

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

Future University-Hakodate 2020 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

Interaction Elements-未来を形作る部品を作ろう

Project Name

Interaction Elements-Creating Elements for Future

プロジェクトリーダー/**Project Leader**

石羽澤萌似帆 Meihan Ishihanezawa

グループリーダ/**Group Leader**

石羽澤萌似帆 Meihan Ishihanezawa

グループメンバ/**Group Member**

石羽澤萌似帆 Meihan Ishihanezawa

佐々木建 Takeru Sasaki

若狭珠生 Tamaki Wakasa

北森茂生 Shigeki Kitamori

五十嵐大智 Taichi Igarashi

奥山譲 Yuzuru Okuyama

佐藤佑亮 Yusuke Satou

高木竜志 Ryuji Takagi

高嶋紳伍 Shingo Takashima

三ツ谷怜奈 Rena Mitsuya

芳賀里奈 Rina haga

村野裕樹 Yuki Murano

小西昂輝 Takaki Konishi

指導教員

安井重哉 塚田浩二

Advisor

Shigeya Yasui Koji Tsukada

提出日

2021 年 1 月 14 日

Date of Submission

January 14, 2021

概要

Intarection Elements とは、人が、外界の環境とインタラクションを行う際に用いる要素のことである。これらは従来から私たちの身近に存在しており、例として、インタラクション環境における行為の可能性を示唆する様々な記号や、対象と相互作用できるスイッチ類のような機能単位を挙げることができる。しかし、従来の Elements は人間の身体や思考にフィットするものが少ない。本プロジェクトは、人間の身体や思考に寄り添う新たな Interaction Elements の開発を目的としたプロジェクトである。私たちは、よりよい Interaction Elements を生み出すために五感の特性や身の回りにある物事からアイデアを着想し、学生らしい新鮮な視点から試行錯誤を重ねてきた。前期の活動では、作成する 5 つの Elements ごとに簡易的なプロトタイプを作ることを目標として活動した。全体で協力しながら目標に向かって取り組み、すべての Elements に対してプロトタイプを作成することができた。しかし、Elements を制作するうえでの技術や知識を身に付ける機会が少なく、また、大人数を対象とした評価実験を行うことができなかった。後期の活動では、前期の反省を生かしメンバー間で教えあいながら技術や知識を身に付ける機会を作り、いくつかの Elements に対して少人数ではあるが評価実験を行い、効果を確認することができた。成果発表に向けては紹介動画と Elements ごとのプロモーションビデオ制作しより分かりやすく興味を引く紹介動画を制作することができた。

キーワード 相互作用、触覚、距離感、Wi-Fi、通知

(※文責: 石羽澤萌似帆)

Abstract

Interaction Elements are the elements that humans use when interacting with the environment of the outside world. These have ordinary existed around us, suggesting the possibility of actions in the interaction environment, for example. There are various symbols and functional units such as switches that can interact with the object. However, most of that don't conventional Elements fit the human body and thoughts. This project aims to develop new Interaction Elements that are close to the human body and thoughts. In order to create better Interaction Elements, we have come up with ideas from the characteristics of the five senses and things around us, and have repeated trial and error from a fresh, student's characteristic perspective. In the activities of the previous term, each of the five elements created, and we worked with the goal of making a simple prototype. We were able to work together towards the goal and prototype for all the Elements. However, there were few opportunities to acquire the skills and knowledge to create Elements, and it was not possible to conduct evaluation experiments targeting many people. In the latter half of the activity, it was possible to make use of the reflection of the first half to create an opportunity to acquire skills and knowledge while teaching each other, and to conduct evaluation experiments on some elements, albeit with a small number of people, to confirm the effect. did it. For the announcement of the results, we were able to produce an introductory video and a promotional video for each element to make it easier to understand and interesting.

Keyword Interaction, sense of touch, sense of distance, Wi-Fi, notification

(※文責: 石羽澤萌似帆)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	方法	1
1.3	手順	2
第 2 章	前期活動	4
2.1	制作意図	4
2.1.1	触覚パーソナルタグ	4
2.1.2	距離感メーター	4
2.1.3	Visual Wi-Fi	5
2.1.4	ムダが流れる蛇口	6
2.1.5	せなかトーン	8
2.2	プロトタイプについて	10
2.2.1	触覚パーソナルタグ	10
2.2.2	距離感メーター	11
2.2.3	Visual Wi-Fi	12
2.2.4	ムダが流れる蛇口	13
2.2.5	せなかトーン	14
2.3	中間発表のまとめ	16
2.3.1	触覚パーソナルタグ	16
2.3.2	距離感メーター	17
2.3.3	Visual Wi-Fi	19
2.3.4	ムダが流れる蛇口	20
2.3.5	せなかトーン	22
第 3 章	後期の活動	26
3.1	成果発表に向けての目標	26
3.2	制作過程	27
3.2.1	触覚パーソナルタグ	27
3.2.2	距離感メーター	28
3.2.3	Visual Wi-Fi	29
3.2.4	ムダが流れる蛇口	29
3.2.5	せなかトーン	30
3.3	成果物について	33
3.3.1	触覚パーソナルタグ	33
3.3.2	距離感メーター	34
3.3.3	Visual Wi-Fi	35
3.3.4	ムダが流れる蛇口	37

3.3.5	せなかトーン	38
3.3.6	ポスター制作	41
3.3.7	動画制作	42
第 4 章	結果と評価	46
4.1	触覚パーソナルタグ	46
4.2	距離感メーター	47
4.3	Visual Wi-Fi	47
4.4	ムダが流れる蛇口	48
4.5	せなかトーン	50
第 5 章	コロナ禍の対策と配慮	53
第 6 章	成果	54
6.1	メンバー毎の学習成果と自己評価	54
6.1.1	触覚パーソナルタグ	54
6.1.2	距離感メーター	55
6.1.3	Visual Wi-Fi	56
6.1.4	ムダが流れる蛇口	57
6.1.5	せなかトーン	57
6.2	まとめ	59
6.3	今後の展望	59
第 7 章	付録	60
7.1	プロジェクト活動のために学習した内容	60
	参考文献	68

第 1 章 はじめに

1.1 背景

該当分野の従来の状況、問題点、本プロジェクトで設定した課題、実施した解決策、及び成果を簡潔に記述する。本プロジェクトは人間の身体や思考に寄り添う新たな Interaction Elements を生み出すことを目的としたプロジェクトである。本プロジェクトを進めるためにはまず造語である Interaction Elements の定義を明確にし、人間に寄り添う Elements とはどんなものなのかを知る必要がある。まずは Interaction Elements の定義についてである。大まかに言うと Interaction Elements は外界の環境と相互に作用する際に用いる要素である。私たちはそれらを行 為の可能性を示唆したり、対象と相互作用したりするものであると定義した。さらにそれらにはいろいろなものに応用できるように「汎用性がある」ことや「賢さ」が重要である。次に、人間に寄り添う Elements を作るための特徴を確認した。使いやすと感じる Elements の特徴として、「直観性がある」こと、「五感の特徴を生かしている」ことが挙げられた。以上に挙げられた要素 5 つに重点を置きプロジェクトの活動を行った。

(※文責: 佐々木建)

1.2 方法

当プロジェクトでは身の回りの Interaction Elements を観察し特徴をまとめる Interaction Elements 図鑑の作成や五感に注目し、開発するもののテーマをブレインストーミングを用いて考えた。前期の話し合いでは zoom のブレイクアウトルームを活用し、ブレイクアウトのメンバーを入れ替えながら活発な意見交換ができるように心がけた。作る Elements はプロジェクトメンバー一人一人がアイデアを出し、出たアイデアの中からテーマを 5 つに絞った。決定したテーマは「触覚パーソナルタグ」、「距離感メーター」、「Visual Wi-Fi」、「ムダが流れる蛇口」、「せなかトーン」である。後期の活動では毎回プロジェクトメンバーの 3 分の 1 が登校できるようになったので、レーザーカッターを使用する班や、対面での実験、検証が必要なグループが分散して登校した。他の班にレーザーカッターでの切り出しを依頼する、他の班が実験に協力するなど、限られた時間、場所の中で効率的に制作活動を行えるよう努めた。また、週に 1 度全体にグループの進捗を共有する時間を設け、担当教員からのフィードバックと他のグループの進捗を把握する機会を作った。また、プログラミングや成果物の方向性などのアドバイスはグループの垣根を超えて得意な人、意見を持つ人が積極的にフォローに回るようにしていた。

また、各班のフィードバックや進捗については、「ScrapBox」というクラウドで管理が可能なドキュメント管理サービスを用いて全員が確認できるような状態にしていた。リアルタイムでのドキュメント編集が可能なので、全員で同じ文書を作成する場合には zoom での音声通話と同時に活用することで作業効率を上昇させた。加えて、プロトタイプやアイデア出しの過程で出たスケッチやデータについても Slack に記録するチャンネルを作成し、アイデアがでた過程やその時に考えていたことをいつでも参照できるような状態を保った。

1.3 手順

私たちは以下の手順でプロジェクト活動を行った。行った手順に関しては、以下で詳しく記述する。

手順 1 Interaction Elements 図鑑の作成

私たちのプロジェクトでは Elements を作るにあたってまず初めに、何を作るかのアイデア探しを行うために、身の回りにあるものを対象とした Interaction Elements 図鑑の作成に取り組んだ。Interaction Elements 図鑑の内容は主に日常生活において頻繁に使用されているものが揃った (図 1.1)。これらを基に、Elements とは何かについて具体的に話し合うことが出来た。



図 1.1 Interaction Elements 図鑑の作成

手順 2 Elements 図鑑の作品の共通点として、五感に通ずるものがあることが判明した。具体的に出てきた五感は、『触覚・視覚・聴覚』の3つであった。さらに触覚からは記憶も関係することが推測された。従って、五感と潜在意識や記憶を組み合わせた新しい Elements の制作を行うことにした。

手順 3 私たちのプロジェクトでは五感を基に Elements を制作することにした。具体的には触覚で判別することが出来る「触覚パーソナルタグ」、聴覚や視覚で距離感を感じることが出来る「距離感メーター」、Wi-Fi の強度を視覚で表現する「Visual Wi-Fi」、水が流れる音で通知をする「ムダが流れる蛇口」、背中を叩くという触覚によって重要な通知に気づかせる「せなかトーン」の5つの Elements を制作するために、まずは中間発表に向けたプロトタイプ制作に取り組んだ。

手順 4 中間発表では予定通り5つの Elements のプロトタイプを発表することが出来た。様々な改善案や意見をもらうことが出来たため、後期の活動に活かせるように改めて意見をまとめて整理した。

手順 5 前期の活動を改めて振り返り、中間報告書を作成した。プロトタイプの時点では、実験な

Interaction Elements-Creating Elements for Future

どデータに関する証拠が不足だったため、後期では予備実験や実際に Elements を使用してみた感想などをまとめることを目標とした。

手順 6 最終的な Elements 制作に向けて、前期のプロトタイプ評価を基に計画を立てた。

手順 7 最終的な Elements 制作に向けて、UV プリンターやレーザーカッターを用いて形を作っていた。また、実験が必要な班においては、プロジェクトメンバーを対象として実験を行い、データを取った。

手順 8 成果発表では中間発表で得た意見を基に、最終的な Elements を 5 つ発表することが出来た。結果として、発表スライドや動画などの統一感から、発表技術賞を受賞することが出来た。

(※文責: 若狭珠生)

第 2 章 前期活動

2.1 制作意図

2.1.1 触覚パーソナルタグ

私たちのグループでは触覚に注目した Elements を制作することにした。身の回りのもので触覚に関するものを考えた際に例として、空港の手荷物受け取りの際に起きるスーツケースの取り違いや、一時的に傘立てに刺した際に起きるシンプルなビニール傘の取り違いなど、デザインや色が単純なことが原因で、視覚だけでは判別が難しい場面を想像した。そこで、取手など普段触れるところに、触覚で分かるラベル状のタグを張り付けることで、視覚に頼れないまたは視覚のみでは判断し辛い状況において判別できるのではと考えた。また、点字との区別を行うために、点のみで表示するのではなく、様々な模様を表現することを想定した。点字と大きく異なるポイントとして、点字はあらかじめ知識がある人しか使うことが出来ないが、触覚パーソナルタグに関しては特別な知識が無くても触覚だけで個人の所有物を判別できることである。さらに張り付ける対象のデザイン性を損なわないために、タグ自体は透明にすることを想定した、張り付けられるラベル状にすることに決めた。話し合いを進めていく内に、デザインに関しては、当初は丸や線などシンプルな図形を想定していたが、単純な図形では判別が難しいと考えたため、もう少しオリジナル性を用いた図形または文字を用いて最終的な Elements を制作することとした。

(※文責: 若狭珠生)

2.1.2 距離感メーター

我々は普段、無意識に物と物の距離感を測りながら生活をしている。それは日常の中の何気ない行動から自分の命を守ることまで様々である。しかし、実際には具体的な距離を測っている訳ではなく、環境の影響を受けることや無意識ゆえに失敗してしまうことがある。例を挙げると、スポーツの大きな大会の際、急に調子を崩してしまったり普段しないようなミスをしてしまったりすることがある。これは、普段練習していた場所と異なる大きさの会場のため、距離感を上手く掴めていないことが原因と考えられる。日常生活でこのような事は少ないが、環境は人の距離感の測定に少なからず影響を与えると推測できる。加えて、目に見えないものや形が変化する物の距離を測ることは極めて困難である。暗い夜道での車の運転は、昼の運転と比較して慎重になる。また、掃除機をかけている時、コンセントと離れ過ぎて無意識にコードを抜いてしまうこともある。

これらの事柄から、距離感とは視覚・聴覚・触覚を中心に五感を用いて感じ取っていることがわかる。また、中心となる感覚を環境によって阻害されると知覚が難しくなることもわかった。そこで、距離感を中心となる 3 つの感覚のうちの 1 つをパターンに変換し、環境に合わせて受け取る刺激を変えることのできる Elements を考えた。この Elements を利用することで、距離感をパターンで知覚することができ、目に見えない、耳で聞こえない、触ることのできない距離感を感じられるようになる。距離感を知ることで日常生活の利便化から大きな事故を防ぐまでの可能性を秘めている。それが「部品」として一般的に広く利用されることが目標である。そのため、表現方法・距

離感の計測方法を確立させ、様々な場所に広く応用しやすいデザインを考える。

(※文責: 奥山謙)

2.1.3 Visual Wi-Fi

現在 Wi-Fi は様々なところで利用されている。Wi-Fi があれば無線でネットワークに接続することができ、家庭はもちろんデパートや飲食店など多くの場所で Wi-Fi が飛び交っている。パソコンやタブレット、家電、ゲーム機など利用できる媒体も増えており、幅広く活躍している。そんな Wi-Fi だが多くの人は主にスマートフォンで利用していることが多いと考えられる。スマートフォンは Wi-Fi に接続をしなくとも、快適にネットワークを利用することができるが、月の通信量が定められている。通信量が超えれば、通信速度が著しく低下し、利用できる機能の幅が限られてしまうため、Wi-Fi を設置、接続していることと思われる。しかし、その Wi-Fi だが、通信速度が遅い、インターネットに繋がらないといった通信障害が起きることがある。Wi-Fi の通信環境が悪く、ストレスに繋がったり、作業がスムーズに行えず止まってしまったりなど、重要な場面で Wi-Fi が使えないと困ることが少なくないと考えられる。そのような時に Wi-Fi の通信環境がすぐに把握でき、環境改善ができれば、作業速度が向上し、その分の時間を有意義に使えたり、ストレスなくインターネット利用したりできると思われる。そこで私たちはこのように Wi-Fi 環境把握・改善を目的に Visual Wi-Fi という Elements を制作することにした。Visual Wi-Fi とは Wi-Fi 強度を測定し、その場に応じた強度を光の強さや色として可視化することで Wi-Fi 環境が安定な場所、不安定な場所を一目で確認できるように制作した Elements である。

『Wi-Fi の可視化』というテーマではすでに携帯などで利用できるアプリケーション「Wi-Fi ミレル」や「Wi-Fi Analyzer」など開発されている。I-O DATA 社の「Wi-Fi ミレル」とは、無償アプリで、日常的に Wi-Fi のスピードが遅かったり、途切れたりするという状況を改善するためのアプリケーションである。電波を計測し簡易的に可視化することで、無線 LAN の電波状況を把握し、効率よく改善策を立てることができる。可視化の方法として、まず利用者の端末に Wi-Fi ミレルをダウンロードし、家を建てた時の設計図面の家の間取りが分かるような写真を撮影する。次に計測したい部屋に移動し、アプリで計測、写真の場所を設定する。この Wi-Fi 計測の工程を繰り返して行くことで Wi-Fi 強度のヒートマップを簡単に作成することができる。これが I-O DATA 社の「Wi-Fi ミレル」[1] である。次に「Wi-Fi Analyzer」だが、Matt Hafner が提供しているアプリケーションでデスクトップ端末、モバイル端末どちらでも利用することができる。ルーターやアクセスポイントの電波状況をグラフや数値にて可視化することができるツールで無線 LAN のチャンネルごとに電波強度を測定し確認できるというものだ。アプリを起動すると接続中の AP を確認することができ、電波強度は dBm という単位で表示される。無線 LAN 自体のインターフェースが対応していれば、リンク速度を計測することも可能である。またチャンネルごとのネットワークトラブルも確認することができるので、状況によって接続チャンネルを変えるなどの対策をすれば、より快適にネットワークを利用することができる。これが Matt Hafner が提供している「Wi-Fi Analyzer」である [2]。

上記の通り、「Wi-Fi の可視化」というテーマでの先行事例がある。しかし、これらはアプリをダウンロードした人個々のみで利用するものである。Visual Wi-Fi はこれらとは違い、その場の周囲

すべての人を対象としており、ふと見ただけで Wi-Fi の通信環境を確認することができるように制作した Elements である。また、「Immaterials - Light painting Wi-Fi」の動画に出てくる Wi-Fi 調査方法も参考にしている。Light painting Wi-Fi は都市の Wi-Fi ネットワーク環境を調査したものである。具体的には、ワイヤレスネットワーク空間の研究を行うために、Wi-Fi 信号の強度を 4m の光のバーを動かしながら長時間にわたって撮影をし、視覚化するというものである。光のバーは Wi-Fi 信号強度に応じて変動するグラフのような役割を担っており、このバーを長時間露光撮影することで、ネットワーク信号強度の断面をわかりやすく明らかにすることができる。高さ 4m の器具を持って歩くことでネットワークを測定するという時間のかかる作業は、Wi-Fi ネットワークと物理的環境との関係を感じさせることができる。結果、Light painting Wi-Fi[3] は、Wi-Fi ネットワークの動作がネットワーク空間とその周辺の都市構築にどのように依存するのが調査することができる。

白須・千住・羽田によると「近年において、LED を用いたライブパフォーマンスは進歩を遂げてきており、身に着ける LED という新たな演出を加えた様々な演出方法やシステムが生まれてきている。」「大人数で歩きながらの演奏に加え、その統率された動きによって完成する人によって作られた様々な形は、視覚的にも観客を楽しませる、そこに LED を用いることで従来のものよりも、より視覚的に強く観客を楽しませることが出来る。楽器や服装に LED を用いることで、観客への印象も高まる。」[4] とある。さらに、LED を用いたパフォーマンスは増えており、服を光らせるものであったり、楽器を光らせるものであったりと、LED の用途はさまざまなところに使われだしている。このように LED は様々な光方、見せ方によって人を引き付けることができる画期的なアイテムだと言える。そこで Visual Wi-Fi にも LED を採用し、Wi-Fi 強度によって様々な発光パターンを設定することで、周囲の人すべてに注目してもらえるようにした。発光パターンは全部で 4 種類あり、RGB モード、インジケータモード、点滅モード、照明モードである。それぞれのモードを場所や環境、気分に合わせて変更することで誘目性の向上を狙い、より人を引き付けることを目的にしている。また Visual Wi-Fi の形状は全 2 種類あり、細長いスティック状のものと、大きい正方形の形をしたタイル状である。スティック状では主に RGB モードとインジケータモードが特徴である。スティック状の RGB モードは、Wi-Fi 強度を調べたいエリアで Visual Wi-Fi を持ち歩き、その様子を長時間露光撮影をすることでヒートマップの作成もすることができるというものである。スティック状のインジケータモードは、Wi-Fi 強度に応じて LED の発光個数を増減させることで、わかりやすく表現したものである。タイル状については開けた場所に設置することを想定し制作しており、遠くからでも Wi-Fi 強度が分かるようにしたものである。Visual Wi-Fi の機能や発光パターンの詳細な説明については 4.3.3 の「成果物について」で説明することにする。

(※文責: 高嶋紳伍)

2.1.4 ムダが流れる蛇口

私たちは人間の行動や心理に注目し、より注意を引く通知を行う Elements の制作を考えた。初めのアイデア段階で参考にしたのは時間を表す鳩時計である。鳩時計とは時刻が変わったことを鳩の飾りが飛び出すことで通知する Elements であり、飛び出し方や飾り、装飾を工夫することで人に注目させるという特徴がある。私たちはその鳩時計の特徴を生かして注目させ、さらに鳩時計に

はできない段階的な通知ができる注目させる通知の制作をした。以下が前期に制作したプロトタイプである。



図 2.1 前期に制作したプロトタイプ 1



図 2.2 前期に制作したプロトタイプ 2



図 2.3 前期に制作したプロトタイプ 3



図 2.4 前期に制作したプロトタイプ 4

しかし実際にプロトタイプを制作した結果、通知に飽きてしまうというデメリットがあることに気付いた。このデメリットを改善するため様々なアイデアを出し合い、考案したのが「ムダが流れる蛇口」という Elements である。この Elements は、人の持つもったいないという感覚を通知に利用することで、より効果的な通知を実現している。このような通知の表現方法から、制作する Elements の通知内容は「スマホやゲームなどによる時間の無駄遣い」という内容に決定した。MMD 研究所 [5] によると「スマホ長時間使用に関しては 8 割の人が自覚をしている」という民間の調査結果があります。「かなり依存している」「やや依存している」を合わせた割合は 20 代が 86.6 %、30 代が 80.0 %でした。」とある。

したがってスマホなどの使用を控えるようになれば時間の無駄遣いを減らすことができると考えた。この Elements は時間の無駄遣いをすると蛇口から水が流れるような仕組みを想定しており、(実際完成した Elements は手動による制御を行う。) この仕組みによって時間の無駄遣いを減らすことができると考えた。福岡教育大学教育学部の黒川の「もったいない感情の心的機能に関する研究」によるともったいないと感じたことによるその後の変化において「類似した出来事への対処／行動の改善」や「もったいない情動の低減行動」の生起割合が全体の 54 %であった [6]。したがって、私たちは通知の表現方法によるもったいないという感覚とそれらの行動を関連付けることで、この行動を抑制されると考えた。

(※文責: 石羽澤萌似帆)

2.1.5 せなかトーン

せなかトーンは、異なる通知の情報を触覚だけで伝えることを目的とした Elements である。人を呼び出すものには家電製品の動作完了の合図やタイマーなどといったものが挙げられる。それらの通知には視覚や聴覚を使用することが多いため、視覚や聴覚を使用しなくても伝わる新しい通知の方法を Elements 化できないかと考えた。

視覚や聴覚を使用しない通知の先行事例として、定刻起床装置 個人簡易型 (SAC-5A 型)[7] という空気袋が膨張・収縮することで起床を促す装置がある。定刻起床装置 個人簡易型 (SAC-5A 型) は、JRをはじめとする全国の鉄道会社の乗務員宿泊施設や消防署などで実際に使用されている起床装置である。敷き布団の下(背中あたり)に空気袋を敷いておき、設定時間になると送風が始まり、停止ボタンを押すまで空気袋が膨張・収縮を繰り返す(約 9 秒間隔)。最大に膨張したときには上半身が弓なりになることで目を覚まさせるという装置である。公式の販売ページに、「市販の

目覚まし時計と違ってアラーム音が鳴らないため、深夜や早朝などに近くで寝ている人の睡眠を邪魔せずに起きることができます。※3分間の起床動作中に停止ボタンが押されない場合、ブザーが鳴動します（音量調整可・2段階またはOFF）。音を使わず、身体を持ち上げて起こすため、聴覚障害のある方にもお使いいただけます。」とあることから、聴覚を使わないことに重点を置いた製品であると考えられる。

また、触覚刺激には振動刺激や叩く刺激などがあるが、それらの通知は意味付けをすることが難しいと考えた。触覚通知に意味付けするものの先行事例として、「appLift：イスからはじまるコミュニケーション」という貧乏ゆすりを検知すると上昇する椅子がある。「appLift：イスからはじまるコミュニケーション」は、OGIS-RI Software Challenge Award 2016「無駄なようで無駄じゃないソフトウェアコンテスト」[8]でチーム「kbylab」が制作した作品である。OGIS-RI Software Challenge Award (OSCA) はオーグス総研が主催する学生の方々向けのソフトウェアアイデアコンテストで、2010年から毎年秋に開催しているコンテストである。毎年異なるテーマを設けており、2016年のテーマは「無駄なようで無駄じゃない」であった。そこで優勝した「appLift：イスからはじまるコミュニケーション」は信州大学大学院理工学研究科の長谷川、倉谷、石原、中村、Narayan Sharma、信州大学工学部電子情報システム工学科の先田、野口、吉村による作品である。appLiftは「言いたいことが言えない」という気持ちを「貧乏ゆすり」から検知し、イスを上昇させることで発言を促すものである。レポートによると、“appLiftのイスには加速度センサーが装着されており、座った人の貧乏ゆすりの振動値をサーバーに送信します。サーバーは振動レベルを判定し、一定時間の揺れを検知したらイスを上昇させます。座っていた人はイスが上昇するのと思わず立ち上がってしまいます。また、このアイデアは、社会心理学者フェスティンガーが提唱した「人間は、自分のとった行動に対して理由を後付けする」という性質（認知的不協和理論）を応用したものです。「恥ずかしいから質問できない」のに「立ち上がった」人は思考と行動の間に矛盾が生じ、その矛盾を解消するために、「質問したい」から「立ち上がった」と思考を変化させる性質を利用しました。”[8]とある。

これらをもとに体に触覚刺激を与えることで印象をもたせ、通知に気づかせるものが良いのではないかという意見に固まった。そこで、触覚刺激を使用して異なる通知の意味付けをし、様々な印象を持たせながら通知に気づかせることを目標にElementsの作成を進めた。また今回は座っている状況を想定して制作を進めることにした。

まずは触覚の生理・心理学の初歩[9]という論文から触覚のメカニズムについての事前調査を行った。論文によると、体表部における触2点弁別閾の調査では、背中の平均弁別閾が約40mm、大腿の平均弁別閾が約43mm、肩の平均弁別閾が約40mm、脛脛の平均弁別閾が約45mmである。調査の2点弁別閾は、コンパスのような器具を用いて空間的に離れた2点刺激を加え、これが1点か2点かを識別できる最も短い距離を計測する方法で示している。次に体表部における圧覚の閾値の調査では、背中の圧覚の平均閾値は約log1.9mg、大腿の圧覚の平均閾値は約log2.4mg、肩の圧覚の平均閾値は約log2.0mg、脛脛の圧覚の平均閾値は約log2.6mgである。調査の圧覚の閾値は、剛毛（フォンフライの毛）を用いて触刺激を加えたときの力の閾値を示している。座っている状況を前提とすると背中と大腿が刺激を与える場所に適していると判断した。

まず予備実験にて、様々な触覚刺激のわかりやすさの調査と部位ごとの弁別性と印象の調査を行った。実際に椅子に座ってもらい、トンと1回叩く（叩く刺激）・トントンと2回叩く（叩く刺激）・ゆっくり押す（振動刺激）・少し早く押す（振動刺激）・バイブレーション（振動刺激）の5種

類の刺激を、肩・背中・尻・大腿の部位に与えた。それぞれの刺激・部位に持った印象をコメントしてもらい表にした。触覚刺激のわかりやすさについては、叩く刺激が振動刺激・圧迫刺激と比べて即効性もありわかりやすいという意見、部位ごとの弁別性と印象については、背中が最も気付きやすく不快感も少ないという意見、背中の上の方を叩かれたときは人に呼ばれているように感じるという意見、背中の下の方を叩かれたときは背筋が伸び自然と体が起きるように感じるという意見が多かった。それらの意見から、背中の上の方と下の方で異なる印象をもたせ、叩く刺激によって重要度の違う通知に気づかせる Elements として制作することに決定した。

(※文責: 芳賀里奈)

2.2 プロトタイプについて

2.2.1 触覚パーソナルタグ

私たちのグループでは中間発表に向けたプロトタイプを作成する際に、指で認識することが可能な細かい凹凸を正確に作るができる方法を検討した。意見として、3D プリンターを用いる出力や、レーザーカッターを用いる出力、そして UV プリンターを用いる出力の3つが挙げられた。今回はこの中から、UV プリンターを用いて凹凸を再現するプロトタイプを作成することを試みた。ここでの UV プリンターとは UV (紫外線) 光によりインクを瞬時に硬化させ、用紙や素材などにインクを定着させて 2mm 程度までの細かい凹凸を再現できるものである。UV プリンターの入力データは Adobe Illustrator によって作成した。

今回の凹凸パターンは、小さい丸を等間隔やばらばらに置いたもの、またまっすぐの直線やジグザグ状の線を 1mm、2mm、3mm ごとに配置したものなど、様々な模様を作成した。各模様の大きさと密集度を変えることで、どの程度の大きさであれば、人間がしっかりと判別できるのかを実際に触ることで確認をした。その確認の結果から、実際に触った中で違いが判別しやすい凹凸パターンを触覚パーソナルタグとして活用できないかの検討を行った。今回作成した凹凸パターンでは具体的なデータをとることが難しい結果だったため、今回のプロトタイプを元に凹凸パターンの比較実験の実施や他パターンの検討を行った。また、想定される使用状況はペットボトルやビニール傘の取手部分、スマートフォンの裏やランドセルの肩ひもなど、手に触れやすい部分である (図 2.5)。特にペットボトルやビニール傘は、見た目では判断しづらい類似したデザインが多いことから、これらに貼ることで効果を発揮できるのではないかと推測した。

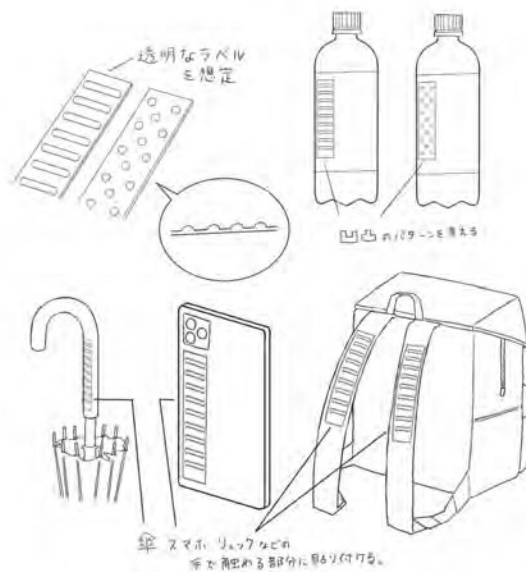


図 2.5 制作したプロトタイプ

(※文責: 若狭珠生)

2.2.2 距離感メーター

中間発表までは、主に測定方法を検討するためのプロトタイプのみを制作した。M5stickC と iBeacon を用いて距離を検出できることを確認した。形状が定まらず、試行錯誤を重ねて中間発表時は円柱状のプロトタイプを制作した。また、使用用途としてはケーブルの両端に距離感メーターを装着し、ケーブルが伸びきって接続部分が意図せず外れることを予防する目的で制作していた。材質に関しても未定で、コンセプトを固めることを念頭において作業を進めた。中間発表後は、材質をアクリルに定め、レーザーカッターを用いて工作を行った。最初に制作したプロトタイプではどこにでも装着できるよう M5stickC を内包できる最小の形を考えて設計した。機能面では M5stickC に装着できる Hat を付け替えて機能を変更できるようなもの考えた。制作する過程で、このプロトタイプは最小というコンセプトにしかなくなっておらず、デザイン面での意味を持っていないということと、M5stickC を連続して動作させるための電力が足りないということがわかったため、形を変更することになった。その次に制作したものが最終発表時のものと同等のものになった。

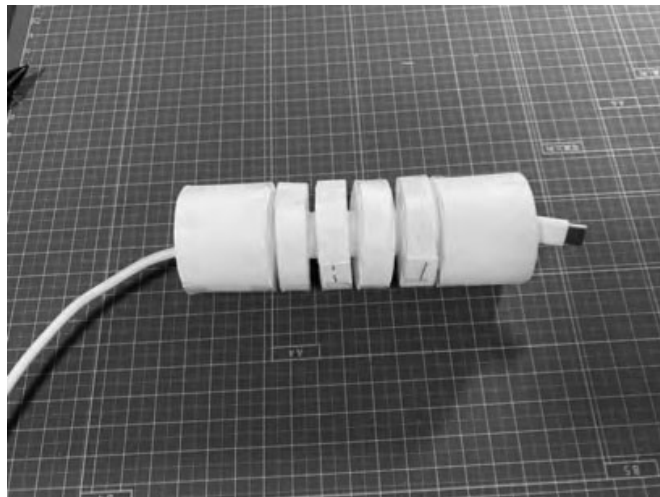


図 2.6 中間発表時のプロトタイプ

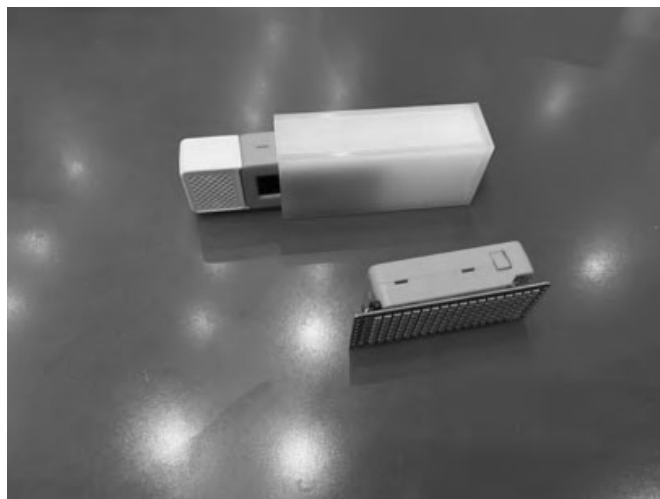


図 2.7 後期制作過程のプロトタイプ

(※文責: 佐々木建)

2.2.3 Visual Wi-Fi

中間発表までは、スティック状の Visual Wi-Fi を模したプロトタイプを制作した。プロトタイプでは実際に Wi-Fi の強度を測定して強度に応じてフルカラー LED の色は変化する段階までは至っておらず、紙で作られた外装の中にペンライトを入れ、プロトタイプがどのように発光するかを検証した。強度に関しては脆弱であったが、光が紙全体に反射することによってプロトタイプ本体が柔らかく発光することが可能となった。プロトタイプを持ってペンライトの色を青、緑、赤と色を変え、カメラの長時間露光機能を用いてイメージとしての Wi-Fi 強度におけるヒートマップも作成した。形状に関してはヒートマップを作成するために持ち運びがしやすかつ、光の軌跡による線を確認しやすくするためにスティック状とした。外装をどのような材料で作成するかはまだ未定で、あくまでも Visual Wi-Fi がどのような形状でどのように使うかを念頭にプロトタイプを制作した。モードはヒートマップを作成するために青、緑、赤と色が変わる RGB モードのみを搭載していたが、ヒートマップの作成はメインとはしては無く、RGB モード以外の光り方の表現

法を探り、更なる機能の拡張を計画した。



図 2.8 制作したプロトタイプ

(※文責: 高木竜志)

2.2.4 ムダが流れる蛇口

プロトタイプについては前期で制作した「注目させる通知」と後期に制作した「ムダが流れる蛇口」の二つについて記述する。

注目させる通知

注目させる通知の機構は手動により行い、使用者の興味を引くようキャラクターをオブジェクトとして動物が飛び出してくる場所や扉の開き方を変化させることに重点を置いた。制作した開き方は以下の4つである。

- 鳩時計のような飛び出し方
- カーテンが開いたりするような飛び出し方
- 上から下に落ちるような飛び出し方
- 引き出しから出てくるような飛び出し方

さらに開き方が与える印象に近い印象を持つ動物を中なら出てくるキャラクターとして用いた。プロトタイプ制作し使用した結果、通知する内容に限られる、動きが同一で飽きやすいという問題点に気付いた。したがって新しいアイデアとして次のプロトタイプを制作した。

ムダが流れる蛇口

ムダが流れる蛇口は前期のプロトタイプの反省を生かし、新たに制作したものである。この活動は後期の活動であるため、詳しくは 4.34 成果物についてで述べる。

(※文責: 石羽澤萌似帆)

2.2.5 せなかトーン

プロトタイプは手動で使用者の背中に叩く刺激を与える機構を作成した。これは使用者が背中を密着させる物に取り付けて使用することを想定していたため、椅子の背もたれに取り付けることにした。図 2.9 はプロトタイプの写真である。

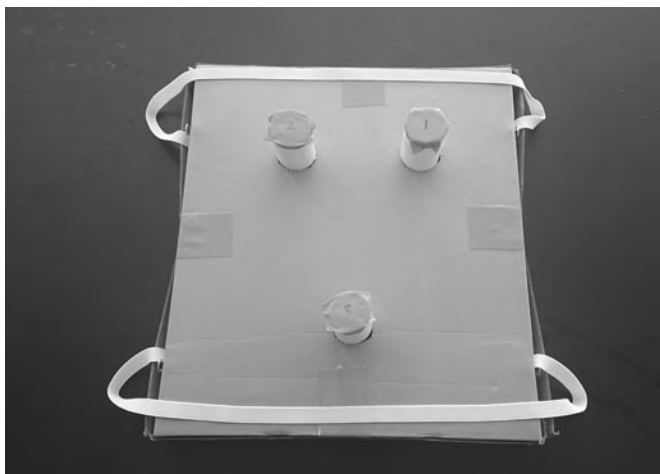


図 2.9 プロトタイプの全体像

材料として段ボールで外装を、トイレットペーパーの芯で叩く機構を作成した。しかし叩く機構において芯だけでは質量や使用者との接触面が少ないことから、叩かれても感知しにくいことや、底面の耐久性が低く壊れやすいなどの問題点があった。また、叩く機構を円滑に動かすために段ボールに芯の直径よりも少し大きい穴を開けたため、芯自体が機構に固定できない問題も出てきた。その解決策として、ビー玉とガムテープを利用した。芯の中にビー玉を入れることで、機構を動かしたときにビー玉が使用者の背中に当たり、叩かれたことを十分に感知できるようにした。実際に体験したところ、叩かれる強さは「トンッ」と軽く当たるほどで、痛みや不快感を受けなかった。図 2.10 がその写真である。

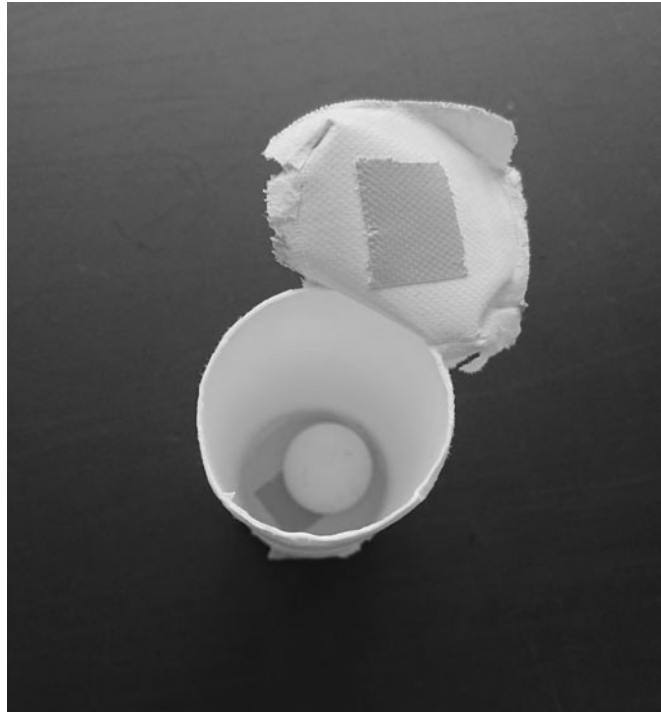


図 2.10 ビー玉の中に入れた芯

ガムテープは芯の両底面の底面積を段ボールの穴よりも大きくなるように張り付けた。これによって使用者との接触面を増やして底面の耐久性を向上させ、さらに芯自体を機構に固定できるようにした。しかし、ガムテープの接着面とビー玉が接触すると、ビー玉がそこに張り付いて正しく動作しなくなる恐れがあった。そこで、ガムテープとビー玉の接触面になる箇所にガムテープを接着面が合わさるように貼ることで両方が張り付かないようにした。芯の配置場所は上側に2つ、下側に1つである。上側が肩甲骨の下、下側が腰周辺になるようにしている。上側を叩かれると他者から呼ばれている印象を持ちやすく、下側を叩かれると背筋が伸び体も起き上がることから、上下の刺激によって異なる通知を触覚で伝わるようにした。椅子に取り付ける方法として、機構にゴムバンドをクリップで取り付けることにした。

これによってゴムの長さを使用者が自由に変更できるため、どんな椅子の背もたれでも着脱できるように汎用性を持たせた。プロトタイプ大きさは縦 27.2cm 横 35.8cm 高さ 11.3cm である。プロトタイプを取り付ける椅子は使用者の背中が背もたれに密着するほど深く座ることができ、裏側から刺激が伝わりやすいアウトドアチェアを使用した。この椅子の背もたれの裏にプロトタイプを取り付けることで、座った時の椅子の感触を損なうことなく、動作させることができるようにした。図 2.11 は機構が組み込まれたプロトタイプの全体像である。



図 2.11 イスにつけた全体像

(※文責: 村野裕樹)

2.3 中間発表のまとめ

2.3.1 触覚パーソナルタグ

前期は、個人の所有物を判別するためにはどのようなものが効果的なのか、人間の触覚ほどの程度の粒度であれば判別ができるのかを研究した。ここでの粒度とは、凸と凸の間隔はどれくらい開けば良いかや、凹凸はどれくらいの厚さが判別しやすいか、タグ自体のサイズのことである。プロトタイプを制作し、実際に触って評価をするといった試行錯誤を繰り返すことで理解を深めていった。

中間発表の時点では、ストライプやボーダー、和柄などの模様、配列や間隔のパターンによるデザインで個人の所有物を判別するタグを制作しようと試みた。サイズは縦 40mm、横 20mm の長方形と、縦 60mm、横 40mm の長方形の二種類を制作したがこのサイズに特に理由はなく、丁度良いサイズを把握するための実験の意味を持って決定した。ここでの丁度良いとは、指の触覚だけで凹凸と全体が判別しやすいことである。出力は UV プリンターで行い、凹凸の厚さは約 0.035mm であった。また、以下の質問があげられた。

質問 1 触覚の長所や利点は

回答 1 視覚的環境や聴覚的環境の影響が少ないことや接触している人のみに情報が与えられる機密性があること

質問 2 他の出力方法は

回答 2 3D プリンターやレーザーカッターなどを想定している

質問 3 UV プリンターとは

回答 3 UV (紫外線) 光によりインクを瞬時に硬化させ、用紙や素材へインクを定着させる。特徴として透明なインクでの印刷やインクを盛ることで細かい凹凸を再現できる

質問4 接着方法は何を考えているか

回答4 現段階では両面テープのようなもの想定している

質問5 何に印刷したのか

回答5 OHP シートに印刷した

ここまでで作ったプロトタイプは14種類であるが、どれも期待していた結果は得られなかった。理由としては和柄のように線などが密集したものは、触覚だけではわかりにくいことと凹凸の厚みが十分でなかったことがあげられる。また、ストライプ、ボーダーのようなシンプルな模様では種類の量産が出来ないことも問題にあげられた。そこで、より多い模様の種類を量産することができ、自分のタグだと判別がしやすいようにすることが求められた。同時に人間が凹凸を認識しやすい程度の厚みを出すことも求められた。

(※文責: 五十嵐大智)

2.3.2 距離感メーター

中間発表では距離感の測定に BLE を使用した測定方法を用いた。しかし、その段階では距離の誤差、通信の遅延などの問題があげられていた。具体的には、環境によって受ける電波強度のずれが極めて大きく、極端な飛び値や遅延が頻繁に検出されていた。したがって改善点の一つとして測定方法の精度の改善があげられたが、精度の改善には限度があるため合わせて測定方法の問題に適した表現方法を重点に検討する必要がある。デバイスの形態の問題として、中間発表時に作成したプロトタイプの形態は、ケーブルの両端に装着するのを前提としており、他の場面の応用が考慮されていなかった。

加えて、比較的明るい場所や日の光が当たる場所では光による表示は大変伝わりにくい。そのため、他の場面を想定した使用方法とそれに合わせた形態、さらには表示方法を追加で検討する必要がある。これらをまとめると、極端な飛び値や遅延を解決するようなプログラムの見直し、または新たな測定方法の模索、そして具体的な使用例を踏まえた表示方法とデバイス形態のブラッシュアップが必要であると言える。



図 2.12 プロトタイプ of 3D モデル



図 2.13 実際に制作したプロトタイプ

中間発表時での今後の展望としては、上記で述べたように、測定方法やデバイスの形態を再検討することで距離感の表現方法の幅を広げることと、測定の精度を向上させることがあげられた。また、発表に関しては距離感の測定方法と表現手法を見せることはできたが、具体的な寸法や素材の説明がなかったことと、使用場面の表現が足りなかったため、やや説得力に欠けるものになってしまっていた。

しかし、図解での説明が制作したプロトタイプの概要を簡潔に伝えられていたため、初めて発表を見る人にも概要が容易に伝わったと感じた。これらの反省を生かし、最終発表では実寸や素材を記載しつつ、具体的な使用場面にストーリー性を持たせることが求められた。そして、中間発表よりも複雑化することが考えられるが、要点を踏まえつつ簡潔に発表することも求められた。

(※文責: 奥山譲)

2.3.3 Visual Wi-Fi

中間発表までの Visual Wi-Fi の開発においては Visual Wi-Fi の機能や使用方法をいかに多くの人に伝えることができるかという点に重点を置いた。Wi-Fi の強度をリアルタイムで知ることができる機能に加えて、ヒートマップとして Wi-Fi 強度を記録として残すことができる機能を同時に実現するために、ディスプレイでの表示やレーザー光を用いるなど様々な表示方法を考えた。最終的には Wi-Fi 強度に応じて色を変えることができる上、カメラの長時間露光機能を用いることで光の残像を作ることができる、フルカラー LED を採用し、上記で示した機能を同時に実現することが可能となった。本体形状は持ちやすさと光の軌跡のラインが確認しやすくなるように縦 5cm、横 5cm、奥行き 30cm の直方体とした。プロトタイプでは面発光を可能にするために、紙で作った直方体の中にペンライトを入れた。

長時間露光においては、カメラを用意することができなかったことから、スマートフォンのアプリケーションを使用してプロトタイプの光の残像を 1 分間撮影した。ヒートマップ作成においては、対象となるフロアの写真を撮影し、Photoshop のブラシツールを利用することによって光の残像を表現した。最終的には Visual Wi-Fi の機能、使用法、実際に撮影した長時間露光の様子、ヒートマップ完成イメージの 4 点をまとめた 30 秒の動画を作成し、Visual Wi-Fi の概要を簡潔明瞭に伝えることが可能となった。Visual Wi-Fi の中間発表までの進捗状況としては中間発表用のプロトタイプを作成した。そこで、プロトタイプの内容として大きく分けて三つの要素から説明していく。

まず一つ目はデザインの要素である。今回のプロトタイプは Wi-Fi のヒートマップをわかりやすく作成するために長時間露光を使って綺麗な線が見えるようなデザインにしたかったので高さ 10 センチ、幅 30 センチ、奥行き 10 センチの長方形型とした。そして、二つ目はプログラムである。今回の中間発表までは、特定の Wi-Fi を認識して電波強度の強さを M5stickC を用いて表示させ、ある一定の強度になったら M5StickC を光らせるところまで実装した。三つ目は機能性である。現段階では Visual Wi-Fi を用いることでヒートマップのようなものを作ることができる機能まで考えることができた。Visual Wi-Fi は Wi-Fi 強度の応じて光の色を変化させ、その様子を長時間露光で撮影することによりヒートマップを作成する。中間発表まではここまでを目標に製作してきたが、まだまだ発展の余地があると考え、今後の課題と展望について考えていく。まず一つ目にルーターや Wi-Fi 環境の違いによって、Wi-Fi 強度をどのように認識させるかということである。現段階まで場所を公立はこだて未来大学に設定して検証を行っているが、場所に限らず使用できるようにするための方法がまだ考案されていない。よってこれは今後考えなければならない重要な課題である。

二つ目に視覚化や表現方法のバリエーションをさらに増やすという点である。現状では Wi-Fi 強度を赤、緑、黄の三色の色の色の変化させ視覚化している。このほかにも、Visual Wi-Fi 自体に位置情報を組み込み Wi-Fi 強度の強い方向に利用者を誘導する方法や、本体に小さなモニターもしくはプロジェクターを取り付け、長時間露光撮影を行わなくてもヒートマップを作成し映し出す方法、光だけでなく音なども利用するなど、考えれば様々なアイデアを出すことが出来る。ここで革新的なアイデアを発案し実装することが今後の展望である。

最後に、Visual Wi-Fi に携帯性を向上させることである。現段階は縦 10、横 30、奥行き 10 であるが、持ち運びを行う場合も考え、さらに小型化することを視野に入れつつ、後期も Interaction Elements の作成を進めようと思う。また、中間発表では以下の質問があった。

質問 1 電波強度は時刻で変わるのでリアルタイムでとらないと意味がないのでは

回答 1 ヒートマップはあくまでも部品の一部であるので部品だけをみればリアルタイムでわかる

質問 2 Wi-Fi を可視化することによるターゲットと強度を可視化することで得られることは何か

回答 2 Wi-Fi を使うユーザー、Wi-fi を快適に使うことができる

質問 3 長時間露光の作成はどのくらい時間がかかったか

回答 3 実際撮影にかかった時間は多く要した（トラブル抜きだと 5~10 分、込みなら 1 時間）

質問 1 ではヒートマップを作成して、Wi-Fi の電波状況を確認するという方法はリアルタイムで変動が見れるわけじゃないので意味がないのでは？ という質問だが、ヒートマップの作成はあくまでもおまけ機能として存在している。リアルタイムで Wi-Fi 電波強度を知りたいければ、「青→緑→赤」のように強度に応じて色が変わる機能をそのまま利用することで Wi-Fi 電波状況を確認することができる。最終成果物では、形状が新しくできた 2 種類になり、発光パターンも 4 種類にし、毎分読み込み回数を調整したことで、制度も向上し、質問者の言うリアルタイムで電波状況を確認する、ということがプロトタイプよりも容易になったと言える。

質問 2 では Visual Wi-Fi は誰を対象に制作しているのか、また Wi-Fi 強度を可視化することでのメリットは何かという質問である。まず、Visual Wi-Fi のターゲットだが、上記の通り Wi-Fi を使用する全ユーザーである。次に Wi-Fi を可視化することによるメリットとして、まず、Wi-Fi 環境の改善に繋がるという点が挙げられる。Wi-Fi の接続が悪い場所が分かれば、ルーターの位置を変えるなどの対策が取れる。また、なぜ接続状況が悪いのか原因がわかれば、接続チャンネルを変える、Wi-Fi 強度が強い場所へ移動するなどの対応をすることが可能である。

質問 3 は長時間露光の作成はどのくらい時間がかかるのかという質問だが、プロトタイプでは上記の通り 5~10 分、最終成果物ではミラーレス一眼カメラを利用することで、三十秒にまで縮められた。質問 3 に関しては撮影する機器に依存して変化すると考えられる。以上が中間発表までのまとめである。

(※文責: 高嶋紳伍)

2.3.4 ムダが流れる蛇口

注目させる通知では実際にいくつかのプロトタイプを作成し、どのような印象を与えるか調べた。プロトタイプでは、主に飛び出し方の工夫を行った。興味が惹かれるようなキャラクターをオブジェクトとして動物が飛び出してくる場所や扉の開き方を変化させた。紙粘土を使用したキャラクターオブジェクトを飛び出す中身として制作し、飛び出すバリエーションを 4 種類制作した。1

1つ目の飛び出し方は、扉を開けるような形で、2つ目の飛び出し方は、カーテンを開くような形、3つ目の飛び出し方は、引き出し引いたら出てくる形、4つ目は箱の底が抜けて下に飛び出す形である。その際に関わり方が与える印象に近い印象を持つ動物を中から出てくるキャラクターとして用いた。そのほうがより興味が沸くと考えたためである。

プロトタイプを与える印象を実際に体験した結果、通知する内容に限られ、動きが同一で飽きやすいという問題点と飛び出し方を工夫すると段階的な表現をすることができ通知内容をより幅広くできるという可能性に気付いた。例えば、扉が「開く」、「開かない」ではなく、少しずつ開いたり閉じたりすることで、通知する内容の段階的な表現が可能となり、鳩時計にはできなかった量の表示、割合の表示ができることに気づいた。最終的に前期の成果として段階的な通知を重視したElements の設計をすることができた。中間発表では、以下の質問があった。

質問1 動物がたくさん使われてたが、その意味はあるのか

回答1 キャラクターによって通知の意味に発展性や具体性を持たせるために使用した。今回はわかりやすいように動物を使用した

質問2 あえて無機物ではなく動物にしたのは理由はあるのか

回答2 鳩時計から考えたため動物にした。動物だとみんながどういうものか一般的なものだったら知識があるから通知の意味付けがしやすい。例えば猫は眠そう、忍び寄る。モグラ下から出てくるイメージ。今後はそれ以外のキャラクターではどうなのか検討していく

質問3 段階的な通知を活かす例はなにか既に考えているのか

回答3 数値の表現やパーセントの表現などの充電やたまったメールの件数の表現などを考えている

質問4 表現方法として正面や下から中身が出てくるけど、箱はどこに置く想定なのか

回答4 まだ通知方法が確定していないので決まってはいませんが、様々な方向から出てくることを想定して、壁掛けの検討をしている

質問5 出てくるキャラクターは動くか

回答5 はい、今後可能であれば通知内容に絡めた動きの実装も考えている

質問6 箱の中身は各自で決めるのか

回答6 その点はまだ検討中ですが、ユーザーのお気に入りの中身をカスタマイズできるような形も考えています

質問7 飽きやすいのではないかと、驚きに慣れてしまうのではないかと

回答7 その点はまだ検討中だが、慣れてしまわないような工夫をしたいと考えている。

(※文責: 三ツ谷玲奈)

2.3.5 せなかトーン

中間発表までは、制作意図からテーマを決めプロトタイプの作成までを行った。背中の中肩甲骨付近と腰付近で異なる印象をもたせ、叩く刺激によって重要度の違う通知に気づかせる Elements として制作するために、大まかな機構とそれを組み込む形について討論を主に行った。Elements 毎にまとまって活動し始めたのは6月上旬である。主なテーマを決め、対象者を個人とするのか全体とするのか、どのような意味付けを行うのかなどを2週間程度で話し合った。

そのあと3.1.5の制作意図の記述の通り、予備実験にて、様々な触覚刺激のわかりやすさの調査と部位ごとの弁別性と印象の調査を行った。触覚刺激のわかりやすさについては、叩く刺激が振動刺激・圧迫刺激と比べて即効性もありわかりやすいという意見、部位ごとの弁別性と印象については、背中が最も気付きやすく不快感も少ないという意見、背中の上の方を叩かれたときは、人に呼ばれているように感じるという意見、背中の下の方を叩かれたときは、背筋が伸び自然と体が起きるように感じるという意見が多かった。これらの印象についての意見を参考にプロトタイプを制作することにした。

人に叩かれているという状況をより表現するため、単なる押し出して叩く機構にするのではなく、「トンッ」と人に叩かれているような機構を目指した。次に、どんな形状でプロトタイプを作成するかを決めた。Elements としては叩く刺激によって重要度の違う通知に気づかせる機構であるため、それを生かすことができる組み込みの形を模索した。主に3つの候補が出た。

1つ目は元々ある椅子に装着するクッションの形である。クッションの形にすることのメリットは、背もたれの長さに関係なく装着できること、持ち運びが可能なことなどが挙げられた。クッションの形にすることのデメリットは、装着するフックが背中に当たることなどが挙げられた。

2つ目は、元々ある椅子に乗せるシートのような形である。椅子に乗せるシートの形のメリットは、どのような椅子にも使用できること、乗せるだけでよいことなどが挙げられた。椅子に乗せるシートの形のデメリットは、元々ある椅子に乗せるため着座位置が高くなってしまふこと、元々の椅子の材質を無視してしまうことなどが挙げられた。

3つ目は、椅子本体に組み込む形である。椅子本体に組み込むことのメリットは、全体を構築できるため希望通りに設計できることなどが挙げられた。椅子本体に組み込むことのデメリットは、大掛かりであること、材質などにこだわると予算や時間が足りないことなどが挙げられた。これらの討論より、椅子に装着するクッションの形でプロトタイプを作成することに決まった。

細かいプロトタイプの作成方法は3.2.5にあるプロトタイプについてに書かれている通り、段ボールで外装を、トイレットペーパーの芯で叩く機構を作成した。中間発表で発表したものは、プロトタイプの外観と、実際に使用した際のコンセプトムービーである。

中間発表後の展望・課題点については、3点が挙げられた。

Interaction Elements-Creating Elements for Future

1つ目は、叩く機構の実装方法の検討である。中間発表の段階では、人に叩かれる感覚を手動で表したものであることから、自動制御で実装するためにはどのような方法があるかを検討する必要があると考えたためである。

2つ目は、評価実験を通してプロトタイプを改良することである。中間発表までに制作したプロトタイプでは実験をせなかトーンのメンバーにのみ行ったことから、更にいろいろな体格の人に評価してもらい、改善点を挙げることで改良を進める必要があると考えたためである。

3つ目は、衣服や日用品への応用である。中間発表の時点では、椅子に装着する形でのみ表現を行っていたことから、Elementsとしての機構を応用して様々な製品に組み込みたいと考えたためである。

これらの情報を元に、中間発表ではElements名を「背中で通知クッション」とし、PowerPointを使用したスライドで発表を行った。具体的には7枚のスライドを作成した。1枚目は表紙である。2枚目は制作意図を簡潔に記述した。3枚目は実際に作ろうとしているものと考えている状況を図解と共に記述した。4枚目は行った予備実験の内容と結果、実験を行っている動画を添付した。5枚目はクッション型で作成したプロトタイプの外観を2枚の写真で伝えた。6枚目はプロトタイプを使用した際のコンセプトムービーを貼付した。7枚目は今後の展望を記述した。これらを約1分30秒で説明した。中間発表の質疑応答の際に出た質問とそれに対する返答については以下のものがある。

質問1 背中で通知するというのは、将来的にスマホと連動するのか

回答1 どのような通知に用いるかはまだ検討中である

質問2 今後様々な椅子に使えるようにするつもりなのか

回答2 その予定である。様々な椅子に対応できるよう検討している

質問3 椅子の大きさの違いにも対応させるのか

回答3 大きさについては議論の最中である。今回はクッション型としてプロトタイプを制作し、椅子の素材によって取り付ける位置を変更できるように設計した

質問4 今「叩く」(衝撃)にこだわっている理由は何か

回答4 今回行った予備実験で背中に振動や衝撃など幾つかの刺激を与えた結果、叩いて衝撃を与える場合が一番印象を持つ意見が多かったためである。また通知(刺激)に気付き易いという意見も多かった

質問5 具体的にどのような素材を使って作るつもりなのか

回答5 プロトタイプの通りクッションとして作る場合には、中身は市販で売られている綿のようなやわらかい素材で作ろうと思っている。叩く機構などは詳しく決まっていないのでこれから検討を行う

質問6 背中で通知クッションは実現化した場合どういった使われ方があるか

回答6 どのような場合で使うかはまだ想定していないため、今後検討していく 叩くという技術に

については難しいため、その辺も含めて技術に視野をおいて作っていく

質問7 なぜ体全体ではなく背中にしたのか

回答7 全体へとなるとシステムが複雑になるためである。また、実験を行なった際に背中が一番感じやすいという意見が多かったため背中にした

質問8 異なる通知をするということはLINEやインターフォンなどと連携して使うものなのか

回答8 上記の通知も候補にはあった。これから何を通知するのか考えていく

1つ目の質問では、中間発表の時点ではどのような通知を用いるか、またどのように連動させるか定まっていなかったため、どのような通知に用いるかはまだ検討中であるという返答を行った。

2つ目の質問では、プロトタイプで使用したものはクッション型であったため、様々な大きさ・形の椅子に取り付けることが難しいことについての質問であったと考えられる。様々な形に応用することは今後の展望にもあったため、その予定であると返答した。

3つ目の質問は、2つ目の質問と同様の質問である。様々な形に応用することは検討している。今回のプロトタイプはクッション型であり、ゴムによって取り付けられているため。ある程度の大きさ・位置には対応できるように設計している。

4つ目の質問では説明した通り、予備実験の結果で叩いて衝撃を与える場合が一番印象を持つ意見が多かった。また、叩く衝撃が最も通知に気付きやすいという意見も多かったためこのような返答を行った。

5つ目の質問では、具体的な素材について聞かれたが、あくまでクッション型はプロトタイプであるためこれからの検討しだいである。しかし、クッション型として作成を進める場合には、座った際の感覚を快適なものにするために、中身は市販で売られている綿のようなやわらかい素材で制作するという意見が出ていた。叩く機構はどのような材料を用いるかまで詳しく決まっていなため、中間発表後の課題としている。

6つ目の質問は、何を通知するのか、どのような状況で使用するのか等をまだ想定していないためこのような返答となった。叩く技術の難しさや通知との連動の難しさも考慮して制作を進めたいと考えている。

7つ目の質問では、体全体を対象とすると意味付けやシステムの構造が難しくなってしまうため、背中のみを対象としている旨を返答した。予備実験の結果により、背中が良いという判断となったのも理由の1つである。今回は座っている状況を想定して作成したため、背中1つにこだわったが、応用ができればウェアラブルデバイスなどに使用することも検討している。

8つ目の質問は、どのような通知を考えているのかという質問であると考えられる。LINEやインターフォンなどと案を出して質問していただいたが、それらも候補にあり、これから検討する課

Interaction Elements-Creating Elements for Future

題のひとつである。中間発表の質疑応答を踏まえ、後期の課題を叩く機構の実装、プロトタイプの改良、日用品への応用として前期の活動を終えた。

(※文責: 芳賀里奈)

第 3 章 後期の活動

3.1 成果発表に向けての目標

中間発表を経て、前期までの各 Elements の課題の発見や展望が示された。

触覚パーソナルタグではプロトタイプが UV プリンターで制作したもののみだったため、凹凸の形状や素材、パターンについてさらなる検討を行う。また、加工方法についても 3D プリンターやレーザーカッターなどの検討を行う。さらに、それらで作成したタグについて判別性に関する実験を行い、最終的に触覚だけで所有者を判別できるまでのタグの改善を目指す。

距離感メーターはプロトタイプの時点で BLE を用いた測定方法だったが、この方法では距離の誤差や通信の遅延などの問題が存在していた。そのため、それらを解決するために測定方法の精度の改善を行うとともに、それに適した表現方法の検討を重点的に行う。また、形態に関してもプロトタイプではケーブルの両端のみに限定されているため、他の場面では対応できず、汎用性が低かった。そのため、他に使えるであろう場面も想定し、より多くの使用方法と形態の検討を行う。そして、距離感の表現方法の幅を広げていく。

Visual Wi-Fi はプロトタイプでの使用環境の想定が大学内のみで、他の場所で使用することについて考案をしていなかった。そのため、場所に問わず使用できる方法を重要な課題として設定した。また、表現方法も現時点では Wi-fi の強度によって赤緑黄の 3 色に光るのみであり、バリエーションに欠ける。そのため、Wi-fi 強度の強いほうに使用者を誘導する機能や本体のみでヒートマップを作成する方法、音による通知なども検討しながら表現方法を増やすとともに、効果的な表現方法も模索していく。また、Elements 自体を小型化し、携帯性をもたせることで、Elements としての汎用性を高めていく。

ムダの流れる蛇口はオブジェクトの動きを主軸としたプロトタイプの制作を行っていた。今後はそれらのアイデアをさらに発展させ、より効果的なオブジェクトの挙動を考案する。さらに、それらを体験していない人物を対象に評価実験を行い、今後作成する Elements の方針を決める。また、作成した Elements に電子機器を使用し、動作機構の制作と情報と動作の対応付けの検討を行う。

せなかトーンはプロトタイプが概念的であり、具体的な機構については検討がほとんどされていなかった。したがって、最優先に機構の検討を行い、コンセプトに沿った機構を作成する。また機構の完成後はリュックサックや衣服などの日用品へ組み込んで使えるようにすることで汎用性を高めていく。

(※文責: 村野裕樹)

3.2 制作過程

3.2.1 触覚パーソナルタグ

触覚パーソナルタグでは触覚での個人の所有物を判別するために名前や誕生日などの個人の情報と凹凸による触覚的な情報を結びつける必要がある。前期で制作したプロトタイプでは凹凸による模様を作成し、それらの模様を指でなぞった感触の違いで判別を試みたが、判別できる種類の少ないことや模様では判別する上で個人との関連性が少なく判別が難しいなどが挙げられた。判別する上で自分の模様をあらかじめ覚える必要があるが指でなぞった感触を記憶するのは、個人との関連性がなく所有物の判別には難しいと考えられる。後期では記号や文字を用いることで凹凸のパターンと個人との関連性を結びつけることで所有物の判別を目指した。まずは触覚による文字や記号の先行研究や事例の調査を行った。先行研究としてカタカナによる触覚での読み取り [10] や触覚によるアルファベットとドットの読み取り [11] などがあげられる。実際に文字や記号を制作し印刷した文字や記号をなぞった際の指先での感じ方の検討を行った。初めに UV プリンターを使用し、Adobe Illustrator で制作したデータを出力し文字や記号の制作を行った。具体的には星座やアルファベットや 7 セグメントフォントの数字に加えて模様や図形を組み合わせ制作したものである。これらの様々な記号や文字を指で触ることでそれぞれの印象や目を閉じた状態で文字や記号が判別できるかなどをプロジェクトメンバー内で実際に触りながら検討を行い、加えて UV プリンターではインクの盛りを調整することで厚みの調節を行えるので凹凸の高さの検討も同時に行った。

まずは文字自体の大きさに関しては、指でなぞるという点と文字の読み取れるという点を考えると大きい場合は文字を読み取れないということはほとんどなくなるが指でなぞる範囲が広がってしまい、小さすぎるとなぞる範囲が少なくできるがアルファベットでは M、S、W などの線が密集しており、読み取りが非常に困難であるなどが意見として挙げられた。これらに意見に加えて文字の大きさを大きくするとタグ自体の大きさも大きくなりタグをつける箇所も制限されるという点も考えると文字の大きさは、指に合わせて小さく制作し、その上で文字の読み取りが困難な部分を取り除くなどの工夫を行い、改善することで小さい文字の判別も行うことができると考えられる。そして凹凸の高さについてはそれぞれ 0.14mm, 0.175mm, 0.21mm, 0.35mm での印刷を行った。同じ文字での比較実験を行うことができなかったが先行研究によると人間の指先における凹凸の検出感度は凹凸の高さが 0.2 以上であれば同程度である [12] と述べており、同様に 0.14mm, 0.175mm では凹凸が認識しづらいとの意見が数人から挙げられたが、0.21mm, 0.35mm では凹凸が認識しづらいとの意見が挙がることはなかった。加えて今回の UV プリンターでは一回の印刷で 0.035mm のインクを盛り、それを連続で行うことで高さを増やすことができるが、凹凸の高さを増やすと印刷時間も増えることを考えると今後の制作では凹凸の高さは 0.21mm で行うこととした。今回印刷した星座、アルファベット、7 セグメントフォントの数字などから文字の種類について検討した結果、種類の多さや汎用性からアルファベットで表現することとした。また今回の触覚パーソナルタグの判別方法として名前のイニシャルを用いることでアルファベットの二文字で判別を行うこととした。

次に文字の問題として人間の指で認識する上で線が密集していたり交差していると誤読や読み取りに時間がかかったりすることがある。本来、文字は読み書きを目的とし視覚で判断できるように

つくられている。そのため指で触れている線の位置関係や線の数を把握すること難しく現状の文字では指での判断が困難であると考えられる。そして凹凸はなぞる方向によっても触覚の感じ方が変わってしまうので、なぞる方向を指定したうえで現在のアルファベットの文字から触覚で読み取りやすい文字へ変換することを目標にプロトタイプを制作した。

プロトタイプでは元の文字の特徴を残すことで元の文字との関連性がない点字とは違い、元のアルファベットを知っていれば使用者が一から記号や図形を覚える負担を減らすよう考え、文字には線や点をほとんど使用せず図形のみで制作することで線の交差や密集をなくし、凹凸の境界をなぞることで判別を行えるようなプロトタイプの制作を行った。その後、制作したプロトタイプで実験を行い、繰り返し改善を行った。

(※文責: 北森茂生)

3.2.2 距離感メーター

後期に入り実際に距離感メーターの制作を進めていく上で、中間発表まで制作していたアイデアはイメージしていたサイズと、求められる機能を実現するための機構を搭載することができる現実的なサイズに大きなズレがあったので別の形、サイズを模索し始めた。サイズが大きいう問題で2度挫折したことから、M5stickCを内包することができる最小サイズを目標に、プロトタイプ制作を行った。素材の選定の段階で、光を透過できることから素材を乳白色の2mm アクリル板に決定し、後期より対面での活動ができるようになったので工房でレーザーカッターを用いて素材を切り出した。これは後期が始まって最初に制作したプロトタイプである。

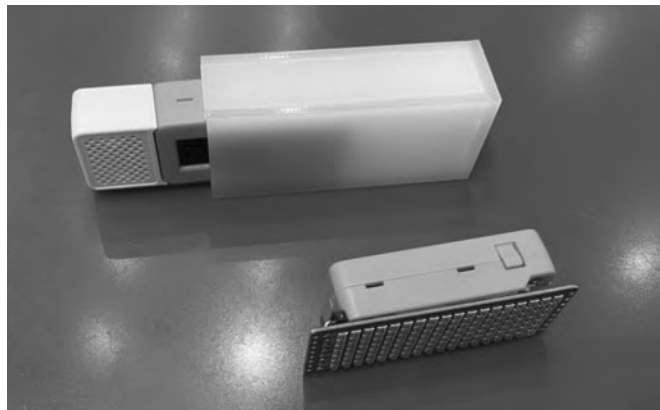


図 3.1 後期制作過程のプロトタイプ

M5stick 本体に取り付けることのできる拡張デバイスである hat を装着して光だけではなく様々な伝え方を検討した。同時に hat の制御方法を学習し、距離に応じて様々な伝え方をすることを習得した。

ここまでは Elements をできるだけ最小にすることを目標に制作してきたが、機能を搭載したときのバッテリーがもたないことと、デザインについての構想ができていなかったため、形を考え直した。子機側に機能を搭載することと小型化が使用している機器だと両立できないことがわかったので親機から通知する形に変更した。制作物の形についてグループメンバーで話し合った結果、形に意味をもたせるため立方体形にし、6面全てに機能を持たせた。そうすることで回転させて音、

光、振動を切り替えてユーザに伝えることができるようになった。内部で加速度センサを使用することで6面のどの面が上にあるかを検知できるようにした。また、最終発表に向けて新しいプロモーションビデオの撮影と発表スライドの準備を行なった。プロモーションビデオでは用途と使用シーンが分かりやすくなるような工夫をした。また、距離の精度の見直しをできる限り行った。既存の機構でなるべく高精度になるようコードを工夫した。発表直前にはそれぞれが作業してきた部分の知識を共有して、質疑応答に答えられるよう準備を徹底した。

(※文責: 佐々木建)

3.2.3 Visual Wi-Fi

前期の活動で考えたアイデアは Visual Wi-Fi である。しかし、Wi-Fi 電波を可視化し強度を見ることがというテーマではすでにスマートフォンなどで利用できるアプリケーション「Wi-Fi ミレル」や「Wi-Fi Analyzer」など開発されているという課題点があった。

上記の課題の解決方法として、Wi-Fi の電波の可視化を別の観点から捉えることを考えた。今までの先行事例ではアプリをダウンロードした人が個人でのみ Wi-Fi の電波を見ることができたが、その周囲にいる人たちは見ることができない。そのため、公共の施設における Wi-Fi の電波強度を確認できるのは個人でアプリを持っている人に限られていた。したがって、周囲の人たちにも Wi-Fi の電波を可視化できればわざわざアプリをダウンロードする必要がなくゲームなどを利用する子供でもひと目で Wi-Fi の電波の強度を見ることができるようになるのではないかと考え Visual Wi-Fi の作成に至った。

さらに、形状に関しても工夫を行った。前期までの Visual Wi-Fi は一つの形状はスティック状のみであった。スティック状のみでは自分の周囲にいる近くの人にしか見えないことが考えられる。そのためスティック状に加えてタイル状の Elements の制作を行った。タイル状にすることで、スティック状よりもさらに遠くから Wi-Fi の電波強度を確認することが出来る。よって、未来大学のように広くてオープンな校舎の中での利用ができ、より多くの人が Wi-Fi の電波強度を確認することができるようになった。以上が Visual Wi-Fi の制作過程である。

(※文責: 佐藤佑亮)

3.2.4 ムダが流れる蛇口

グループが決まり、どのようなモノを作るべきかの方向性を決めていった。また、どのような通知方法を考えるかイメージするデザイン、通知内容の検討をした。世の中にある通知に関するモノを調査したり、注目を集めるためにはどうすべきなのかを分析した。また、世の中にある通知に関するモノを調査したり、注目を集めるためにはどうすべきなのかを分析した。

鳩時計に注目をした。鳩時計の分析を行い、注目を集める点でキャラクターを用いたオブジェクトを使用したり、飛び出すような通知にするのが良いのではないかと考えた。分析した結果、注目を集める点でキャラクターを用いたオブジェクトを使用したり、飛び出すような通知にすることにした。そして、鳩時計のように飛び出すか閉まるかの動きしかないことに目をつけて、鳩時計には

ない段階的な通知を表現できる通知を考えた。

前期の活動で制作したプロトタイプ紙粘土を使用したキャラクターオブジェクトが箱から飛び出すものであった。飛び出すバリエーションを4種類制作した。しかし、課題点として、飛び出ししかたを工夫しても飽きてしまい、注目させる通知として、不十分であるということがあげられた。

そこで後期の活動では、アイデアを1から考え直し、人の記憶や経験を利用することで注目させる Elements を考えた。そこで考えたのがムダが流れる蛇口である。この Elements は無駄な時間を過ごしていると感じているときに部屋に置いてある蛇口のオブジェクトから水が流れるものである。これは人の水を流しっぱなしにするともったいないと感じる経験や、部屋に水がこぼれると不快だという気持ちを利用している。当初私たちは配管などの知識がなかったため、水を実際に流すのは難しく部屋が水浸しになるというリスクから、ビーズを流すことにした。しかし、プロトタイプを作成した際としてビーズを流すと、流動性がなくて蛇口内に詰まってしまう流れなかった。

そのため、水を実際に流すのは部屋が水浸しになるというリスクを改善して、水を流す方向性に固めた。そして、水が流れる内部構造を制作した。タンクにホースを取り付けて途中でホースコックジョイントというホースとホースをつなぎ、その中間に水の開閉を行うコックがついている部品を使用して、蛇口に繋げるようになっている。水が出たり止まったりする動作は、ホースコックジョイントのコック部分にサーボモーターを取り付けて固定することで、タクトスイッチを押したときにモーターが回り、コックが開くことで水が流れる。外側の構成は、素材をMDFにして、レーザーカッターで切断した。その後、モデリングペーストを下地として塗り、乾いたら黒色のストーンスプレーを使用してざらざらした表面にして、その後灰色のスプレーを塗ることで、公園の水飲み場のような見た目にした。また、水がこぼれても水浸しにならないように、コップを置く場所を水が通るように網を設置してその下に受け皿を置くことで水があふれた場合でも網を通過し受け皿で受け止めることができるようにした。

そして、完成した Elements をよりよく活用するために、水の出る量や音がよく響くコップの種類を考察した。また、発表資料の作成のためにストーリー性のあるコンセプトムービーの制作を行った。

(※文責: 三ツ谷玲奈)

3.2.5 せなかトーン

制作にあたって、前期で決まった構想を元に実際に動作する機構案を考えた。叩く機構についてはばね、クランク、カム、ソレノイドなどが挙げられた。具体的にはばねの復元力を用いた方法、モーターの回転運動をクランクや回転板カムで変換する方法、ソレノイドの直線往復運動を用いる方法などだ。それらの方法と自分たちの知識や技術力、メンバーや教員との検討の結果、ばねと回転板カムを使った方法に決定した。

カムを回転させるモーターは一定角度ごとに制御をすることができるステッピングモーターを使用した。機構については、叩く部品をT字にし、その左右に引きばねを付け、それを2つの回転板カ

ムをステッピングモーターで回転させて上に伸ばした後に引きばねの復元力によって下に戻ることで叩く機構を考えた。各パーツのサイズは自作できないばねやステッピングモーターのサイズをもとに決定した。回転板は中点からの半径を最長 30mm 最短 10mm の勾玉型にした。T 字の部品は縦 90mm、横 121mm にした。ばねは外径 5.5mm、長さ 50mm を使用した。箱はそれらの部品が互いに干渉しないように配置するため内径を縦 15mm、横 191mm、奥行き 100mm とした。

材料について、箱及び T 字の部品は耐久性を持ち、なおかつ加工しやすい理由から厚さ 5.5mm の MDF を採用した。回転板はモーターの動力に耐えうる耐久性を持ち、すり減りにくい材質が必要のため、厚さ 3mm のアクリル板を採用した。機構を収納するための箱は「MakerCase」というサイトを用いてデータを作成した。箱の後面にはステッピングモーターをはめるための穴を開け、ステッピングモーターを固定すると同時に、配線を外に出す設計にした。箱のみ合わせの深さは厚みと同じ 5.5mm に設定した。T 字の部品の動作を反復のみに制限するために、箱底面と底面から 20mm の箇所にガイド用の穴を設定した。カムに使う回転板は adobe illustrator を用いてデータを作成した。

作ったデータとそれぞれの素材から箱、T 字の部品、T 字の部品のガイド、回転板を工房のレーザーカッターを用いて切り出した。回転板はアクリル板を 3 枚重ねてアクリルサンデーを用いて接着することで耐久性を確保し、継ぎ目をやすり掛けすることで動作に支障が無いようにした。T 字の部品も同様に MDF を 2 枚重ねてボンドで接着し、継ぎ目のやすり掛けを行った。ばねは T 字の部品とガイドの両方に穴をあけ、そこに針金を用いて固定した。これらを組み立てることで一番初めの機構が出来上がった。

しかし、動作において大きく 2 つの問題が発生していた。1 つ目は回転板における中点からの半径の最短から最長までの変化の割合が均一でなかったため、T 字の部品との摩擦によって時々止まってしまうことだ。2 つ目は、T 字の部品が持ち上げられた時に、高確率で箱底面のガイドに引っかかってしまい、それ以降動作しなくなってしまうことだ。1 つ目の解決策として回転板の中点からの半径の最短を 15mm に変更し、角度による半径の変化を一定にすることで回転板への負荷を減らし、円滑に動作するようにした。2 つ目の解決策は、2 つのガイドの間にさらなるガイドを設置し、T 字の部品の可動範囲を狭めることで引っかかることがないようにした。更に回転板のサイズ変更に伴い、箱の奥行きを 100mm から 105mm へ、T 字の部品の縦を 90mm から 100mm に変更し、再度レーザーカッター切り出しを行い、組みなおした。そうして、安定した動作を行えることを確認した。

その後、調整やメンテナンスの観点か前面のみを取り外し可能にし、それ以外のみ合わせにボンドを用いて固定した。これにより機構のハードウェアを完成させた。図 3.2 は完成した機構である。

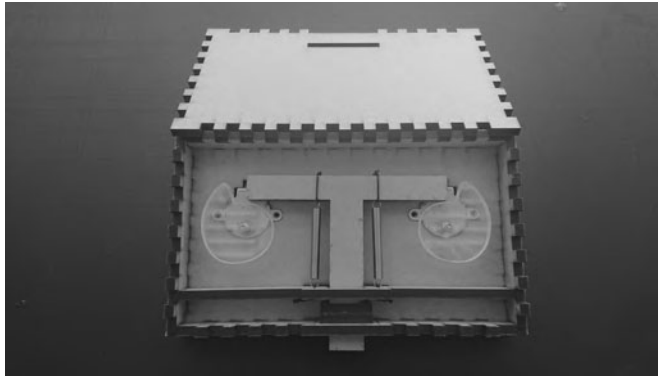


図 3.2 完成した機構

次にステッピングモーターを制御するためのプログラムの作製に取り掛かった。ステッピングモーターの制御には Arduino Uno とブレッドボードを、コードの記述には Arduino IDE を用いた。ステッピングモーターの軸に回転板カムを取り付け、常に回し続けるためのコードは使用したステッピングモーターのサイトに掲載されているサンプルコードを参考に作製した。回転板カムを2つ用いて T 字の部品の左右を持ち上げる必要があるため、時計回りに回るコードと、反時計回りに回るコードの2つを用意し、それぞれ別の Arduino Uno に書きこんだ。

これらのコードをベースに改良を始めた。その過程の中で、より簡潔な機構を目指すため、1つの Arduino Uno で、それぞれ別の向きへ回転する回転板カムを制御することを目指して改良を行った。USB から供給される電源では2つのステッピングモーターを同時に動作させるのは難しく、AC アダプターを Arduino Uno の DC ジャックに接続して電源供給を行うことにした。2つのステッピングモーターの同期について、同じ向きに回転させる段階までは実現できたものの、1つの Arduino Uno で異なる向きへ回転させる段階まで実現することが難しく、加えて作製した Elements はそれぞれ独立して操作させたかったことも相まって、最終的にステッピングモーター1つにつき Arduino Uno1つを用いて制御を行った。

なお、ステッピングモーターの操作は、ブレッドボードに取り付けたタクトスイッチを押すことで操作する形で実現した。最初のプログラムはボタンを押すと1回転の直前で停止し、もう一度ボタンを押すと動作前の位置まで戻るものだったが、ステッピングモーターの出力がばねの復元力と摩擦よりも弱く、動かなくなってしまったため失敗となった。次のプログラムはステッピングモーターをちょうど1回転させるものだったが、これもステッピングモーターの個体差や動作開始時の誤差によってうまく動作しなかった。

モーター両方の完全な同期は不可能だったため、ボタンを押すと1回転し、もう一度押すと逆回転し初期位置に戻るようすることで、非同期による動作の不具合を起こさないようにした。一方、回転板カム1つで動く機構もプロトタイプを作成したが、機構のサイズや技術力による安定性の観点から見送りになった。完成した機構の大きさから前期のクッションに組み込む案を廃止とした。その代わりに、機構を組み込むための椅子を自作し、そこに組み込んで完成させた。

(※文責: 村野裕樹)

3.3 成果物について

3.3.1 触覚パーソナルタグ

いくつものプロトタイプを経て完成した成果物が以下の写真である。



図 3.3 触覚文字

これは今回考案した成果物であり、「触覚文字」と名付けた。本来の文字（アルファベット）の形は視覚を頼りに作られているため、そこから文字（アルファベット）の視覚的特徴をとりだし強調をすることで、触覚でもわかりやすいものを制作した。

触覚文字は、文字の外形や特徴を残して、触覚での読み取りを妨げるような隙間や形状を取り除いた物である。例えば、C や G、O、Q では基準となる外形の円形や、E や F、H、L などの文字の外形を抽出して視覚的特徴を残し、A や B、D、K、P、R のように隙間があるものは隙間を取り除き簡単な図形を組み合わせることによって元の形に近いものへ変換し、I や J、M、N、S、U、V、W、Z のように外形の特徴が指でなぞりづらいものは文字の書き順を誘導することで制作するなどが挙げられる。加えて凹凸は方向によっても感覚が異なるためなぞる方向を考慮し文字の読み取りを行い、誤読が少なくなるように制作した。

写真ではわかりやすいように黒色で着色しているが、実際に使用するものは無色透明であり、元のデザインなどに影響を少なく貼り付けることができる。また、これらの文字は縦 20mm、横 20mm で制作された。タグの大きさとしては名前のイニシャルであるアルファベットの二文字を組み合わせるので触覚文字が縦並びで二個分の縦 40mm、横 20mm の大きさとなっている。二文字に制限することで使用者自身の凹凸の形が覚えやすく、タグ自体の大きさを抑えるように制作した。

(※文責: 五十嵐大智)

3.3.2 距離感メーター

距離感メーターは親機と子機で構成されている。親機は縦 90mm、横 90mm、奥行き 90mm の立方体で子機は縦 20mm、横 20mm、奥行き 20mm の立方体である。どちらも外装は 2mm のアクリル板を使用し、内側に制御のための M5stickC、親機のみバッテリーとして Power-c と LED、スピーカー HAT、バイブレーターが搭載されている。また、USBtype-C で充電することが可能であり、充電時間は約 1 時間である。

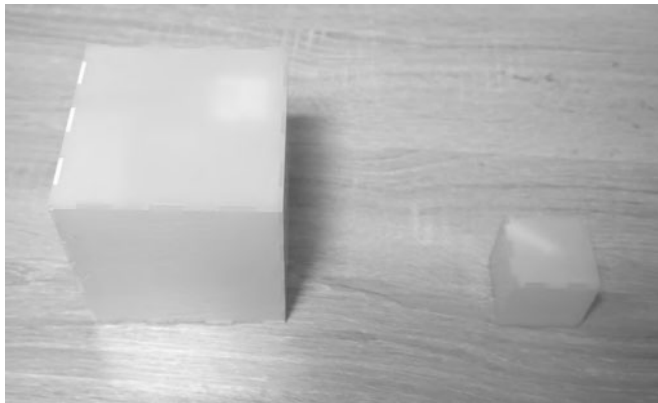


図 3.4 距離感メーター

このデバイスは親機と子機の距離感を計測し、その距離感に応じた抽象的な刺激を親機からユーザーに与える。また、デバイスとしての抽象度も高めるため、立方体のデバイスとなっている。距離感メーターが生み出す刺激には光、音、振動の 3 種類があり、光の強弱と色の変化、音の強弱と長さの変化、振動の強弱と時間の変化の 6 パターンで伝えるモードを制作した。それぞれの機能を立方体の 6 面に割り当て、上面を変えることで機能が切り替わる仕組みを設計した。

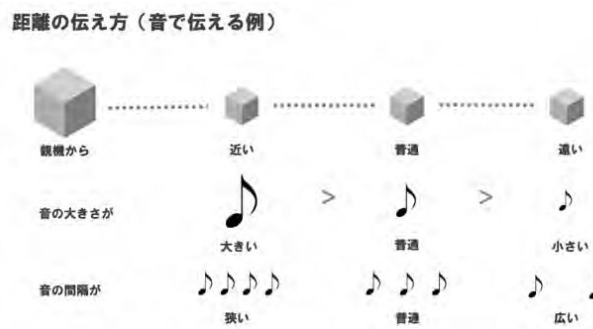


図 3.5 伝え方の説明

機能の切り替えは M5stick に搭載されている加速度センサを用いて X 軸、Y 軸、Z 軸の傾きを検知し、切り替えを行なっている。距離感の測定は電波強度を距離感とし、bluetooth の RSSI(Received Signal Strength Indicator) を用いて行なった。片方を基点として、そこからの電波強度を測ったものを距離として計算を行う。中間発表では単純にこの方法を行うと、環境に強方に依存し、極端な飛び値や障害が発生することが確認されていた。そこで今回は、スキャンの回数を増やしてそれを平均化し、更に飛び値を省くことで一定の値を読み取れるように工夫した。この際、自由空間では受信信号強度は距離の二乗に反比例して減衰していく、フリスの伝達公式を参照している。

精度は最大 5m ほどまで多少誤差があるものの測定可能であり、それ以上離れると環境によって誤差が大きくなる。また、バッテリーは 1 時間ほど稼働する。実際に試用したところ、10 畳程度のスペースで試用する分は問題なく稼働したが、親機を傾きのない平面に置かなければ加速度センサーが誤った傾きを検知してしまい動作しないこともあった。

(※文責: 奥山譲)

3.3.3 Visual Wi-Fi

使用する状況に応じて使い分けられることができるようにスティック状とタイル状の 2 つの形状を作成した。

タイル状は Wi-Fi の強度が弱いところでは青、強度が中間のところでは緑、強度が強いところでは赤と内部のフルカラー LED テープが Wi-Fi の強度に応じて色が変化する RGB モードを搭載している。Wi-Fi の強度は M5StickC で読み込み、Wi-Fi の強度が -60dBm 以上の時に赤、-70dBm から 60dBm の時に緑、-70dBm 以下の時に青と Arduino のプログラムコードで 3 強度間においてフルカラー LED テープの色が変化するようにコーディングした。

タイル状の特徴としては面積が広く、未来大学の 1 階のプレゼンテーションベイの Wi-Fi の強度を知りたい時に 4 階や 5 階といった高層階からでもプレゼンテーションベイにタイル状の Visual Wi-Fi を設置することによって、未来大学のような広い空間においても遠くからでも Wi-Fi の強度を一目で確認することができる。タイル状は持ち運ばずに設置することを想定しているため、Visual Wi-Fi の底面の四つ角に滑り止めを貼り付け、設置場所から動きにくいようにする工夫もした。外装は厚さ 3mm のアクリル板で形成し、横面と底面は白色のアクリル板、上面は乳白色のアクリル板を用いた。上面を乳白色のアクリル板を用いることで、フルカラー LED テープの発光が面全体にふんわりと広がり、柔らかな光の表現を実現することができる。

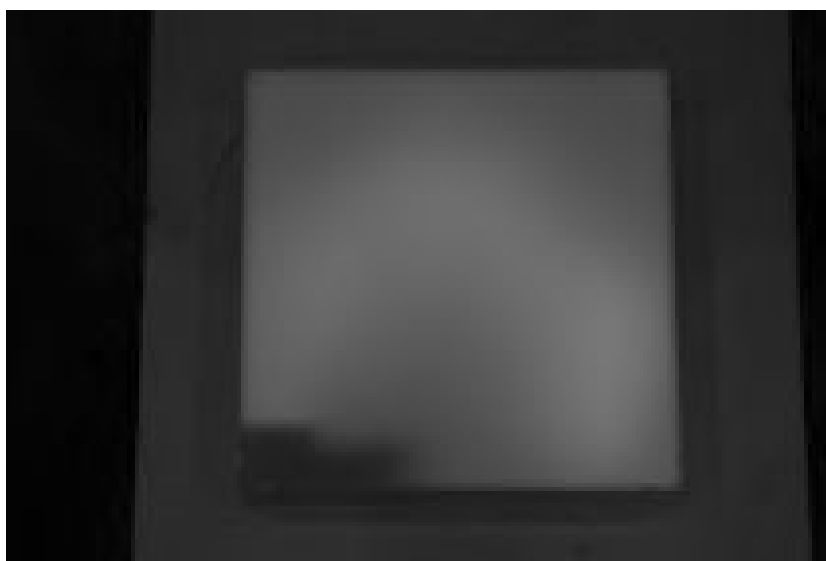


図 3.6 タイル状の Visual Wi-Fi

に対応させた穴を設けた。M5StickC のディスプレイには読み込んだ Wi-Fi の強度が数値として表示されている。さらにフルカラー LED テープは消費電力が大きく、M5StickC のバッテリーのみではすぐに電源が落ちることから、大容量のバッテリーの役割を果たす Power C HAT を M5StickC に装着した。Power C HAT は充電し、繰り返し使うことができる。アクリル板に穴を設けたことによってディスプレイの数値を確認することができ、また、USB Type-C を Power C HAT の充電口に差し込むことで Visual Wi-Fi を充電することが可能となった。Power C HAT を搭載したことによって、連続使用時間が大幅に増加し、置きっぱなしで使うことを想定しているタイル状の Visual Wi-Fi の有用性が増した。

スティック状ではタイル状よりもサイズを小さくし、持ち運んで使うことを可能にした。スティック状は Light painting Wi-Fi[13] を参考にし、Light painting Wi-Fi は持ち歩くことによって周囲の Wi-Fi 強度を把握することができる。Light painting Wi-Fi 同様にスティック状の Visual Wi-Fi を持ち歩くことによって周囲の Wi-Fi 強度を把握することを念頭に照明モード、RGB モード、インジケータモードと 3 種類のモードを搭載した。



図 3.7 スティック状の Visual Wi-Fi

照明モードではフルカラー LED テープの RGB を赤 10、緑 5、青 2 にしてフルカラー LED テープを電球色に発光させ、Wi-Fi の強度に応じて強度が強いところでは Visual Wi-Fi が強く電球色に発光し、Wi-Fi 強度が弱いところでは Visual Wi-Fi が弱く電球色に発光する。Wi-Fi の強度は-60dBm 以上の時に強く発光、-70dBm 以下の時に弱く発光、-70dBm から 60dBm の時に中間の強さで発光と 3 強度間において 3 段階の強さでフルカラー LED テープが電球色に発光するようにした。使用例としては Wi-Fi 強度の弱い未来大学の入り口付近では Visual Wi-Fi が弱く発光し、Wi-Fi ルーター近づくほど Visual Wi-Fi が強く発光するというように、照明モードを用いることで宝探しいわば Wi-Fi 探しの体験をすることができる。

RGB モードではタイル状の RGB モード同様、Wi-Fi の強度が弱いところでは青、強度が中間のところでは緑、強度が強いところでは赤と内部のフルカラー LED テープが Wi-Fi の強度に応じて色が変わる。Wi-Fi の強度が-60dBm 以上の時に赤、-70dBm から 60dBm の時に緑、-70dBm 以下の時に青と Arduino のプログラムコードで 3 強度間においてフルカラー LED テープの色が変わるようにコーディングした。タイル状との RGB モードは置いて使用するが、スティック状の RGB モードは持ち歩いてその様子をカメラのシャッタースピードを 30 秒に設定し長時間露光

として撮影することによって、歩いた跡が光の線として映し出される。RGB モードにして持ち運んでいる最中は絶えず色が変わるので、長時間露光で撮影された光の線で Wi-Fi 強度におけるヒートマップを作成することができる。なお、スティック状における Wi-Fi 強度の読み込み時間を照明モードよりも短くすることで、絶え間なく変化する Wi-Fi 強度を瞬時に読み込み、より緻密なヒートマップを作成することが可能になった。

光り方の表現の拡張としてインジケータモードを設けた。インジケータモードでは Wi-Fi の強度に応じて赤色の光が上下する。Wi-Fi の強度が-60dBm 以上の時に Visual Wi-Fi を縦にした時、赤色の光が一番上に達し、-70dBm から 60dBm の時に赤色の光が Visual Wi-Fi の真ん中、-70dBm 以下の時に赤色の光が Visual Wi-Fi の最下部と Arduino のプログラムコードで 3 強度間において赤色の光の位置が変化するようにコーディングした。

スティック状の外装はタイル状と同様に厚さ 3mm のアクリル板で形成し、3面を乳白色、1面を白色のアクリル板を用いた。スティック状はタイル状に比べて面積が小さいことから、発光する面を多く設けるために3面を乳白色とした。フルカラー LED テープを貼り付ける面を白色とすることでテープを貼り付けた際に影ができないこと、LED の1つ1つの点の光が見えないことが可能になった。M5StickC のボタンを3秒間長押しすることによって照明モード、RGB モード、インジケータモードを切り替えることができる。

タイル状同様にアクリル板には内部の M5StickC のディスプレイ、ボタン、USB Type-C の接続口のそれぞれに対応させた穴を設けた。アクリル板に穴を設けたことによってディスプレイの数値を確認することができ、また、モードを切り替えるために M5StickC のボタンを押すことができ、USB Type-C を Power C HAT の充電口に差し込むことで Visual Wi-Fi を充電することが可能となった。さらに Visual Wi-Fi の上部にフックを設けたことによって、壁などに設置することが可能になった。

スティック状を用いることで Wi-Fi 探しの体験をすることができる照明モード、ヒートマップを作成することができる RGB モードなど、能動的に Wi-Fi の強度を確認することができる。

(※文責: 高木竜志)

3.3.4 ムダが流れる蛇口

日ごろから何気なく時間を消費している事があると考え、無駄にしている時間を自覚できるような Elements を制作した。潜在的な感覚から、家の水が出しっぱなしになっている事のもったいないと感じる事と、時間を無駄にしていると感じることをかけ合わせた Elements である。想定は、ユーザーが時間を無駄にしていると感じるものを使用している際に水が「ちょろちょろ」と流れ出すことで自分の行動に自覚が持てて使用をやめるというものである。設置場所は、使用者の自宅を想定している。なぜなら、自宅が濡れてしまうというリスクからすぐに水を止めたくなると思い、自宅が良いと考えた。

最終成果発表の段階では、ユーザーが時間を無駄にしていると感じるものを使用している際に、

もう一人が使用したのを確認してタクトスイッチを押すことで水が流れ出るようになっている。水が流れる内部構造の制作は、タンクにホースを取り付けて途中にホースコックジョイントというホースとホースをつなぎ、その中間に水の開閉を行うコックがついている部品を使用して、蛇口に繋げるようになっている。タンクとホースはタンクに工具で穴をあけ、塩ビ水を差し込み、ホースにつながっている。水漏れが起きないように、各接続部に、耐水のあるパテを使用することで防いでいた。水が出たり止まったりする動作は、ホースコックジョイントのコック部分にサーボモーターを取り付けて固定することで、タクトスイッチを押したときにモーターが回り、コックが開くことで水が流れる。外側の構成は、素材をMDFにして、レーザーカッターで切断した。

その後、モデリングペストを下地として塗り、乾いたら黒色のストーンスプレーを使用してざらざらした表面にして、その後灰色のスプレーを塗ることで、公園の水飲み場のような見た目にした。また、水がこぼれても水浸しにならないように、コップを置く場所を水が通るように網を設置してその下に受け皿を置くことで水があふれた場合でも網を通過し受け皿で受け止めることができるようにした。そして、完成したモノをよりよく活用するために、水の出る量や音がよく響くコップの種類を考察した。その結果、プラスチックコップを使用することになった。

(※文責: 三ツ谷玲奈)

3.3.5 せなかトーン

衝撃刺激を生み出す Elements せなかトーン本体と、Elements を取り付けて使用者の背中に刺激を与えるための椅子を制作した。せなかトーンは、何らかの通知が与えられたとき、Elements が使用者の背中を「トンッ」と叩いて通知を知らせることを目的とした Elements である。MDF製の箱に、同じくMDF製のT字の部品、2つの引きバネ、そして2つのギアドステッピングモーターとモーターの軸に取り付けるアクリル製回転板カムで構成した。以下の写真がそのElementsの全体像とその内部である。



図 3.8 せなかトーンを取り付けた椅子の全体像

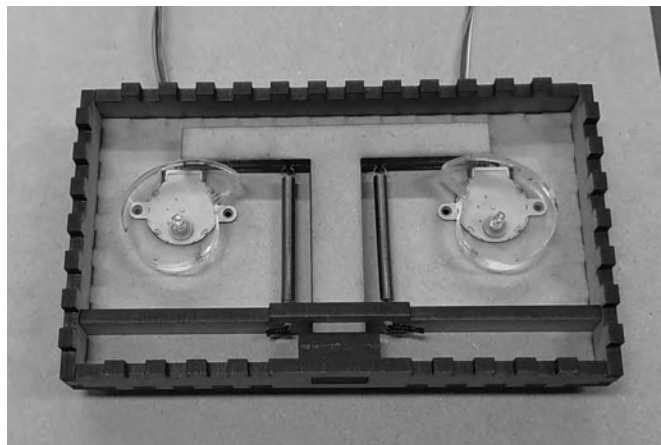


図 3.9 せなかトーンの構造

Elements の中央にある T 字の部品の底面が箱から飛び出し、使用者の背中中の 1 点を刺激する。T 字の部品には引きバネを 2 つ取り付け、ギアドステッピングモーターの軸に取り付けている 2 つの回転板カムが回転して、T 字の部品を持ち上げることで引きバネを引っ張り、その復元力を活かして「トンッ」と 1 点を叩く運動を生み出している。回転板カム自体が T 字の部品の運動を受け止めるストッパーの役目も果たしており、2 つの回転板カムと引きバネのみで往復運動できる仕組みとなっている。Elements はユースケースを設定してから制作に取り組んでいるが、Elements のサイズはできるだけ小型化を図り、実現できたサイズに沿って Elements を取り付ける対象を調整する形を取った。これは小型化することによって、Elements を組み込む対象が増加し汎用性が高まることに繋がるためである。

今回実現できた Elements の形状は縦 26mm、横 202mm、奥行き 116mm の厚さの薄い箱型となっており、複数個の Elements を椅子に取り付けて背中の上下を叩き分けるには十分なデザインとなっている。幅と奥行きは、Elements の内部で回転する回転板カムの動作を阻害しない程度に、できるだけ小さく設定して Elements の小型化に努めた。ギアドステッピングモーターの制御は、モータードライバボードを Arduino Uno およびブレッドボードに接続し、同じくブレッドボードに取り付けたタクトスイッチを操作することで制御している。具体的には、タクトスイッチを押すと回転板カムが 1 と 1/8 回転し、回転が終了したのち、タクトスイッチを押すと逆向きに約 1/6 回転する。以降もこの動作を繰り返す。逆向きに回転させる意図は、使用したギアドステッピングモーターの仕様上、2 つのモーターの動作を完全に同期させることが困難であることから、角度の再調整（初期化）を意図して行っている。2 つの回転板カムの逆回転によって、T 字の部品を両側から押さえつける形になり、これを以って同期の難しい 2 つの回転板カムの角度の初期化とする狙いである。最初の角度の初期化および回転板カム同士の同期が崩れた場合の修正では、箱の天板を開けて、手で回転板カムの角度を変更させる。

ただし、ある程度の同期の崩れは回転・逆回転させる量を多めに設定することで回避できる。これにより、継続使用の安定性向上に繋がった。回転板カムの制御に使うソースコードは USB を介して Arduino Uno に書きこまれるが、その後の電源供給は Arduino Uno の DC ジャックに AC アダプターを接続して行う。回転板カムの制御に用いるソースコードは Arduino IDE で記述した。なお、回転板カム（ギアドステッピングモーター）は仕様上時計回りとのものと、半時計回りのものとをどちらも用意しなければならず、また Elements は複数個を同時に利用する場合でも、それ

らを別々に制御して使用者の背中を叩き分ける必要があるため、今回は Elements ごとに 2 つの Arduino Uno を使用している。時計回りの回転を生み出すソースコードと、半時計回りの回転を生み出すソースコードの 2 つを用意し、それぞれ別の Arduino Uno に書きこむことで、2 つの回転板カムを 1 つのタクトスイッチで同時に制御することを可能にしている。

今回制作した Elements 本体の薄い箱型の形状を鑑みつつ、短期による実装のしやすさも考慮して、Elements を取り付ける対象は椅子と設定し実際に制作した。椅子は 1 × 4 材、ベニヤ板、角材、アルミアングル、金属製のおもり、クッションで構成した。以下が椅子の全体像である。



図 3.10 椅子の全体像

見た目はありふれた座椅子と同様であるが、使用者が深く腰かけ、かつ背中を密着させて座りやすいように、都度背もたれの角度を調整しながら制作した。また、背もたれには Elements を取り付けるための差し込み口を 3 つ、上下に並べるように設けた。以下が背もたれの構造である。



図 3.11 椅子の背もたれ

差し込み口は Elements を乗せる板と上から Elements を押さえる細い板、そしてアルミアングルで構成した。2 つの板の隙間の高さは Elements が丁度よく挟まる程度に設定した。更に、衝撃通知を送る Elements の動作を後ろから支えるためのアルミアングルを下板に 2 つ取り付け、Elements を両側 2 点で支えている。アルミアングルは回転が可能で、先に Elements を差し込み口に差し込んでから、アルミアングルを回転させて、Elements の側面に添えることで取り付けが完了する。

ただし、Elements は天板が下に来るように差し込む必要がある。このように差し込むこと自体

が、Elements の構造上課題となる回転板カムと MDF 製の箱との摩擦をある程度改善して継続使用の安定性向上を図る狙いもあり、実際に有用に働いた。差し込み口は均等に並んでおり、背中を叩く位置を腰や上部へと上下に調整できる。構造上そのままでは背もたれがかなり重くなる造りのため、座面の下部にはおもりを挟み、安定させた。最後に、椅子の座面には丁度よく収まるサイズである 40 × 40 × 5cm のスクエア型クッションを取り付け、足腰への負担を軽減し、快適な使用感を実現した。

せなかトーンは、人間の弁別性を利用して、叩く位置や叩き方を変えることで、刺激に対する印象の違いを持たせて内容の違う通知を弁別させること（そして利用者に行動を促すこと）を目標としていたが、今回は Elements を複数個取り付けて背中を叩き分けるための椅子を制作し、叩かれる位置の違いが弁別できる程度まで実現させることができた。この Elements の目指すもう 1 つの重要な要素である「通知と Elements の連動」については、どのような通知と Elements を紐づけるかは未だ議論の最中であり、加えて実際に何らかの通知と Elements を連動させる段階には至らなかった。

そのため今回の成果発表会では、想定される Elements のユースケースをアクティグアウトしたコンセプトムービーを制作し、披露した。コンセプトムービーでは、使用者である女子大学生が、せなかトーンを取り付けた椅子に座り、イヤホンを繋ぎながらパソコンで動画を鑑賞する休息の様子を撮影した。コンセプトムービー内で伝えた通知と Elements の連動について、対象となる通知はスマートフォンの電話の着信に設定した。着信は女子大学生の友人とアルバイト先の怖い上司の 2 人から届くシナリオで、Elements はそれぞれ背中上部、腰を叩いて通知している。女子大学生は叩かれる箇所によって直後取る行動に変化があり、実際にスマートフォンを手にとってからも違う対応を取る。具体的には、背中上部を叩かれた際は急がずゆっくりとスマートフォンを探す、腰を叩かれた際は焦るかのようにスマートフォンを探し、その後も素早い対応を取っている。

このような、叩き分けによって生じる印象の違いを個人が感じ取り、内容の異なる通知に紐づいたり、行動を促したりすることがせなかトーンを目指す将来像であり、今後の展望といえる。目先の課題点は通知と Elements の連動、Elements の更なる構造の改善・小型化である。

(※文責: 小西昂輝)

3.3.6 ポスター制作

ポスターを作成するにあたって、特に見やすさを考えて制作した。今年度のプロジェクト学習は対面での発表が出来ず、オンライン開催であったためポスターを見てもらう手段も例年とは違った。そのため、視聴者はパソコンなどの電子デバイスを通して閲覧することを想定して作業に取り掛かった。まず、文字のサイズは通常よりも小さめで作成した。メインポスターは 1 枚という制約があったが自プロジェクトは 5 つの成果物があるため 1 枚にまとめるのは情報量が多く大変であった。そこで電子デバイスは拡大表示が出来るため文字のサイズを小さくして仕上げた。また、今回は動画での説明もあったため細かい情報は動画で紹介するようにし、ポスターではビューアーを惹き付けられるような内容を心がけた。次に、コンテンツのレイアウト構成を工夫した。電子デバイスで拡大表示をして閲覧することを想定すると、横に長く使ったレイアウトでは画面の移動が多く

なりビューアーにとっては可読性が下がると考えた。そこで、なるべく横長になりすぎず、コンテンツ事にブロックとなるようレイアウトを意識した。そうすることで電子デバイスでの閲覧でも可読性が上がるのではないかと考えた。

他にも、成果物毎に写真、図、キーワード、説明文を記載した。写真でどのような外観の成果物になったのか、図によってどのような機能や効果があるのかを記載した。キーワードでは、各制作班がどのようなことを大事にしているのかや、他の班との関連などが見られるようにした。



図 3.12 制作したポスター

3.3.7 動画制作

成果発表に向けて特に動画作成に対して力を入れた。動画の内容は大きく分けて2つであり、1つ目は Elements 制作に向けての取り組みについて、2つ目は制作した Elements の紹介である。1つ目はスライドベースでの動画、2つ目はプロモーションビデオのようなスタイルの動画を作成した。特に力を入れた2つ目の内容の動画の制作について記述する。

まず、各班が撮影で工夫した点を以下に記述する。

触覚パーソナルタグ

使用場面が想像しやすいよう今回は取り違えの起きやすい傘を使用した。また、張り付けた Elements を触るシーンを撮影することで、より使用場面が想定しやすいようにした。

距離感メーター

自宅や車で撮影することで実際の使用場面を想像しやすくすることで、Elements を身近に感じられるようにした。また、暗い場所での撮影もあったため、照明を工夫することで Elements が見やすくなる工夫を行った。

Visual Wi-Fi

タイル状とスティック状においてそれぞれの使用用途、使用シーンが聞き手に伝わりやすいように工夫した。具体的にはタイル状では広い空間においても遠くからでも Wi-Fi の強度を確認することができるというコンセプトのもと、未来大学の様々な場所でタイル状の Visual Wi-Fi がそれぞれの場所に応じて色が変化している様子をシーンを細かく分けて撮影した。スティック状においては持ち運びをすることが可能であることから能動的に Wi-Fi の強度を確認することができるというコンセプトのもと、グループメンバーに実際にスティック状の Visual Wi-Fi を大学内で使用してもらい、その様子をシーンを細かく分けて撮影した。また、カメラの露出を低めに固定することによって、周囲の照明に左右されずにタイル状、スティック状ともに発光している様子を確認しやすくする工夫もした。

ムダが流れる蛇口

出演者が顔の出演が難しかったため、顔を映らないような画角で撮影することに注意を払っていた。学生自宅での撮影だったため、作品の配線が見えないように設置場所にも気を使って撮影を行い、イマジナリーラインを超えないように気を付けていた。また、編集時に素材が多くあったほうが映像のバリエーション増えることから、様々な角度から蛇口から出てくる水を撮った。

せなかトーン

使用場面を撮影するうえで、背中からの通知をするせなかトーンは表現がしづらい。そのため機構が動く部分をアップで撮影したり、種類の違う通知をリアクションで違いを示すことで分かりやすい動画を目指した。

(※文責: 高木竜志)

次に、各班が編集の際に工夫した点を記述する。

触覚パーソナルタグ

触覚パーソナルタグが透明で視覚では見えないものを映像で紹介するのが難しかったが、触覚パーソナルタグがついている場所に編集で印を追尾させることで見やすくなるようにした。また、ナレーションとナレーションをテロップに起こすことで見やすい動画にするよう心掛けた。



図 3.13 動画のスクリーンショット 1

距離感メーター

撮影した動画では、周りの音が大きく特に車がバックする際の音が大きかった。編集では音量の調節を行いナレーションを聞き取りやすくなるよう心掛けた。



図 3.14 動画のスクリーンショット 2

Visual Wi-Fi

広い空間での撮影だったため、動画をコンパクトにするような編集を行った。特に Wi-Fi 強度を色で示すシーンでは、同じ Elements が横に並んでいるように編集をした。



図 3.15 動画のスクリーンショット 3

ムダが流れる蛇口

製品のシュールな様子をコンセプトムービーとして表せるように心がけた。また、水が流れる音が重要な製品なので、音がよく聞こえるような編集を行った。また、ナレーションとナ

レーションをテロップに起こすことで見やすい動画にするよう心掛けた。

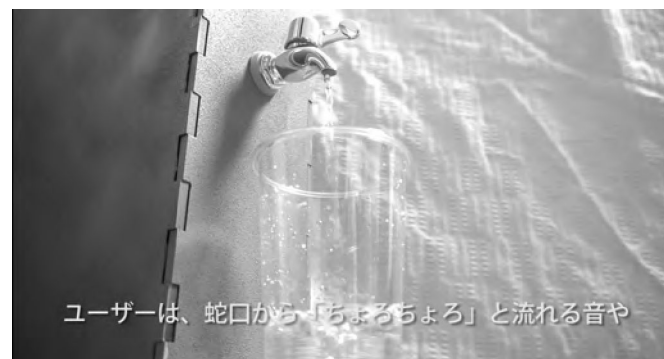


図 3.16 動画のスクリーンショット 4

せなかトーン

製品の機構もわかるような動画になるように心がけた。また、学校内での撮影のためノイズが多く乗っていたが、編集でクリアになるようにした。また、ナレーションをテロップに起こすことで見やすい動画にするよう心掛けた。



図 3.17 動画のスクリーンショット 5

(※文責: 三ツ谷玲奈)

第 4 章 結果と評価

4.1 触覚パーソナルタグ

最終発表では 5 つの質問を受けた。以下に質問と回答を記述する。

質問 1 触覚文字と点字の大きな違いは何か

回答 1 点字はあらかじめ知識が無いと読み取ることが難しいが、触覚文字はアルファベットの形を基に制作した文字であるため、指でなぞるだけで簡単に読み取ることが出来る点が大きな違いである

質問 2 触覚文字以外にはどのようなものを印刷したのか

回答 2 星座記号や、ゴシック体や明朝体を用いて A から Z までのアルファベット表を作り印刷した

質問 3 触覚となるとコロナ禍では注意すべき点であると思うが、実際の活動では何か気を付けたことはあるか

回答 3 実際にタグをなぞる際には、人が変わるときに消毒をするよう気を付けた。他にも対面で活動する際には、マスク着用とアルコール消毒の徹底、検温による体調管理などを行っていたため、万全の対策をしながら活動することが出来たと考える

質問 4 触覚文字だけでの判別は難しくないのか

回答 4 現時点では実際に作ることはできていないが、ガイドと呼ばれるなぞる向きなどを示す目印のようなものを取り付けることも考えていた。今後の課題として考えていきたいと思う

質問 5 何か判別実験を行ったのか

回答 5 プロトタイプと成果物の 2 つを比べる比較実験を行った

以上 4 つの質問を受けた。また、質問 4 については、判別の精度を上げるために、触覚文字のみだけでなく方向の提示や連続する文字による誤読の防止の役割を行うガイドを制作することで判別性を向上させることを考えた。ガイドの作成については線や点を利用して制作することで触覚文字と差別化を行うこととした。触覚文字の制作では触覚文字のプロトタイプの判別実験を行い、その結果から触覚文字の改善を行った。

質問 5 については、判別実験では被験者に着色された触覚文字を 60 秒間だけ見て覚えてもらい、その後目を閉じた状態で利き手の人差し指で文字をなぞり練習を 5 回行った後、被験者にはわかった時点で回答をしてもらい正解までの秒数と正解までに間違えた文字を記録した。また 60 秒以上経過した場合は計測不能とした。初めにプロトタイプとその実験結果から改善したプロトタイプの二種類行ったがアルファベット内で読み取り間違いの多いものや読み取りに時間かかる文字を対象として修正を行い、また実験後被験者からそれぞれの文字についての感想をもらい触覚文字の改善

を行った。実験結果として全体の回答時間については個人間での差が多く、実験データも少なかったため比較実験としてはあまり効果的とは言えなかった。活動を通して、十分な数の実験を行うことができなかったが、評価実験をより行うことでさらに改善を行えると考えられる。

(※文責: 北森茂生)

4.2 距離感メーター

最終発表の際、4つ質問を受けた。以下に質問とそれに対する答えを記述する。

質問1 どのくらいの距離まで測れるのか

回答1 多少の誤差はあるが5mまで計測することが可能。それ以上離れると誤差が大きくなる。また、周囲の通信環境に依存するという問題点もある

質問2 電波強度に依存するのではないか

回答2 対策として計測中に極端に離れる値があった場合はそれを除外し、正常に計測した値の平均値を距離にするという工夫をしている

質問3 動画の中とスライドでは音の表現に違いがあったが違うものなのか

回答3 それぞれの表現はあくまで一例で、使う場面に応じてパターンを使い分ける

質問4 距離は具体的にどのような手段で測っているのか

回答4 bluetoothのRSSI(Received Signal Strength Indicator)を用いて計測している。この成果物では、片方を基点としてそこからの電波強度を測ったものを距離としている

主に機能面に関する質問が多かった。距離の測定方法に関しては様々な角度から質問を受けた。精度や測定方法に関してはまだまだ改善の余地があり、この点の完成度を向上させることができればさらに良いElementsとしての価値を見出せるのではないかと感じた。コンセプトに関する質問が少なかったため、自分たちが作っているものの使い方や用途に関しては伝えることができたのではないかと考える。反省点として、距離をどのようにユーザに伝えるかが発表を聞いている人に伝わりにくかった点が挙げられる。現状では用途に応じてパターンを変更する使用であるが、どの伝え方がどの場面で効果的なのか、実験などを通して確かめ発表に組み込むとより分かりやすい発表になったのではないかと感じた。

(※文責: 佐々木建)

4.3 Visual Wi-Fi

最終発表の際、4つ質問を受けた。以下に質問とそれに対する答えを記述する。

質問1 Wi-Fiの読み込み精度の指す意味がわからない

回答1 M5StickCのWi-Fiを読み込む精度は調整できないことから、Wi-Fiの読み込み時間の間隔をそれぞれのモードごとに変えた。スティック状のRGBモードにおいてはWi-Fiの読

読み込み時間の間隔を短くすることで瞬時に、絶え間なく変化する Wi-Fi 強度を瞬時に読み込み、より緻密なヒートマップを作成することが可能になる

質問2 どのくらいの間隔で Wi-Fi を検知するのか

回答2 それぞれのモードにおいて読み込みの時間の間隔を変更している。スティック状の RGB モードでは読み込みの速度が速く、タイル状の RGB モードでは読み込みの速度がスティック状の読み込みの速度よりも遅い。スティック状の RGB モードは撮影時間 30 秒という、限られた短い時間内に長時間露光で撮影しなければいけないので、読み込みの速度が遅いと強度に応じて変化した光の線の種類が少なくなり、ヒートマップとしての意味合いが薄くなる。またスティック状のインジケータモードにおいてはスティック状の RGB モードと同様に読み込みの速度を速くしている。インジケータは現在の処理の進行度合いを利用者が一目で見てすぐに理解できるようにすることを本来の目的としているので、スティック状のインジケータモードにおいては読み込みの速度を速くすることで本来のインジケータの意味を成すようにした

質問3 電池のようなものを積んでいるのか

回答3 M5StickC に Power C HAT を装着することで充電して繰り返し使うことが可能になった。また M5StickC のバッテリーのみではすぐに電源が落ちることから、大容量のバッテリーの役割を果たす Power C HAT を M5StickC に装着することで、連続使用時間が大幅に増加した

質問4 Wi-Fi の機器一個に対して反応するのか、また、アクセスポイントは何個か

回答4 指定した Wi-Fi のアクセスポイントを読み込むか、たくさん飛び交っている Wi-Fi の中で M5StickC がその時に 1 番最初に読み込んだアクセスポイントのそれぞれを Arduino のプログラムコードで変更することができる。最終発表動画では未来大学の Free Wi-Fi を指定し、Wi-Fi の強度を検知した。アクセスポイントを指定できることで、未来大学の Free Wi-Fi のような誰もが気楽に繋げることのできるアクセスポイントの強度を可視化することができる

最終発表動画ではタイル状、スティック状のそれぞれのモードにおける使用法について構成していたが、モードごとにおける Wi-Fi の読み込み速度の違い、どのアクセスポイントを読み込んでいるのかを明確にしていなかったことから上記のような質問が挙げられた。形状に関する質問が挙げられなかったことから、使用するシチュエーションにおけるそれぞれの形状の意味が聞き手に伝わったと考えられる。

(※文責: 高木竜志)

4.4 ムダが流れる蛇口

前期と後期を通して最終成果発表に向けた制作が行えた。オンライン開催の最終成果発表であったが、多くの人が質疑応答に来てくださり、意見や評価をいただいた。下記は質問と回答である。

Interaction Elements-Creating Elements for Future

質問1 どんな構造になっているのか

回答1 ホースにつながったタンクから水が流れ途中にあるコックがサーボモータによって開閉することで水をながしたり止めたりすることができる。現時点ではタクトスイッチによる制御を行っている

質問2 要素は何か

回答2 蛇口などに取り付けて、水量を調節するもの。今回はその要素を通知と結び付けて、時間の無駄遣いを通知する Elements を制作した

質問3 水があふれたほうが良いのではないか

回答3 水が実際にあふれたほうがスマホなどを触らなくなる。しかし、この Elements を使わないようになるため、基本的には溢れないようにした

質問4 なぜ蛇口にしたのか

回答4 潜在的に気になるモノを制作したかったため、音としても気になる点と水がもったいないという感覚になるものが蛇口だったためである

質問5 ジャイロセンサーをどのように使用するのか

回答5 時間を無駄にしてしまうモノにセンサーをつけて、使用したかしていないかの判断ができるようにする

質問6 大きくて邪魔ではないか（継続して使いたくなくなるのではないか）

回答6 現段階では、置くには邪魔だと思うが、シュールで気になってしまうモノを作るためにこのようにした。今後はもっとサイズを小さくしたいと考えている

質問7 無駄の定義について、スマホを操作することが無駄なのかどうか

回答7 MMD 研究所の調査で「スマートフォンを所有する 15 歳～59 歳の男女 562 人を対象にアンケートを行ったところ、50 代未満の年代の 8 割以上がスマートフォンに依存していると回答した。」[j1] というデータがあり、そのデータを参考に私たちは無駄の定義をした。この定義はあくまで表示する内容をわかりやすくするために私たちが置いたものである

質問8 スマホに使用した場合に連動するものなのか

回答8 動画はあくまでコンセプトムービーなので実際には連動しません

質問9 ジャイロセンサーの応用とはどのようなことを考えているのかについて詳しく教えてください

回答9 スマホなどの時間を無駄にするものに M5stickC を取りつけ、M5stickC のジャイロセンサーの数値の変化を読み取ることでスマホなどを使用し、検知しようと考えていました

質問10 どうやって動かしているのか

回答10 ホースにつながったタンクから水が流れ途中にあるコックがサーボモーターによって開閉することで水をながしたり止めたりすることができ、現時点ではタクトスイッチによる制御を

行っている。

質問 1 1 蛇口からのもったいないと、時間のもったいないでは意味が違うのではないか

回答 1 1 潜在的に気になるモノを制作したくて、音としても気になるのと水がもったいないという感覚になるものが蛇口だった

このように、沢山の意見をもらうことができた。特に、発想が面白いなどの意見が多く寄せられた。私たちの課題であった注目させる通知を最終的に表現できる Elements を作成する事ができた。

(※文責: 三ツ谷玲奈)

4.5 せなかトーン

成果発表会では質疑応答の機会があり、そこでせなかトーンについての質問を 2 ついただいた。以下にその応答を記述する。

質問 1 どうやって動かしているのか。背中を叩く部品は戻ってきてしまうのではないか

回答 1 ガイドの部品と T 字の部品を引きバネで固定している。回転板カムが T 字の部品を引っ張り、T 字の部品に繋がれた引きバネはその復元力を活かして T 字の部品を強く引き込んでいる

質問 2 普通の通知と重要な通知の振り分けはどのように行われているか

回答 2 今回は通知との紐づけができておらず、動画で示した様子はアクティグアウトである。通知の重要度と衝撃通知の連動については、使用者が各自で設定して使用する想定である

さらに、成果発表会では最後に聴衆者の方々へアンケートに協力していただき、そこで 4 つの質問・感想をいただいた。以降はそれらについて回答・考察を行う。

最初に、1 つ目の質問について考察する。「せなかトーンは拡張することができそうなので、研究と適用を広げて欲しい。しかし機能・メカニズムは改善の余地が大きすぎる状態なので、より期間と実証実験を経て練り上げたい」と感想をいただいた。指摘にある通り、当 Elements では実証実験の機会が少なく、構造にも特別な理由があることは無く改善の余地は大量に残されている。回転板カムを用いた衝撃刺激の検討では、今回制作したものに加えて回転板カムを 1 つで実現するアイデアも代案として生まれていたが、構造上高さが非常に大きくなり、小型化を目指すコンセプトから逸れてしまうために、プロトタイプのみ制作して代案のままとなった。

今回実現した構造についても、未だギアドステッピングモーターの出力や、Elements の各パーツの摩擦の問題で生じる動作の不安定さが大きな課題点として残されている。最初の出力問題については、Elements に組み込んだ 2 つのギアドステッピングモーターの出力が、同様に 2 つの引きバネを取り付けた T 字の叩く部品を引っ張るために十分余裕のある量とは言えず細かい操作を実

現することが難しくなっている状態である。4.3にてアクティグアウトの内容が示したとおり、当 Elements は即効性のある通知が仕事である。通知が来た瞬間に使用者の背中を叩くことが本来目指すところであり、今回の構造では T 字の部品（と取り付けられた 2 つの引きバネ）を最大限引っ張っておき、通知の瞬間に解放することで実現できると考えられる。

しかし、今回の出力問題および摩擦問題によって、ある程度の改善は図りつつも、そのような瞬間的な衝撃刺激を送る動作は困難となってしまうていた。これには、2 つのギアドステッピングモーターが完全な同期で操作できていないことにも起因していると考えられる。ただし、完全な同期をもたらすためのコストは事前調査によると莫大であり、妥協したところである。また、通知の特性については、回転板カムをあらかじめ回転させる動作が必要なこと自体も継続的で即効性のある通知を送ることは向いていないことが考えられる。実証実験についても工期の問題から試行回数が少なく、現段階の Elements（と Elements を組み込む椅子）では衝撃の印象の違いを活かした各衝撃の意味付け・行動の促進にはいまひとつ根拠の欠ける動作仕様となっている。バイアスが影響することが懸念される現状の衝撃刺激の意味付けの表現方法にも、多くの改善の余地がある。

加えて、通知と連動するための仕組みを含めた、基盤やソースコード、配線など電子工作部分の改善と収納なども検討する必要がある。現状で考えられる改善案を例示する。衝撃刺激を生み出す構造の代案として、ソレノイドを用いた構造が、前述した回転板カム 1 つで実現する構造と同時期に考案されている。ソレノイドの持つ可動式のプランジャを衝撃刺激に活かすため、全体像は現状の Elements のような箱型とは異なる可能性があるが、まず考えられる変更点としては、叩くための部品が現状の MDF 製の部品から、ソレノイドのプランジャと別で用意するドーム状のプラスチック製カバーに置き換えることが挙げられる。これは市販されている肩たたき機から着想を得ており、プランジャが叩く地点にカバーを取り付けることで、使用者に衝撃通知を伝えやすくする狙いがある（ここで、プランジャで直接使用者の身体を叩くことはしない）。ソレノイドの使用によってよりシンプルに衝撃刺激を生み出せることや、更なる Elements の小型化・汎用化が期待される。

制御の面においても、現状の 2 つのギアドステッピングモーターの同期と比べると容易になると推測され、より細かい動作の調整も期待できると考えられる。当 Elements が目指すところの、衝撃に対する印象の違いを持たせる狙いにも合致したメリットであり、現状の Elements の改良に並行し、推し進めたい代案の 1 つとなっている。

次に、2 つ目の質問について考察する。「(成果発表会の資料である) 動画が見やすく、簡潔にまとめられていた。ただし、現段階でどこまで作っているのかわかりにくい部分があった」という感想をいただいた。こちらについては、当 Elements の紹介で説明不足であったといえる。当 Elements が実現したのは衝撃刺激を生み出す Elements と、Elements を取り付けて使用者とインタラクションを行うベースとなる椅子である。動画で紹介した事例はコンセプトムービーであり、私たち制作者が目指す将来像である。コンセプトムービーで見られた「通知と Elements の連動」については未だ実現できていない、大きな課題点の 1 つである。紹介では不足していた説明のため、この場で改めて記述した。

次に、3 つ目の質問について考察する。「アフォーダンスやシグニファイアの観点がそれぞれの Elements（ここではせなかトーン）にどう検討されているのか」という質問をいただいた。当ブ

プロジェクトでは制作する Elements のコンセプト決めるために、フィールドワークに基づくネタ探しと、アフォーダンス・シグニファイアの観点から見たラベル化と発想、各メンバー間でのフィードバック、そしてラフモック作成を行った。せなかトーンにおいては、五感の中でも触覚を活かした Elements とすることを前提に、「仕掛学」を活かして、制作する Elements の使用者に何らかの行動を促すというコンセプトから出力された、1つの形である。アフォーダンスはモノが持つ形状などの特性自体が人々にそのモノの正しい扱い方を説明しているという考え方であるが、仕掛学では人々に「こう扱いたい」と思わせるのが狙いであり、両者には関連があると考えられる。せなかトーンにおいては、椅子そのものが Elements となっていた初期の構想では最も重きを置いていた目標が「仕掛により、行動を促す」ことであった。当時は椅子の傾きを操作して行動を促すようにととても直接的な促進の仕方であり、すぐに改良されていった発想であったが、様々に形を変えて、現在も「人間の弁別性を利用して、様々な印象を持たせながら通知に気付かせる」というコンセプトとして残されている。

今回私たちが前期の活動で行った予備実験では、腰を叩かれた場合は「下から支えられ、背筋が伸びたり、身体が起きたりするような印象がある」、肩付近を叩かれた場合は「他人に呼ばれたような感覚で、振り向きたくなる（ありふれた行為によるため）」などと衝撃通知における様々な印象の違いを調査することができた。当 Elements が目指す様々な印象を持たせた通知（による異なる種類の通知の弁別）とは、このような印象実験の結果を活かしたものである。しかし、現状実現できた衝撃刺激の表現方法では、様々な印象を持たせるにはバイアスが影響してしまう可能性が懸念点として残されており、「～したい」と一定数の使用者に思わせるには不十分な完成度といえる。これは今後の大きな課題点の1つとして挙げられるだろう。

最後に、4つ目にいただいた質問を考察する。「せなかトーンはなぜ椅子の形をしているのか」という質問をいただいた。こちらでもまた説明不足であった点であるが、せなかトーンとは衝撃通知によって使用者が外界とインタラクションを行う機能を備えたモジュール（今回は箱状の Elements）を指す。椅子はその装置を組み込み、インタラクションを手助けする土台の役目を担っている。せなかトーンという Elements は何らかの通知を受け取った瞬間に衝撃刺激を生み出すという機能を持っており、その機能単位を Interaction Elements の定義と照らし合わせて、Elements と呼んでいる。そのため、組み込まれる側のモノは Elements の対象にはなっていない。

上記を踏まえて、質問の趣旨であるなぜ当 Elements を椅子に組み込んだのかについて回答する。今回制作した Elements は、実際には通知と連動する機能は持ち合わせていないが、衝撃通知を生み出す機能は実現することができた。そして、実現した衝撃刺激を生み出すための機構に適合した箱を用意してまとめあげた。この箱の形状・サイズをもとに、工期と照らし合わせて検討した実装の難易度とも相まって決定された組み込む対象が椅子であった。前期の段階では、クッションの中に衝撃通知を生み出す機能を持った Elements を想定してプロトタイプを制作していたが、今回実現したせなかトーンの形状および動作から、クッションへの組み込みは断念した。せなかトーンが今後更なる改良を重ねて小型化に成功した場合、椅子やクッションはもちろん、リュックサックや衣類といった様々なモノを対象に組み込むことも考えられるだろう。

（※文責: 小西昂輝）

第 5 章 コロナ禍の対策と配慮

本プロジェクトでは 1 年を通して、人間の身体や思考に寄り添う新たな Interaction Elements の作成を目標にして活動してきた。今年度のプロジェクト学習は、新型コロナウイルスの影響により例年とは大きく異なったスケジュールや活動方法になった。そのためプロジェクト学習の活動スタイルを確立させる必要があった。前期の活動は顔合わせから中間発表までのほぼすべて zoom を使用して行った。前期では、ほとんど学校で作業ができず、オンラインでの作業となり、グループ間でのコミュニケーションが難しく、苦戦する場面も多々あったが、情報共有を様々なツールを使用し、こまめに共有を行うことやプロジェクト学習時間内外でも関わりを親密に持ったことで、直接会うことが難しい状況下でも円滑なプロジェクト学習を進めることが出来た。

後期の活動からは、実際に Elements を作成する工程に取り組むため、人数を絞ることやこまめにアルコール消毒を行うなどの感染症対策をしっかりと心掛けながら活動した。また、電子工作を行うグループでは、プログラミングに関する知識を学びながら作業を進め、文献を多く取り扱うグループでは、過去のデータを分析することでより高度な Elements 制作に取り組むことが出来た。成果発表会付近では、再び新型コロナウイルスによる影響が出てきたため、オンラインでの活動がメインとなったが、前期で培った対応力によって作業に大きな影響もなく、臨機応変な活動を行うことが出来た。結果としては、発表技術賞を受賞することができ、本プロジェクトとしての目標は概ね達成することが出来たと考える。

(※文責: 若狭珠生)

第 6 章 成果

本章では、プロジェクトでのメンバー毎の成果と、プロジェクト全体のまとめ、および今後の展望について述べる。

6.1 メンバー毎の学習成果と自己評価

6.1.1 触覚パーソナルタグ

若狭珠生

点数の評価を行うにあたってまず自分自身が一番力を入れた活動は、プロジェクトマネージャーとしてプロジェクトを支えたことである。コロナ禍で例年通りの活動ができないため、より綿密にスケジュールを立てながら作業を行うことが重要となった1年間であった。中でも自分の強みである計画力を生かしてメンバーを引っ張っていきたいと思い、プロジェクトリーダーとは別の視点から全体を支える役割を担うことが出来るプロジェクトマネージャーに立候補した。具体的な活動として、オンラインでの活動がメインとなったことで作業量が追い付かないリスクを懸念して、リーダーと進捗状況を zoom 上で確認しながらスケジュールを細かく設定した。その結果、タスク期限が明確になり作業効率を上げることが出来た。更には成果発表会で5つの制作物を披露することができ、最終的には成果発表会において発表技術賞を受賞することが出来た。これらより、1年を通じた活動は概ね満足の行くものであったと考える。

(※文責: 若狭珠生)

五十嵐大智

出席に関しては、前期から一度も欠席・遅刻をしなかった。報告書は一度提出期限を過ぎてしまったが、それ以外は漏れなく提出することができた。グループ報告書は、誤字脱字も確認し、表現方法にも気をつけて制作することができた。動画での発表は、各制作物の詳細がわかるよう構成した。また、ナレーションが聞きやすくなるように間や話す速度に気をつけた。ポスターについても、内容がわかるだけでなく見る人が見やすいようにデザインし作成した。また、動画とポスターの形式を統一するようにした。その結果、発表技術賞も受賞することができた。発表を見に来てくれた外部の方に興味を持っていただいて良い評価をもらうことができた。デザイン制作（ポスター制作やデータ作成）や機器（レーザーカッターや UV プリンター）を使った出力など自分の得意分野を積極的に引き受け、しっかり役割分担をして作業することができた。また、メンバーとコミュニケーションを取り合って情報伝達もスムーズにできた。成果発表前の準備に時間を要したが、制作物の作成においては基本計画的に進めることができた。総合的に、UV プリンターの使い方の習得や、ポスターなどデザインについての知識を学ぶことができ、力をつけることが出来た。

(※文責: 五十嵐大智)

北森茂生

成果発表会では、中間発表でやったことを元に作業を共有できるようにツールをまとめたことで効率的に作業し、全体的なデザインや構成も確認や統一する時間も取れたため、まとめた内容であったと思う。外部評価ではプロジェクト WG から発表技術賞を受賞することが出来た。Elements の制作だけでなく、それをどのように相手に説明し、伝えるのかの部分で共有の時間などで話し合っていたことが結果に繋がったと思う。積極性の部分では、全体的なスライドの構成やデザインを管理し、プロジェクト内のツールの管理などを行った。様々な制作物のアイデアやコンセプトなどの相談に混ざりながら、多くの作業をスムーズに進めることができたと思う。計画性は、前期での反省を生かしてツールをまとめたことで、情報の共有をより早く行いスケジュールに変化が起きても、問題なく対処出来た。これらより、概ね納得のいくプロジェクト学習を行うことが出来たと考える。

(※文責: 北森茂生)

6.1.2 距離感メーター

佐々木建

自分は精力的にプロジェクトに取り組めたと思う。理由は、チームワークを尊重し、人とのコミュニケーションはもちろん他チームの手伝いも行えたことと、自分の制作するものについても、グループメンバーと協力しながら何度も練り直し、プロトタイプを重ねることが出来た。この結果、自分たちから見て良い作品を作ることができたのでこの評価となった。また、成果発表会の際にも、良い意見を得たり、プロジェクト全体としては発表技術賞を受賞したりなど、客観的に見ても良い結果を残せたのではないと思う。時には期日に追われ、作業量が多くなった日や壁にぶつかり悩んだ時もあったが、他グループとの相談や、先生方からの助言を得ることで最終発表まで投げ出すことなくプロジェクトを進めることができた。これらのことから、今回のプロジェクト学習について満足のいく活動ができたと思う。

(※文責: 佐々木建)

奥山譲

プロジェクト学習を通して身についた1番の力は発表力だと思える。毎回チームメンバーに自分が担当した仕事を報告したり、毎週先生を交えたプロジェクト全体にグループの進捗報告など、頻繁に発表を行う場面が多かった。そうした中で、図解やプロトタイプを用いて結論・理由・具体例の順で伝える発表の仕方を徹底して行うよう意識した。その結果、プロジェクト学習を行う前と比較して相手にわかりやすく伝える力が身についたと感じる。しかし、まだまだ改善点は多くあるため、常に向上心を持ってこれからも経験を積みたいと思う。また、計画性に関しては少し反省点が残る結果となった。一定の作業が終わらなければ次の計画が立てられない状況が立て続けに起き、結果として成果に関係ない無駄な作業時間も生じてしまった。チームでの活動や個人での活動にかかわらず、あらかじめ大まかな計画を立ててから行動するようにしたい。プロジェクト学習全体としては大変実りのあるいい機会となった。担当してくださった先生方、共に取り組んだプロジェクトメンバー、今回の学習に協力してくださった方々に感謝の気持ちを忘れず、今後このよう

な機会があれば今回同様、積極的に取り組み自分の力を伸ばしていきたいと思う。

(※文責: 奥山譲)

6.1.3 Visual Wi-Fi

佐藤佑亮

約1年のプロジェクト活動を通して、積極性・協調性を培うことが出来たと思う。積極性・協調性においては、前期の段階ではまだアイデア出しの段階ということでまだ開発・設計をまだ行っていなかったが、後期になりアイデアが固まり本格的に開発・設計を行なっていった。そして、その時に自分から課題の解決策をメンバーに教えたり、メンバー同士で課題設定・解決のための議論も行った。自分から積極的にメンバーが得意不得意な分野を理解し、その人にあった仕事の分担を行うように心掛けた。そして、成果の項目においては、後期に本格的な開発を行なったことで、多くの課題に直面したこともあり、チームメンバーや先生方から Slack や zoom でたくさんのアドバイスを学び得たことで、プロジェクト遂行に必要な知識・技術をたくさん獲得できた。よってこのプロジェクト学習における自己評価は満足の行くものであった。

(※文責: 佐藤佑亮)

高木竜志

出席に関しては、1度も遅刻や欠席することなくプロジェクトに参加することが出来た。週報に関しては前期と後期を通して2回ほど忘れかけていたが、最終的には全て提出することが出来た。発表会では成果物の実物を聞き手に直接見せることができないという状況から、発表動画の撮影と編集に力を入れ、Elementsの本体のシーンと使用するシーンなど、シーンを細かく分けて撮影し編集するなど聞き手に理解してもらえるような動画を作成した。積極性・協調性に関してはプログラムで行き詰まったときなどは、プロジェクト時間外に担当教員に Slack の DM でアドバイスをもらうなどして積極的に問題を解決しようとした。また、メンバーごとに役割をはっきりと分担して作業を行っていたが、他のメンバーが行き詰まったときは積極的に協力するなど、積極的かつ協調的に活動した。計画性に関しては発注をするタイミングが遅くなったことがあり、本来この日までにこれを終わらせようと計画していた日にちよりも遅くなってしまったことが反省点である。成果については M5StickC に関する知識、レーザーカッターに関する知識など普段の授業では得られない知識を習得することができ、成果物に関しても本来計画していたところまで制作することができたため、概ね満足のいく活動が出来たと評価する。

(※文責: 高木竜志)

高嶋紳伍

出席に関しては毎回無断欠席せずに出席することが出来た。週報に関しては期限を過ぎたこともあったが、内容としては不備なく提出出来た。発表会は事前にスライドや発表の仕方を先生方に見てもらったため、本番時はうまく発表出来ていたと思う。強いて言うなら声が聞き取りにくいことが反省点である。積極性・協調性に関してはプロジェクトのメンバーと話し合い、何をすべきか、どこに悩んでいるのかを話し合い、スムーズに進めることが出来た。しかし、積極性に関して

は、チームリーダーに指示してもらい作業を行うことが多かった。作業に関してはしっかり自分で目標を決め、行うことが出来たと思う。計画性は上記の通り、しっかりコミュニケーションを取ることが出来ていたのでスムーズに進めることが出来た。成果に関して、プログラム面にはほとんど関わることは出来なかったが、インターシップで学習した FreeCAD を使い自分の作業を行うことが出来たため、制作活動において自分の力を発揮することが出来たと思う。

(※文責: 高嶋紳伍)

6.1.4 ムダが流れる蛇口

石羽澤萌似帆

出席に関しては無断欠勤をせず、ほとんど忘れずに週報を提出することができた。積極性・協調性に関しては、積極的にイメージを形にしてみたり、意見を交換し合ったり、メンバー同士で授業時間外でも話し合いを行えたので良かったと思う。計画性の面ではスケジュールの管理をプロジェクトマネージャーに任せすぎたことで、自身での確認不足もあり、成果発表前は時間がなく成果発表の内容を妥協してしまったのが反省点である。しかし、周りの反応はとてもよく、考案した Elements に対して多くの方が興味を持ってくれたのはよかったと感じた。さらに、質疑応答の時間もしっかりと解答でき良い成果を残すことができた。今年度はコロナウイルス対策のため、プロジェクト活動において良い活動環境ではなかった。しかし、プロジェクトメンバーそれぞれが力を合わせて活動し、積極的に意見交流しながら活動できたため有意義なプロジェクト活動をできたと思う。この活動で得たものを生かし、卒業研究の執筆に励みたいと思う。

(※文責: 石羽澤萌似帆)

三ツ谷玲奈

出席はオンライン上で全て参加することができた。また、週報に関してはプロジェクトのプロジェクトマネージャーが毎回注意を呼び掛けてくれたため、忘れることなく提出することができた。発表会は、発表資料もしっかりと作成できたため、質疑応答でも回答に困ることなく、良い雰囲気で行うことができたので良かった。外部評価では、「ムダが流れる蛇口」の自動制御までできなかった点が惜しい点だったが、「蛇口」というシュールな目の付け所に評価をもらった。積極性・協調性に関しては、映像班のリーダーとして指揮をとったり、積極的にイメージを絵にしながらメンバー同士で授業時間外でも話し合いを行えたので良かった。計画性は最終的には余裕をもって映像撮影ができたので良かった。成果としては、プロジェクト制作物ができたことや、オンラインという状況下であっても、メンバーとの交流も増えてたくさんの学びを得ることが出来たと思う。今後はプロジェクトでの経験を卒業研究に向けて活かしていきたいと思う。

(※文責: 三ツ谷玲奈)

6.1.5 せなかトーン

村野裕樹

出席・週報については毎回不備のないように出していた。グループ報告書については各メンバーで担当する箇所を決めて書き、その後集まって推敲を行った。発表会については作成した成果物を

見せるために最初に動画で組み込まれた全体像、機構単体、使用例の順で放送し、その後詳細な説明を行うことでどのような作品かを理解してもらいやすくなった。また、された質問に対して意図に沿った回答をすることができた。外部評価については企業や市役所の方から様々な質問をいただくことができ、さらに発表技術賞を受賞することもできたため好評であったと考えられる。積極性・協調性については事前に活動する場所の確認や、行う作業の分担、終了時の進捗共有などをしっかり行うことでメンバーと協力しやすくし、機構の設計から制作まで積極的に行うことができた。計画性については各プロジェクト開始時に行うことを、終了時に行ったことと、次回することを決めることで、作業を効率よく計画的に進めることができたと感じている。少し作業が押ししてしまったときは、時間外活動をすることで遅れがでないように修正を行った。成果については成果発表会までに機構を動作させることができたが、実際の通知との連動をさせることができなかった。これらの経験を卒業研究に着手する際に活かして行きたいと思う。

(※文責: 村野裕樹)

小西昂輝

今期は遅刻することなく全ての活動に出席することができた。「週報」について、特に不備が多く見られ、度々再提出することがあった。「グループ報告書」は、メンバー全員でうまく役割分担を行い、効率よく制作できたと思う。「外部評価」では、前期の経験を活かした資料と質疑応答で、プロジェクト学習成果発表会の発表技術賞を受賞することが出来た。各員協力しあって活動し、ある程度進んでフィードバックや改善を行うことができたため「積極性・協調性」を学び得ることができたと評価する。「計画性」については、今期は各員の得意な分野を活かした役割分担と、時間外活動を適度に含めた制作で効率よく活動を進めることができたと考えている。それでも多少ギリギリの追い込み作業が生まれてしまったため、今後は計画的に活動することを心掛けたいと思う。最終成果物を見ると、ある程度構想通りの造りを実現でき、良い一区切りを迎えることができたことと実感している。ただし、作成した Elements の対面での評価実験を行うことができず、その結果を更なる制作に活かすことはできなかったため、今後取り組む機会があれば引き続き作業を行いたいと思う。

(※文責: 小西昂輝)

芳賀里奈

出席については、一度も欠席や遅刻をすることなく出席することができた。週報に関しては、提出が多少遅れてしまったこともあるが、全てしっかりと提出することができた。発表会では、評価アンケートや発表会の質疑応答から、私たちのグループの発表動画についてはしっかり理解してもらえたのではないかなと思う。外部評価出は、発表会やアンケートを通じた外部からの意見や評価をまとめて共有し、グループでしっかり検討できた。グループメンバーが3人と少ないが、上手く役割分担をして協力して進めることができたため、積極性を身に着けることが出来たと思う。計画性については、しっかりと作業計画を立て、基本的には計画通り進めることができたが、成果発表会の直前に部品がいくつか足りないことに気づき、慌ててしまったのでそこが反省点である。自分の役割をしっかりと遂行し、積極的に意見を出すことができたため、私たちのプロジェクトチームは全グループ、またどこのプロジェクトよりも面白い成果物を作り上げることが出来たと思う。

(※文責: 芳賀里奈)

6.2 まとめ

今回、本プロジェクトでは、5つの新しい Interaction Elements を制作し、それらを使った対照実験やプロモーションビデオの制作を行った。プロジェクト活動を行ううえで私たちにはいくつかの課題があった。まず、このプロジェクトは今回新しくできたものであるため前例がない点、さらに、コロナウィルスの影響によりあまり対面での作業ができない点である。これらの課題を解決するため私たちは頻繁にコミュニケーションをとり、メンバー間の意思疎通をスムーズに行えるよう努めた。また、今回集まったプロジェクトメンバーはそれぞれ異なった得意分野がある。メンバーは皆、自身の得意な場でしっかりと活躍の機会を作ることができた。その結果、成果発表会では発表技術賞を受賞することができた。

今回このプロジェクトでは課題の発見方法、課題解決のプロセスなどを学ぶことができた。これらの学びは研究室での活動でも生かすことができると考える。来年このプロジェクトが継続するかわからないが、来年のメンバーには、このプロジェクト活動を通して研究につながる力を身につけてほしい。

(※文責: 石羽澤萌似帆)

6.3 今後の展望

Interaction Elements の今後の展望として以下の3つが挙げられる。まず1つ目が、各 Elements の完成度の向上である。今年のプロジェクト活動は新型コロナウイルスの影響もあり、なかなか大学で作業することが難しく、工房なども使いづらかったため、各 Elements の完成度が多少下がってしまったことがあったため今後の展望として、各 Elements の完成度を向上させることがあげられる。2つ目は、プロジェクト最終成果物発表を行った際に生徒や教授から受けた質問や改善点を各 Elements に取り入れるということである。今回成果発表や中間発表以外で他プロジェクトから意見をもらう機会がほとんどなかった。よりよい作品に仕上げるためにも多くの意見を受け客観的に Elements を分析する必要がある。3つ目は、プロジェクト活動による動画編集能力の向上である。今回動画編集の時間も少なく動画編集に関しては何人かのメンバーに頼る形となった。それによる個人の負担が大きかったため、動画編集の能力向上の機会を作り、作業の分担をするべきだと考えた。

(※文責: 佐藤佑亮)

第 7 章 付録

7.1 プロジェクト活動のために学習した内容

Interaction Elements 「未来を形作る部品を作ろう」では全部で 5 個の成果物がある。触覚パーソナルタグ、距離感メーター、Visual Wi-Fi、せなかトーン、無駄が流れる蛇口の 5 つである。それぞれの成果物によって異なる装置やマイコンを使用し、異なる知識や技術を身につけた。また、全体を通して学んだ技術もある。それは動画編集と発表技術である。動画編集では、オープニングでは After Effects を用いた。After Effects は今回初めて使用したので参考書などを参考に 1 から学んでオープニングを作成した。本編動画では Adobe Premiere Pro で編集をして、約 1 分という短い尺で聞き手に伝わりやすい内容にするにはどのような構成にすればよいか考えながら編集したので、第三者の伝わりやすい編集の技術を習得した。

距離感メーターでは M5StickC、フルカラー LED テープ、Vibrator Hat、Speaker Hat、iBeacon の技術を使用した。M5StickC とはスイッチサイエンスによる” Esp32 を搭載した小型の M5Stack であり、ポータブルで使いやすいオープンソースの IoT 開発基板でプロトタイプを素早く作ることができるものである。” [14] 今回使用したフルカラー LED テープは M5Stack 用 NeoPixel 互換用のテープである。このテープはプログラミングにより色や点灯時間、点滅などをコントロールすることができる。今回、M5StickC を部品の中心として成果物を作成し、プログラムは Arduino IDE を使用して実装した。まず、M5StickC を使用するためには自分のパソコンに Arduino IDE の環境を整える必要がある。そこで自分たちは金子邦彦研究室のサイトを利用しながら開発環境を整えた。[15] そして、プログラミングをするための環境を整える技術を様々なサイトを調べながら身につけた。また、今回のプログラミングでは Mac OS Catalina ver 10.15.7 を用いて開発した。

M5StickC を Arduino IDE で使用するためにはいくつかの準備が必要である。まず、ボード情報を設定する必要がある。下記の図 7.1 のようにボード情報を取得した後に M5StickC を選択する。次にライブラリーのインストールをした。Arduino IDE の「スケッチ」メニューを押し、「ライブラリーを管理…」を選択すると図 7.2 のようにライブラリーマネージャーが開くのでその検索欄に「m5stickc」と入力し、検索をすると検索結果に現れた「M5StickC by M5StickC」の最新版をインストールする。以上により、Arduino IDE で M5StickC を操作することができるようになった。また、上記のやり方は Ambient を参考にした [16]。

また、M5StickC でフルカラー LED テープを制御する技術を身につけたがフルカラー LED テープを使用するにも準備が必要である。まず、先ほど記述したようなやり方で Arduino IDE のライブラリーマネージャーを開き、その検索欄に「adafruit neo」と検索し、Adafruit NeoPixels をインストールする。これで準備が完了であるので実際にサンプルプログラムを動かしてみた。下記のプログラムがサンプルプログラムである。

Interaction Elements-Creating Elements for Future

```
// NeoPixel Ring simple sketch (c) 2013 Shae Erisson
// Released under the GPLv3 license to match the rest of the
// Adafruit NeoPixel library

#include <Adafruit_NeoPixel.h>
#include <M5StickC.h>
#ifdef __AVR__
#include <avr/power.h> // Required for 16 MHz Adafruit Trinket
#endif

// Which pin on the Arduino is connected to the NeoPixels?
#define PIN 6 // On Trinket or Gemma, suggest changing this to 1

// How many NeoPixels are attached to the Arduino?
#define NUMPIXELS 16 // Popular NeoPixel ring size

// When setting up the NeoPixel library, we tell it how many pixels,
// and which pin to use to send signals. Note that for older NeoPixel
// strips you might need to change the third parameter -- see the
// strandtest example for more information on possible values.
Adafruit_NeoPixel pixels(NUMPIXELS, PIN, NEO_GRB + NEO_KHZ800);

#define DELAYVAL 500 // Time (in milliseconds) to pause between pixels

void setup() {
  // These lines are specifically to support the Adafruit Trinket 5V 16 MHz.
  // Any other board, you can remove this part (but no harm leaving it):
  #if defined(__AVR_ATtiny85__) && (F_CPU == 16000000)
    clock_prescale_set(clock_div_1);
  #endif
  // END of Trinket-specific code.

  pixels.begin(); // INITIALIZE NeoPixel strip object (REQUIRED)
}

void loop() {
  pixels.clear(); // Set all pixel colors to 'off'

  // The first NeoPixel in a strand is #0, second is 1, all the way up
  // to the count of pixels minus one.
  for(int i=0; i<NUMPIXELS; i++) { // For each pixel...

    // pixels.Color() takes RGB values, from 0,0,0 up to 255,255,255
    // Here we're using a moderately bright green color:
    pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(0, 150, 0));

    pixels.show(); // Send the updated pixel colors to the hardware.

    delay(DELAYVAL); // Pause before next pass through loop
  }
}
```

図 7.1 LED テープのサンプルプログラム

```
define NUMPIXELS 16
```

ここの数字は LED を何個点灯させるかを決める数字で自分がいま所持している LED テープの長さによって最大値が決まっており、ここの数字が最大値を超えてしまうと自分が思った通りの動きをしないので気をつけなければならない。そして、

```
1 pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(0, 150, 0));
2 pixels.show(); // Send the updated pixel colors to the hardware.
```

上記のプログラムで LED テープを光らせることができる。 `pixels.setPixelColor()` の第一引数が点灯させたい LED の個数を指定するもので `pixels.Color(0, 150, 0)` というのは RGB の値を設定するものである順番は RGB の順であり、最大値が全て 256 である。以上のことがサンプルプログラムの解説であり、これらを応用させることにより表現の工夫を行なった。例えば、`delay()` の部分を変えることで点滅時間を遅くし、ふわふわと点滅しているようにみせたり、シーケンシャルウィンカーのように流れるような光にしたりと様々な応用方法を模索したので LED テープに関してはかなりの技術が身についた。

そして次に身についた技術が M5StickC を用いて Vibrator Hat を使用することである。Vibrator Hat とは M5StickC に挿入して使うもので、振動モーターを使用したい時に使う拡張モジュールである。Vibrator Hat では様々な振動を表現することができるので距離感メーターを様々な向きに傾けることにより異なる振動をするように実装した。下記の関数は Vibrator Hat を使用するための関数である。

```
1 void vibration() {
2     ledcWrite(ledChannel, 300);
3     delay(1000);
```

```

4     ledcWrite(ledChannel, 0);
5     delay(1000);
6 }

```

これを使用することにより Vibrator Hat を使用することができた。以上のように Vibrator Hat を使用することができる技術を学んだ。

次に学んだ技術は M5StickC に接続して使用することができる Speaker Hat を扱う技術である。Speaker Hat とは内蔵 RAM8303 アンプ、高 PSRR、差動入力により、ノイズや RF 干渉に強く、高いオーディオ再生の性能を備えているものである。

```

1 for (int i = 0; i <= 1000; i++) {
2     dacWrite(GPIO_PIN, 0);
3     delayMicroseconds(500);
4     dacWrite(GPIO_PIN, beepVolume);
5     delayMicroseconds(500);
6 }

```

上記の for 文をプログラムに組み込むことで音を鳴らすことに成功した。

そして最後に学んだ技術は M5StickC と iBeacon を接続して距離感を測る技術である。まず、iBeacon を起動するプログラムは下記のプログラムであり、このプログラムを実行することにより iBeacon の起動と読み込みをすることができた。

```

1 pAdvertising = BLEDevice::getAdvertising();
2 setBeacon();

```

そして、距離を計測する方法としては下記のプログラムを実装した。

```

1 distance = pow(10.0, (oBeacon.getSignalPower() - rssiValue) / 20.0); //Tx

```

上記のプログラムを実行する時ことにより M5Stick と iBeacon の距離を測り、

```

1 rssiValue = advertisedDevice.getRSSI();
2 signalPower = oBeacon.getSignalPower();

```

この上記のプログラムで距離の値を出している。以上の技術が距離感メーターを作成する時に学んだ技術である。

Visual Wi-Fi では M5StickC、フルカラー LED テープ、CAD の技術をプロジェクトを通して学んだ。まずは M5StickC の技術である。Visual Wi-Fi は成果物として成り立つためには前提条件として Wi-Fi の RSSI 強度を読み込まなくてはならない。なぜなら Visual Wi-Fi では Wi-Fi の強度を RSSI によって判別しているからである。まずは Wi-Fi を読み込むためのライブラリが必要であり下記のプログラムが必要なライブラリである。

```

1 #include <WiFi.h>

```

そして、このライブラリを使用することにより、周りにはいくつ Wi-Fi が飛んでいるのか、Wi-Fi の RSSI はどのくらいなのか、どのチャンネルを使用しているのか、Wi-Fi の SSID はどうなっているのかなどを取得することができる。下記のプログラムがその一部である。

```

sketch_jan06a $
if(WifiScanning==0){
  WiFi.scanNetworks(true,false,true,300); //ここでwifiを探している
  WifiScanning=1;
}

if (n == 0) {
  //ネットワークが見つからないとき
  M5.Lcd.println("no networks found");
} else {
  //ネットワークが見つかったとき
  M5.Lcd.print(n);
  M5.Lcd.println(" networks found\n");
  for (int i = 0; i < n; i++) { //wifiを何個読み込むか
    M5.Lcd.print(i + 1);
    M5.Lcd.print(" ");
    M5.Lcd.print(WiFi.channel(i)); //チャンネルを表示このチャンネルを使ってどのwifiが判断
    M5.Lcd.print("CH ("");
    M5.Lcd.print(WiFi.RSSI(i)); //RSSI(受信信号の強度)を表示
    M5.Lcd.print(")");

    M5.Lcd.print(WiFi.SSID(i)); //SSID(アクセスポイントの識別名)を表示
    M5.Lcd.println("");
    M5.Lcd.print("-----");
  }
}

```

図 7.2 Wi-Fi 強度の認識をするサンプルプログラム

M5.Lcd.print で M5StickC の画面に表示を行うことができ、WiFi.scanNetworks(true,false,true,300) でネットワークの数を読み込むことができる。この関数については後ほど説明する。そして、WiFi.channel(i) で読み込んだ順に Wi-Fi のチャンネルを表示、M5.Lcd.print(WiFi.RSSI(i)) で Wi-Fi の RSSI 強度を読み込み、M5StickC の画面に表示させ、M5.Lcd.print(WiFi.SSID(i)) で Wifi の SSID を表示している。また、Visual Wi-Fi にはモード切り替えの機能が搭載しており、M5StickC の A ボタンを一回押すことでモードの切り替えをすることができる。

しかし、ここで大きな課題につまずいてしまった。それは WiFi.scanNetworks(true,false,true,300) を実行してしまうとボタン操作を読み込まなくなり、ボタンを押してもモード切り替えを行うことができなくなってしまうことだ。下記のプログラムがモード切り替えをする時のプログラムである。

```

1 M5.update();
2 if(M5.BtnA.wasReleased()){
3   patern = patern+1;
4
5   if(patern>=PaternMax){
6     patern = 0;
7   }
8 }

```

これは M5.BtnA.wasReleased() で A ボタンを押して離れたときに patern という変数に 1 を足していき、それがモードの最大値（ここでは PaternMax のことである）を超えてしまうともう一度モードをリセットするという意味である。これを使用することにより、モードの切り替えが可能になった。しかし、WiFi.scanNetworks () という関数を使用すると Wi-Fi の読み込む時にプログラムが一時停止してしまい、ボタンを押した時のプログラムの実行が止まってしまうのでボタンが反応せず、モードの切り替えができないということになってしまった。そこで、もう一度プログラムを見直し、解決策をプロジェクトの担当教員である塚田先生と一緒に考えた。そこで出た解決策というのが Wi-Fi を読み込むスピードを変え、非同期モードで動作させ、パッシブスキャンに変更した。それが先ほど示した下記のプログラムである。

```
1 WiFi.scanNetworks(true,false,true,300)
```

まず、WiFi.scanNetworks() を非同期モードで動作させる場合、第一引数を true にする必要がある。さらにパッシブスキャンにするためには第三引数も true にする必要がある、Wi-Fi を読み込むスピードを調整するためには第四引数の数値を変更する必要がある。今回は 300 ミリ秒 (3 秒) に変更してある。しかし、以上のことを実行するだけではボタン操作はまだうまくいかない。なぜなら、非同期モードで WiFi.scanNetworks() を使用する時、下記のプログラムの記述が必要になる。

```
1 int n = WiFi.scanComplete()
```

このプログラムは WiFi.scanNetworks() を非同期モードで実行するときだけに必要な記述である。これを使用すると、n の値が-1 の時は Wi-Fi の読み込み中、n の値が 0 以上の時に実行結果を取得、n = -2 の時はスキャンに失敗したことを表している。そして n が 0 以上の時に初めてボタンを使用することができるようになった。以上のプログラムを実行することでようやくモード切り替えが可能になった。

そして次に学んだ技術がフルカラー LED テープの操作方法である。これを使用するための準備は先ほど記述した通りなので今回は省略させていただく。Visual Wi-Fi には全部で三つのフルカラー LED テープを用いた表現方法を実装している。一つ目が照明モード、二つ目が RGB モード、三つ目がインジケータモードである。それぞれのモードによって若干プログラムの内容が異なる。この中でも一番技術が身についたプログラミングはインジケータモードの実装である。ポイントは LED を光らせている最大の場所だけを赤色にして誘目性を利用して WiFi の強度が分かりやすくなっている点である。以上のことを実装したことでフルカラー LED テープを扱う技術が身についた。

そして次に身についた技術は設計図を作成する技術である。今回の成果物である Visual Wi-Fi は FreeCAD のスケッチャーワークベンチを用いて外枠の設計をした。1 から設計することは初めての経験だったので、しっかり測ったつもりでも微妙なズレが生じたりなどなかなか上手く行かなかった。このことから何度も繰り返し修正することの重要性を FreeCAD の使用方法をより深く学ぶことが出来た。以上が Visual Wi-Fi の作成した時に身についた技術である。

せなかトーンでは Arduino Uno とギアドステッピングモーターモータードライバを制御する技術、工房でレーザーカッターを使用してアクリル製カムを作成する技術を用いて背中を叩く機構を作成した。

まず、Arduino Uno にギアドステッピングモーターを接続した。この時に、Arduino Uno に接続するときの試行錯誤しながら配線をすることにより配線の技術を学ぶことができた。また、カムを利用したのでカム機構について深く学ぶことができ、カムという名前だけでも複数の種類があり設置する位置を変えるだけで様々な運動の方向を変えることができることを学んだ。そして、カムの制御を Arduino Uno で行うために下記のプログラムを作成した。

```

#include <Stepper.h>
#define MOTOR_1 (8) // blue
#define MOTOR_2 (9) // pink
#define MOTOR_3 (10) // yellow
#define MOTOR_4 (11) // orange
#define SW (3)
#define MOTOR_STEPS (64)

int FLAG = -1; // 回転の調整に用いる分岐

int sign = (1); // 正: 時計回り(右モーター) 負: 反時計回り(左モーター) 【負にするなら - を記述】

int x1 = sign * (2048+256); // 最初の回転量 【64ステップ Speed640: 一回転 2048】
int x2 = sign * (-350); // 二回目の回転量

/*
 * FLAGの値の正負で回転量を調整
 * 正のときにカムをギリギリまで動かす 負のときに制動をかける
 * 回転量 myStepper.step() は合わせて2048にする
 *
 * myStepper.step(x) xは正のとき時計回り 負のとき反時計回り
 */

// 順序に注意 モーターに依存
Stepper myStepper(MOTOR_STEPS, MOTOR_1, MOTOR_3, MOTOR_2, MOTOR_4);
void setup() {
  pinMode(SW, INPUT);
  digitalWrite(SW, HIGH);
  myStepper.setSpeed(640);
}

void loop() {
  // スイッチを押して離すとモーターを回転 コメントアウトすると常に回り続ける
  while (!digitalRead(SW)) { delay(50); }
  while (digitalRead(SW)) { delay(50); }

  FLAG *= -1;
  if(FLAG == 1){ // FLAGが正のとき、カムが1+1/8回転
    myStepper.step(x1);
  }
  if(FLAG == -1){ // FLAGが負のとき カムを逆向きに約1/6回転させて、位置調整を行う
    myStepper.step(x2);
  }
  // 静止時は電流を止める
  stopMotor();
}

// モーターへの電流を止める
void stopMotor() {
  digitalWrite(MOTOR_1, LOW);
  digitalWrite(MOTOR_2, LOW);
  digitalWrite(MOTOR_3, LOW);
  digitalWrite(MOTOR_4, LOW);
}

```

図 7.3 カムを制御するサンプルプログラム

このコードで Arduino Uno とギアドステッピングモーターモータードライバを接続し、

```

1 while (!digitalRead(SW)) { delay(50); }
2 while (digitalRead(SW)) { delay(50); }

```

このコードでモーターを回転させ、カムを制御している。また、このプログラムの苦勞したこととして、ギアドステッピングモーターの仕様で角度を正確に初期化することである。解決方法として手で同じ角度でカムを揃えつつ、多少のズレを無理矢理修正するためにスイッチを一回押すと一回転以上回し、もう一度少しだけ逆回転させ「2つのカムで T 字の部品を押しあわせる（カムの位置の初期化）」のように解決した。このプログラムはサンプルコードを参考にしており、使用用途に応じて自分たちでプログラムを書き変えたので Arduino Uno でモーターを制御する技術を身につけることができた。

そして、カムの作成、せなかトーンの外形を作成するに当たってレーザーカッターを使用しなければ作成できない箇所がたくさんあったのでレーザーカッターを使用する方法を公立はこだて未来大学の工場の責任者である西野さんと相談しながら作成したため効率よく深く学ぶことができた。特に、レーザーカッターをしようするに当たってパソコンからレーザーカッターにデータを送信する時に幾つかの工程が存在し、その流れを覚えるのがなかなか難しく大変だった。以上のことがせなかトーンを作成するにあたって習得した技術である。

無駄が流れる蛇口では Aridino サーボモーター、タクトスイッチを動かして応用する技術を学

んだ。まず、Aridino とサーボモーター、タクトスイッチの配線をした。そして下記のプログラムでサーボモーターのライブラリを入れ、タクトスイッチの初期設定を行った。

```
#include <Servo.h>

Servo myservo; //Servoオブジェクトの宣言
const int SW=7; //スイッチ変数をピンに割り当てる、ここでは9番ピン
int state=0; //スイッチの初期値

void setup() {
  Serial.begin(9600); //スイッチ動作確認用
  pinMode(SW, INPUT); //スイッチ
  digitalWrite(SW, HIGH); //スイッチ
  myservo.attach(9); //servo変数をピンに割り当てる、ここでは9番ピン
  myservo.write(180); //角度を指定、ここでは90度
  delay(1000);
  Serial.println("0"); //スイッチ動作確認用
}
|
```

図 7.4 初期設定を行ったプログラム

```
1 #include <Servo.h>
2
3 Servo myservo;
4 const int SW=7;
5 int state=0;
6
7 void setup() {
8   Serial.begin(9600);
9   pinMode(SW, INPUT);
10  digitalWrite(SW, HIGH);
11  myservo.attach(9);
12  myservo.write(180);
13  delay(1000);
14  Serial.println("0");
15
16 }
```

そして、下記のプログラムでスイッチを押すことでサーボモーターを動かす

```
if(state==HIGH){ //スイッチの情報を受け取ってサーボモーターに指示を送る
  myservo.write(0); //サーボモーターの角度を0にする
  delay(15);
  Serial.println("ON"); //スイッチ動作確認用
}
else{
  myservo.write(90); //サーボモーターの角度を90にする
  delay(15);
  Serial.println("OFF"); //スイッチ動作確認用
}
|
```

図 7.5 サーボモーターを制御するプログラム

以上が Arduino とサーボモーターとタクトスイッチを用いて蛇口から水を流すためのプログラ

Interaction Elements-Creating Elements for Future

ムである。ムダが流れる蛇口を制作するにあたって上記のようなプログラムを実装したことにより Arduino を用いて配線をしたり Arduino に接続して使用する部品を動かす技術を身につけたことができた。

これらの五つの成果物を作成するにあたり表面上だけで取得できる技術だけでなく、様々な分野からの技術を学び習得することができた。

(※文責: 佐藤佑亮)