

公立はこだて未来大学 2014 年度 システム情報科学実習  
グループ報告書

Future University Hakodate 2014 System Information Science Practice  
Group Report

プロジェクト名

future body プロジェクト

**Project Name**

future body

グループ名

グループ C

**Group Name**

Group C

プロジェクト番号/Project No.

20-C

プロジェクトリーダー/Project Leader

1012083 山口拓 Hiraki Yamaguchi

グループリーダ/Group Leader

1012188 山下大貴 Daiki Yamashita

グループメンバ/Group Member

1012083 山口拓 Hiraki Yamaguchi

1012188 山下大貴 Daiki Yamashita

1012244 中村水香 Mika Nakamura

指導教員

岡本誠 伊藤精英 佐藤直行 桜沢繁 竹川佳成

**Advisor**

Makoto Okamoto Kiyohide Ito Naoyuki Sato Shigeru Sakurazawa

Yoshinari Takekawa

提出日

2015 年 1 月 14 日

**Date of Submission**

January 14, 2015

## 概要

本プロジェクトは、人間の知覚では普段認識できない情報などを知覚することや、人間が本来もつ知覚能力を拡張することなどの人間の知覚を拡張する新しいウェアラブルデバイスを作り、新しい知覚の手段を提案することである。前期では私達のファッションブルテクノロジーの分野についての理解を深めるため先行事例調査を行った。そして、人間の知覚についての知識を実験を通して学んだ。続いて、自分たちでデバイスを構築することを可能にするため電子工作を通してその技術を学んだ。そして、前期では人間の「自然な動作」に着目し、知覚の拡張と結び付けれるように議論を重ねた。その結果、「自然な動作でもっと聞きたい、話したい」をコンセプトを元に、中間発表ではグループで考えた「motto」について実際に作動するプロトタイプの制作を行い発表した。このデバイスは遠くに向けて話す時や、ある対象をピンポイントで聞きたい時の音声の拡張を可能とする。後期では、前期での「motto」の反省点を改善した。そして、作業の効率化のために、メンバー内でそれぞれに役割分担をした。その構成は、インタフェース班に1人、システム班に2人であった。そして、前期と同様なコンセプトを元に、成果物の作成に励んだ。成果発表では、様々な工夫を施し、「motto」の魅力を伝えることができた。

キーワード 知覚, 拡張, 自然な動作

(※文責: 山口拓)

# Abstract

Aim of this project were to propose a new way of perception by to create new wearable device which extend a perceptual skill inherent in human beings, or perceive a information that cannot be recognized usually in human perception. We carried preliminary survey to better understand a field of fashionable technology of us. We learned through experimentation knowledge about human perception. Then, we learned the technique through a electronic work order to be able to build a device themselves. And, we focus on "natural behavior" of human in first term, and were discuss to be linked to expansion of the perception. As a result, "want to hear and talk more" was determined as a concept. In a mid term presentation, we presented prototype which were created by my group and about "motto". This device was able to extend the voice when you want to listen to pinpoint a certain target, speaking in distances. In a late term, we have improved the reflection points of the motto. We shared roles to each member in order to streamline works. Its configuration was a person to interface team and two people to system team. And, we worked hard to create a final artifacts which based on similar the concept in the first term. In a final term presentation, we were various devisesn, were able to tell an appeal of motto.

**Keyword**    perception, extension, national behavior

(※文責: 山口拓)

# 目次

|       |                              |    |
|-------|------------------------------|----|
| 第 1 章 | 本プロジェクトの背景                   | 1  |
| 1.1   | 目的と手段 . . . . .              | 1  |
| 第 2 章 | コンセプト設定までのアプローチ              | 2  |
| 2.1   | 先行事例調査 . . . . .             | 2  |
| 2.1.1 | カテゴリー別調査結果 . . . . .         | 3  |
| 2.2   | 認知実験による知覚に関する知識の獲得 . . . . . | 5  |
| 2.2.1 | 認知実験 . . . . .               | 5  |
| 2.2.2 | 認知実験を行うにつれての背景 . . . . .     | 5  |
| 2.2.3 | 認知実験における役割 . . . . .         | 5  |
| 2.2.4 | 解析結果 . . . . .               | 7  |
| 2.3   | 電子工作 . . . . .               | 7  |
| 2.3.1 | 目的 . . . . .                 | 7  |
| 2.3.2 | LilyPad Arduino . . . . .    | 7  |
| 2.3.3 | 習得成果物 . . . . .              | 8  |
| 2.3.4 | 制作物決定までの過程 . . . . .         | 9  |
| 第 3 章 | 中間制作物                        | 11 |
| 3.1   | 背景 . . . . .                 | 11 |
| 3.2   | コンセプト . . . . .              | 11 |
| 3.3   | イメージ . . . . .               | 11 |
| 第 4 章 | 中間発表                         | 13 |
| 4.1   | ポスター . . . . .               | 13 |
| 4.2   | 発表 . . . . .                 | 13 |
| 4.3   | 評価 . . . . .                 | 13 |
| 4.3.1 | 背景 . . . . .                 | 13 |
| 4.3.2 | 評価結果 . . . . .               | 14 |
| 第 5 章 | 最終制作物 ”motto”                | 15 |
| 5.1   | 背景 . . . . .                 | 15 |
| 5.2   | コンセプト . . . . .              | 15 |
| 5.3   | システム . . . . .               | 15 |
| 5.3.1 | パラメトリックスピーカー . . . . .       | 15 |
| 5.3.2 | アンプ . . . . .                | 15 |
| 5.3.3 | マイク . . . . .                | 16 |
| 5.3.4 | コイル . . . . .                | 16 |
| 5.3.5 | 骨伝導スピーカー . . . . .           | 17 |
| 5.4   | 仕様 . . . . .                 | 17 |

|              |                      |           |
|--------------|----------------------|-----------|
| 5.4.1        | インタフェース . . . . .    | 17        |
| 5.4.2        | 話すモード . . . . .      | 17        |
| 5.4.3        | 聞くモード . . . . .      | 20        |
| 5.5          | フューチャーシナリオ . . . . . | 21        |
| <b>第 6 章</b> | <b>成果発表</b>          | <b>22</b> |
| 6.1          | 成果物 . . . . .        | 22        |
| 6.2          | 発表 . . . . .         | 26        |
| 6.3          | 評価 . . . . .         | 27        |
| 6.3.1        | 背景 . . . . .         | 27        |
| 6.3.2        | 全体評価 . . . . .       | 27        |
| 6.3.3        | C グループ評価 . . . . .   | 27        |
|              | 参考文献                 | 28        |

# 第 1 章 本プロジェクトの背景

人の知覚は不思議である。死角から近づいてくる相手を察知することがあったり、見た夢が現実となる既視感があったり、光をキャッチするタンパク質もあったりといまだに人間には分からない部分がたくさんある。また他の動物や植物の知覚も不思議がいっぱいである。他の動物は人間とは異なる知覚の手段を持っている。クモには人間とは違う奥行き知覚があり、一つの物体をピン트가合った状態とぼやけた状態の二通りで同時に捉え、そのピンぼけの度合いから物体との距離を測る [1]。また、コウモリは音波を使うことに長けた能力を持っている。そのため、超音波を発し、壁などに衝突しはねかえって来た反響音をキャッチすることで獲物や障害物の位置を知り、暗い中でも獲物を捕まえたり自由に飛び回る事ができる [2]。このような多くの動物達が用いている知覚を応用することによって、人間にも用いることも可能である。例えば、外界の変化をヒトに伝える服、聴覚を使わなくても音を見ることができるユーザインタフェースなど、新しい知覚の手段となる。このプロジェクトでは、このような人間の知覚を拡張する新しいウェアラブルデバイスを作り、新しい知覚の手段を提案する。

(※文責: 山口拓)

## 1.1 目的と手段

本プロジェクトでは、新しい知覚の手段を提案し、人間の知覚を拡張する新しいウェアラブルデバイスを実現することを目的とする。目的に到達するために、ウェアラブルデバイスやファッションブルテクノロジーについての知識を増やし、人間の知覚についての理解を深め、デバイスを構築するための技術を習得する。

(※文責: 山口拓)

## 第 2 章 コンセプト設定までのアプローチ

私達はまずプロジェクトメンバー全員で集まり、プロジェクトリーダーを決定し、プロジェクトリーダーがサブリーダーを指名した。その後、先行事例調査を行うために A, B グループが 4 人, C グループが 3 人となるようにグループ分けを行った。なお、このグループ分けは製作物を決めるためのグループ分けと異なる。その後、それぞれのグループがウェアラブルデバイスやファッションテクノロジーにまつわる先行事例調査を行った。先行事例調査によりウェアラブルデバイスやファッションテクノロジーがどのようなものであるかを知ること、製作物を考えるための参考にしようとした。

(※文責: 山下大貴)

### 2.1 先行事例調査

各グループに分かれてファッションテクノロジーに関する先行事例を調べた。まずグループ内でファッションテクノロジーというものについてブレインストーミングを行い (図 2.1), 私達のファッションテクノロジーについての認識を確認した。その後各自でファッションテクノロジーとはどのようなものがあるのか調査をした。調査方法はインターネットを利用した。グループ内で調査結果を共有しあった後に、それぞれがあげた先行事例を、より知覚に関わっていてよりファッション性の高いもの (知覚 大 ファッション 大), より知覚にかかわっていてファッション性の無いもの (知覚 大 ファッション 小), あまり知覚に関わっていないよりファッション性の高いもの (知覚 小 ファッション 大), あまり知覚に関わっていないファッション性の無いもの (知覚 小 ファッション 小), の 4 つのグループに分類した (図 2.2)。調査結果として、一番身近なものとして補聴器や宇宙服などの事例があった。また、ファッションショーなどに取り上げられるものとして、感情によって服の形状や色が変わるドレス、心拍数によって服が透けるドレスなどの事例があった。

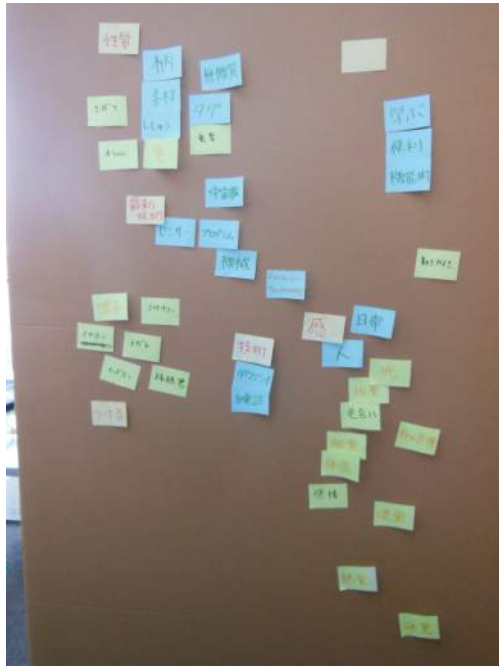


図 2.1 ブレインストーミングの写真

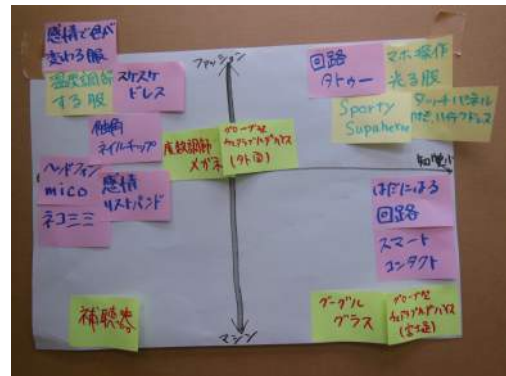


図 2.2 カテゴリー分け結果

(※文責: 山下大貴)

### 2.1.1 カテゴリー別調査結果

- 知覚 大 ファッション性 大  
「Bubelle」

人間の感情を完治して LED の発光を変えるというドレス. 2 層構造で服の内側にセンサーがついている (図 2.3).



図 2.3 Bubelle, フィリップス社, [http://gigazine.net/news/20060915\\_emotionwear/](http://gigazine.net/news/20060915_emotionwear/)

- 知覚 大 ファッション性 小  
「補聴器」

難聴で聞き取りづらくなった音を聞きやすくするための手助けをする装置のこと。(図 2.4).



図 2.4 補聴器, リオン株式会社, <http://www.rionet.jp/>

- 知覚 小 ファッション性 大

「スマホと連動する服」

CUTECIRCUIT が発表した服. スマートフォンのアプリを操作することによって, その操作に従い服の色が変わったり, グラデーションをかけたりする. (図 2.5).



図 2.5 スマホと連動する服, CUTECIRCUIT, <http://www.fashionsnap.com/news/2014-03-21/cutecircuits/>

- 知覚 小 ファッション性 小

「触れるだけで情報が得られる手袋」

富士通が開発した, 保守・点検作業をタッチとジェスチャーで支援するグローブ型ウェアラブルデバイス.(図 2.6).



図 2.6 触れるだけで情報が得られる手袋, 富士通研究所 (2014), <http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1402/19/news060.html>

(※文責: 山下大貴)

## 2.2 認知実験による知覚に関する知識の獲得

私達はプロジェクトメンバー全員で認知実験を行うことにより、知覚に関する知識を学び製作物に役立てようとした。

(※文責: 山下大貴)

### 2.2.1 認知実験

まず、プロジェクト内から実験班長を選出し、実験班長が副班長を2名指名した。その後、伊藤精英先生を交えてプロジェクト内でどのような実験を行うかを相談し、実験内容を確定させた。確定後、プロジェクトメンバー全員で実験装置の製作を行った。

(※文責: 山下大貴)

### 2.2.2 認知実験を行うにつれての背景

私達はプロジェクトの最終目標として知覚の拡張を促すウェアラブルデバイスを作るということを掲げている。そのため身体に何かを身につけたとき、人間は身に着けたものがどのようなものかわからなかったときに、それがどのような形でどのような長さなのかを知覚できるか知る必要があった。そのような実験として手で棒を振ることにより、どれくらいの長さか予想するという実験がある。そこで、頭につけたらどうなるのかを実験することにした。

- 目的

情報のない身体の拡張を身体を動かすことによって知覚し情報を得ることが可能であるかを知る。

- 仮説

身体を動かすことによって頭にとりつけられた棒の長さを把握できる。

(※文責: 山下大貴)

### 2.2.3 認知実験における役割

プロジェクトメンバーから実験を行う実験班を7人、その他のメンバーは被験者として認知実験を行った。

- 日時

認知実験は平成26年5月23日、午後14時40分から18時の間に行った。

- 方法

プロジェクトメンバーから選出した20代の学生と、外部から協力してもらった20代の学生の男4人女2人の計6名を被験者とした。

- 場所

2階佐藤直行先生研究室前スタジオ (プロジェクトスペース) で行った。

- 装置

キャスターのついてない椅子、暖簾、ヘッドギアと棒（装置）、メジャー、ストップウォッチを用いた。装置に使用した棒の長さは、117.5cm(long)、23.5cm(short) の 2 つの長さを使用した。

● 手続き

被験者は椅子に座って目を瞑り、頭に装置を装着する。実験者が「静止」又は「探索」かを被験者に告げ、「始め」の合図で 10 秒を計測する。計測中被験者は目を瞑ったままの状態、静止の場合はそのまま動かず、探索の場合は頭を動かし、頭に設置された棒の長さを予測する。計測終了の合図の後、被験者は目を開け、実験者が「スタート」と合図をしたら、徐々に暖簾を上げていく。被験者は床から椅子に座ったままの自分の高さ（棒の長さを含める）が暖簾の下を通れると判断したら「はい」と実験者へ合図を送り、再度目を瞑る（図 2.7）。実験者は床から暖簾の下までの距離を計測し、記録する。同じ被験者が条件を変更して再度試行を行い、4 つの試行（表 2.1）をすべてを終えたら 1 セット目終了とする。被験者 A が 1 セット目を終えたら、被験者 B の 1 セット目を開始する。すべての被験者が 1 セット目を終えたら、被験者 A から 2 セット目を開始する。これを 5 セットまで試行を行う。

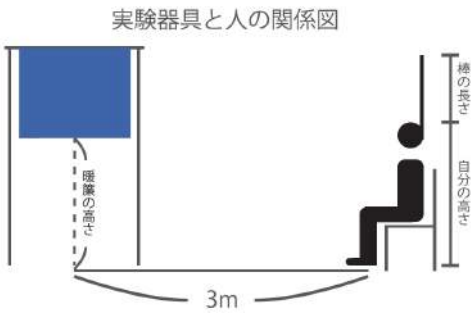


図 2.7 実験器具と人の関係図

| 動作条件      | long | short |
|-----------|------|-------|
| 探索 (do)   | dl   | ds    |
| 静止 (stop) | sl   | ss    |

表 2.1 実験で用いる 4 つの条件

● 条件

条件は表 2.2 に示した。

| 動作条件      | 概要                   |
|-----------|----------------------|
| 探索 (do)   | 頭を動かし棒の長さを予測すること     |
| 静止 (stop) | 頭を静止させたまま棒の長さを予測すること |

表 2.2 被験者の動作条件の説明

(※文責: 山下大貴)

## 2.2.4 解析結果

実験で得られたデータを下にそれぞれの条件下で平均値を求めた。その後、t 検定で解析結果の比較を行った。

今回、手に持ったものを振ることによって対象の物理的特長が視覚に頼らずとも知覚可能であるという先行実験から、頭でも知覚可能ではないかと考え今回の実験を行った。データを下に条件 ds, dl, ss, sl の 4 パターンの解析を行った。ds と ss の条件下のデータを解析し比較した結果、頭を動かすことはあまり効果が見られないことがわかった。また棒が長く頭を動かす時と、棒が短く頭を動かさないときの条件下のデータを解析し、比較した結果、頭を動かすことにより棒の長さを予想することが可能であるということがわかった (図 2.8)。このグラフは 1 に近いほどより正確に棒の長さを知覚していることを表している。

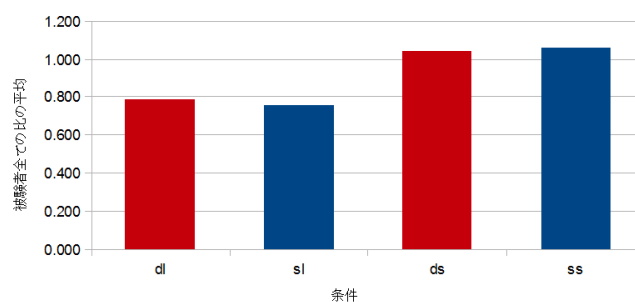


図 2.8 (被験者の予想した高さ) / (棒を含む被験者の高さ) の平均グラフ

(※文責: 山下大貴)

## 2.3 電子工作

### 2.3.1 目的

プロトタイプ製作や本製作に向けプロジェクトメンバー全員のスキルアップをはかるために、LilyPad Arduino を用いて電子工作を行った。

(※文責: 中村水香)

### 2.3.2 LilyPad Arduino

LilyPad Arduino(リリーパッド アルディーノ) は Arduino シリーズの一種で、布地に縫い付けて使用することを目的としたマイコンボードである (図 2.9)。ここで Arduino とは、AVR マイコンや入出力ポートを備えた基板、C 言語風の Arduino 言語とその統合開発環境から構成されるシステムである。LilyPad Arduino は、配線にジャンプワイヤーではなく導電糸 (電気を通す糸) を使用する。導電糸をパッドにしばりつけることによって接続を行う。

初めに Arduino をインストールし、その後 LilyPad Arduino をパソコンで使用できるようマニュアルを読みながらドライバをインストールした [3]。インストール終了後、Arduino に LED を光らせる簡単なサンプルプログラムを書き、LilyPad Arduino と PC を USB でつないで実行をし

future body

た [4]. そうすると LilyPad Arduino に元々付属していた LED が光り, LilyPad Arduino がしっかりと動いていることがわかった. また, パッドにはスピーカーと SD を挿す部分に取り付けられており, 参考サイト [5] にあるサンプルプログラムを実行すると SD 内の音楽がパッドのスピーカーから流れた. LilyPad Arduino にプログラムを書き込んだ後, バッテリーを取り付けることにより USB で PC に接続せずとも独立して動かすことができる.

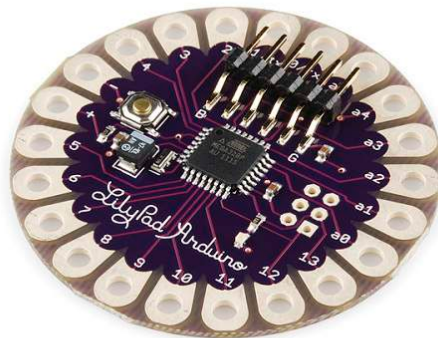


図 2.9 LilyPad Arduino

(※文責: 中村水香)

### 2.3.3 習得成果物

上記の LilyPad Arduino と様々な周辺モジュールを用い, プロジェクトメンバー全員で電子工作を自由に行った. マネキンに製作物をつけたりし使い方を実践しながら, プロジェクト内で発表を行った. パッドに温度センサーと三色 LED を接続し, 内蔵の冷えによって体表温度も低くなる現象を利用したお腹の冷え感知システムや, 温度センサーを用い, カップ麺などをセンサーに当て猫舌の人や熱いものが好きな人に合わせて適温を教えてくれる適温センサーなどを製作した (図 2.10).



図 2.10 お腹の冷え感知システム

(※文責: 中村水香)

### 2.3.4 制作物決定までの過程

先行事例調査, 認知実験, 電子工作から学んだことを踏まえ, まず自分が作りたいウェアラブルデバイスの案をグループ内で出しあった. 案を出す時は紙に説明文のみを書くのではなく, イメージ図を大きく描き横に説明文を入れ, 必ず作品名をつけるように心がけた (図 2.11, 2.12).

グループで出しあった製作物案をプロジェクト内で発表し, アドバイスや意見をあおった. もらったアドバイスや意見から製作物案を改良し, 最終的に 10 以上の案から 1 つの案へと絞り込んでいった. 案を絞る際, 自分が使いたいのか, 自分達で作れるのか, 知覚の観点で深い意味があるのか, 独創性があるのか, 自分達が出来てハッピーか, の 5 つの観点で案を評価し製作物案を決定した.



図 2.11 製作物案 1

future body



図 2.12 製作物案 2

(※文責: 中村水香)

## 第 3 章 中間制作物

### 3.1 背景

人は騒がしい場での会話や小声で会話をしている時などの声が聞き取りづらい時, 耳に手を添えてよく聞こうとする。また, 遠くにいる人を呼びたい時や大勢に向かって話す時などの大きな声で話す時, 口の横に手をあてて大きな声を出す動作をする。このような聞く・話す中での自然な動作に着目し, 各動作で簡単に発話音量を大きくしたり聞きたい声を大きくするウェアラブルデバイスを提案することで, 会話のしづらさを解消しようと考えた (図 3.1)。

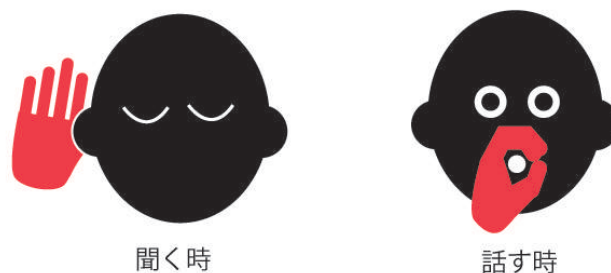


図 3.1 聞く・話す時の自然な動作

(※文責: 中村水香)

### 3.2 コンセプト

私達グループ C が提案するデバイスのコンセプトは, 「自然な動作でもっと聞きたい, 話したい」である。遠くに向けて話す時や, ある対象をピンポイントで聞きたい時の音声の拡張を目的とした, 拡声器×ズームマイクのウェアラブルデバイスである。使いたいときに前述したような自然な動作をすることによって発話音量や聞きたい声の音量を大きくし, 会話中でのコミュニケーションをより円滑にする。

このデバイスは補聴器とは違い, 装着時は常に周囲の音がよく聞こえる状態ではなく, 使いたい時に動作をすることによりズームマイクのようにピンポイントで聞きたい音声を聞くことができる。また, 拡声器とは違い, よりコンパクトで持ち運びがしやすい形となっている。

(※文責: 中村水香)

### 3.3 イメージ

普段, 声がよく聞こえない時に耳に手を添えてよく聞こうとしても, 体を声の対象に近づけなければよく聞き取ることができない場合がある。また, 大きな声を出して話す時に口の横に手を当てて声を出そうとすると, 普段の音量よりも大きくだそうするため喉に負担がかかる。しかしこの

future body

デバイスを使用することにより、もっと聞きたい・もっと話したい時の各動作をするだけでよく声が聞こえ、喉に負担をかけることなく音量を上げることができる。

もっと聞きたい時は、ピンポイントで聞きたい対象に掌を向ける形で耳の横に手を添え、掌にあるマイクで拾った音声を親指のスピーカーから音声を出力する。もっと話したいときは口の横に手を当て、親指と人差し指の間にあるマイクで拾った音声を増幅させ、小指側の手の側面にあるスピーカーから増幅させた音声を出力する。

(※文責: 中村水香)

## 第 4 章 中間発表

### 4.1 ポスター

前期のポスター作成は、自分たちで話し合ったコンセプトについて細かな設定や土台の情報をしっかり整理し、文章作成を行った。ポスターを作る際には、一目で分かることを特に注意した。一目でどんなデバイスなのか、一目で何のためにあるのか、一目でどのような仕様になっているのか、一目でどのような効果があるのだろうかわかるようにポスターを作成した。初版を作成したあと、そのポスターをプロジェクトメンバーと担当教員で添削を行い、アイディアや指摘、意見を言い合った。その後、その意見などを基にポスターを作り直し、再度添削した。中間発表をまで添削を繰り返し、完成度を高めていった。

(※文責: 山口拓)

### 4.2 発表

発表は 2 時間与えられ、その中で 6 回の発表を行った。1 回の発表時間は 20 分で、その時間の中には各プロジェクトへの移動時間も含まれているため、私達は発表と質疑応答を含めて最大 15 分までと時間を設定した。発表では前半と後半それぞれに約 6 人の発表者がいるように分担をした。しかし、本プロジェクトメンバーは 11 人であるため A グループ 4 人、B グループ 4 人、C グループ 3 人と奇数となることから、A、B グループは前半と後半を 2 人ずつに分けたが、C グループだけは 1, 2 回目 1 人、3, 4 回目 1 人、5, 6 回目 1 人と発表回数を 3 等分した。発表は、本プロジェクトの説明、前期で私達がやってきたこと、各グループの提案物発表の流れで行った。各グループの提案物を発表する際、各グループはスライドの前にポスターを横に並べ 3 つのグループが同時に発表した。(図 ??参照)

(※文責: 山口拓)

### 4.3 評価

#### 4.3.1 背景

中間発表をした際、聴衆者に発表評価アンケートを配り、私達の発表を評価してもらった。毎回の発表終了後にアンケートをすべて回収した。アンケートでは、私達の発表技術と発表内容についてを 10 段階で評価してもらった。

(※文責: 山口拓)

#### 4.3.2 評価結果

その結果, 発表評価人数は 68 人となり, 発表技術についての平均点数は 7.4, 発表内容では 7.6 となった. さらに評価者には発表についてのコメントもらった. 全評価人数 68 人中 65 人からコメントをもらい, その中でも発表技術に関しては 61 人から, 発表内容に関しては 60 人からコメントをもらった. そのもらったコメントには, 何を作ろうとしてるのか分かりにくい, ポスターの構図は Z 型にしたほうがいい, このデバイスの使用シーンが限られて使いにくいなどのこれからの課題となるようなコメントも多くあった.

(※文責: 山口拓)

## 第 5 章 最終制作物 ”motto”

### 5.1 背景

人は声が聞き取りづらい時は耳に手を添えてよく聞こうとし、遠くの人に向けて話す時は口の横に手をあてて大きな声を出す。このような会話をする中での動作に着目し、各動作で聞きたい声をより聞きやすく、遠くの人に声を届けやすくするウェアラブルデバイスを提案し、会話のしづらさを解消しようと考えた。

(※文責: 中村水香)

### 5.2 コンセプト

このデバイスは、会話がしづらい場面での円滑なコミュニケーションを可能とするウェアラブルデバイスである。対象に声が届きづらい、聞きづらい場面で各動作をすると、近くで会話しているかのようにコミュニケーションがとれる。前期では拡声器×ズームマイクのウェアラブルデバイスとしていたが、拡声器のように自分の声が不特定多数に聞こえてしまうと会話という形にはならないのではとなり話し相手にのみピンポイントで聞こえるデバイスとする。また、携帯電話とは違い電話番号を打つなどの手間がかからず、糸電話とは違い会話相手はデバイスを装着する必要がなく自分のみがデバイスを装着するだけでダイレクトに相手とつながることができる。

(※文責: 中村水香)

### 5.3 システム

#### 5.3.1 パラメトリックスピーカー

自分の話し声が不特定多数ではなく話し相手にのみ聞こえるようにするため、パラメトリックスピーカーを使用した。パラメトリックスピーカーは通称超単一指向性可聴スピーカーとも呼ばれており、超音波を使うことで鋭い指向性を持たせることができる音響システムである。[6] 指向性があるため、特定の狭い範囲にいる人に選択的に音を流すことができる。今回私達は、パラメトリックスピーカーキットを用いた。50 個の超音波発振子から超音波搬送波が発振され、数 10m 先からでも正面であれば音声を聞くことができる。可聴角度は約 20 度である。[7]

(※文責: 中村水香)

#### 5.3.2 アンプ

motto の話す側と聞く側のマイクからの信号を可聴音にするため、OPA344 と LM386 のオペアンプを使用し増幅した。motto で用いる、指向性、無指向性のマイクから出る信号はマイクレベルで出力される。通常マイクレベルの大きさは、-60~-40dBu(2 ミリボルト) 程度の小さなものであ

る.[8] しかし、この大きさでは人間の耳では聞き取ることのできない大きさである。そのため、オペアンプを用いて増幅し、OPA344 では 100 倍、LM386 では 20 倍に増幅した。また、オペアンプを使用するには、それぞれに 5V、9V の給電が必要であった。

LM386 には、1～8 までの入力端子がある。1, 8 は GAIN, 2 は-INPUT, 3 は +INPUT, 4 は GND, 5 は OUTPUT, 6 は VCC, 7 は BY PASS となっている。1, 8 の GAIN は、増幅率を 20 倍～200 倍へ調整する端子である。2 の-INPUT は、GND に繋ぐ。3 の +INPUT は、マイクと OPA344 からの信号を入力する端子である。4 はそのまま GND へ繋ぎ、5 は LM386 を通じて増幅された信号を出力する端子である。6 の VCC は 9V を給電し、LM386 を起動させ、7 はバイパス回路を作る際に用いる端子である.[9]

(※文責: 山口拓)

### 5.3.3 マイク

motto の話すモードと聞くモードに音声を入れるために、高感度マイクアンプキッドに付属している無指向性マイクと指向性マイクを使用した。無指向性のマイクは、C9767BB422LF を使用した.[10] また、指向性のマイクは UEB-5261 を使用した。それぞれの性能は表 5.1 に記述した.[11]

C9767BB422LF は無指向性であるため、指向特性である必要がない話すモードでのマイクとして設置した。また、話すモードのマイクの位置は、親指と人差指の間に設置するため、マイクや基板が大きいと、インタフェースの部分で使いにくいという問題が生じる。そのため、コンパクト化された高感度マイクアンプキッドを使用することで、そのような問題を解消した。

そして、UEB-5261 は指向性であるため、聞くモード用のマイクとして手のひらの部分に設置した。聞くモードの機能の 1 つとして、聞きたい音を聞き分ける必要があるため、指向性を要し、尚且つ、手のひらならば装置との間に少し空間が生じるため、少し大きくなってしまう手作りの基板でも用いれる。このようにして C9767BB422LF と UEB-5261 を使い分けた。

| 種類    | C9767BB422LF  | UEB-5261      |
|-------|---------------|---------------|
| 感度    | -42dB ± 2.0dB | -44dB ± 3.0dB |
| 周波数特性 | 50Hz ～ 16k    | 100Hz ～ 20kHz |
| 指向特性  | 無指向性          | 単一指向性         |
| 動作電圧  | 1.0 ～ 10V     | 1.3 ～ 12V     |
| 消費電流  | 0.50mA        | 0.25mA        |

表 5.1 マイク別仕様表

(※文責: 山口拓)

### 5.3.4 コイル

コイルとは、電気と磁気を作用させてさまざまな働きをするものであり、コンデンサ、抵抗器とあわせて、電子回路の基本となる部品である。インダクタとも呼ばれる。今回は磁界の変化によるコイルの振動で、電気信号を音に変える役割を務める。[12]

(※文責: 山下大貴)

### 5.3.5 骨伝導スピーカー

空気を振動させて音を伝えるイヤホンとは違い、骨を振動させて音を伝えるイヤホンのことである.[13] 本成果物ではモノラル仕様になっている。主に磁石、コイル、モノラルイヤホンを用いて製作を行った。

(※文責: 山下大貴)

## 5.4 仕様

前期の反省点を踏まえて、より改善した motto を効率よく作成するため、個々で別々の役割を与え、同時進行でインタフェースとシステムの作業を進めた。

(※文責: 山口拓)

### 5.4.1 インタフェース

会話がしづらい時の仕草つまり手の動きに着目をしたため、初めは手袋型にしようと計画していた。しかし、ある程度の距離に音声を届けるため超音波発振子の数が多く必要であるためスピーカーが大きくなってしまい、手に収まらないことがわかった。他のデザインとして、スピーカーを口に例えたマスク型や、声を収集しやすいように背中に大きなパラボラをつける形、帽子のような頭につける形などプロトタイプを作りながら試行錯誤した。結果、基板や電池などが隠れやすい頭につける形とした。ヘッドギアに指向性スピーカーや骨伝導スピーカー、基板などのシステムをとりつけ、その上からスピーカーをイメージした被り物を被せる。手の動きによって各モードのマイクの切り替えがしやすいよう、マイクを手袋にとりつけた。被り物と手袋は有線につながっているため、チューブで繋ぎ断線しづらいようにしている。全体的に近未来をイメージしたインターフェースとなっている。

(※文責: 中村水香)

### 5.4.2 話すモード

話すモードとは、遠くの人に声をダイレクトに届けるためのモードである。このモードを作成するにあたり、マイクを使用し音声をパラメトリックスピーカーに出力させるシステムを考えた。パラメトリックスピーカーを用いる理由として、話し声を拡声器のように不特定多数に聞こえるようにするのではなく対象だけに聞こえるようにするためである。

インタフェース班と話し合い、マイクを使用し音声をパラメトリックスピーカーに出力させるシステムを考えた。マイクは UEB-5261 を使い、抵抗とコンデンサを使用して、音声が出力しているのかを検証した。検証する際に、オシロスコープとイヤホンを使い、どのくらい電圧が出力されているのか、実際にどのくらいの音が出ているのかを検証した。しかし、5.3.2 アンプのセクションで記述した通り、UEB-5261 だけでは、音が小さすぎて聞き取ることができなかった。この結果から、音を増幅する必要性が生じた。

私達は、増幅させるため、OPA344 という周波数を 100 倍に増幅するオペアンプを使用した。こ

のアンプの必要電圧が、2 ～ 5V であったため、単 3 電池 2 本と 3V 給電用のソケットを使い、アンプに 3V を与えた。私達は、事前に PC からパラメトリックスピーカーに音声を出し、どのくらい電圧でどれほどの音量がでるのかを検証した。PC の最大音量で、電圧は $\pm 1.5V$  以下の値を振幅していた。その結果をもとに、アンプから出力される電圧を、分圧によって調整し、 $\pm 1.5V$  ほどの値を出力するようにした。[14] すると、パラメトリックスピーカーから音を聞き取ることができた。しかし、まだ離れた位置からコミュニケーションをするというコンセプトの条件を満たすための音の大きさとしては、物足りなさを感じた。

そこで、更なる音量拡大を図るため、LM386 というオペアンプを用いた。OPA344 を使用する際は、OPA344 が付属された基板を使用したため、基板を作る際の電子回路の考案はする必要がなかったが、LM386 には元々完成された基板はなかったため、LM386 を利用した電子回路の考案をする必要があった。5.3.2 アンプのセクションで記述されているが、LM386 を使用する際に、必要であったものは、9V の電圧、マイクから出力、増幅された音声を出力する機器であった。(図 5.1 参照)

インターネット上にある様々な回路図を元に、LM386 増幅回路 ver.1 を作成した。ver.1 をオシロスコープによって、振幅を確認したところ、目に見える sin 状の波形ではなく、+ の値が途切れ、- の値だけの振幅になった。この状態では、音量は良くなったが、ノイズが酷くとても聞き取れるものではなかった。ver.1 のノイズの原因は、LM386 の入力電圧を確認していなかったためである。LM386 の入力電圧は $\pm 0.4V$  である。[9] ver.1 の結果から、マイクからの出力を分圧によって、 $\pm 0.4V$  以内に調整した LM386 増幅回路 ver.2 を作成した。そして、ver.2 の電圧を確認したところ、凹凸状の波形が確認された。この状態では、スピーカーからは音声すら出力されることができなかった。また、アンプの使用した数十分後にマイクの故障も確認された。まず波形の原因は、分圧をする際に GND へと繋ぐ回路が無限ループを作ったことによって発生した波形であった。そして、マイクの故障は、マイクへの過度な給電が原因となっていることが分かった。使用したマイクの入力電圧は 2 ～ 5V であったが、入力していた電圧は 9V であった。初めは、5V では音声が出ずに、試しに 9V にしてみたところ、音声スピーカーでも確認されたため、入力電圧の確認を怠ってしまった。そのため、過度な電圧がマイクにかかり、内部の線が焼き切れてしまい、音声が出なくなったのである。

ver.2 の結果から、分圧の利用をやめ、抵抗の大きくすることによって、マイクの出力を調整した LM386 増幅回路 ver.3 を作成した。そして、この ver.3 の電圧を確認したところ、より正常な波形が確認された。しかし、スピーカーで音声を確認することはできなかった。その原因は、適正なコンデンサの値を使用していなかったためであった。したがって、私達は LM386 の仕様書に載っていたサンプル回路図を元に、適正なコンデンサの値を  $10 \mu F$  から小さくしながら検証していった。[9] その際に、コンデンサの値が大きすぎたため、電流が多く流れ、LM386 使用不可にしてしまった。それらを繰り返すことにより、適正な値のコンデンサを発見することができた。

ver.3 の結果から、適正なコンデンサの値を与え、LM386 増幅回路 ver.4 を作成した。ver.4 では、正常な電圧の波形を確認でき、スピーカーでの十分な音声も確認したことによって、motto の話すモードの完成となった。

また、話すモードを使用する際は、対象に向き口元に右手を当て話すことで、頭につけたデバイスから声出力されることにより使用可能である。(図 5.2 参照)

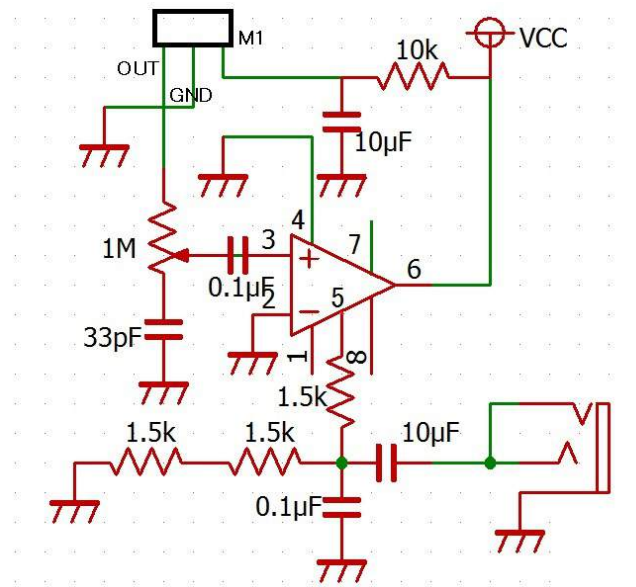


図 5.1 話すモード回路図

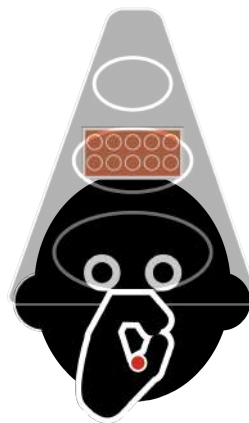


図 5.2 話すモード使用時

(※文責: 山口拓)

### 5.4.3 聞くモード

目的に到達するために、ウェアラブルデバイスやファッショナブルテクノロジーについての知識を増やし、人間の知覚についての理解を深め、デバイスを構築するための技術を習得する。

まず骨伝導スピーカーの材料としてエナメル線、ネオジム磁石、ミシン糸の芯、モノラルイヤホンを用意した。まずミシン糸をすべて取り外しミシン糸の芯のみの状態にし、エナメル線をミシン糸に巻いていくのだが、その際に注意すべきなのはエナメル線の両端を余らせることであった。最初はエナメル線 0.65mm を片道 1 回分巻いた。固定の手段は、ミシン糸にエナメル線を引っ掛けれる隙間をカッターナイフで作り、引っ掛けたところにセロハンテープを貼ることで固定した。巻き終えたら極端に余った部分を 5cm ほどの余りになるように切り、その後イヤホンを切断し導線部分を出現させ、コイルのエナメル線の両端を紙やすりで削っていった。これはエナメル線のコーティングを剥がし、イヤホンと繋いだときに電流が流れるようにするためである。次にイヤホンの導線とエナメル線の両端を繋ぐのだが、イヤホンから線が 2 つでていていずれの線に、エナメル線の両端を接続する。当初は接続方法をセロハンテープを貼ることで固定していたが、それではイヤホンの線とエナメル線が取れやすく、またコイルに電流が流れていなかったの、はんだを用いて接続し、その上からセロハンテープを巻きつけた。そしてミシン糸の芯にネオジム磁石を両面テープで貼った。これで骨伝導スピーカーの完成となるはずだったが、実際にパソコンに骨伝導スピーカーを繋いでみたところ、音が全くならなかった。

原因究明のためにインターネットを使って調べたところ、まず第一にパソコンのイヤホンジャックがモノラル対応ではないのではないかという点に気づいた。もうひとつ気づいたところとして、イヤホン側導線にもコーティングが施されていて、電流が流れていないのではないかという問題であった。そこでステレオイヤホンを購入し、ステレオイヤホンの導線部分を出現させた後、導線部分のコーティングを剥がすために紙やすりをかけるが、導線がとても細く切れてしまうので、ライターで表面のコーティングを溶かしてみた。しかしそれでもうまくいかないので、イヤホンの先端部分を分解し、導線のコーティングが元々剥がれているところを取り出しコイルと接続した。骨伝導スピーカーを直接耳に当ててみると微かに音が聞こえた気がしたので、紙コップの底に骨伝導スピーカーの磁石部分を当てて、紙コップを耳に当ててみると確かに音がなっているのがわかった。ただ、パソコン側の音量をマックスにしても紙コップからでている音はとても小さかったので、骨伝導スピーカーとしては全く作用しなかった。そこで次はコイル側の改良に移った。

コイルの改良に移るにあたって、まずコイルの巻き数を増やし、より丁寧に巻いてみた。ミシン糸の芯を用意しエナメル線 0.35mm を 1 往復半巻いたが、音量に変化は見えなかった。次に鉄心を入れてみることにした。鉄心は金属製のボルトを使用した。多少は音量が大きくなったが効果観面とはならなかった。最後にコイルに流れる電流の量を増やすことにした。どのように増やすかというと、音量が大きくなれば自然と電流が増えるのだが、パソコンの音量はマックスになってこれ以上音量を大きくする手段が無かった。何かいい方法がないかとインターネットで調べていたところ、100 円ショップにボリュームアンプというものが売っているとわかったのでそれを購入した。購入したのはいいものの、そのボリュームアンプはモノラル仕様だったので、モノラルジャックをステレオジャックに変換するものを買って、さらに骨伝導スピーカーをモノラル仕様にするので、ボリュームアンプをパソコンに繋ぐことを可能とした。そして実際にパソコンにつないで見たところ、骨伝導スピーカーのみで大音量を出すことが可能となった。

そして話すモードと同じ構造のマイクを作り、ボリュームアンプ、骨伝導スピーカーの順でマイクに繋ぎ、マイクで拾った音が十分な音量として骨伝導スピーカーから出るのを確認し、聞くモー

future body

ドの完成とした。

また、聞くモードを使用する際は、右手を右耳に当てることで骨伝導スピーカーから聞きたい音声を聞くことを可能とした。（図 5.3 参照）

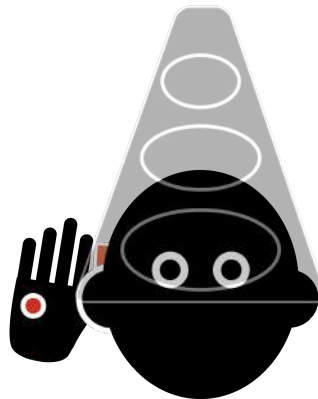


図 5.3 聞くモード使用時

（※文責: 山下大貴）

## 5.5 フューチャーシナリオ

私たちはこの装置について二つの使用シーンを想定している。まず第一に、雑踏のなかで相手の声が聞きづらい場面での使用を目的とする。雑踏の中では大声を出して人を呼んだりするには恥ずかしく、また仮に声を出したとしてもぎわぎわしていて相手の声が聞き取りづらい。そのような場面でこのデバイスを使うことによって、周りに迷惑をかけずクリアな会話を実現できるのではないかと考えている。二つ目の使用シーンは遠方にいる相手との会話を想定している。例えば野球場の端から端など、大声をだしても相手に声が届くかわからない状況で、音に指向性を持たせることによってより遠くに届くのではないかと考えている。（図 5.4, 5.5 参照）

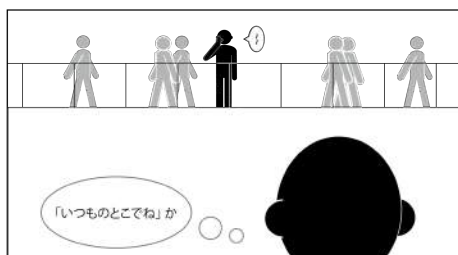


図 5.4 フューチャーシナリオ 1

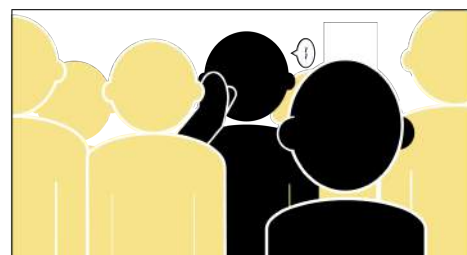


図 5.5 フューチャーシナリオ 2

（※文責: 山下大貴）

## 第 6 章 成果発表

### 6.1 成果物

後期の成果物として、ウェアラブルデバイスの motto, グループポスター 2 枚, パネル, PV を作成した。グループポスターは、前期と同様に一目で分かることを特に注意し制作した。会話がしづらい中での仕草や、システム、使用場面など言葉だけでは伝わりづらい部分を絵で表すことで視覚的にわかりやすく工夫した。この時、指向性の説明、使用前と使用後の変化をどのように表現すれば理解されやすいのかが苦労した。また、発表形式がポスターセッションであったためポスター本文に英訳をつけ作成した。(図 6.1, 6.2 参照)

パネルは、グループ毎に作成をした。パネルには自分のグループが作成したデバイスを装着した人物を大きく描き、上部にデバイスの名前を入れている。縦 199cm, 横 118.5cm のダンボールの両面をアクリル絵の具で黒く塗り、プロジェクターで下書きを投影しながら白インクのマッキーで人物や名前を手書きした。(図 6.3 参照) このパネルを作成した目的は、インパクトのある会場を作り出し他のプロジェクトと差をつけたいと考えたからである。

PV は、他の人に作品の使用シーンや使用イメージがしてもらいやすいよう作成をした。絵コンテからシナリオの案を複数出し、どれが一番伝わりやすいかを基準とし選び出した。PV のストーリーとして、最初にデバイスの全体を映して機能などを説明し、その後実際に人が使っているところを映し使用する時の動作などの使い方を示した。次は、使用シーンとして公立はこだて未来大学 2 階のプロジェクトスペースと 1 階のアトリエ間で会話をするシーンを用いた。全体で約 2 分の動画となっている。

リーダー 山下 大貴  
YAMASHITA DAIKI

メンバー 山口 拓  
YAMAGUCHI TAKU

メンバー 中村 水香  
NAKAMURA MIKA

制作委員 岡本 誠  
OKAMOTO MAKOTO

制作委員 佐藤 直行  
SATO NAOKYU

制作委員 伊藤 精英  
ITO KENRYU

制作委員 竹川 佳成  
TAKEGAWA YOSHINARI

制作委員 桜沢 繁  
SHIBAZAWA SHIGERU

# motto

## 仕草が生み出す新しい会話のかたち



### 会話がしづらい時の仕草に着目

The action when it is hard to do a conversation

人は声が聞き取りづらい時は耳に手を添えてよく聞こうとし、遠くの人に向けて話す時は口の横に手をあてて大きな声を出す。このような会話をする中での動作に着目し、各動作で聴きたい声をより聴きやすく、遠くの人に声を届けやすくするウェアラブルデバイスを提案し、会話のしづさを解消しようと考えた。

When difficult listening voice, people attempt to attach a hand to ear and listen. In addition, when speak to people far away, people attempt to attach a hand beside a mouth and speak in a loud voice. We have proposed the wearable device which made it easy to hear a voice, and sent a voice to the far-off person by each action.



### どこでももっと聞きたい、話したい

Anywhere we want more to listen and talk

mottoは、会話がしづらい場面の円滑なコミュニケーションを可能とするウェアラブルデバイスである。対象に声が届きづらい、聞きづらい場面で各動作をすると、近くで会話しているかのようにコミュニケーションがとれる。携帯電話とは違い手間がかからず、糸電話とは違い一人がデバイスを装着するだけでよい。

This device is wearable device that enables a smooth communication at the scene that is difficult to have a conversation. We can communicate with the action when it's difficult for us to speak and listen. It doesn't have a trouble unlike mobile phone, and each person don't have to attach the device unlike thread phone have to do it.

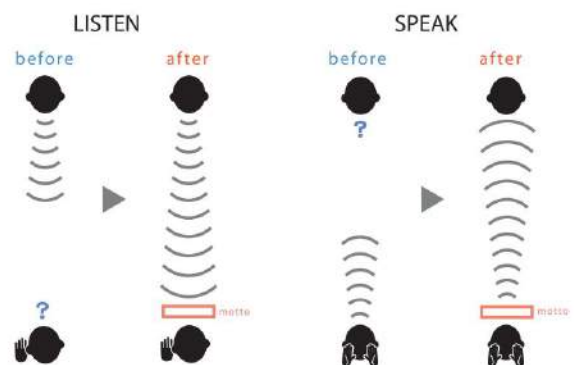


図 6.1 ポスター 1

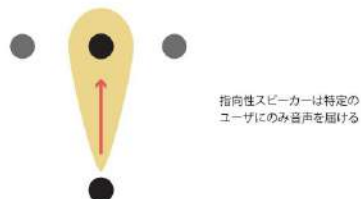
## システム

### System

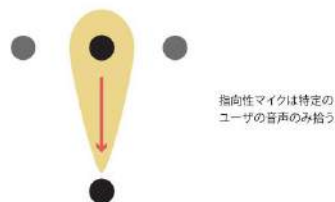
このデバイスは話すモードと聞くモードがある。話すモードは、拡声器のように対象を無差別にせず、話す相手にのみ声を届けるようにするため指向性のスピーカーを用いる。また、聞くモードは、聞きたい対象の音声のみを拾うために指向性のマイクを、周囲の音を同時に聞けるよう骨伝導スピーカーを用いる。なお、それぞれのモードで使用するマイクはArduino等を使っていない。

The device has the talked mode and listened mode. The directivity speaker is used for the talked mode in order to send a voice to only the talking partner without doing a target like a carrying voice indiscriminately. Directivity microphone and bone conduction speaker are used for the listened mode in order to listen a target voice and listen to sounds around user at the same time. In addition, mike to use with each mode does not use Arduino.

### SPEAK



### LISTEN



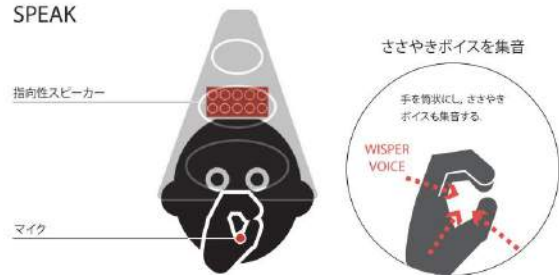
## 使い方

### How to use

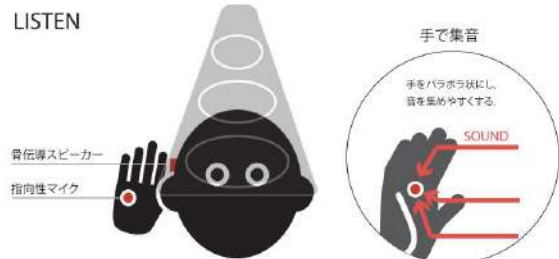
話す時は、対象に向き口元に右手を当て話すことで、頭につけたデバイスから声が出される。より聞きたいときは、右手を右耳に当てることで骨伝導スピーカーから聞くことができる。これは、自身のみがデバイスをつけていれば会話が可能である。

Talking a voice is outputted by the device which we attached to the head when we speak towards a target while putting the right hand on the mouse. When we want to listen it more, we can listen it from a bone conduction speaker by putting the right hand on the right ear. If only own attaches a device, as for this, a conversation is possible.

### SPEAK



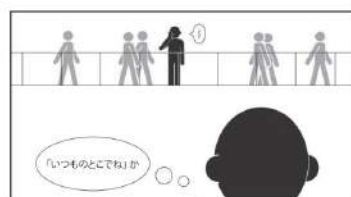
### LISTEN



## フューチャーシナリオ

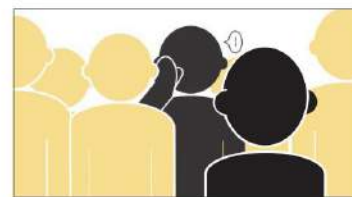
### Future scenario

使用場面として、例えばはこだて未来大学の2,3階間など遠距離間での会話や、雑踏の中で相手の声が聞きづらい場面での使用を目的とする。



遠距離での使用

As used scene, for example, conversation and in long distance such as between the second and the third floors of Future University Hakodate. Also, the scene which is hard to hear the voice of the partner for me including the crowd.



雑踏中での使用

## 今後の展望

### Future prospects

マイクの向きが対象にちゃんと向いているかわかりづらいため、わかりやすくする工夫をする。また現段階では、今のマイクでは雑音を多く拾ってしまい屋内でのみ使用可能となっているため、屋外での使用を考慮した設計にする。

The device difficult to understand that we are facing the target because this device will be improved in an easy-to-understand, it is plain and does a laborer doing it. In addition, microphone picks up a lot of noises at this stage and does it for the design that considered the use the outdoors only indoors because it becomes available.



マイクが対象に向いているかをわかりやすく



屋外での使用を可能に

図 6.2 ポスター 2

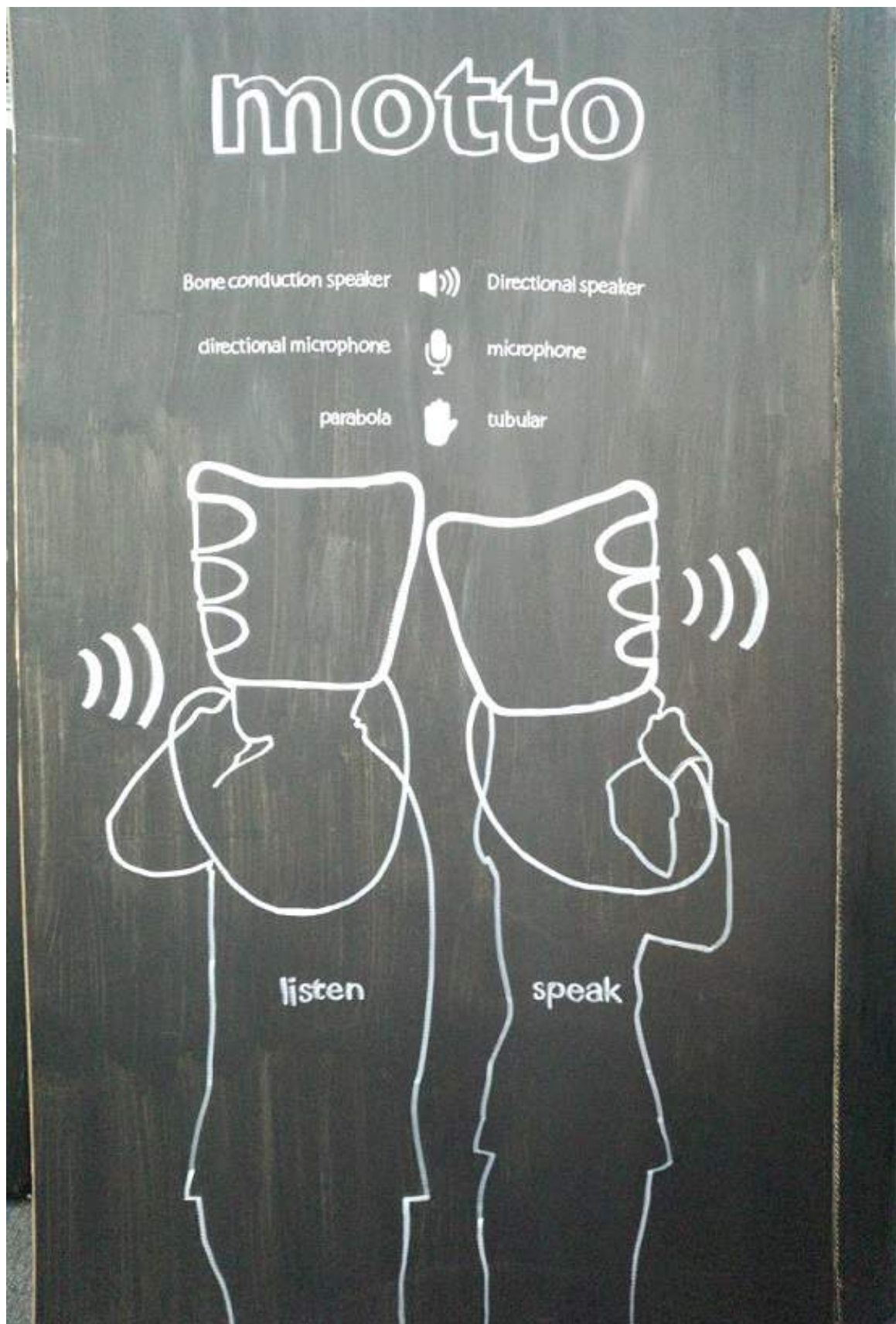


図 6.3 パネル

(※文責: 中村水香)

## 6.2 発表

発表場所は、公立はこだて未来大学 3 階ミュージアムの入り口から向かって右半分を使用し、発表を行った。中からガラス側に向かってプロジェクターを使用し、スライドを映し、右の壁側に 3 班の発表スペースを作成した。その中で、C 班の発表スペースは正面から向かって左のスペースを使用した。各班とも、段ボールで作成した巨大パネルとポスターを設置し、照明を暗くし、作品が目立つようにライトアップさせた。(図 6.4 参照)

発表の全体の流れは、プロジェクトの全体説明 (2 分) → 各班の発表 (各 3 分 × 3 = 9 分) → 質問タイムという流れで進めていった。C 班の発表の順番は、C 班が 3 人であることと、中村と山口が後半のみ発表のプロジェクトを評価しに行かなければならないことを考慮し、1, 2 回目が中村、3, 4 回目が山口、5, 6 回目が山下の順で発表を行った。また、全 6 回の発表があるうち、各班に平等にプロジェクトの全体説明の役が行き渡るように、1 回目は A 班から 1 人、2 回目は B 班から 1 人、3 回目は C 班から 1 人、... , 6 回目は C 班から 1 人となるように順番に役を回していった。そこで、C 班では、3 回目の全体説明を山口が、6 回目の全体説明を山下が行った。

発表の内容は、ポスターを利用した motto の背景、コンセプト、仕様、使い方、フューチャーシナリオ、実演、今後の展望の順番の形で説明していった。実演以外の項目では、各々が自分の言葉で説明していく自由な形で、発表することを設計し、本番ではそれが個々のプレゼンの持ち味を上手く発揮することができた。実演はマネキンの頭に装置を付け、手袋のマイクから音を直接パラメトリックスピーカーから出し、体感してもらう形とした。しかし、1 回目の発表直前にパラメトリックスピーカーの配線が切れていたことが発覚し、1, 2 回目の発表は実演することができなかった。その後、配線を直し、音が出るかマイクから出てるか確認すると、音は出るがマイクから音声が出ていないことがわかった。対策として、両端が凸のイヤホンジャックを用いて、PC からの音をスピーカーで出し、motto の完成品を体感してもらうのではなく、指向性のスピーカーを体感してもらい、これを用いて作りたいものをイメージしてもらう形に変更した。

このような結果から、私達は発表を通じて、motto の壊れにくさ、完成度を高くする必要性を感じた。



図 6.4 最終発表風景

(※文責: 山口拓)

## 6.3 評価

今回の発表を評価してくれた人数は計 61 人であった。

(※文責: 山下大貴)

### 6.3.1 背景

私たちは発表の際に評価シートというものを用意し、聴衆に発表技術と発表内容それぞれについて、満点を 10 点とした点数と思ったことを書いてもらい、それを発表の最後に集め、今後のプロジェクト学習課外発表会に向けての参考とした。

(※文責: 山下大貴)

### 6.3.2 全体評価

全体の評価結果として、発表技術の平均点数が 7.7 で、良かったコメントとして、実物があってわかりやすかった、スッキリしたプレゼンで良かったなどのコメントをもらった。悪かったコメントとして、声が聞き取りづらかった、語彙の説明が足りなかったなどの意見があった。

発表内容の平均点数は 7.9 で、良かったコメントとして、成果物に発展性があるなどのコメントをもらった。またどのグループもわかりやすかったとのコメントが多数あった。

(※文責: 山下大貴)

### 6.3.3 C グループ評価

発表技術面では 1 つのコメントしかもらえていないが、発表内容は今後の参考になる多数の意見をいただいた。

- 良かったコメント
  - － 遠くの人と話をするときの人間の仕草と motto の機能が合致している
  - － 普段の仕草に着目して人と人とのコミュニケーションを測ることができ面白い
- 悪かったコメント
  - － 頭にスピーカーが付いているので、かぶってる向きによってはスピーカーがどこに向いているかわかりづらい
  - － 手のひらについたマイクの向きがどちらに向いているかわかりづらい

私達は上記のような意見をいただき、問題を解決したり、更なる機能の向上を図ることにより使用範囲を広げることができる可能性を感じた。

(※文責: 山下大貴)

## 参考文献

- [1] 寺北明久, 生体高分子機能学 II 研究室 (タンパク質機能学), 大阪市立大学, <http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/mphys/>, 2014/7/23 アクセス.
- [2] まちゃ, コウモリ有能力, 生き物の不思議な世界, <http://www.iszkakk.net/koumori.html>, 2014/7/23 アクセス.
- [3] FTDIchip, Virtual COM Port Drivers, <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>, 2014/7/23 アクセス.
- [4] ARDUINO, Getting Started w/ LilyPad Arduino on Windows, <http://arduino.cc/en/Guide/LilyPadWindows>, 2014/7/23 アクセス.
- [5] Getting Started with the LilyPad MP3 Player, sparkfun, <https://learn.sparkfun.com/tutorials/getting-started-with-the-lilypad-mp3-player/introduction>, 2014/7/23 アクセス.
- [6] 日本セラミック株式会社, パラメトリックスピーカー, <http://www.nicera.co.jp/pro/ut/ut-04.html>, 2014/12/22 アクセス.
- [7] 秋月電子, パラメトリック・スピーカー・キット説明書, [http://akizukidenshi.com/download/k2617\\_manual.pdf](http://akizukidenshi.com/download/k2617_manual.pdf), 2014/12/21 アクセス.
- [8] Genx Beats, マイクレベルとラインレベルの違い, <http://genxbeats.com/post/id/mic-level-and-line-level>, 2014/12/19 アクセス.
- [9] ナショナルセミコンダクター・ジャパン株式会社, LM386 低電圧オーディオ・パワーアンプ, <http://www.tij.co.jp/jp/lit/ds/symlink/lm386.pdf>, 2014/12/19 アクセス.
- [10] DB products Limited, SPECIFICATIONS SHEET, DB - C9767, <http://akizukidenshi.com/download/ds/db/C9767BB422LFP.pdf>, 2014/12/24 アクセス.
- [11] 株式会社 フォーリーフ, ハイスpekコンデンサーマイクロホン, UEB-5261, <http://www.four-leaf-mic.com/datasheet/UEB-5261spec.pdf>, 2014/12/24 アクセス.
- [12] muRata 村田製作所, コイルとは?, <http://www.murata.co.jp/elekids/compo/inductor/index.html>, 2014/12/24 アクセス.
- [13] ゴールデンダンス株式会社, 骨伝導のしくみ, <http://www.goldendance.co.jp/boneconduct/01.html>, 2014/12/24 アクセス.
- [14] 電子回路設計の基礎 -わかりやすい! 入門サイト, 抵抗分圧回路, <http://www.kairo-nyumon.com/index.html>, 2014/12/22 アクセス.