

公立はこだて未来大学 2021 年度 システム情報科学実習 グループ報告書

Future University-Hakodate 2021 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

生体信号を利用した身体拡張インタフェース～ASHURA～

Project Name

Body augmentation interface using biological signals～ASHURA～

グループ名

グループ C

Group Name

Group C

プロジェクト番号/Project No.

22-c

プロジェクトリーダー/Project Leader

宮尻琴実 Kotomi Miyajiri

グループリーダー/Group Leader

安部佑星 Yusei Abe

グループメンバ/Group Member

工藤健斗 Kento Kudo

白土千夏 Chinatsu Shirato

安部佑星 Yusei Abe

宮尻琴実 Kotomi Miyajiri

指導教員

櫻沢繁 高木清二 辻義人

Advisor

Shigeru Sakurazawa Seiji Takagi Yoshihito Tsuji

提出日

2022 年 1 月 19 日

Date of Submission

January 19, 2022

概要

本プロジェクトでは、身体が自身の身体の一部であると認知していることが重要であると考えた。そして身体拡張とは、外部のデバイスを自身の身体として扱うことができることによって、従来とは異なる身体の構造や能力を手に入れることができることと定義した。本グループでは、定義したことを踏まえ、中間発表まで、陸上未経験者でも爆発的なロケットスタートを体験することができるデバイスを製作していた。しかし、中間発表以降は、グループメンバーと話し合いデバイスの安全性や製作時間を考慮し、別のデバイスを製作することとした。本グループは、本学における複数の教員を対象に聞き取り調査を実施し、「オンライン授業のとき受講生の顔が把握できず授業がしづらい」という意見をもとに、Zoomを用いた同期型オンライン授業に着目した。そして、本グループはZoomを用いた同期型オンライン授業において、オンライン授業をよりやりやすい環境づくりを目指すことを目的とした。そして、感情 (Emotion) と動作 (Gesture) のあり方を拡張することができるインタフェース「EG Sharing」の製作を行なった。生徒は笑筋、胸鎖乳突筋、皺眉筋に電極を貼り、一定数の数値を超えると、笑顔、困り顔、うなずきが表示される。また、デフォルトの顔として数値が検出されない場合は真顔が表示される。生徒の表情をPC上に画像を表示させるようにするために、Arduino Uno と Processing を使用した。

キーワード 生体信号, 筋電位, オンライン授業, 表情, 笑筋, 皺眉筋, 胸鎖乳突筋

(※文責: 工藤健斗)

Abstract

In this project, we considered that it is important for the body to recognize itself as a part of its own body. We defined body extension as the ability to treat external devices as one's own body, and to obtain a different body structure and abilities. Based on this definition, until the midterm presentation, the group had been working on a device that enables even inexperienced runners to experience an explosive rocket start. However, after the midterm presentation, the team members discussed the safety of the device and the time required for its fabrication, and decided to fabricate a different device. This group conducted an interview survey of several instructors at the university, and based on the opinion that "it is difficult to teach online classes without being able to see the faces of the students," we focused on synchronous online classes using Zoom. The aim of this group was to create an environment that makes online classes easier. We developed an interface called "EG Sharing" which can extend the way of Emotion and Gesture. The student attaches electrodes to the laughing muscle, sternocleidomastoid muscle, and wrinkled eyebrow muscle, and when a certain number of values are exceeded, a smile, troubled face, or nod is displayed. If no number is detected, a serious face is displayed as the default face. We used Arduino Uno and Processing to display the images of the students' expressions on the PC.

Keyword Biosignal, EMG, Online class, Facial expression, Laughing muscle, Wrinkled eyebrow muscle, Sternocleidomastoid muscle

(※文責: 工藤健斗)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	目的	1
1.3	従来例	1
1.4	従来の問題	2
1.5	課題の決定	2
1.6	課題解決の方法	3
1.7	中間発表までの取り組み	3
1.8	中間発表時点での成果物	3
1.9	中間発表についての評価	3
第 2 章	筋電位を利用した計測	5
2.1	筋電位	5
2.2	筋電位を用いる意義	5
2.3	筋電位の計測方法	5
2.4	筋電位計測回路	6
2.4.1	電極	6
2.4.2	差動増幅回路	7
2.4.3	4 次ハイパスフィルタ	7
2.4.4	非反転増幅回路	7
2.4.5	整流回路	7
2.4.6	積分回路	7
2.4.7	電源装置	8
2.4.8	DC/DC コンバーター	8
第 3 章	後期活動における目標設定	9
3.1	製作物の概要	9
3.2	到達目標	10
3.3	具体的な手順・課題設定	10
3.4	課題の割り当て	11
第 4 章	個人の課題の概要とプロジェクト内における位置付け	12
4.1	工藤健斗	12
4.2	白土千夏	12
4.3	安部佑星	13
4.4	宮尻琴実	13
第 5 章	方法	14
5.1	マイコンボード	14

5.2	プログラムの条件分岐	14
第 6 章	実験	15
6.1	実験準備	15
6.1.1	計測部位の検討	15
6.1.2	アンケートの設計	15
6.2	本実験	16
6.3	実験方法	16
6.3.1	機材の準備	16
6.3.2	実験についての教示	16
6.3.3	実験	17
6.3.4	アンケートの回答	18
6.3.5	データの記録	18
6.4	画像の切り替わり	18
6.5	実験結果・考察	20
6.5.1	アンケートの結果	20
6.5.2	システムの反応に関しての結果	21
6.5.3	全体の結果	24
6.6	現状の問題点	25
6.7	実験考察	25
6.7.1	アンケート結果についての考察	25
6.7.2	実験全体の考察	26
第 7 章	期末発表会についての評価フィードバック	27
7.1	期末発表会について	27
7.2	評価された点	27
7.3	指摘された点	27
7.4	期末発表会を通して	28
第 8 章	全体考察	29
8.1	前期の製作物について	29
8.2	身体拡張と各製作物の関係性	29
第 9 章	結論	30
9.1	製作物に関する成果	30
9.2	今後の展望	30
付録 A	新規習得技術	31
付録 B	活用した講義	32
付録 C	相互評価	33
C.1	工藤健斗への相互評価	33
C.2	白土千夏への相互評価	33
C.3	安部佑星への相互評価	34

C.4	宮尻琴実への相互評価	34
付録 D	アンケート詳細	35
D.1	アンケートの設問本文	35
D.2	アンケート結果	37
D.3	アンケート結果についての考察	41
参考文献		43

第 1 章 はじめに

1.1 背景

近年、新型コロナウイルスの感染拡大防止のため、オンライン授業が導入された [1]。オンライン授業で学生は、先生の授業を妨害しないようにするために、ミュートとビデオオフが基本である。河内らによると、先生が感じたオンライン授業のデメリットとして、「画面共有すると一部の参加者しか見えない」、「参加者間の交流が図りにくい」などコミュニケーションをとることができず、授業がしづらいことがわかった。また、話している側の笑顔に対して聞いている側も笑顔を模倣するといった、肯定的な感情の模倣がコミュニケーション円滑化に有用であることがわかった [2]。そして、石井らによると、発話による影響力を 100 %とした場合、言語情報の占める割合は 7 %、音声や音質のような聴覚情報が占める割合は 38 %、表情などの視覚情報が占める割合は 55 %とされている [3]。そのため、コミュニケーションを円滑に行うには、話している側や聞いている側の動作や表情形成が重要であることがわかる。本グループも本学における複数の教員を対象に聞き取り調査を実施し、オンライン授業のとき受講生の顔が把握できず授業がしづらいというお話を伺った。そこで本グループは、円滑に授業を行うことができるように受講者の表情を教員が把握することで、Zoom を用いた同期型オンライン授業を行いやすくするためのシステムの開発を行うことにした。

(※文責: 工藤健斗)

1.2 目的

本プロジェクトでは、身体が自身の身体の一部であると認知していることが重要であると考えた。そして身体拡張とは、自身の身体と外部のデバイスを連動させることによって、自身の身体の一部として扱うことが可能となり、従来とは異なる身体の構造や能力を手に入れることができると定義した。本グループでは、話している側や聞いている側の動作や表情形成がコミュニケーションを円滑に行う際に重要であることから、本プロジェクトで定義したことを踏まえ、感情 (Emotion) と動作 (Gesture) のあり方を拡張することができるインタフェースを製作する。また、Zoom を用いた同期型オンライン授業において、オンライン授業をよりやりやすい環境づくりを目指しとともに、実験を通し本グループが開発したシステムの正確性と同期型オンライン授業においての実用性を確かめることが目的である。

(※文責: 工藤健斗)

1.3 従来例

キーボードやマウスなどの入力機器は、重度肢体不自由者にとって操作困難となる場合があり、症状によっては使用できなくなる。また、症状によって失語症や喉頭切除の場合や静寂性やマナーが求められる環境の場合、発話によるコミュニケーションが困難となる。市川らは、それらの問題

点を解決するために、声を出さずに顔の動きだけでマウスやスクリーンキーボードを操作する方法に着目した。そして、大頬骨筋、口角下制筋、咬筋、顎二腹筋に電極を貼り、特定の動きにより発生する筋電位を導出し「上下左右前後選択」の7入力操作を試みた。また、リアルタイムで表情を識別し、自らの意思で操作可能な3次元入力インタフェースの開発を試みた [4]。昨年の本プロジェクトでは、近年、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、マスク着用が当たり前の世の中になっていることに着目し、マスク着用によってコミュニケーションに2つの問題が生じると考えた [5]。1つ目は、マスクによって顔の下半分が隠れ、表情による意思疎通が阻害される点である。2つ目は、口元も隠れて見えなくなるため、会話のタイミングや声を聞き取りづらくなる点である。これらの問題点を取り除くために「EX.Emotion」という表情の再現を拡張したインタフェースの製作を行なった。表情を判別するために、笑筋、口格下制筋に電極を貼り、笑筋の筋電位が検出されたとき笑顔を表示し、口格下制筋の筋電位が検出されたときは「閉じた口」「開いた口」が表示される。実際に製作したデバイスを動作させた結果、それぞれの表情に対応したマークを表示させることができた [5]。

(※文責: 工藤健斗)

1.4 従来の問題

本グループは、学生の顔や首に電極を長時間貼り付け正常にシステムが動作するように、システムの精度と電極が剥がれないようにすることが重要であると考えた。そこで、市川らの開発したシステムの問題点と昨年の本プロジェクトの問題点に着目した。まず、市川らの開発したシステムの問題点が2つ挙げられる。1つ目は、顔の筋肉は連動し複数の場所に電位が発生することから、1つずつのチャンネルで判別を行う際に誤出力が発生することである。2つ目は、顔を動かす動作が大きいと特定のチャンネルで電位が不安定となることである [4]。そして、昨年の本プロジェクトの問題点としては、3つ挙げられる。1つ目は、製作物の配線が多く絡まりやすいことからデバイス使用者の行動が制限されることである。2つ目は、製作したマスクカバーを装着した際に、時間が経つにつれ徐々にマスクカバーが落ち、マスクカバー装着時に不安定になることである。3つ目は、デバイス使用中に、顔から電極が剥がれ筋電位をうまく計測することができず、デバイス動作が不安定なることである [5]。

(※文責: 工藤健斗)

1.5 課題の決定

オンライン授業の支援に際して、表情表出を行う必要がある。そこで、学生の表情を読み取りPC上に読み取った表情を画像として表示するシステムを用いて、学生がビデオオフの状態でも使用できるプライバシーの面や正確に表情を読み取るためのシステムの精度について考える必要がある。また、どのようにして顔から電極が剥がれず筋電位を計測できるかを考える必要がある。そこで本グループでは、プライバシーの面とシステムの精度を重視し、システムの精度を上げることと電極を剥がれず筋電位を測定することを課題として、システムの製作とオンライン授業での効果検証を実施する。

(※文責: 工藤健斗)

1.6 課題解決の方法

本グループが決定した課題を解決するためには、2つの解決方法が挙げられる。1つ目は、システムの精度を上げるために、設定した値を修正し、正確な表情が表示される確率をあげる。2つ目は、長時間でも電極を剥がれにくくするために、普段使用している非伸縮タイプのテープではなく、伸縮タイプのテープを使用し電極の貼り方を工夫する。

(※文責: 工藤健斗)

1.7 中間発表までの取り組み

前期の活動は新型コロナウイルスの流行により大学での作業が制限されていたため、オンラインでの話し合いを中心に活動を行った。まず、身体拡張の意義の明確化を図るため、製作するデバイスの提案を行うために二人一組のグループとなり、既存の生体信号を用いたデバイスを調査し、スライドにまとめて、発表を行った。それをもとに成果物についての話し合いを進めた。結果、我々のプロジェクトにおける成果物のアイデア出しを促進させた。それから製作にあたって、生体信号の基礎知識を学ぶため、筋電位、生体信号や電磁気学の知識を習得した。それらに基づいて成果物の構造を考え、陸上未経験者でも爆発的なロケットスタートを体験することができるデバイスとして、成果物の設計計画を立てた。活動を行っていく上で、回路班と設計班に分かれてそれぞれの課題を見つけ、解決に取り組んだ。

(※文責: 安部佑星)

1.8 中間発表時点での成果物

<回路班>

回路班はブレッドボードに筋電位計測回路を組み、回路が正常に動作するかどうかの確認を行った。

<設計班>

設計班はまず大まかな製作物の設計図を紙に書きおこし、Fusion360を用いて製作物の実際の寸法で3Dモデルを製作した。また被験者の、被験者の大腿二頭筋に力が入った際にスターティングプレートにかかる最大の力は1500Nであることがわかった。可動式スターティングプレートに取り付ける筒の半径を4cmとしたとき、必要な空気圧は298.56kPa(約3気圧)であることがわかった[6]。最大使用圧1MPa(=1000kPa)のエアビードブースターを使用する予定であった。

(※文責: 安部佑星)

1.9 中間発表についての評価

<良かった点>

成果発表会において評価者から以下のような良かった点が挙げられた。

Body augmentation interface using biological signals～ASHURA～

- ・ GroupC のプロダクトの安全性について質問したときに改善案や安全性を考慮する考えがあるというのがしっかり伝わったのでとても良いと感じた。
- ・ 被験者にサポーターなど補助をつける場合には、同じ条件で実験をやるべきだと思った。
- ・ 装置の用途や構造が分かりやすくかいてあっていいなと思いました。
- ・ メカニカルな製作物はおもしろいです。
- ・ ロケットスタートという非常に魅力的な目標に魅了された。

<改善点>

成果発表会において評価者から以下のような改善点が挙げられた。

- ・ 製作物の機能が書かれていても内容が難しい分、理解するのが困難であった。なので、イラストを使って説明したり、実際に使われているところを想像した図を描いてみたりするのがいいと思う。・どのように作っていくのか、実際に考えている製作物が何を背景・問題として提案して使われているのかが少しイメージしにくかった。
- ・ 開発段階ではあると思いますが実際に動かしている映像を流し改善点などを説明してあげるなどするとより分かりやすくなると思いました。
- ・ ロケットスタートについては、脚へのダメージが心配なので、先行事例をよく調査して検討するとよいと思いました。サーカスの人間大砲などを調べてみるといいかもしれません。
- ・ Cグループはロケットスタートを体験したいという理由のみで製作しているので製作の目標や理由が薄いと感じた。ロケットスタートを体験できるときのメリットがもっとあると良いと感じた。
- ・ ロケットスタートに特に言えることだが、デモをまだしていないようなので危険性などの配慮を考えて開発を頑張ってほしい。
- ・ 金属加工が必要な気がしますが、どうするのかな、と思いました。一方、筋電は不要かもと感じました。タイマーでぼんとなったほうが（パッチンカップのような）、（予期できるので）危険が少ない気がしますし、体験であれば、十分だと思いました。
- ・ ロケットスタートでは筋電位を用いる理由が不明、音を拾ったほうが良いのでは？

(※文責: 安部佑星)

第 2 章 筋電位を利用した計測

2.1 筋電位

筋電位とは、脳波や心電図などの生体信号の一種である。身体の運動を意図した時、脳から脊髄、運動神経を経て筋細胞に電気的な信号が伝えられ、筋が収縮する。その時、筋細胞外のナトリウムイオンが細胞内に流入することで、膜電位という細胞内外の電位差に変化が生じる。これを活動電位と呼ぶ。この活動電位は、皮膚表面に貼った電極によって計測することができる。

(※文責: 白土千夏)

2.2 筋電位を用いる意義

表情認識をする方法は、筋電位のほかに、カメラやセンサーを用いての方法もある。江口によると、高橋らは、AIによる授業のアクティブ度の把握と指導改善としてAIが児童の感情や動作を認識するシステムを開発した [7]。分析したものを時間軸でグラフ化すると、幸せそうな表情の児童が増えたり、悲しそうな児童が現れたりする様子が分かり授業を行う際の役にたつ。しかし、このシステムを用いるには個人情報保護に関わる問題がある。本グループが開発したシステムは、筋電位を用いて表情認識することでより実際の表情に近い画像を表示できるとともに、Zoom上に生徒の顔が表示されずプライバシーを守りながら授業を受けることができる。また、PC上で行う処理が少ないため、学生のPCへの負荷を軽減することができる。それに加えて、このシステムでは表情認識する際に、表情認識技術の機械学習などを使用していないため、システムを使用するまでの時間がさほどかからない点も挙げられる。さらには、カメラやセンサーを用いて表情認識する際には、顔全体を表出する必要があり、マスクなどで顔を覆っているとは判別できないが、この装置では表情筋の筋電位を計測するため、目元が隠れるメガネやマスクを装着していても、表情を認識することが可能である。

(※文責: 工藤健斗)

2.3 筋電位の計測方法

筋電位の計測方法は侵襲性と非侵襲性の2種類の方法がある。侵襲性は、針電極を体内に刺入して計測する方法である。非侵襲性は、皮膚表面に電極を貼り、身体を傷つけない状態で計測する方法である。今回は、計測による痛みを伴わない非侵襲性の表面筋電位計測を採用した。

(※文責: 白土千夏)

2.4 筋電位計測回路

本製作物では、担当教員による講義で学んだ図 2.1 の筋電位計測回路を用いる。筋電位計測回路は 1 つのチャンネルで 1 か所の筋電位を計測することができる。本製作物では、胸鎖乳突筋と笑筋と皺眉筋の 3 か所の筋電位を計測するため、筋電位計測回路を 3 チャンネル作成する。筋電位を計測する際は、主に 3 つの問題を解決する必要がある。1 つ目は、筋電位が非常に微弱なことである。2 つ目は、皮膚のインピーダンスが高いことである。3 つ目は、計測する際の周辺機器の電源によってノイズが発生することである。今回、この 3 つの問題点を解決するため、差動増幅回路、4 次ハイパスフィルタ、非反転増幅回路、整流回路、積分回路を用いる。各部分の回路についての詳細は以下に示す。

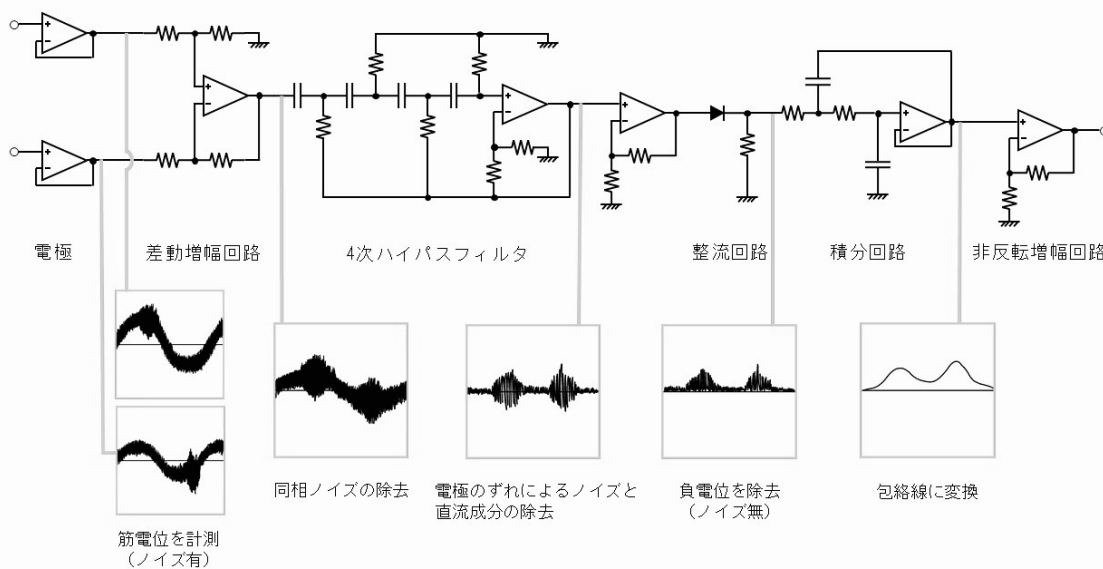


図 2.1 筋電位測定回路と各部の機能

(※文責: 白土千夏)

2.4.1 電極

今回は非侵襲性の表面筋電位計測を採用したため、銀板とオペアンプと導線とレジンをを用いて電極を自作して使用した。皮膚の高いインピーダンスによって非常に微弱な筋電位を正確に計測することができないため、入力インピーダンスを低くする必要がある。そこで、肌に傷をつけないために銀板を円形に切り取り、銀板の上にインピーダンス変換器としてオペアンプを設置した。オペアンプの 3 番ピンを銀板と、オペアンプの 7 番ピンをプラスの導線と、オペアンプの 6 番ピンをマイナスの導線と、オペアンプの 2, 4 番ピンを入力導線とはんだ付けした。オペアンプが銀板から離れないようにレジンで補強する。自作した電極を皮膚に貼り付ける際は、粘着性と伸縮性の高い伸縮タイプのテープを使用した。このままでは電極からとった信号は誘導ノイズを含んでいるため、筋電位を正確に検出することができない。そこで、筋電位計測回路を用いて誘導ノイズが含まれていない筋電位を計測する。

(※文責: 白土千夏)

2.4.2 差動増幅回路

差動増幅回路は、2つの入力信号の差を増幅する回路である。差動増幅回路を用いる理由は、計測を行う際、周辺機器の交流電圧が誘導ノイズとして混入されてしまうため、非常に微弱な筋電位を計測することができないからである。そこで、誘導ノイズは身体の中の部位でも同相ノイズとして検出される性質を利用し、差動増幅回路を用いて2つの電極から検出される同相ノイズを打ち消し、2つの入力信号の差を増幅させた筋電位のみを出力する。差動増幅回路では、より正確に同相ノイズを打ち消すため、誤差が0.1%の精密な抵抗器を用いた。

(※文責: 白土千夏)

2.4.3 4次ハイパスフィルタ

4次ハイパスフィルタは、カットオフ周波数より高い周波数を通過させ、それより低い周波数を遮断する回路である。この回路によって、筋電位の計測時に電極の銀板と皮膚がずれて生じるモーションアーキファクトと呼ばれる低周波ノイズを除去することができる。ここでは、フィルタの効果を上げるため、次数を4次にした。

(※文責: 白土千夏)

2.4.4 非反転増幅回路

非反転増幅回路は、入力電圧を正負の反転を起こさずに増幅する回路である。ここでは、微弱な筋電位の信号を、マイコンで取り扱うことが可能な大きさまで増幅することを目的としている。今回は、計測部位などによって変化する信号の大きさを可変抵抗器を用いて全体の増幅率を任意の値で調整する。

(※文責: 白土千夏)

2.4.5 整流回路

整流回路は、交流電圧のマイナス電圧を削除し、プラス電圧のみを出力させるための回路である。ここでは、整流回路を1つのダイオードを用いて構成している。

(※文責: 白土千夏)

2.4.6 積分回路

積分回路は、入力された筋電位を時間積分して出力する回路である。ここでは、筋電位の情報を包括線として表すために積分回路を用いる。

(※文責: 白土千夏)

2.4.7 電源装置

今回は、オンライン授業での使用を想定しているため、小型で操作が容易なモバイルバッテリーを使用した。

(※文責: 白土千夏)

2.4.8 DC/DC コンバーター

今回用いた筋電位計測回路は±5 V の電源が必要であるが、電源装置として使用したモバイルバッテリーは+5 V しか出力しないものであった。そのため、デバイスに応じた電圧に変換する DC/DC コンバーターを用いて、モバイルバッテリーから出力した+5 V を±5 V に変換して筋電位計測回路に入力する。

(※文責: 白土千夏)

第3章 後期活動における目標設定

3.1 製作物の概要

受講者の顔に筋電位計測するための電極を貼り付ける。電極は、胸鎖乳突筋と笑筋と皺眉筋の計6か所に貼り付ける。電極と表面筋電位計測回路から、受講者が表情や動作を行うのに伴い、上記の3つの筋肉に力が入った時の筋電位を計測する。計測した筋電位を Arduino を用いて数値化し、その値を入力として PC に読み込ませる。3つの筋の活動に応じて、該当する表情のイラストを、Processing の実行画面に表示する。受講者側が Open Broadcaster Software Studio (OBS) を用いて、自分のビデオの部分に表情が表示されるよう設定し、教員側から Zoom 上に受講者の表情が見えるようになる。OBS とは、PC でライブ配信する際に使用するソフトであり、ゲーム実況の際にゲーム画面をリアルタイムで視聴者に見せるために使用されるものである。そこで我々は制作物の名称を「EG Sharing」とした。本グループが製作したシステムは、学生の表情を読み取り、表情を PC 上に表示させるシステムであり、EG Sharing とは Emotion「感情」と Gesture「動作」の頭文字をとり EG、また表情をリアルタイムで PC 上に表示させることから sharing と名付けた。

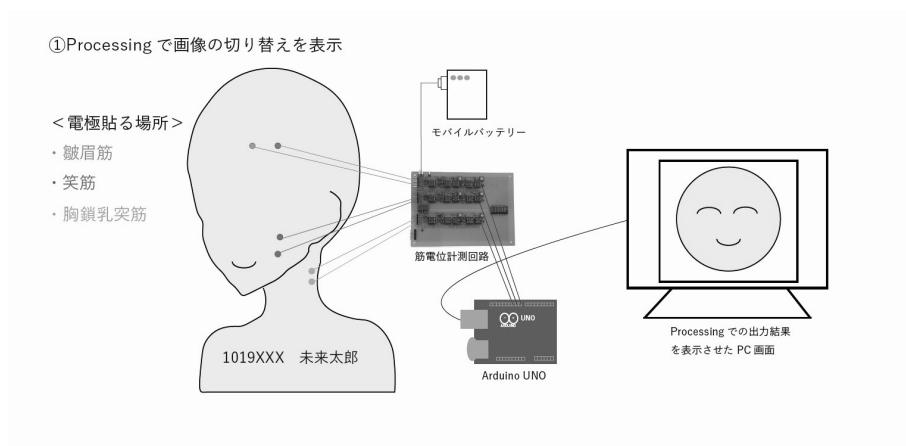


図 3.1 Processing で画像の切り替えを表示させるまで

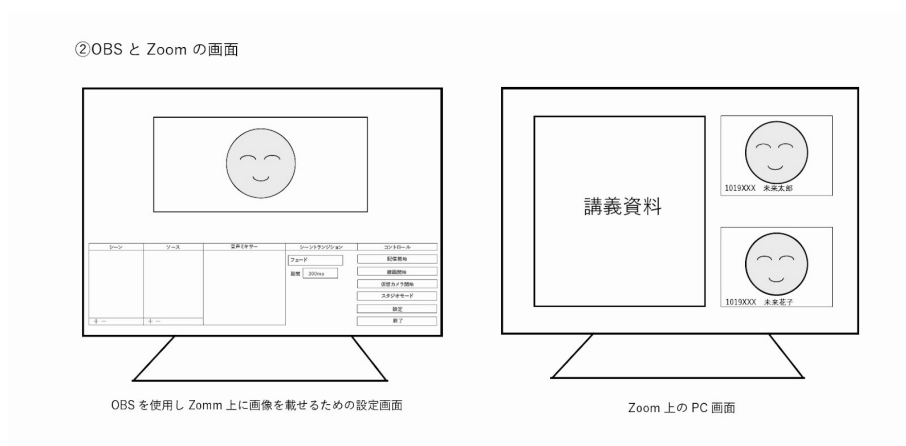


図 3.2 OBS と Zoom の画面

3.2 到達目標

「EG sharing」を使用することにより、同期型オンライン授業が行いやすくなったと教員が実感するようなシステムを製作する。また、ディスプレイ上に表示される表情の変化を通して、教員が受講者の様子を把握することができるようになり、教員がシステムを使用する前後で授業を行いやすくなるようなシステムを製作する。

(※文責: 安部佑星)

3.3 具体的な手順・課題設定

表情認識を行う上で、カメラを用いた画像解析による表情認識といった様々な手法がある。その中で、「EG sharing」が他の手法より優位であり、さらに、このシステムが表情表出拡張システムとなるために、はじめに先行研究の調査を行った。調査の結果をもとに「EG sharing」を実現するための手法を決定した。その後、「EG sharing」で表示する表情を決定し、筋電位回路の製作に取り組んだ。完成した筋電位計測回路を用いて、計測場所の決定と表情切り替えのプログラムを作成し、システムを完成させた。システムを完成させたのち、評価実験を行い、分析・考察を行った。

1. 従来の表情認識システムに関する先行研究の調査
課題：調べた製品について、どのような仕組みで動作しているのか、どのような技術を用いているのかを調査する。調査したうえで、なぜ生体信号を用いたほうが良いのか、他の手法のほうが、より正確に装置を発動することが、できるのではないのかという問いに対して、明確な答えを回答できるようにする。
2. 「EG sharing」のシステム構造を決定
課題：計測した筋電位をもとに、ディスプレイ上の表情を切り替えるために必要な機器を検討する。また、ディスプレイ上の表情を Zoom 上の表示するために必要な技術を検討する。
3. 表示する受講者の表情の種類を決定
課題：実際にどのような表情が、教員側から見ると良いのか、コミュニケーションをテーマとした単行本 [8][9] を引用し、表示したい表情の種類を決める。また、決まった表情をもとに、何か所の筋を計測するか決定する。
4. 計測する筋の個数から、必要な筋電位計測回路の作成
課題：筋電位を計測するために必要な、筋電位計測回路と電極を作成する。筋電位計測回路と電極は、はんだ付けを行って作成する。
5. 電極を貼る位置の決定
課題：3 で作成した筋電位計測回路を用いて、2 で決めた表情について、どこの筋が大きく反応するのか調査する。各表情について、筋電位を安定して計測できる場所を見つける。
6. ディスプレイ上にのせるイラストを作成、引用
課題：2 で決めた表情について、受講者の表情が、教員側から分かりやすいイラストを選別、作成する。
7. Arduino を用いて、筋電位を数値化し PC に送るためのプログラムの作成

課題：Arduino を用いて筋電位を，アナログ信号からデジタル信号に変換するためのプログラムを作成する

8. Arduino から得た信号をもとに，該当するイラストを processing の実行画面に表示するプログラムの作成

課題：processing 上で，6 で得た入力値をもとに条件分岐を行い，processing の実行画面にイラストが表示されるようにする．

9. アンケートの作成，添削

課題：実験で使うアンケートについて，過去の学術論文を引用しながら作成する．作成したアンケートについて，内容が適切であるかを添削し，改良を行う．

10. 実験の実施

課題：「EG sharing」を用いた同期型オンライン授業を行い，システムの有効性を示すための実験を，複数回行う．

11. 実験結果を分析

課題：実験で得たデータから，システムはオンライン授業の円滑化に有効であるか分析を行う．また，ディスプレイ上のイラストの切り替わりと，実際の装着者の表情の切り替わりから，システムの正確さを算出する．

12. 問題点と今後の展望

課題：10 で得られた実験結果から，システムの問題点を洗い出し，そこから今後の展望として，改良点をあげる．

(※文責: 宮尻琴実)

3.4 課題の割り当て

本グループは，上記の課題において，グループ全体で行う課題，筋電位計測回路の製作や，Arduino と processing のプログラミングを主とした回路班が行う課題，論文調査やアンケート作成，実験データの解析を主としたデータ班が行う課題の 3 つに分けて割り当てた．

1. 全員で取り組む小課題

先行研究の調査 (2.3.1)，システムの構造決定 (2.3.2) 表情の種類決定 (2.3.3)，電極の作成 (2.3.4)，実験の実施 (2.3.10)，問題点と今後の展望 (2.3.12)

2. システム/回路班

担当者：工藤健斗，白土千夏

取り組む小課題：筋電位計測回路の作成 (2.3.4)，電極の貼る位置の決定 (2.3.5)，イラストの作成 (2.3.6)，Arduino と processing のプログラム作成 (2.3.7, 2.3.8)

3. データ解析班

担当者：安部佑星，宮尻琴実

取り組む小課題：アンケートの作成・添削 (2.3.9)，実験結果の分析 (2.3.11)

(※文責: 宮尻琴実)

第4章 個人の課題の概要とプロジェクト内における位置付け

4.1 工藤健斗

<前期>

五月：2人1組に分かれ、生体信号を用いた製品を調査、発表をし、表面筋電位についての講義を受講した。また、3つのグループに分かれ、研究テーマ決定後にグループリーダー決め、アイデア出し、既存の製品や研究を調査した。

六月：ロケットスタートをどのようにさせるのか話し合い、製品の設計図とイメージ図を考えた。また、設計班と回路班に分かれ、回路班として回路製作やプログラム製作に取り組んだ。そして中間発表に向けて、ポスターの構想をポスターチームで議論をし製作に取り組んだ。

七月：先生方からアドバイス、指摘を受けた部分についてポスターの修正を行った。また、中間発表で得られたフィードバックをもとにロケットスタートの改良と今後の方針についてグループで話し合った。

八月：オンラインでプロジェクト全体の定義について議論した。

<後期>

九月：ESP32-ArduinoIDEを使用し、無線通信を行えるプログラムを製作した。

十月：製作物を「ロケットスタート」から、「EG Sharing」に変更し、EG Sharingの目的、構造をグループメンバーと話し合った。話し合ったことをもとに、システムの全体像や表情の種類、筋電位を計測する部位を決定した。

十一月：筋電位を数値化するためのプログラムと表情にあった画像を表示させるプログラムを製作し実験を行なった。電極を計測するために使用する電極の製作を行なった。最終発表に向けてのポスター製作を行い、ポスターチームでデザイン案や記述内容をどのようにするのか話しあった。

十二月：筋電位を数値化するためのプログラムと表情にあった画像を表示させるプログラムを製作し実験を行なった。実験を行うために、先生方や生徒のアポどりや日程調整を行った。発表スライドの作成及び、最終報告書の執筆に取り組んだ。

(※文責: 工藤健斗)

4.2 白土千夏

<前期>

五月：研究テーマの決定と役割を決めた。

六月：製作物の問題点を検討、中間発表に向けての準備

七月：中間発表で得られたフィードバックをもとにグループで話し合いを行なった。

八月：プロジェクト全体の定義について議論した。

<後期>

- 九月：筋電位計測回路を作成. Arduino と processing でプログラムを作成
- 十月：製作物の変更に伴う話し合い, 筋電位計測回路を作成
- 十一月：DC/DC コンバーターを作成, 電極を作成, 「EG Sharing」の動作確認, 実験を実施
- 十二月：実験データの記録, 最終発表会に向けての発表練習, 最終報告書の執筆

(※文責: 白土千夏)

4.3 安部佑星

<前期>

- 五月：研究テーマの決定と役割を決めた.
- 六月：製作物の構造を考えとイメージ図を作成した.
- 七月：中間発表で得られたフィードバックをもとにグループで話し合いを行なった.
- 八月：プロジェクト全体の定義について議論した.

<後期>

- 九月：製作物の設計の修正, 材料の発注
- 十月：製作物のテーマの変更, 役割決め, 目的や生体信号を使用する意義についての話し合い
- 十一月：アンケート, 承諾書の作成. 実験の実施.
- 十二月：実験データの解析及び最終発表に向けての準備. 発表スライドの作成. 最終報告書の執筆.

(※文責: 安部佑星)

4.4 宮尻琴実

<前期>

- 五月：研究のテーマと役割を決めた.
- 六月：製作物の構造について, 先行研究の調査と3Dモデルの作成を行った.
- 七月：中間発表で得られたフィードバックをもとにグループで話し合いを行なった.
- 八月：プロジェクト全体の定義について議論した.

<後期>

- 九月：製作物の設計の修正と材料の発注を行った.
- 十月：製作物の変更, 目的や構造, 生体信号を使用する意義と身体拡張の位置づけについて, 話し合いを行った.
- 十一月：アンケートを学术论文を調査しながら作成した.
- 十二月：実験の手伝い, 実験データのまとめと解析・考察を行った. 最終発表に向けての準備, 最終報告書の執筆を行った.

(※文責: 宮尻琴実)

第 5 章 方法

5.1 マイコンボード

今回は制御機器として Arduino Uno を使用した。Arduino とは、コンピュータとして必要な最低限の要素を一つの電子基板にまとめたマイコンボードである。3 チャンネルで構成された筋電位計測回路からそれぞれ出力された信号を Arduino Uno の AnalogInput の A0～A2 に入力する。流れとしては、Arduino Uno で筋電位を数値化し、数値化したものを Processing で条件分岐させて、表示する画像を切り替える。

(※文責: 工藤健斗)

5.2 プログラムの条件分岐

Arduino Uno の AnalogInput の A0 を笑筋, A1 を胸鎖乳突筋, A2 を皺眉筋にし, 装着した生徒の表情に合わせて画像が切り替わるように Processing を用いて条件分岐を行なった。笑筋の筋電位が設定した数値を超えると笑顔, 胸鎖乳突筋の筋電位が設定した数値を超えとうなずき, 皺眉筋の筋電位が設定した数値を超えると困り顔, 3つの筋肉全ての筋電位が設定した数値を超えない場合には真顔が表示される。表情の種類としては, 真面目に授業を受けていることがわかるように真顔, 先生が面白い話を言った際に生徒が笑ったことがわかるように笑顔, 授業を理解できたことがわかるようにうなずき, 授業が難しく理解することが難しいことがわかるように困り顔を用意した。

(※文責: 工藤健斗)

第 6 章 実験

6.1 実験準備

6.1.1 計測部位の検討

3.3 で述べたように、実際にどのような表情が、教員側から見ると良いのか、コミュニケーションをテーマとした単行本 [8][9] を引用し、表示したい表情の種類を計測部位の検討を行う前に決めた。表示したい表情の種類を決めたことを踏まえ、作成済みの筋電位計測回路を用いて、「笑顔」と「困り顔」と「頷き」のそれぞれの表情の際に力が入る部位に実際に電極を貼り、生体信号の波形を観察してマイコンボードで取得可能な大きさであるかどうか、また、それぞれの表情と連動しているかどうか確認を行った。このように計測部位を検討した結果、本グループでは、笑顔のときはえくぼが動くことから、笑顔検出の計測部位を笑筋とした。また、困り顔のときは眉間に力が入ることから、困り顔検出の計測部位を皺眉筋とした。また、頷きのときは首が動くことから、頷き検出の計測部位を胸鎖乳突筋とした。特に、頷き検出の計測部位として胸鎖乳突筋にした理由は、首周りのあらゆる部位に電極を貼って頷く動作を行った中で、胸鎖乳突筋の筋電位が大きく、マイコンボードでの取得に適した信号の大きさであったからである。

計測部位の検討を行う中で、計測が安定しない状態が頻繁に起こった。そこで、計測が安定しない原因を探して検討した結果、電極を皮膚に固定するためのテープの伸縮性が低く、非伸縮タイプのテープと皮膚表面との間に隙間が生じるからであると考えた。特に、頷きの際は、首が動くことで電極を固定する非伸縮タイプのテープと皮膚表面との間に隙間が生じ、電極が皮膚表面から浮いてしまうことが頻繁にあった。そのため、頷きの際は、電極を固定する非伸縮タイプのテープと皮膚表面との間に隙間が生じるのを防ぐため、伸縮性と密着性の高い伸縮タイプのテープを用いて電極を固定することにした。その結果、非伸縮タイプのテープを貼った時よりも隙間が生じにくくなり、また、筋電位の計測も安定するようになった。

(※文責: 白土千夏)

6.1.2 アンケートの設計

本グループでは、(1) 同期型オンライン授業に関する印象、(2) 開発したシステムを使用してみた印象、(3) 開発したシステムに関しての印象に関するアンケートを作成した (付録 D.1)。 (1) に関しては [5][6][7] をもとに同期型オンライン授業のメリット・デメリットに関する項目について当てはまるものを選択する形式にした。(2) と (3) に関して質問に対して以下の 7 段階で評価してもらった形式にした。(1:まったく当てはまらない 2:あまり当てはまらない 3:やや当てはまらない 4:どちらともいえない 5:やや当てはまる 6:かなり当てはまる 7:非常に当てはまる) アンケートは実験に承諾していただいた教員、学生を対象に実験の際の授業後に行った。

(※文責: 安部佑星)

6.2 本実験

本実験では、「EG sharing」の正確性を確かめるとともに、同期型オンライン授業においての実用性を確かめることが目的である。実験は、教員と受講者が1対1でZoomを用いて5分から10分程度の同期型オンライン授業を実施する。受講者は、笑筋と胸鎖乳突筋、顰眉筋に電極を貼り、表情筋の筋電位を計測する。受講者が継続的に笑筋と胸鎖乳突筋、顰眉筋に電極を貼っている時間は5分から10分以内で実験を行うものとし、表情の変化に連動してZoom上で画像が正常に切り替わるかどうか、受講者の表情とディスプレイ上の表情をビデオで撮り記録する。授業を実施した後、教員・受講者にシステムについてのアンケートを行う。

(※文責: 白土千夏)

6.3 実験方法

6.3.1 機材の準備

実験は学生側の被験者と教員側の被験者の2人で同時に行った。実験は学生側の被験者はこちらで指定した静かな部屋で、教員側の被験者はオンライン授業ができる任意の環境で実験を行った。実験を開始する前に、オシロスコープを用いて「EG sharing」の動作確認を行い、ArduinoとOBSソフトとZoomを起動させて学生側の被験者のオンライン授業の環境を整える。「EG sharing」の動作確認後、学生側の被験者の顔に電極を貼り、個々の被験者に応じて可変抵抗器の大きさやProcessingで作成したプログラムの条件分岐の閾値を変更する。また、実験中の表情の切り替わりを記録するため、被験者の正面にスマートフォンを設置し、ビデオを撮影する準備を行った。

(※文責: 白土千夏)

6.3.2 実験についての教示

本学の「実験・調査に関する倫理審査の要/不要チェック・フローチャート」に基づき、本実験が倫理審査の対象となるかどうか確認を行ったところ、本実験は倫理審査の対象にならないことがわかった。また、「実験・調査に関する倫理審査の要/不要チェック・フローチャート」に、「対象に参加の同意を取らなければならない」という旨の文言が記載されていたため、実験承諾書を作成した。そして、実験を行う前に学生側の被験者と教員側の被験者に、実験承諾書に記載した実験内容と実験で想定される危険性についての対策とデータの利用について確認してもらい、承諾を得た。実験承諾書に記載した内容は以下の通りである。

(※文責: 白土千夏)

実験内容の説明

- ・ この実験では、先生側と被験者側の2人で行います。
- ・ 先生側にはZoomを用いたオンライン講義を10分程度していただきます。
- ・ 被験者側にはオンライン講義を受けてもらいます。その際、顔に電極を貼り、表情筋の筋

電位を読み取り、表情の変化に合わせて表情を表したイラストを Arduino と OBS ソフトを用いて、Zoom 上に表示します。

- ・被験者の顔が Zoom 上に表示されることはありません。
- ・実験中、PC ディスプレイ、被験者の顔をビデオで記録させていただきます。その際、無音で記録するものとし、先生側の表情の記録、音声の記録は残りません。
- ・実験の所要時間は 10 分程度を予定しています。
- ・実験後、先生と被験者にオンライン講義向け表情認識システムを使用した上でのアンケートに匿名で答えていただきます。
- ・本実験は、個人の特性を評価するものではありません。

(※文責: 安部佑星)

実験で想定される危険性についての対策の説明

- ・実験で顔に貼る電極は筋電位を計測するためのものです。電源は電池で駆動され電極も乾式で皮膚上に貼付しますので感電する心配はありません。
- ・銀（電極）に対する金属アレルギーがある場合はお申し出ください。万一、皮膚にかぶれ、湿疹等が生じた場合は実験中、実験後に関わらずご連絡ください。
- ・実験中に気分が悪くなった場合や、装着ソケットにかゆみ、痛み等を感じた場合は、すみやかに申し出てください。直ちに実験を中止します。

(※文責: 安部佑星)

データ利用についての説明

- ・実験を通じて計測されたデータ、回答いただいた内容、ビデオやそれから解析されたデータ、本承諾書に書かれた情報は、研究目的以外に使用することはなく、個人情報として外部に漏れることはありません。研究発表などにおいて直接それらを用いる場合には、個人が特定できないように配慮いたします。尚、記録したデータやビデオについては請求があればいつでもお見せいたします。

(※文責: 安部佑星)

6.3.3 実験

実験の準備を整えた後、指定した時間に、学生側の被験者と教員側の被験者は同時に Zoom に接続し、オンライン授業を開始した。教員側の被験者に行っていただいたオンライン授業の内容は、教員側の被験者が担当している講義の初回の冒頭部分で、5分から10分程度を目安に講義を行って頂いた。

(※文責: 白土千夏)

6.3.4 アンケートの回答

実験終了後、学生側と教員側の両被験者に対して、アンケート調査への回答を求めた。調査は18問から構成されるものであった。

(※文責: 白土千夏)

6.3.5 データの記録

「EG sharing」の正確性を確かめるため、実験終了後、実験中に撮影したビデオを0.25倍速で見返し、学生側の被験者の表情とZoom上に表示された表情の画像が一致しているかどうか記録をとった。

(※文責: 白土千夏)

6.4 画像の切り替わり

実験における実際の表情と画像の切り替わりの様子は以下の図のようになっている。笑顔のときは、学生の笑筋の筋電位を計測し、設定した数値を超えると図6.1のように笑顔のイラストが表示される。困り顔のときは、学生の離眉筋の筋電位を計測し、設定した数値を超えると図6.2のように困り顔のイラストが表示される。うなずきのときは、学生の胸鎖乳突筋の筋電位を計測し、設定した数値を超えると図6.3のようになずきのイラストが表示される。真顔のときは、学生の笑筋と離眉筋、胸鎖乳突筋の筋電位を計測し、全ての筋肉が設定した数値を超えない場合に、図6.4のように真顔のイラストが表示される。



図 6.1 笑顔のときの様子



図 6.2 困り顔のときの様子



図 6.3 うなずきの様子

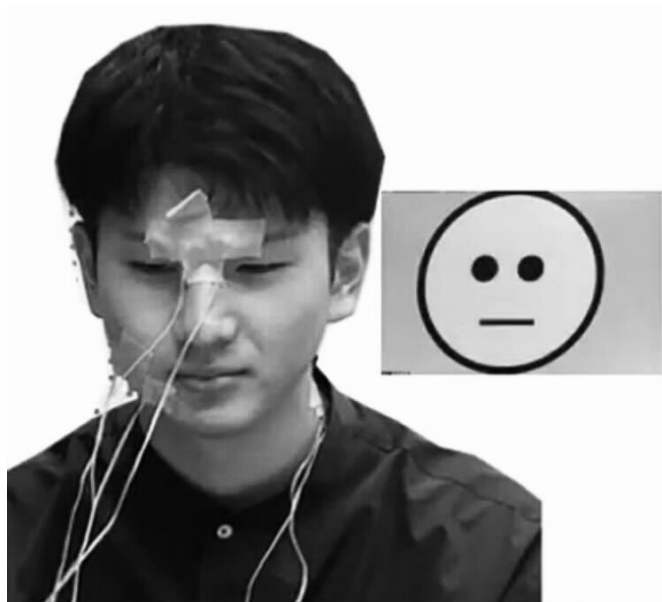


図 6.4 真顔の様子

(※文責: 工藤健斗)

6.5 実験結果・考察

6.5.1 アンケートの結果

教員に行ったアンケート結果（付録 D.2）から、抜粋したものが図 8.1, 図 8.2 である。「EG sharing」を用いることで授業を行いやすくなったという設問について、否定的な意見の回答は 5 人中 3 人と多い割合となった。一方で、このシステムを今後の授業に使用したいという設問については、5 人中 4 人がやや当てはまると回答し、肯定的な意見が多かった。また、システムに対する感想や意見について下記のような回答を得られた。肯定的な意見としては、「ちゃんと受講者がいて、話に反応して聞いているという実感を得られた」「動作が安定し常に正常に作動すれば効果的だと思う」など、画像が表示されることで学生の表情や反応が確認できたという意見や、このシステムの将来性についての意見をいただいた。また、否定的な意見として、「ディスプレイ上の表情を表示する時間が短く、実際にどのような表情なのか判断しづらく、表情の信頼性が低い」「授業中スライドに集中するため、受講者の表情に視線がいかない」「今回の実験では受講者が 1 人であったが、受講者が大人数いる場合は邪魔になるのではないのか」などといった、画像の切り替わりが速すぎる点、画像が正しい表情を表しているかの信頼性、授業中はあまり学生の表情に視線がいかないことや大人数の場合に懸念される点などについて意見をいただいた。

(※文責: 安部佑星)

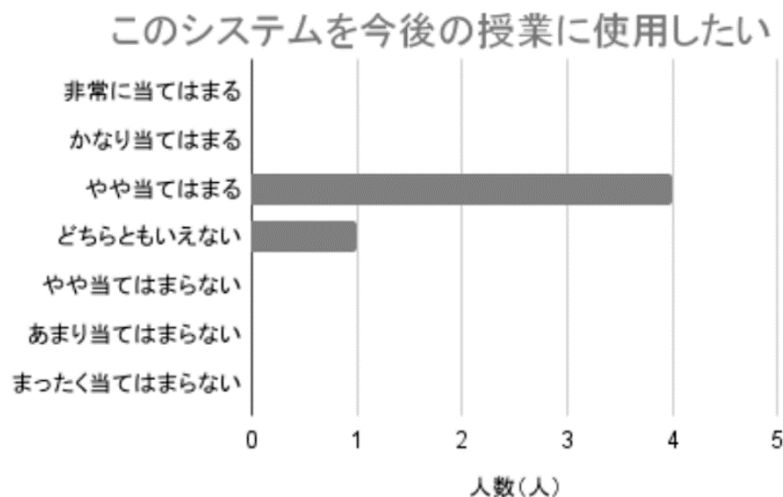


図 6.5 教員を対象とした「EG sharing」改善アンケートの結果 1

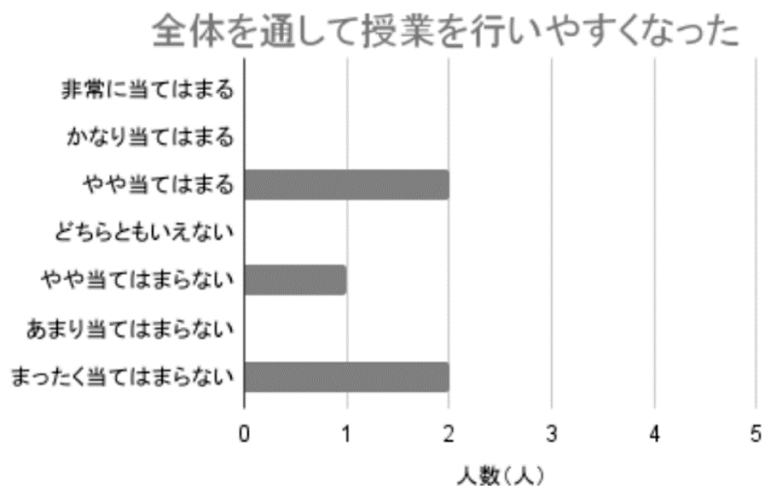


図 6.6 教員を対象とした「EG sharing」改善アンケートの結果 2

6.5.2 システムの反応に関する結果

行った実験をもとに、各表情について正しく反映されているか、システムの反応の正確さを分析した。その際に得られた実験データを以下に示した。システムの反応の正確さは、(受講者の表情とディスプレイ上の表情が一致した回数/受講者の表情が切り替わった回数+ディスプレイ上の表情が切り替わった回数)を割合で表したものとなっている。表情の切り替わりは、ある表情が表示されているときに、他の表情が表示されたと目視で認識できたときに、表情が切り替わったと判断した。

(※文責: 安部佑星)

1. 実験第 1 回目の結果

第 1 回の実験結果 (表 6.1) から、笑顔の正確率が 35 回中 26 回で 74.3 %、うなずきの正確率が 7 回中 6 回で 85.7 %とこの 2 つの表情においては高い精度であった。ゆえに、笑筋、僧帽筋上部に貼った電極と筋電位計測回路が正常に動作していたことがわかる。ただ、

うなずきの総回数が7回であるので、データとしては少ない。また、困り顔も49回中30回の61.2%と半分以上の正確率であったことがわかった。これに対し、真顔は43回中1回の2.3%の正確率であり、極めて精度が低かった。また、全体的に画像の切り替わりが速すぎる為、Zoomの画面を見ている先生側より、画像の切り替わりが速すぎると目障りになると指摘を受けた。実験をする際に、インターネット接続を無線で試みたが、回線速度が悪く、Zoomに接続できないため、有線の環境下でしか実験できないことがわかった。

(※文責: 安部佑星)

表 6.1 実験第1回目の結果

	笑顔	うなずき	困り顔	真顔	合計
笑顔	26	0	0	1	27
うなずき	8	6	19	37	70
困り顔	0	0	30	4	34
真顔	1	1	0	1	3
合計	35	7	49	43	134
正確率	74.3	85.7	61.2	2.3	47.0

2. 実験第2回目の結果

第2回の実験結果(表6.2)では、困り顔の正確率が15回中11回で73.3%と高い精度であった。しかし、うなずきの精度が22回中11回で50.0%と半分の正確率であった。さらに、笑顔の精度が41回中13回で31.7%、真顔の精度が32回中10回で31.3%と精度が低かった。笑顔以外の表情の精度が低いため、全体の精度は40.9%と50%を切る結果となった。また、実験時間4分05秒のうち1分50秒以降はほぼ常に困り顔が表示されてしまったため、正確率が1分50秒以前の正確率より低くなってしまった。

(※文責: 宮尻琴実)

表 6.2 実験第2回目の結果

	笑顔	うなずき	困り顔	真顔	合計
笑顔	13	1	0	1	15
うなずき	7	11	4	7	29
困り顔	16	10	11	14	51
真顔	5	0	0	10	15
合計	41	22	15	32	110
正確率	31.7	50.0	73.3	31.3	40.9

3. 実験第3回目の結果

第3回の実験結果(表6.3)では、困り顔の精度が24回中14回で58.3%、真顔の精度が94回中57回で60.6%と比較的高い精度であった。ゆえに、皺眉筋に貼った電極がしっかりと反応していたことがわかる。しかし、笑顔の精度が29回中11回で37.9%と精度が低く、さらにはうなずきの精度が13回中0回で0%と1回も正確に動作しなかった。

(※文責: 宮尻琴実)

表 6.3 実験第 3 回目の結果

	笑顔	うなずき	困り顔	真顔	合計
笑顔	11	0	0	1	12
うなずき	0	0	0	0	0
困り顔	7	2	14	36	59
真顔	11	11	10	57	89
合計	29	13	24	94	160
正確率	37.9	0.0	58.3	60.6	37.5

4. 実験第 4 回目の考察

第 4 回の実験結果 (表 6.4) では、真顔の精度が 5 回中 5 回で 100 % と非常に高い精度であった。一方で、うなずきの精度が 4 回中 0 回で 0 % と非常に低い精度であった。また、この実験において、被験者の実験時間 4 分 46 秒中 17 回しか表情が変化せず、笑顔とうなずきを計測することができなかった。また、システム上の表情が実験時間中常に真顔であり 1 回も表情の切り替えができなかったため、システムの正確性を計るには不十分な結果となった。

(※文責: 宮尻琴実)

表 6.4 実験第 4 回目の結果

	笑顔	うなずき	困り顔	真顔	合計
笑顔	0	0	0	0	0
うなずき	0	0	0	0	0
困り顔	0	0	0	0	0
真顔	0	4	0	5	9
合計	0	4	0	5	9
正確率	計測不能	0.0	計測不能	100.0	55.5

5. 実験第 5 回目の考察

第 5 回の実験結果 (表 6.5) では、困り顔の精度が 2 回中 1 回で 50 %、真顔の精度が 260 回中 133 回で 51.2 % と半分以上の正確性であった。しかし、困り顔の総回数が 2 回と少ないため、データの信憑性としては欠けるものとなってしまった。一方で、笑顔の精度が 14 回中 6 回で 42.9 % と 50 % 以下の正確率であり、うなずきの精度は 20 回中 3 回で 15.0 % とかなり低い精度となった。しかし、実験全体を通して、精度が 48.3 % と約半数の表情を識別することができた。

(※文責: 宮尻琴実)

表 6.5 実験第 5 回目の結果

	笑顔	うなずき	困り顔	真顔	合計
笑顔	6	5	0	115	126
うなずき	0	3	0	11	14
困り顔	0	0	1	1	2
真顔	8	12	1	133	154
合計	14	20	2	260	296
正確率	42.9	15.0	50.0	51.2	48.3

6.5.3 全体の結果

第 1 回から第 5 回の実験を通して、システムの正確率は 47.2 % と 50 % 以下の正確率となった。各表情における精度は、笑顔の精度は 120 回中 57 回で 47.5 %、うなずきの精度は 77 回中 21 回で 27.3 %、困り顔の精度は 90 回中 56 回で 62.2 %、真顔の精度は 435 回中 207 回で 47.6 % であった。この結果から、困り顔の精度は比較的高いがうなずきの精度はかなり低い結果となった。

これらをもとにシステムの反応の正確さ（＝受講者の表情とディスプレイ上の表情が一致した回数/受講者の表情が切り替わった回数+ディスプレイ上の表情が切り替わった回数）を割合で表したものを以下（表 6.6）に示す。計 5 回の実験を通して、システムの精度を上げる方法として、電極と肌との密着性を高めることがあげられる。また、講義中に被験者が表情を変えることが少なかったり、表情の変化が少なかったりと個人差がかなりあることがわかった。

（※文責: 宮尻琴実）

表 6.6 第 1 回から第 5 回実験データの集計結果

	笑顔	うなずき	困り顔	真顔	合計
笑顔	57	6	0	118	181
うなずき	15	21	23	55	114
困り顔	23	15	56	55	149
真顔	25	35	11	207	278
合計	120	77	90	435	722
正確率	47.5	27.3	62.2	47.6	47.2

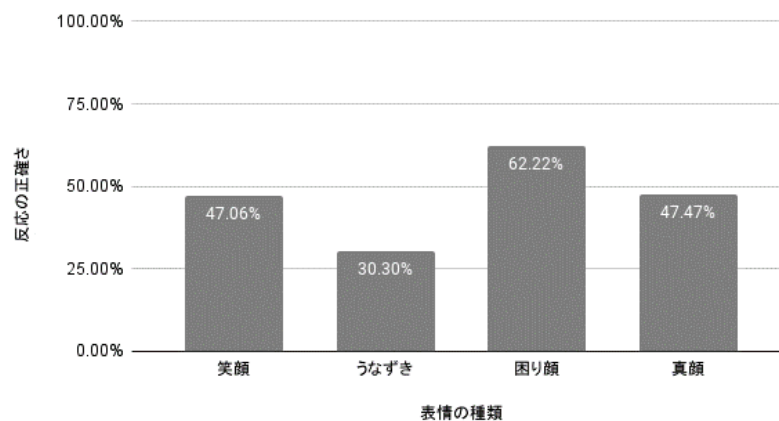


図 6.7 システムの反応の正確さ

6.6 現状の問題点

今回の実験結果やアンケートの結果から現状において様々な問題点が挙げられたので以下に示す.

- ・ 画像の切り替わりが上手くいくときといかない時がある
- ・ 画像の切り替わりが速いため、先生が生徒との表情がどのように切り替わっているのかわかりづらい
- ・ 実際の表情と出力されている画像が違うため信頼性が低い
- ・ 長時間顔に電極を貼り付けるため、電極が剥がれてきて上手く筋電位を計測することができない

といった問題点が挙げられた.

(※文責: 安部佑星)

6.7 実験考察

6.7.1 アンケート結果についての考察

肯定的な意見に関しては、システムの動作が正常に動くようになれば効果的になるという意見からシステムの将来性への期待もありつつ、講義中の内容に関して、話の流れに準じて画像の切り替わりが認識できたため、反応が見られたというシステムの反応についての意見も得られたことから中にはシステムの有効性を実感された方もいたのではないかと考えたまた、否定的な意見に関しては、ディスプレイ上の表情を表示する時間が短いため、実際にどのような表情なのか判断しづらく、表情の信頼性が低いという意見からディスプレイ上の表情を表示する時間を長くし、表情の信頼性を高めていくことが必要であると考えた。また、受講者が大人数いる場合は適さないという意見について、少人数の講義や会議であると実装しやすいと考えた。

(※文責: 宮尻琴実)

6.7.2 実験全体の考察

システムの反応の正確さが 50 %以下であったことについて電極がうまく肌と密着していなかった可能性がある。他の表情と比較してうなずきの正確さが低かったことに対し、受講者の姿勢が悪くなり首に力が加わってしまったため、正確に筋電位が計測できなかったのではないかと考えた。また、システムを用いることで授業が行いやすさについて否定的な意見が多かったことについては、ディスプレイ上に表示される時間が短く点滅して見えていたため、正確な受講者の表情が分かりづらかったことが原因と考えられる。そして、システムの今後の授業への使用について肯定的な意見が多かったことに関して、システムが安定し正常に動作することへの期待が高いのではないかと考えた。

(※文責: 宮尻琴実)

第 7 章 期末発表会についての評価フィードバック

7.1 期末発表会について

2021 年 12 月 10 日に、2021 年度プロジェクト学習の成果発表会が行われた。今年度の期末発表会は Zoom にてオンラインで開催された。まず初めに、あらかじめ作成していた web を公開し、作成したスライドをもとに発表を冒頭の 7 分程度で行った。その web を参照し、発表を聴いていただいた上で、質疑応答を行った。その後、聴衆の方々に、我々の発表技術や発表内容についての評価をいただいた。集計した結果、本プロジェクトの総評価者数は 40 名であった。発表技術についての評価はの平均点は 10 点満点中 8.55 点であり、発表内容についての評価の平均点は 8.65 点であった。また、グループ C の発表内容に関して評価者からコメントを頂いたので、評価された点と指摘された点に分けて以下に示した。

(※文責: 安部佑星)

7.2 評価された点

期末発表会において評価者の方から以下のような良い点が挙げられた。

- ・ 反省点をきちんと見つけ、今後の展望も具体的なビジョンが見られてきちんと取り組まれているんだとわかりました。
- ・ グループ C の成果物で、コロナ禍特有の Zoom での教員側の問題を解決しようとした取り組みが面白かった。
- ・ 表情筋の筋電位で操作する試みは面白いと思います。
- ・ 筋電位を利用しどのような表情をしているのか表示させるシステムは新しいと思った。
- ・ また、実際にアンケートをとり意見を集めて改善点等を見つけ出しているのも良く感じた。
- ・ 評価実験を行ってちゃんと良かった点と悪かった点がわかりやすくまとめられていたので、内容が初めて知ることでも理解しやすかった。
- ・ 表情拡張、マジで欲しい。変にリアルすぎないのもまた利用者側のハードルが低くてよさげだなと感じました。

(※文責: 安部佑星)

7.3 指摘された点

期末発表会において評価者の方から以下のような改善点が挙げられた。

- ・ アンケートの母数が少ない気がした。
- ・ 最後に Zoom 講義で受講者の表情をアイコンで表現するというものですが、講義に限らず

様々な目的で Zoom を使用する人がいると思うのもっと多彩な表情が読み取れるようになって良いのではないかと思います。

- ・ユーモアのある機能だと思ったが、アイコンの切り替わりが早すぎるのではないかと感じた。
- ・EG sharing：実際に使用してもらったの？ビデオオンよりこちらの方が学生が好きなのか。てっきり表情を教員に確認させること自体が嫌いなんだと思っていた...(感想)
- ・笑顔，困り顔，うなづき，だけだとそれ専用のボタンを用意すればいい気がするけど，筋電位を用いる利点は何かある？（本人は面白いと思っているけど，顔は笑っていないとか，かな?）
- ・画像切り替えの速度って，どう重要なの？
- ・目的は教員が学生の表情が分からない，であって，学生側が教員に表情を伝えたい，ではないのか？（学生発信のアイデアだから，学生側も教員に表情を伝えたいで良いのかな?）
- ・表情の種類がこれだけなら，ボタンでも生けそうな気がする（けど，ボタンにしなかった理由があるんだろう？どこかに書いてあるかな）
- ・ポスターには表情変化時間に関して書いてあった気がするけど，Web ページでは書いていない？（変化が遅いではなく，変化が早すぎるのが問題なのか?プレゼンを聞いて分かった.）
- ・マスクやサングラスをするとすれてノイズになりそうな気もするけど，付けててもだいじょうぶなのか。
- ・テーマ3について，学生の側が表出された表情がどの程度正確/適切な表情になっているかの評価もしてみたら面白いのではないのでしょうか。
- ・表情を表示させるシステムの多くは顔認証技術を利用しているためこの技術を利用した場合と筋電位を利用さ他場合ではどのように伝わり方が変わってくるのかを実験すると良いと思った。

(※文責: 安部佑星)

7.4 期末発表会を通して

評価者からいただいた内容をまとめた結果，評価された点としてコロナ禍特有の Zoom での教員側の問題を解決しようとした取り組みや表情筋の筋電位で操作する試み，また実際にアンケートを集計し改善点等を見つけ出している点などが評価されていた。指摘された点としては，画像の切り替わりが早すぎる点，表情の種類が少ない点，筋電位を用いる利点，マスクなどを身に着けた際のノイズが生じる可能性などについて指摘を受けた。これらの意見を踏まえて，本グループメンバーで議論した結果，画像の切り替わりの速さを調節し，画像が見やすいようにする必要がある。また，4種類の表情のほかに必要がある表情があるか考え，必要に応じて増やしていくことが必要であると考えられる。学生の側が表出された表情がどの程度正確/適切な表情になっているかの評価もまた，表情認識システムに筋電位を用いる理由を従来の先行研究を踏まえて，より細分化し明確化していく必要がある。

(※文責: 安部佑星)

第 8 章 全体考察

8.1 前期の製作物について

本グループは、前期に陸上未経験者でも爆発的なロケットスタートを体験することができるデバイスの製作に取り組んだ。デバイスを製作するために、筋電位計測回路を作成する回路班と、外部デバイスを設計するための設計班に分かれ活動を行った。爆発的なロケットスタートを実現するために、スターティングブロックを改造し、被験者がスタートするタイミングに合わせ、空気を用いて被験者の足の裏を押し出す方法を検討した。しかし、この方法では、350hPaの空気圧を用いる必要があり、危険性が高い点、また、製作する期間が2か月ほどしかない点から、実験が行えるよう被験者の安全を確保したデバイスの製作は困難だと判断し、後期の方針に変更した。

(※文責: 宮尻琴実)

8.2 身体拡張と各製作物の関係性

本プロジェクトでは、生体信号を利用した身体拡張インタフェースの製作を目的に、各グループが活動を行った。本プロジェクトにおいて、身体拡張は、外部のデバイスを自身の身体として扱うことができることによって、従来とは異なる身体の構造や能力を手に入れることができることと定義した。前期の製作物「ロケットスタートを体験することができるデバイス」では、外部のデバイスを身体と連動させることで、スターティングブロックを蹴りだすときの脚力を増強することによって、新たな身体的能力を得ることを目指した。一方、後期の製作物「EG sharing」では、外部デバイスであるディスプレイ上に表示されるイラストの表情を、受講生の表情と連動させることで、ディスプレイ上のイラストを受講生が自身の顔と認知することによって、新たな身体の構造を獲得することを目指した。よって、前期と後期の製作物は、外部デバイスを自身の身体として扱うことで、身体的能力や構造を新たに得ることができ、これらは、身体拡張インタフェースと考えることができる。

(※文責: 宮尻琴実)

第9章 結論

9.1 製作物に関する成果

本グループでは、Zoomを用いた同期型オンライン授業において、よりオンライン授業をやりやすくするための環境づくりを目的とした「EG sharing」の製作を行った。この目的を達成するために、受講生の表情が教員側にわかるようなデバイスの製作を行った。製作を行う中で、笑顔・困り顔・うなずきをするために用いる筋の位置、講義中における受講生の表情の変化には個人差があること、筋電位を計測ための電極と肌の接着方法や画像の切り替え方法が、現在の方法では不十分であることが分かった。また、得られた成果として、「EG sharing」を用いることで、授業が行いやすくなったという問いについて、否定的な回答が多い一方、このシステムを今後の授業に使用したいという問いについては肯定的な意見を多く得ることができた。

(※文責: 宮尻琴実)

9.2 今後の展望

今後の展望としては、実験を通じて得られた「EG Sharing」のシステムに関わる問題点を改善することで、Zoomを用いた同期型オンライン授業が行いやすくなっていくと考える。実験を通じて得られた「EG Sharing」のシステムに関わる問題点は2つある。1つ目は、Zoom上での画像の切り替わる時間が短く、教員が表情の画像を認識することができないことである。この問題を解決する方法は、Zoom上に表情の画像を表示する時間を一定の時間に設定することである。現在の「EG Sharing」は、各部位の筋電位の値によってリアルタイムで画像の切り替えを行っており、画像が素早く切り替わることがある。また、教員は講義資料を用いて講義を行うため、常に学生の表情を見ることができず、素早く切り替わる表情の画像を認識することができない。そこで、ある一定時間ごとに各部位の筋電位を計測し、数値化された筋電位の平均値をとり、各部位の筋電位の平均値が最も高かった部位に対応した表情の画像を一定時間表示する。2つ目は、実際の表情と画像の表情が一致しないときがあることである。この問題を解決する方法は、電極が剥がれにくいように工夫することである。電極が剥がれると正常に計測が行われず、誤作動が生じるため、正常に計測するために、電極を剥がれにくくする必要がある。そこで、伸縮性テープの貼り方の工夫や電極を貼りつけるテープの素材について再度検討する。それによって、電極のがれにくさが軽減され、正常に計測できると考える。よって、このような改善策を基に修正を行うことで、今後はZoomを用いた同期型オンライン授業がより行いやすくなっていくのではないかと考える。

(※文責: 白土千夏)

付録 A 新規習得技術

- ・ 3D モデルを使用して設計図を製作したこと
- ・ 筋電位計測回路の組み立て
- ・ 筋電位の計測技術
- ・ プレゼンテーション能力

(※文責: 工藤健斗)

付録 B 活用した講義

- ・ 5月に行った櫻沢先生による筋電位計測についての講義
- ・ 電子工学基礎
- ・ 科学技術リテラシ
- ・ 人体生理学
- ・ 複雑系科学実験

(※文責: 工藤健斗)

付録 C 相互評価

C.1 工藤健斗への相互評価

回路班として、プログラムの作成や OBS ソフトと Zoom の連携など PC 上でのシステムの設定を行ってくれたことで、筋電位計測回路と連携させた動作確認をスムーズに行うことができた。また、実験の準備として、実験の被験者となる教員と学生との連絡を密に行ってくれたため、早急に実験を行うことができた。

(※文責: 白土千夏)

Processing でプログラミングを作成してくれたり、実験の際に不具合が生じたときにすぐに対応してくれた。また、全体のスケジュール管理や実験の際に教員との連絡を積極的に行ってくれて作業や実験がスムーズに進んだ。

(※文責: 安部佑星)

回路班として、プログラムの作成や各アプリケーションの設定を取り組んだうえで、アンケートの作成の手伝いや、成果発表の準備の手伝いなどを積極的に行ってくれて、とても助かった。また、実験を行う上での教員と学生の手配や、各提出物に関して担当の教員とのコンタクトが早かったため、時間のない中でスムーズに行うことができた。

(※文責: 宮尻琴実)

C.2 白土千夏への相互評価

筋電位計測回路に急遽不祥事がおきた際にも、落ち着いて対処しており、次の日の実験に間に合わせてくれてとても助けられた。また、プログラミングでつまづいた際にも何度も試行錯誤を重ね積極的に取り組んでくれた。

(※文責: 工藤健斗)

筋電位計測回路を率先して作ってくれた上、回路に不具合が生じるとすぐに対応してくれたおかげで、しっかりと実験を行うことができた。また、データ解析を行ってくれたことにより、スムーズに考察することができた。

(※文責: 安部佑星)

回路班として、筋電位計測回路をプロジェクト時間外の時間を使って、回路の作成や調整をたくさん行ってくれた。また、成果発表の準備を行っているときに、手伝うことはないのか聞いてくれたことによって、データ分析や資料作成にせんねんすることができ、とても助かった。

(※文責: 宮尻琴実)

C.3 安部佑星への相互評価

グループリーダーとして、仲間への気遣いや相談にのり作業しやすい雰囲気を作ってくれてとても作業しやすかった。また、アンケート項目とスライド作成を中心に作業しており、違うグループメンバーともコミュニケーションをとりながらスムーズに作業を行っていた。

(※文責: 工藤健斗)

実験に向けて、アンケートの作成や論文探し、実験承諾書の作成を行ってくれたため自分は集中して筋電位計測回路の作成に取り組むことができた。また、グループリーダーの仕事も並行しながらも、最終発表会の直前は発表スライドと発表原稿を作成してくれたことで、グループ全体での発表練習をスムーズに行うことができた。

(※文責: 白土千夏)

グループリーダーとして、各書類を積極的に作成してくれてとても助かった。また、データ解析をする際や発表スライドを作成する際に、率先して Google スプレッドシートや、PowerPoint を作成してくれたことによって、各作業をスムーズに行うことができた。

(※文責: 宮尻琴実)

C.4 宮尻琴実への相互評価

プロジェクトリーダーとしてプロジェクト全体の仕事と並行しながら、アンケートの分析や WEB サイトの製作に取り組んでくれた。また、ポスターの改善や表情の画像などについての的確なアドバイスをくれて良いものを製作することができた。

(※文責: 工藤健斗)

実験に向けて、担当教員にチェックを繰り返し行っていただきながらアンケートの作成を行ってくれたため、自分は集中して筋電位計測回路の作成に取り組むことができた。また、プロジェクトリーダーの仕事も並行しながらも、最終発表会に向けて見やすく分かりやすい web ページを作成してくれた。

(※文責: 白土千夏)

プロジェクトリーダーとしてプロジェクト全体の管理を行いつつ、”生体信号や身体拡張について”のメンバーの意見をまとめてくれたことで、全員が同じ認識を持って取り組むことができた。また、アンケートの作成や実験データの解析、WEB サイトの製作に取り組んでくれた。

(※文責: 安部佑星)

付録 D アンケート詳細

D.1 アンケートの設問本文

教員対象アンケートの設問本文

1. 同期型オンライン授業に関する印象

1-1. 同期型オンライン授業のメリットについて該当するものを選択してください。（複数選択可）

- ・ 対面授業より授業をスムーズに行うことができるようになった
- ・ 学生の表情に気が散らなくなった
- ・ 個々の学生の様子がより把握できるようになった
- ・ 個々の学生に対してより多くの時間が割けるようになった
- ・ 学生とのやり取りを積極的に行うことができるようになった
- ・ 伝達すべき学習内容を端的に集約して伝えられるようになった
- ・ 対面授業と比べて講義資料の共有が容易になった
- ・ 学生の提出物が再利・共有しやすくなった
- ・ メリットはない
- ・ その他（自由記述）

1-2. 同期型オンライン授業のデメリットについて該当するものを選択してください。（複数選択可）

- ・ 対面授業より授業をスムーズに行えなくなった
- ・ このシステムでは必要な学習内容を伝えられないと感じた
- ・ 学生の表情が分からないため困ることがあった
- ・ 個々の学生の様子がより把握できなくなった
- ・ 授業中の学生の理解度に対しコメントしづらいと感じた
- ・ 対面授業より学生との距離が遠く感じた
- ・ 学生とのやり取りを積極的に行えなくなった
- ・ 質疑応答などの対応に際限なく時間がかかることがあった
- ・ 個々の学生に対して割ける時間が減少した
- ・ デメリットはない
- ・ その他（自由記述）

2. 開発したシステムを使用して初めての印象

- 2-1. 普段のオンライン授業よりスムーズに授業を進行することができた
- 2-2. 普段のオンライン授業より必要な学習内容を伝えられやすいと感じた
- 2-3. 授業中、学生の好意的な反応を感じた
- 2-4. 授業中、学生が困っている反応を感じた
- 2-5. 授業中、学生のうなずきなど、同意が得られた反応を感じた
- 2-6. 全体を通して、学生の授業に対する印象を把握しやすいと感じた
- 2-7. 学生が授業内容を理解しているか把握しやすくなった

Body augmentation interface using biological signals～ASHURA～

- 2-8. 普通のオンライン授業より学生との距離が近いと感じた
- 2-9. 普通のオンライン授業より学生とのやり取りを積極的に行えるようになった
- 2-10. 質疑応答などの学生への対応を効率よく行えるようになった
- 2-11. 全体を通して授業を行いやすくなった
3. 開発したシステムを使用してみたの印象
 - 3-1. 表情の切り替えにタイムラグを感じた
 - 3-2. 表示される顔の種類を増やしたほうが良いと感じた
 - ・具体的に増やしたほうが良いと感じる顔の種類は何ですか（自由記述）
 - 3-3. 対面授業と同じような授業を行うことができた
 - 3-4. このシステムを今後の授業に使用したいと感じた
 - 3-5. 本システムに対する感想やご意見がありましたら、自由にご記入ください。（自由記述）

（※文責: 宮尻琴実）

学生対象アンケートの設問本文

1. 同期型オンライン授業に関する印象
 - 1-1. 同期型オンライン授業のメリットについて該当するものを選択してください。（複数選択可）
 - ・対面授業より授業がスムーズに進行していると感じた
 - ・対面授業と比較して質問などのやり取りを積極的に行えるようになった
 - ・対面授業と比較して教員との距離が近く感じた
 - ・ほかの人の質問内容を知ることができるようになった
 - ・対面授業より双方向な授業だと感じた
 - ・対面授業と比較して積極的に参加できると感じた
 - ・対面授業と比較して授業の理解が深まった
 - ・グループディスカッションが容易になった
 - ・メリットはない
 - ・その他（自由記述）
 - 1-2. 同期型オンライン授業のデメリットについて該当するものを選択してください。（複数選択可）
 - ・教員が受講者の様子が分からず授業の進行が止まること多いと感じた
 - ・対面授業と比較して質問などのやり取りを積極的に行えなくなった
 - ・対面授業より教員との距離が遠いと感じた
 - ・対面授業より一方的な授業であると感じた
 - ・受講に必要な機材や環境設定を整備することが難しかった
 - ・他の受講者の様子が分からないため、参加しづらいと感じた
 - ・対面授業と比較して授業を理解しづらいと感じた
 - ・デメリットはない
 - ・その他（自由記述）
2. 開発したシステムを使用してみたの印象
 - 2-1. 普通のオンライン授業より授業がスムーズに進行していると感じた
 - 2-2. 教員と対話することが容易になった

- 2-3. 普段のオンライン授業より教員との距離が近く感じた
- 2-4. 普段のオンライン授業より双方向の授業だと感じた
- 2-5. 普段のオンライン授業より積極的に授業に参加できたと感じた
- 2-6. 全体を通して、普段の授業より理解しやすいものであった
- 2-7. 全体を通して、授業は満足するものであった
3. 開発したシステムを使用してみた印象
 - 3-1. 自分の表情がディスプレイ上に表示されるのにタイムラグがあると感じた
 - 3-2. 顔を公開する必要がないので、プライバシーが侵害されないと思った
 - ・具体的に増やしたほうが良いと感じる顔の種類は何ですか（自由記述）
 - 3-3. 自分の顔の表情と異なる表情がディスプレイに表示されることが多いと感じた
 - 3-4. 顔に電極を張った際、授業中は邪魔だと感じた
 - 3-5. 顔に電極を張った際、授業中に集中しづらいと感じた
 - 3-6. 表示される顔の種類を増やしたほうが良いと感じた
 - ・具体的に増やしたほうが良いと感じる顔の種類は何ですか（自由記述）
 - 3-7. 対面授業と同じように受講できた
 - 3-8. このシステムを今後の授業に使用してほしいと感じた
 - 3-9. 本システムに対する感想やご意見がありましたら、自由にご記入ください。（自由記述）

（※文責: 宮尻琴実）

D.2 アンケート結果

教員対象のアンケート結果

図 D.1 から、オンライン授業におけるメリットとして、講義資料の共有が行いやすい点や提出物の再利・共有が行いやすい点、伝達すべき学習内容を端的に伝える点が高いことから、教員から学生への資料による情報共有が行いやすくなったことがあげられる。一方で図 D.2 から、オンライン授業におけるデメリットとして、学生の表情が分からず困る点、学生の理解度に対しコメントしづらい点があげられることから、教員側からは講義における学生の様子の把握が困難であることが分かる。

（※文責: 宮尻琴実）

1-1.

同期型オンライン授業のメリットについて該当するものを選択してください。（複数選択可）

5件の回答

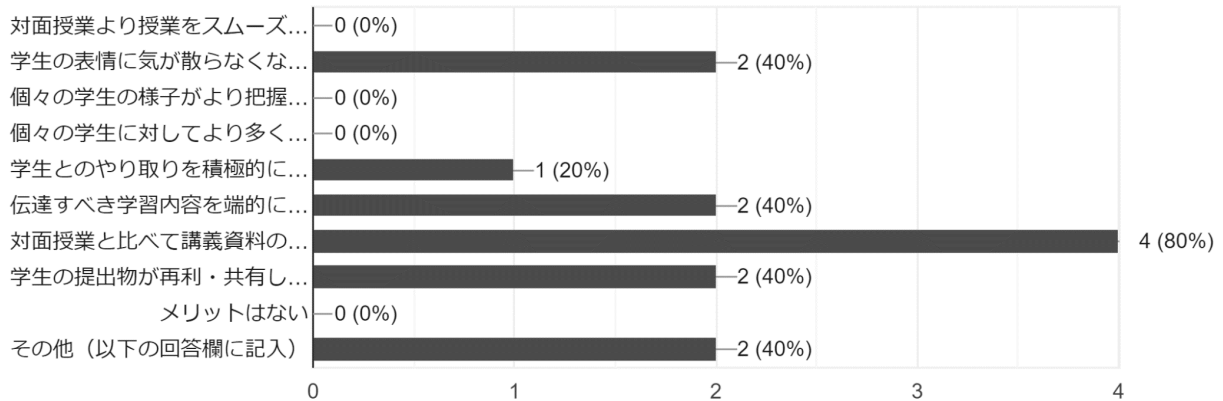


図 D.1 教員対象のオンライン授業のメリットに関するアンケート結果

1-2.

同期型オンライン授業のデメリットについて該当するものを選択してください。（複数選択可）

5件の回答

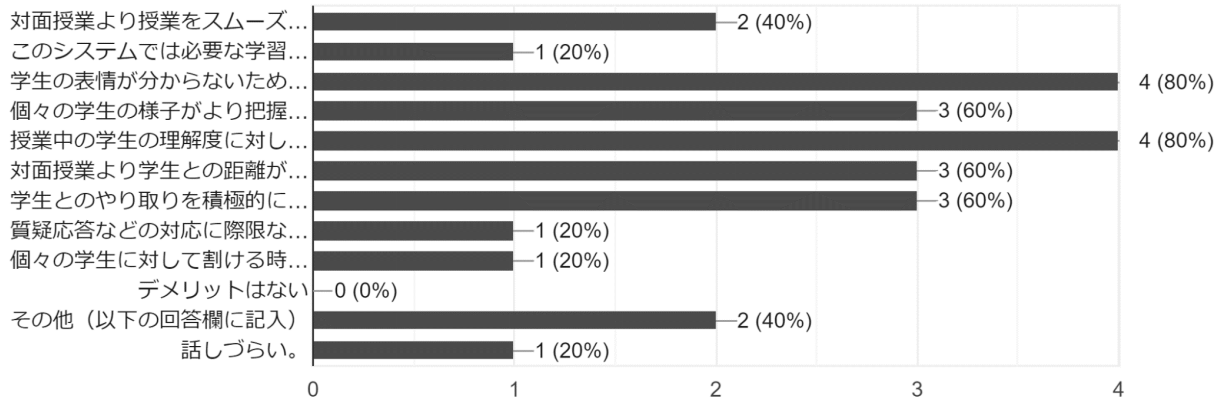


図 D.2 教員対象のオンライン授業のデメリットに関するアンケート結果

表 D.1 先生対象の「EG sharing」に関するアンケート結果 [%]

質問内容	1	2	3	4	5	6	7
2-1. 普通のオンライン授業より授業がスムーズに進行していると感じた	20	0	0	80	0	0	0
2-2. 普通のオンライン授業より必要な学習内容を伝えられやすいと感じた	20	20	0	20	20	20	0
2-3. 授業中、学生の好意的な反応を感じた	40	0	0	0	60	0	0
2-4. 授業中、学生が困っている反応を感じた	40	0	0	0	20	40	0
2-5. 授業中、学生のうなずきなど、同意が得られた反応を感じた	20	20	20	20	0	20	0
2-6. 全体を通して、学生の授業に対する印象を把握しやすいと感じた	40	20	0	0	20	20	0
2-7. 学生が授業内容を理解しているか把握しやすくなった	20	20	40	20	0	0	0
2-8. 普通のオンライン授業より学生との距離が近いと感じた	20	0	0	40	20	0	20
2-9. 普通のオンライン授業より学生とのやり取りを積極的に行えるようになった	40	0	20	40	0	0	0
2-10. 質疑応答などの学生への対応を効率よく行えるようになった	40	40	0	0	20	0	0
2-11. 全体を通して授業を行いやすくなった	40	0	20	0	40	0	0
3-1. 表情の切り替えにタイムラグを感じた	0	20	0	80	0	0	0
3-2. 表示される顔の種類を増やしたほうが良いと感じた	0	20	20	40	0	20	0
3-3. 対面授業と同じような授業を行うことができた	60	0	0	0	40	0	0
3-4. このシステムを今後の授業に使用したいと感じた	0	0	0	20	80	0	0

1：まったく当てはまらない 2：あまり当てはまらない 3：やや当てはまらない 4：どちらともいえない 5：やや当てはまる
6：かなり当てはまる 7：非常に当てはまる

(※文責: 宮尻琴実)

学生対象のアンケート結果

1-1.

同期型オンライン授業のメリットについて該当するものを選択してください。(複数選択可)
5件の回答

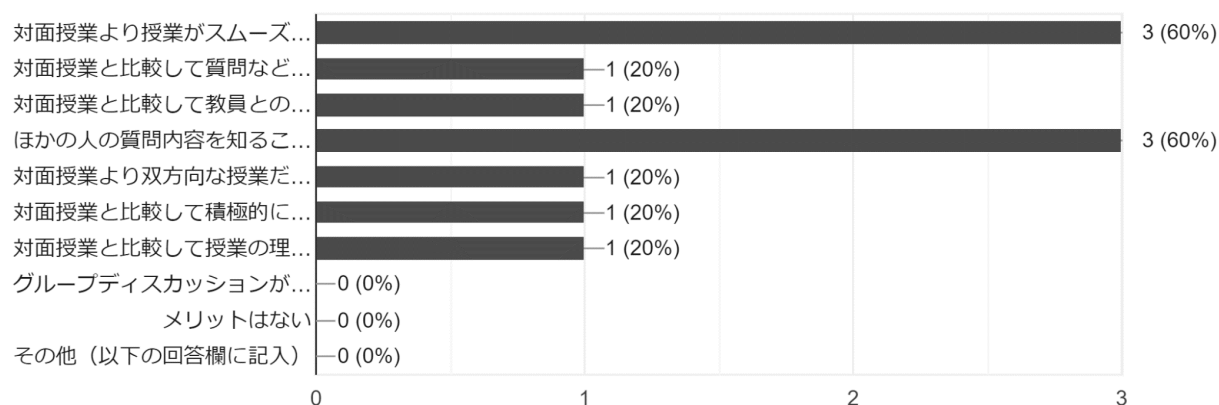


図 D.3 学生対象のオンライン授業のメリットに関するアンケート結果

1-2.

同期型オンライン授業のデメリットについて該当するものを選択してください。（複数選択可）

5件の回答

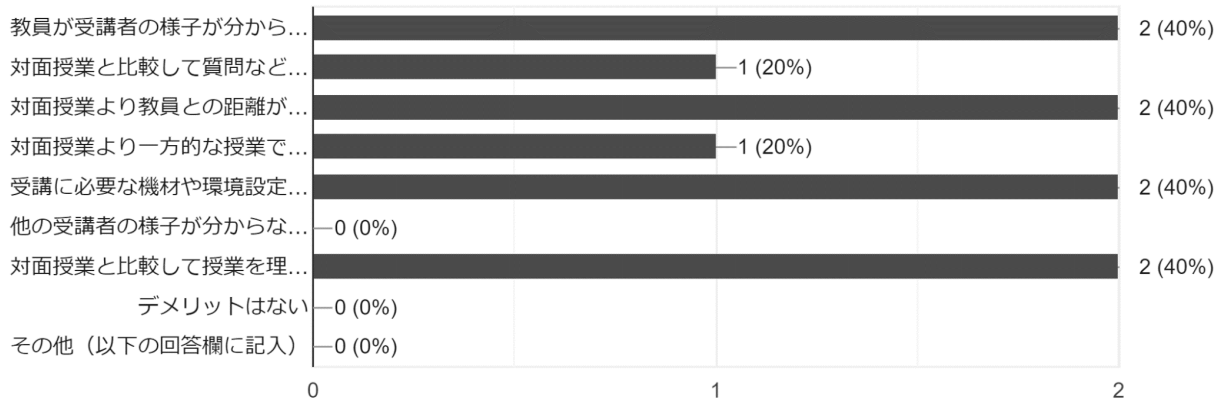


図 D.4 学生対象のオンライン授業のデメリットに関するアンケート結果

図 D.3 から、オンライン授業におけるメリットとして、ほかの人の質問内容を知ることができるようになった点と対面授業より授業がスムーズに進行していると感じた点が高いことから、対面授業に比べ他人と情報を共有しやすくなり、対面授業より受けやすくなったことが挙げられる。一方で図 D.4 から、オンライン授業におけるデメリットとして、受講に必要な機材や環境設定を整備することが難しい点と教員が受講者の様子が分からず授業の進行が止まってしまう点が高いことから、オンライン授業で使用するシステムや機材を揃えるのが難しく、対面授業より授業を理解することが難しくなっていることが挙げられる。

（※文責: 工藤健斗）

表 D.2 学生対象の「EG sharing」に関するアンケート結果 [%]

質問内容	1	2	3	4	5	6	7
2-1. 普通のオンライン授業より授業がスムーズに進行していると感じた	0	0	0	20	20	40	20
2-2. 教員と対話することが容易になった	20	0	20	0	40	20	0
2-3. 普通のオンライン授業より教員との距離が近く感じた	20	0	0	20	20	40	0
2-4. 普通のオンライン授業より双方向の授業だと感じた	0	0	0	20	0	20	60
2-5. 普通のオンライン授業より積極的に授業に参加できたと感じた	0	0	0	40	20	0	40
2-6. 全体を通して、普通の授業より理解しやすいものであった	0	0	0	40	40	0	20
2-7. 全体を通して、授業は満足するものであった	20	60	0	0	0	20	0
3-1. 自分の表情がディスプレイ上に表示されるのにタイムラグがあると感じた	20	60	0	0	0	20	0
3-2. 顔を公開する必要がないので、プライバシーが侵害されなかったと思った	0	0	0	0	20	20	60
3-3. 自分の顔の表情と異なる表情がディスプレイに表示されることが多いと感じた	20	0	20	0	60	0	0
3-4. 顔に電極を張った際、授業中は邪魔だと感じた	0	0	40	0	0	20	40
3-5. 顔に電極を張った際、授業中に集中しづらいと感じた	0	0	20	20	20	20	20
3-6. 表示される顔の種類を増やしたほうが良いと感じた	0	0	40	0	0	20	40
3-7. 対面授業と同じように受講できた	0	0	75	0	0	25	0
3-8. このシステムを今後の授業に使用してほしいと感じた	20	20	20	0	0	20	20

1：まったく当てはまらない 2：あまり当てはまらない 3：やや当てはまらない 4：どちらともいえない 5：やや当てはまる
6：かなり当てはまる 7：非常に当てはまる

(※文責: 宮尻琴実)

D.3 アンケート結果についての考察

教員対象のアンケート結果についての考察

表 D.1 から、「EG sharing」を用いることで、授業をスムーズに進行することができたかについて、どちらともいえないの回答が 80 % と高かったことから、ディスプレイ上の表情の切り替わる時間が早いため、教員側からは学生の表情が分からなかったため、有効性を確かめることが困難であったことが考えられる。また、6.5.3 の表情の切り替わりの結果から、ディスプレイ上に表示される表情の合計回数が、困り顔より笑顔が表示される回数が約 1.3 倍多いことが分かる。これにより、好意的な反応を感じたと答えた割合が、困っている反応を感じた回数より多くなったと考えられる。一方で、うなずきのシステムの正確性が 27.3 % と最も低いため、うなずきにおける設問において、否定的な意見が多くなったと考えられる。「EG sharing」を用いることで、対面授業と同じような授業を行うことができたかという設問について、まったく当てはまらないという回答が 60 % と高い結果となったことから、単位時間に複数の表情が切り替わり、点滅して見えるや、ディスプレイ上に表示される表情の切り替えにかかる時間が短いことから、ディスプレイ上の表情が受講生の実際の表情と連動していると認識が困難であったことが考えられる。

(※文責: 宮尻琴実)

学生対象のアンケート結果についての考察

表 D.2 から、教員側からの結果とは異なり、学生側において「EG sharing」を用いることで授業がスムーズに進行していると感じた割合が多くなった要因として、「EG sharing」を用いることで、教員側からの問いかけに対して、学生がリアクションを返そうと意識したことによって、普段のオンライン授業より積極的に参加したことや、教員の問いかけに対し、学生から教員へのリアクションができたと感じたことによって、普段の授業より双方向の授業であると感じたことがあげられる。しかし、全体を通して授業が満足するかの問いかけに対して、否定的な意見が多いことと、学生の表情とディスプレイ上の表情にタイムラグを感じたこと、筋電位を計測するために電極を顔に貼るため、授業中に邪魔であり集中しづらいことに対し、肯定的な意見が多いことから、「EG sharing」を用いることで、ディスプレイ上の表情に気が散ったり、顔にテープで電極を複数箇所貼り付けていたり、電極から導線が垂れ下がっていたりすることで、これらに気が散ってしまうことによって、授業に集中しづらく、満足いくものでなくなったと考えられる。

(※文責: 宮尻琴実)

参考文献

- [1] 高原利幸, 宮里心一: オンライン講義と対面講義における学生の意識比較. 工学教育研究;KIT progress 神戸大学大学院人間発達環境学研究科 博士論文, pp51-57 (2021)
- [2] 河内彩香, 村田晶子, 長谷川由香, 竹山直子, 池田幸弘: 教員と学習者はオンライン授業をどうとらえたか—Zoom と Google Classroom を併用した日本語教育—. 多文化社会と言語教育 Vol.1, pp30-45 (2021)
- [3] 石井綾郁, 小松孝徳, 橋本直: HappyMouth: マスク型デバイスによる対面コミュニケーション能力の拡張. 情報処理学会研究報告 Vol.2018-HCI-177No.7, pp1-7 (2018)
- [4] 市川かおる, 堀潤一: 筋電信号を用いた顔の動作識別インタフェースシステムの開発. 情報科学技術フォーラム講演論文集, pp559-560 (2011)
- [5] 阿部詩織, 岩佐太悟, 越優希, 保坂溪人: 公立はこだて未来大学 2020 年度システム情報科学実習グループ報告書 生体信号を利用した身体拡張インタフェース ASHURA EX.Emotion 班, pp1-30, (2020)
- [6] 篠原康男: 短距離走クラウチングスタートにおけるスターティングブロックへの力発揮からみたブロッククリアランス動作に関する研究. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科 博士論文, (2014)
- [7] 江口 悦弘: 児童の感情や動作を AI が認識して授業改善に生かす, 日経 BP(オンライン), 入手先 <https://project.nikkeibp.co.jp/pc/atcl/19/06/21/00003/102400013/> (参照 2019-10-24).
- [8] 鈴木直人 [編]: 感情心理学, 朝倉書店, (2007)
- [9] 辻大介, 是永論, 関谷直也: コミュニケーション論をつかむ, 有斐閣, (2014)