にマイクのつけ忘れは生じましたか？

「会議中に自分が話す時のみマイクをオンにする」条件のセッションに該当する場合のみ回答してください。「会議中にマイクを常にオンにする」条件の場合はこの質問を飛ばしてください。

- マイクのつけ忘れが生じた
- マイクのつけ忘れは生じていない

このセッション中にマイクのつけ忘れは何回生じましたか？

「会議中に自分が話す時のみマイクをオンにする」条件のセッションに該当する、加えて前問にて「マイクのつけ忘れが生じた」を選択した場合のみ回答してください。「会議中にマイクを常にオンにする」条件の場合はこの質問を飛ばしてください。

- 1回
- 2回
- 3回
- 4回
- 5回以上
- あまり覚えていない

NASA-TLXのアンケートに回答してください*

<https://www.keithv.com/software/nasatlx/nasatlx-ja.html> 左のURLにアクセスして質問に回答してください。最後に結果の画面が出てくるので内容を一括選択でコピーして貼り付けしてください。

回答を入力
