# 公立はこだて未来大学 2021 年度 システム情報科学実習
# グループ報告書

**Future University-Hakodate 2021 System Information Science Practice**

**Group Report**

## プロジェクト名

サファリプロジェクト

## Project Name

Safari Project

## グループ名

グループ B

## Group Name

Group B

**プロジェクト番号/Project No.**

16-B

## プロジェクトリーダ/Project Leader

迫田海斗　Kaito Sakoda

## グループリーダ/Group Leader

鈴木宏好　Hiroyoshi Suzuki

## グループメンバ/Group Member

笹和輝　Kazuki Sasa
品田祐甫　Yusuke Shinada
若井柚里　Yuri Wakai
増田初音　Hatsune Masuda

## 指導教員

岡本誠　佐藤直行　伊藤精英　竹川佳成　塚田浩二

## Advisor

Makoto Okamoto　Naoyuki Sato　Kiyohide Ito　Yoshinari Takegawa　Koji Tsukada

## 提出日

2022 年 1 月 19 日

## Date of Submission

January 19, 2022

# 概要

現代社会において、動物園やサファリパークは生き物と直接触れ合える最も身近な場所となっている。サファリプロジェクトは、ICT を用いて、人と動物の新たな関係性を構築することを目的としている。
前期では、人と動物がともに幸せになれること、ユーザーが楽しめる成果物を製作することを根底に置き、活動した。まず、サファリパークや動物についての知識が不足していたため、先行事例などの調査を行った。その後、サファリパークとの中継を通し、サファリパークの規模感や問題点を共有した。これらの情報を活用してアイデア出しを繰り返し行い、コンセプトの案をいくつか決定した。
後期では、前期に決定したコンセプト案の中から、一つのアイデアに決定した。その内容は、ゾウの鼻を模したデバイスを装着することで、動物の気持ちを考えるきっかけを作るというものである。このデバイスを実現させるにあたり、手動で鼻を動かすタイプと M5StickC というマイコンを用いて鼻の動きを制御するタイプの 2 種類を制作した。それぞれのデバイスに対して、耐久性や装着者への負担などの問題点があがった。
今後の課題として、手動タイプは子供でも簡単に操作できるようにすることがあげられる。また、M5StickC タイプでは、デバイスの軽量化や耐久性を向上させ、無線による操作をより簡単に行うことが必要である。

**キーワード**　サファリパーク, ICT, 新たな関係性, 幸せ, ゾウの鼻

（※文責: 増田初音）

# Abstract

In the modern society, zoos and safari parks are the nearest places people contact animals face-to-face. The goal of Safari project is building a new relationship between people and animals.
In the first semester, we did this project activity, keeping happiness for people and animals and creating an enjoyable product for users in mind. First, we searched for precedent cases because we lack knowledge of safari parks and animals. After that, through relays from Fuji Safari Park, we had an experience like visiting the park, and shared some problems with the park. From this information, we came up with ideas repeatedly, and decided on some concept ideas.
In the second semester, we decided on one of the concept ideas which we decided in the first semester. The idea is to create opportunities to think about the emotions of animals by wearing the device like a nose of an elephant. We created two types, one is controlling the device with hands, the other is with microcomputers called M5StickC. There were some problems like low endurance and burdens for people wearing the device for each type.
For future tasks, we will make it easy for children to control with their hands. Also, it is needed to enhance endurance and reduce the weight of the device, and make it easy to control with M5StickC.

**Keyword** Safari park, ICT, New relationship, Happiness, a nose of a elephant

（※文責: 増田初音）

# 目次

**第 1 章　プロジェクトの背景と目的　1**

**第 2 章　事前調査　2**

2.1　調査概要 . . . . . 2

2.2　サファリパークの調査 . . . . . 2

2.2.1　サファリパークの調査目的 . . . . . 2

2.2.2　サファリパークの調査結果 . . . . . 2

2.3　先行事例調査 . . . . . 3

2.3.1　先行事例の調査目的 . . . . . 3

2.3.2　先行事例の調査結果 . . . . . 3

**第 3 章　技術習得　4**

3.1　スケッチ道場 . . . . . 4

3.2　電子工作道場 . . . . . 4

3.3　M5StickC . . . . . 4

3.3.1　概要 . . . . . 4

3.3.2　加速度センサ . . . . . 4

3.3.3　Bluetooth . . . . . 5

3.4　Arduino . . . . . 5

3.5　曲げセンサ . . . . . 6

3.6　モーター . . . . . 6

3.6.1　概要 . . . . . 6

3.6.2　180° サーボモーター . . . . . 6

3.6.3　ステッピングモーター . . . . . 6

3.6.4　360° サーボモーター . . . . . 7

3.7　レーザーカッター . . . . . 7

3.7.1　講習 . . . . . 7

3.7.2　MDF の加工 . . . . . 7

3.8　設計 . . . . . 7

**第 4 章　富士サファリパークとの交流　8**

4.1　交流の概要 . . . . . 8

4.2　顔合わせ . . . . . 8

4.2.1　概要 . . . . . 8

4.2.2　事前調査した内容の発表 . . . . . 8

4.2.3　サファリパークの説明 . . . . . 8

4.2.4　質疑応答 . . . . . 9

4.2.5　要望調査 . . . . . 9

4.3 中継システムを用いた中継テスト . . . . . 9
4.4 中継本番 . . . . . 9
4.5 後期での活動 . . . . . 10

**第 5 章 アイデア出し 11**
5.1 アイデアスケッチ . . . . . 11
5.2 ラベリング . . . . . 11
5.3 コンセプト案 . . . . . 11
5.3.1 概要 . . . . . 11
5.3.2 サファリの拡張 . . . . . 11
5.3.3 疑似的な体験 . . . . . 12
5.3.4 環境の更なる向上 . . . . . 12
5.3.5 決定までの経緯 . . . . . 12
5.3.6 コンセプトシート作成 . . . . . 12

**第 6 章 最終成果物 14**
6.1 概要 . . . . . 14
6.2 プロトタイプ . . . . . 14
6.2.1 紙コップ . . . . . 14
6.2.2 ロボットアーム . . . . . 15
6.2.3 バイオメタル . . . . . 16
6.2.4 蛇腹状チューブ . . . . . 16
6.3 ゾウの鼻のおもちゃによる着け心地調査 . . . . . 17
6.4 M5StickC ver. . . . . 18
6.4.1 概要 . . . . . 18
6.4.2 M5StickC を用いた理由 . . . . . 18
6.4.3 実装方法 . . . . . 19
6.4.4 組み立てにおける工夫 . . . . . 20
6.5 手動 ver. . . . . 20
6.5.1 鼻部分の概要 . . . . . 21
6.5.2 ヘッドギア部分の概要 . . . . . 21
6.5.3 ハンドル部分の概要 . . . . . 22
6.5.4 機構と動作の仕組み . . . . . 22
6.5.5 外観とデザイン . . . . . 22
6.5.6 グループメンバーによる試用 . . . . . 22
6.5.7 問題点 . . . . . 23

**第 7 章 今後の計画 24**
7.1 後期の計画 . . . . . 24
7.2 中間発表のフィードバック . . . . . 24
7.3 最終成果発表のフィードバック . . . . . 24
7.4 今後の展望と課題 . . . . . 25

**付録 A　相互評価** **27**
A.1　鈴木宏好 . . . . . 27
A.2　笹和輝 . . . . . 28
A.3　品田祐甫 . . . . . 28
A.4　若井柚里 . . . . . 29
A.5　増田初音 . . . . . 30

**参考文献** **32**

# 第 1 章　プロジェクトの背景と目的

現代社会では、都会に住む人々が増えたことにより、日常生活の中で自然や動物と触れ合う機会は減少した。このような社会では、人々にとって動物園やサファリパークは生き物を観察できる最も身近な場所となっている。

本プロジェクトは、2018 年に富士サファリパークの方が興味を持ったことをきっかけとして、発足された。富士サファリパークの協力のもと、ICT を用いて能動的な学び/エデュテイメントを実現しながら、人と動物の新たな関係を構築することを目的とし活動している。

（※文責: 若井柚里）

# 第 2 章　事前調査

## 2.1　調査概要

プロジェクト開始当初、メンバーの動物に対する見解や知識は微々たるものであった。このような現状を考慮し、まずはじめに事前調査を行った。調査結果をもとに、動物に対する知識を深めた。そして、後に行われたアイデア出しや富士サファリパークの方々との話し合いでの参考となった。

（※文責: 笹和輝）

## 2.2　サファリパークの調査

### 2.2.1　サファリパークの調査目的

メンバーは実際にサファリパークを訪れたことがなく、サファリパークに対しての理解が十分に得られていなかった。そこで、インターネットや書籍上からサファリパークについての情報を収集し、発表することとした。

（※文責: 笹和輝）

### 2.2.2　サファリパークの調査結果

はじめに、本グループとは異なる４つのグループに分かれ、グループごとにトピックを決めて調査をした。トピックは動物園とサファリパークの違い・歴史、富士サファリパークの動物の生態、海外の動物園・サファリパーク、動物に関する取り組みの事例の４つであった。

動物園とサファリパークの違い・歴史について調べたグループは、富士サファリパークと上野動物園の比較によって、違いを例示した。また、「サファリ」の語源や動物園の形態の変遷なども調査した。これらの調査を通して、現代のサファリパークや動物園における「種の保存」の重要性を提示した。

富士サファリパークにいる動物の生態について調べたグループは、複数の動物について生息地や習性を詳細に調べた。また、野生での生息地が異なる動物が一か所にまとまっていることに対して、どのような工夫がなされているのかという疑問を提示した。

海外の動物園・サファリパークについて調べたグループは、海外のサファリパークや動物園を複数例示した。日本と海外のサファリパークや動物園を比較することで、共通点や違いを提示した。

動物に関する取り組みの事例について調べたグループは、主に動物に ICT を用いた事例を調べた。また、現代の動物園やサファリパークにおいて重要な「環境エンリッチメント」というキーワードを提示した。

（※文責: 笹和輝）

## 2.3 先行事例調査

### 2.3.1 先行事例の調査目的

成果物のアイデアを考えるにあたって、先行事例や取り組みを参考にすることを重視した。そこで、各メンバーが動物に関する先行事例を、書籍や論文、インターネットから収集し、発表を行った。先行事例を共有することでメンバーのアイデアの参考になった。

（※文責: 笹和輝）

### 2.3.2 先行事例の調査結果

先行事例の調査は２回にわたって行われた。15 人のメンバーが各回３つ以上の先行事例を調べ、累計で約 100 個の先行事例がプロジェクト内で共有された。また、先行事例の調べ方にもメンバーごとの特徴が見られた。取り上げられた事例や取り組みには、ICT に関する事例、サファリパーク内の動物の環境に対する取り組み、アーティスティックな事例があった。

ICT に関する事例では、犬や猫の気持ちをスマートフォンに表示してコミュニケーションを取る [1] プロジェクトがあった。このプロジェクトでは行動解析センサを用いて犬や猫の行動を分析し、その行動を気持ちとして表した。

サファリパーク内の動物の環境に対する取り組みでは、展示飼育下キリンの行動発言と来訪者数の関係 [2] があった。この取り組みでは、警戒心が強いとされるキリンを対象に、展示キリンの行動は来訪者数によって変化するかを調べた。その結果、展示キリンは来訪者が増加すると菜食行動がネガティブな方向に変化した。その一方で、来訪者が増加すると活動的行動が増加した。

アーティスティックな事例では、ホログラムを用いたサーカス [3] があった。この事例では、ドイツで活動している「サーカス・ロンカリ」がホログラムの動物を映し出し、曲芸を行った。この事例の背景には、サーカスが野生動物たちを虐待しているという批難の声があった。

調べた先行事例を発表する際には、担当教員も同席し、様々な視点から意見をいただいた。

（※文責: 笹和輝）

# 第 3 章　技術習得

## 3.1　スケッチ道場

担当教員である岡本先生の指導のもと、スケッチ道場を行った。はじめに、フリーハンドで直線、三角形、円を描く練習をした。続いて、練習した三つの図形のみを用い、似顔絵や全身の絵を描いた。また、用いる図形を制限せずに、ゾウの頭蓋骨の模型をスケッチした。対象をよく観察し、特徴を捉えることの大切さを学んだ。また、スケッチの経験がほぼないメンバーが持つ、スケッチに対する抵抗感を薄めることができた。

（※文責: 増田初音）

## 3.2　電子工作道場

担当教員である塚田先生と竹川先生の指導のもと、電子工作道場を行う予定である。アイデアで活用できそうなセンサや、メンバーが使用してみたいセンサを実際に触れてみる。センサの基本的な使い方や、センサを用いて何ができるのかを学ぶ。

（※文責: 増田初音）

## 3.3　M5StickC

### 3.3.1　概要

M5StickC とは、ESP32 を搭載した小型のマイクロコンピュータである。6 軸センサ (3 軸加速度センサ +3 軸ジャイロセンサ) や温度センサなど複数のセンサやバッテリーを内蔵している。LCD や赤色 LED、マイクロフォン、電源ボタンを含む 3 つのボタンなども搭載している。また、無線通信にも対応しており、適切なライブラリをインポートすることで、Bluetooth を用いた通信を行うことができる。開発には、python や C 言語、C++ などの言語を使うことができるが、今回のプロジェクトでは、Arduino IDE を使用し C 言語を用いて開発した。M5StickC 用のライブラリ M5StickC.h をインクルードして開発を進めた。

（※文責: 増田初音）

### 3.3.2　加速度センサ

M5StickC には 3 軸の加速度センサが搭載されており、M5StickC の加速度を取得することができる。LCD を上にして縦方向に置いたとき、左右方向を x 軸、上下方向が y 軸、LCD と垂直方向が z 軸となっている。void getAccelData(float ax, float ay, float az); という関数を用いて、ax に x 軸、ay に y 軸、az に z 軸の加速度が記録される。この関数を loop 関数の中で使うことで、ほぼリアルタイムの加速度を取得することができる。また、M5.Imu.Init(); という関数を用いること

で、初期化することができる。この加速度センサを用いて、M5StickC の動きを読み取り、鼻の動きを操作するコントローラーとした。加速度センサは 3 軸あるが、今回使用したのは x 軸と y 軸の 2 軸である。x 軸のプラス方向で上に向き、マイナス方向に動かすことで下に向く。また、y 軸のプラス方向に動かすと左に向き、マイナス方向に動かすと左に向くようにした。

（※文責: 増田初音）

### 3.3.3 Bluetooth

M5StickC では、BluetoothSerial.h というライブラリをインポートすることで、Bluetooth でのシリアル通信を行うことができる。このようなシリアル通信を行うために SPP をデバイスに実装する必要がある。そのためのライブラリが上述した BluetoothSerial.h である。IT 用語辞典 e-Words によると、「SPP とは、Bluetooth で機器の種類ごとに定義された通信規約である Bluetooth プロファイルの一つで、Bluetooth をシリアルポートのように使って低水準のデータ送受信をするための手順を定義したもの」である。Bluetooth シリアルと呼ばれる仮想のシリアルモニタを使ってデータをやり取りするための手順書のようなものであり、この機能が初めから搭載されていない機器で使うときに利用されるものである。BluetoothSerial.h をインクルードしたら、BluetoothSerial を定義し、Bluetooth 通信を始める。始めたのち、BluetoothSerial のデバイスを PC とペアリングさせた。Bluetooth.begin(“String”); で渡した String が Bluetooth 通信を行っているデバイス名として、パソコン上に表示される。BluetoothSerial のデバイスとパソコンを接続したのち、BluetoothSerial の仮想シリアルが何番のポートに割り振られているかを確認する。Arduino IDE のシリアルモニタや Tera Term で確認したポートを指定することで、どのようなデータの送受信が行われているのかを確認することができる。今回は、PC を介さず、M5StickC 同士を直接つないだ。その際、片方の M5StickC の Bluetooth 用の MAC アドレスを取得し、もう片方のプログラムの中に、取得した MAC アドレスを参照するようにして、パソコンにつなげることなく M5StickC 同士で直接通信させることができた。通信では、文字列を送受信し、受け取った文字列をもとに分岐するようなプログラムを作成した。

（※文責: 増田初音）

## 3.4 Arduino

Arduino とはワンボードマイコンの一種である。I/O ポートを備えており、センサ類やアクチュエーターを追加して、インタラクティブな装置として使うことができる。Arduino ならば様々なセンサを導入でき、デバイス製作に向いていると考えた。なので、まず、M5StickC ver を製作する際に Arduino を用いてサーボモーターなどを追加することによって象の鼻型デバイスを電子的に動かそうと考えた。だが、Arduino のサイズ自体が大きく頭に装着する時に邪魔になりえると考え、不適切であった。また、Arduino とデバイスをジャンパワイヤで繋いで実装すると装着感が悪くなると考え無線で実装しようと考えた。そこで、別に Bluetooth ドングルを購入し、Bluetooth を用いて無線で Arduino につながっているサーボモーターなどのセンサ類を動かそうと試行したが、実装難易度が高く上手く導入することができなかった。このように、様々な要因から Arduino を用いてデバイスを開発することを断念した。

（※文責: 品田祐甫）

## 3.5　曲げセンサ

象の鼻型デバイスを無線で操作するためのコントローラーとして、曲げセンサを利用しようと試みた。曲げセンサとは、縦長型の物体を曲げることで抵抗値が増えるというセンサである。この曲げセンサを手袋の指部分に４つ装着することによって、人差し指を曲げれば鼻を上に、中指を曲げれば鼻を下に、といった風に上下左右に直感的に操作しようと構想した。曲げセンサ単体での作動はできた。だが、その曲げセンサを用いて手袋型のコントローラーを製作するには、Arduino と曲げセンサを繋げるジャンパワイヤの配線、コントローラーのデザイン、ソースコード作成など様々な要因によって製作は難しいと考えた。よって、曲げセンサを用いたコントローラーの製作は断念した。

（※文責: 品田祐甫）

## 3.6　モーター

### 3.6.1　概要

象の鼻型デバイスを操作する方法として、糸巻き装置の仕組みを用いることによって鼻を伸縮させようと考えた。糸巻き装置を実現するためにボビンをモーターの先に取り付け糸を巻くという構造を考えた。その装置に用いるモーターを３種類試した。

（※文責: 品田祐甫）

### 3.6.2　180°サーボモーター

まず、1 つ目が 180°サーボモーターである。小型かつある程度の力はあり回転スピードは速かったが可動範囲が 180°だと糸を巻き取るには不適切であった。なので、180°サーボモーターは不採用となった。

（※文責: 品田祐甫）

### 3.6.3　ステッピングモーター

２つ目がステッピングモーターである。ステッピングモーターはパルス信号で簡単に制御可能であり、細かく正確に位置を指定することに長けている。また、小型かつ高トルクであるので糸によって象の鼻型デバイスを引っ張るのにも適していると考えた。実装当初は容易に糸を巻き取ることができたのでステッピングモーターを用いてプロトタイプを製作しようとした。だが、購入したステッピングモーターが安価だったためか、巻き取る力は強いが回転スピードが遅かった。デバイスを直感的かつ、レスポンスを速く操作するには不適切だったのでステッピングモーターは不採用となった。

（※文責: 品田祐甫）

### 3.6.4　360°サーボモーター

３つ目が 360°サーボモーターである。前述の試行と失敗より回転が速いのはサーボモーター、可動範囲が広く自由度が高いのはステッピングモーターだと学習した。それにより、サーボモーターでありながら可動範囲が広いモーターはないかと探し、見つかったのがこのモーターである。このモーターは小型かつ可動範囲が 360°であり、回転スピードが速いので象の鼻型デバイスには適しているものであった。また、実際にプロトタイプを作成し、それに糸を取り付けこのモーターで糸を巻いたところ十分鼻を曲げることができた。トルクがプロトタイプでは問題ないと確認できた。よって、様々な問題を解決できた 360°サーボモーターをデバイス作成に使用することに決めた。

（※文責: 品田祐甫）

## 3.7　レーザーカッター

### 3.7.1　講習

プロダクトを設計していくにあたって、素材を加工する可能性があったため、グループメンバーの中から 2 名、レーザーカッター講習を受講した。

（※文責: 笹和輝）

### 3.7.2　MDF の加工

プロダクトを設計・作成していくにあたって、ヘッドギアに紐を通すためにパーツを検討する必要があった。既存のものを活用してパーツとする案もあったが、私たちの需要に合致するものはなかなか見つからなかった。そのため、MDF 材をレーザーカッターで切断し、それらを組み立てることでパーツを作成した。

（※文責: 笹和輝）

## 3.8　設計

制作物の設計では、まずスケッチブックに大まかな寸法や形などを決めたスケッチを行った。次に Autdesk Fusion 360 という製品設計をできるソフトウェアを用いてスケッチを行ったものを製図した。この段階でレーザーカッターを用いるために作りたい寸法より小さくすることでレーザーカッターで焼かれた部分で寸法よりも大きくなってしまわないように考慮することを心がけた。

また、MDF を用いて様々な部品を作ることができた。無線操作のモーターを固定する土台の図面制作や M5stickc を収納するボックス等を制作した。

（※文責: 鈴木宏好）

# 第 4 章　富士サファリパークとの交流

## 4.1　交流の概要

前期では、富士サファリパークの方（主に園長、獣医、飼育員の 3 名）と 3 回の交流を行った。交流は、すべて Zoom によるオンライン上で行われた。交流の目的は、サファリパークが実際にどのような場所であるかを知ることや、アイデアや意見を共有することである。そして、交流で得た情報や考えをもとに、よりよい成果物を作り上げていく。

（※文責: 若井柚里）

## 4.2　顔合わせ

### 4.2.1　概要

6 月中旬に、富士サファリパークの方と初めての交流を行った。主な交流内容は、事前調査した内容の発表、サファリパークの説明、質疑応答、要望調査の 4 つであった。

（※文責: 若井柚里）

### 4.2.2　事前調査した内容の発表

サファリパークや動物に関して事前調査した内容を富士サファリパークの方へ発表した。調査内容は、動物に関する先行事例や、富士サファリパークにいる動物の生態、海外のサファリパーク、動物園とサファリパークの違いと歴史の 4 つのトピックであった。発表をすることで、富士サファリパークの方にサファリパークや動物について私たちがどのくらい知っているかを理解していただいた。

（※文責: 若井柚里）

### 4.2.3　サファリパークの説明

動物園とサファリパークの違いに重きを置きながら、富士サファリパークの方にサファリパークとは何かについて説明していただいた。その説明から、動物園とサファリパークには、動物を柵の外側・内側から見るといった違いや、飼育管理の面で違いがあることを知った。

（※文責: 若井柚里）

### 4.2.4　質疑応答

富士サファリパークの方へ質疑応答を行った。事前に話し合って出てきた質問をもとに、さまざまな質問をした。例えば、富士サファリパークの強みや、動物の売買・取引、新型コロナウイルスによる動物飼育への影響、といった質問をした。質問を通して、サファリパークの現状を把握することができた。

（※文責: 若井柚里）

### 4.2.5　要望調査

富士サファリパークの方からの本プロジェクトに対する要望を調査した。この調査から、サファリパークの方が、情報技術をどのようにサファリパークへ導入したいかがわかった。また、動物からのニーズ、利用者からのニーズ、社会的役割の 3 つの関係性を考えることをキーワードとして得ることができた。さらに、動物園やサファリパークの業界では、SDG ｓを大きな課題として扱っていることも知った。

（※文責: 若井柚里）

## 4.3　中継システムを用いた中継テスト

6 月末に中継システムのポケレポ Join[4] を用いて、富士サファリパークのサファリゾーンで中継テストを行った。天候は雨であり、車内から中継をつないでいただいた。実際にサファリゾーンにいる動物たちを見せていただき、サファリパーク内がどのような雰囲気であるかを知った。

（※文責: 若井柚里）

## 4.4　中継本番

7 月中旬、テストと同様にポケレポ Join を用いて、富士サファリパークのサファリゾーンで中継を行った。天候は雨で、ジャングルバスの車内から中継映像を見た。ジャングルバスは、側面に柵がついた、動物を間近で見ることができるサファリゾーン専用の車両である。中継本番では、テスト時よりも動物を間近で見ることができた。また、水槽の中を歩くゾウや車内からの餌やりをする姿なども見た。これらの中継映像を見て、実際に来場者がサファリパークを訪れたような体験を得ることができた。また、動物の出産や、動物の特性、動物の個体名など、さまざまな質問もさせていただいた。

（※文責: 若井柚里）

## 4.5　後期での活動

後期では最終せうか発表会の前にサファリパークの職員の方々に成果物を発表する機会を設けた。この時に大まかなコンセプト案と手動による操作の elEmotion をプレゼンした。この時サファリパークの職員の方々から「マリオネットレベルでやるのは面白い」と電子的な制御でなくローテクノロジーでのコンセプトに良い評価を得られた。また、「匂い、触覚など五感に訴えかける製品が良い」や「視界を塞がない工夫が必要」などただ鼻を動かす製品にしないことや、知識の収集不足などの意見をいただくことができた。

（※文責: 鈴木宏好）

# 第 5 章　アイデア出し

## 5.1　アイデアスケッチ

アイデア出しをする際、担当教員である岡本先生の助言により、アイデアを明確にするためにアイデアスケッチを計 3 回行った。そして、約 100 個のアイデアを出した。また、そのアイデアをメンバー・担当教員の前で発表し、さまざまな意見やアドバイス、新たなアイデアのインスピレーションを得ることができた。

（※文責: 品田祐甫）

## 5.2　ラベリング

約 100 個のアイデアが出たため、どのようなアイデアがあるか分かりづらかった。そのため、各グループで類似したアイデアをまとめてラベリングし、全体で再度ラベリングした。また、KJ 法を用いたことで効果的にアイデアを分類し整理できた。

（※文責: 品田祐甫）

## 5.3　コンセプト案

### 5.3.1　概要

ラベリングの結果、サファリの拡張・疑似的な体験・環境の更なる向上の 3 つのコンセプトに分けた。それぞれのコンセプトに対して、2 つのアイデアを選出した。

（※文責: 品田祐甫）

### 5.3.2　サファリの拡張

1 つ目のアイデアはスケスケージである。訪問客がジャングルバスから写真をとる際に、檻を透過する機能を持つ。檻越しの動物を見た際に、檻をなくして見たいと感じた経験から着想を得た。

2 つ目のアイデアは柔らか足跡である。パーク出入り口付近での利用を想定しており、柔らかい素材で動物の足跡を再現する。動物の足裏を見る機会が少ないため、その機会を増やしたいという考えから着想を得た。

（※文責: 増田初音）

### 5.3.3　疑似的な体験

1 つ目のアイデアは疑似人形である。体内構造まで再現された動物の人形に、実際にくちなどから腕を入れ、動物の体温や脈拍を体感する装置である。動物の体内の構造を触ってその生態を理解する機会はほぼないため、新たな体験価値を提供する。

2 つ目のアイデアは鼻型拡張デバイスである。象の鼻は、人間の鼻と構造が大きく異なり、自由自在に動かして物を掴むことができる。象の鼻を模したデバイスを顔に取り付け、そのデバイスを実際に操作できれば新たな体験価値を生むことができる。

（※文責: 笹和輝）

### 5.3.4　環境の更なる向上

1 つ目のアイデアはラジコン型フィーダーである。ラジコンの形は球状であり、飼育動物の気を引くようなおもちゃやエサをつけられている。そのラジコンを来場者が操作することで、飼育動物が活発に動き回り、エンターテインメント性を持たせる。飼育動物は、飼育員から餌を提供されるために狩りをする必要がなく、体を動かす機会がない。そのため、狩りをしている姿を見せたいという考えから着想を得た。

2 つ目のアイデアは、ついてくるエサ運びロボットである。このロボットは草原や岩場でも移動できるキャタピラを持ち、エサを乗せると飼育員の背中を追いかける。大量のエサを一日に運ぶ飼育員の仕事は体力的に負担が大きいという考えから着想を得た。

（※文責: 鈴木宏好）

### 5.3.5　決定までの経緯

グループで製作するアイデアを決めるために、B グループ内で出たアイデアのみについて話し合った。面白さ、実用性などを考慮し、3 つのアイデアまで絞った。1 つ目はラジコンフィーダーである。ラジコン操作でき、動物の餌もついており、フィーダーの役目も果たしながら、動物のおもちゃにもなるといったものである。2 つ目は、ゾウの鼻型デバイスである。ゾウの鼻を模したデバイスで、人間の鼻に装着することでゾウのような体験ができるというものである。3 つ目は、AR での思い出である。これは、サファリパーク内に AR マーカーを設置し、面白い、オリジナリティにあふれた写真を残そうというものである。以上の 3 つのアイデアの中から、グループ内の話し合いの末、多数決によりゾウの鼻型デバイスに決定した。

（※文責: 増田初音）

### 5.3.6　コンセプトシート作成

アイデアが決定したところで、コンセプトシートを作成した。名称は、ゾウの鼻を模したデバイスのため、ゾウの英訳の elephant と、ゾウのような体験をすることで、ゾウのような気分になってほしいことから、気持ち・感情の emotion を組み合わせ、「elEmotion」とした。副題は、人間にはない長い鼻を装着することによって、ゾウの気持ちになってほしい、鼻が長いことでどのよう

なメリット・デメリットがあるかなど、さまざまなことを自由に考えてほしいといった理由から、「鼻が長いってどんな感じ？」とした。

使う人は、動物をより深く理解したい人、対象となる動物はゾウである。提供するサービス/価値は、“ゾウの鼻の形をしたデバイスを付け、ゾウの鼻の動きを再現する”、“ゾウになったような体験”、“動物の気持ちを考えるきっかけ”、“人間では体験できないことを体験できる面白さ”の４つである。以上の 4 つのサービス/価値を提供する理由は、“動物と人間の関係をもっと近くにしたい”、“ゾウの気持ちを理解してほしい”、“ゾウと人間との相違点に対して疑問や興味を持ち、学びにつなげてほしい”といった理由がある。

「elEmotion」を実現するための方法として、動きを表現する方法、デバイスを装着する位置、デバイスの大きさの 3 項目に分けて考えた。動きを表現する方法では、サーボモータを複数個つなげて多関節を作る方法、空気や液体の圧力を利用してなめらかな動きを作る方法、一部分を糸などのアナログな部品を使い、一部をサーボモータなどデジタルなもので動かす方法の 3 種類を考えた。デバイスを装着する位置は、鼻、眉間、腰の 3 か所を候補とした。最後に、デバイスの長さは、実際のゾウの顔の大きさと鼻の長さの比を、人間に置き換えた長さにしようとした。

想定する使用場所と時間は、サファリパークのゾウエリアや体験エリアでゾウと交流したりするとき、また、学校などでゾウについて知ってもらうときである。

（※文責: 増田初音）

# 第 6 章　最終成果物

## 6.1　概要

elEmotion では、ゾウの鼻を模したデバイスを付けることで、ゾウになったような体験を提供する。象になるような体験をすることで動物の気持ちを考えてもらうきっかけづくりをする。そうすることで、人と動物との関係をより近くにすることや、ゾウと人間との相違点に対して疑問や興味をもって学びにつなげる。そして、このデバイスを通して動物の幸福や動物に関する教育の促進へとつなげることを目的としている。そのような目的から、ゾウを意味する「elephant」とゾウの気持ちを理解するという意味を込めた「emotion」を組み合わせ、「elEmotion」という名前を付けた。また副題の「鼻が長いってどんな感じ？」も、問いかけるようにすることで、ゾウの気持ちを理解することを促すような意味を込めている。使用場所は、サファリパークのゾウエリアやサファリパークや動物園の体験エリア、教育として学校や家庭での使用も想定し、様々な場所でゾウやその他の動物に疑問や興味をもってもらうことで学びにつなげる。また使用する具体的な場面としては、ゾウと交流するときや、ゾウについてより知ってもらうとき、学校の生活や理科の授業、サファリパークや動物園の体験エリアでの体験中の使用を想定している。

今回制作したのは手で糸を引くことで象の鼻を動かす手動タイプ、M5StickC の加速度センサやサーボモーターで糸を巻く機構を用いて象の鼻を動かす M5StickC タイプの 2 種類を制作した。

（※文責: 鈴木宏好）

## 6.2　プロトタイプ

プロトタイプとして、紙コップと蛇腹状チューブの 2 種類を製作した。また、ロボットアームとバイオメタルによるプロトタイプ製作も試みた。

（※文責: 若井柚里）

### 6.2.1　紙コップ

紙コップと紐を使用したプロトタイプを製作した。このプロトタイプは、竹で作られたヘビのおもちゃから着想を得た。また、最終成果物へつながる最初の原型になっている。

製作方法は、まず紙コップの底面と口の部分を切り落とす。口の部分を切り落とすときは、1 か所台形に切り落とした後、その反対側の口の部分を同様に切り落とす。切り落としたら、一方の紙コップの飲み口と、もう一方の底面あたりが合うように重ねていく。次に、紙コップが重なり合っている部分に爪楊枝を貫通させ、紙コップをつなげる。このとき、事前にきりなどで穴をあけておく。また、爪楊枝が外れないように、その両端を止めゴムやボンドなどで固定する。同様に、ほかのコップも固定していく。最後に、連なったコップの先頭に紐をつけ、コップの中に紐を通していくと完成する。

操作方法は、紐を引くことで、特定の一方向に動かすことができる。引くときに、紙コップ同士

で引っかかる場合があり、テクニックを必要とした。

（※文責: 若井柚里）

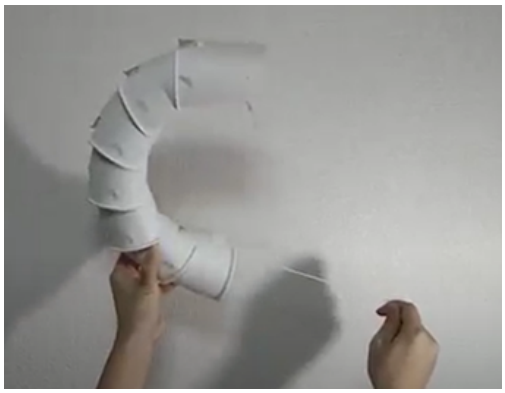

図 6.1　紙コップによるプロトタイプ

### 6.2.2　ロボットアーム

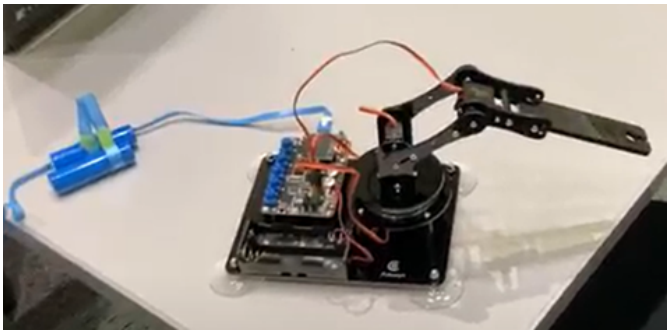

図 6.2　ロボットアームによるプロトタイプ

市販で売られているロボットアーム製作キットに改良を加えることで、プロトタイプを製作しようと試みた。

まず、記載されていたマニュアル通りにロボットアームを組み立てていった。組み立て後、問題なく動作することができた。この段階で、ロボットアームの利点と欠点を発見した。利点は、自分たちが思い描いていた理想の動作に近いことである。このロボットアームでは、ゾウの鼻の可動域と似通った領域で動かすことができた。また、アームの先端を付け替えることで、先端でものを掴むことが可能となる。この動きは、ゾウの鼻先の動きと酷似していた。一方で、欠点は制御の難易度が高いことである。このロボットアームでは、最大で 5 自由度動かすことができる。しかし、ゾウの鼻の動きを再現するためには、より多くの関節（自由度）が必要である。そのため、制御する難易度が非常に高くなる。また、関節が多くなるとデバイス自体も重くなる。重くなると、デバイスを顔や頭に装着するとき、大きな負担となる。これらの欠点により、ロボットアームによる成果物の製作は難しいと考えた。

よって、このプロトタイプによる方法は不採用となった。

（※文責: 若井柚里）

### 6.2.3　バイオメタル

バイオメタルと呼ばれる金属を用いて、プロトタイプを製作しようと試みた。

バイオメタルとは、電流を流すと筋肉のように動く、細い繊維状のアクチュエータ（駆動装置）である [5]。通常の状態はナイロン糸のようにしなやかであるが、電流を流すと収縮して硬くなる。ゾウの鼻のすべてが筋肉で構成されていることから、この性質を活かせそうであると予想した。
実際に電気を流してみると、筋肉のように動かすことができた。しかし、バイオメタル自体が標準的に極細であり、曲がる力も弱かった。力が弱いとデバイスの外装を付けたとき、その重さによって鼻全体を動かすことができない。

よって、このプロトタイプによる方法は不採用となった。

（※文責: 若井柚里）

### 6.2.4　蛇腹状チューブ

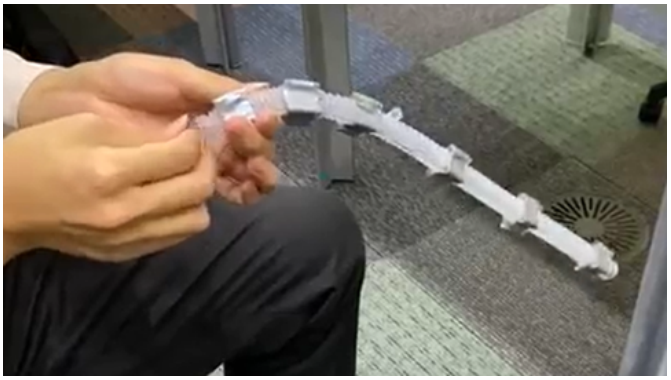

図 6.3　蛇腹チューブによるプロトタイプ

蛇腹状のチューブと紐を使用したプロトタイプを製作した。蛇腹状のチューブは、灯油ポンプの一部を切り取って入手した。このプロトタイプは、紙コップと紐を使用したプロトタイプをもとに、上下左右の 4 方向へ曲がるように改良したものである。紙コップの場合、爪楊枝で固定するため、最大で 2 方向しか動かすことができない。一方で、蛇腹状のチューブの場合、爪楊枝のようにつなぎとめる必要がなく、4 方向へ自由に曲げることができる。操作方法は紙コップと同様で、紐を引くことで動かすことができる。また、実際に成果物へ採用した。

製作の当初は、チューブの内側に 4 本の紐を通して 4 方向へ動かそうとした。しかし、内側に通してそれぞれの紐を引いてみると、チューブに癖がついた方向のみにしか曲がらなかった。そこで、紙コップのプロトタイプのように、チューブを輪切りに分割して再び付け直すことでチューブの癖をなくすことができないかと考えた。試した結果、分割したチューブ同士を付けるとき、接合部分が微妙にずれてしまう。そのため、紐を引くと意図しない方向へ曲がるようになってしまった。まっすぐに付け直すことが難しく、製作方法が繊細過ぎるため、この方法は失敗となった。次の方法として、紐を内側でなく外側に付けて製作することとした。チューブが曲がった時に紐が大きく広がらないよう、短く細い透明チューブを蛇腹状のチューブの外側へ貼り付けた。貼り付け方は、等間隔にまっすぐ並べながら 6 つほど、ホットボンドとテープを用いて貼り付け、上下左右で 4 列作った。そして、その中に紐を通して引いたところ、ある程度意図した方向に曲がるように

なった。しかし、紐を引いても鼻の根元あたりが重力で下向きになってしまう問題が発生した。その問題を解決するために、外側へ付けた透明チューブを鼻の根元あたりに多く付けることを実践した。そのように付けることで、根元あたりの部分を上に引き上げる力が大きくなると考えたためである。その結果、予想通り根元あたりの部分へ力が加わり、完全に意図した方向へ 4 方向とも動かすことができた。そして、実際に成果物へ採用できるプロトタイプが完成した。

（※文責: 若井柚里）

## 6.3　ゾウの鼻のおもちゃによる着け心地調査

図 6.4　ゾウのマスクのおもちゃ

図 6.5　ゾウの鼻だけを持つおもちゃ

完成したデバイス（成果物）を顔や頭につけたときを想定し、デバイスの代わりにゾウの鼻だけを持つおもちゃと、ゾウのマスクをつけた。これらのおもちゃを装着することで、着け心地の感想やデバイスを着けたときどのような問題が発生するかを挙げていった。

まずゾウの鼻だけを持つおもちゃでは、ゾウの鼻が布と綿で作られていた。鼻の両側に一本の細いゴムが輪となってつながっており、耳の上と頭の後ろを通すことで装着できる。装着してわかったことは、このおもちゃと同様の方法をとる場合、幅の広いゴムを使用すべきということである。細いゴムであると、ゴムが顔に触れている部分が肌を圧迫し、痛くなる。また他にわかったことは、上下左右に動かしたとき、「動かした」という感覚を大きく得られることである。この感覚は、自分の鼻に直接おもちゃが触れているため得られたと考えられる。

次に、ゾウのマスクでは、マスク全体がゴム製となっていた。このマスクは頭と顔のすべてを覆っており、装着方法は頭からかぶるのみである。装着してわかったことは、眼鏡を取り外さない

ような構造にすべきことである。このマスクは顔全体を覆うため、必ず眼鏡を取り外さなければ付けられなかった。しかし、装着するたびに眼鏡をはずすことは手間である。そのため、デバイスを製作する際には、眼鏡をつけたまま装着できる構造にすべきと考えた。また他にわかったことは、頭まで装着することによりデバイスが少し重くなっても装着者の負担にならないことである。このマスクは手に持ってみると、重いという印象を受けた。しかし、実際にかぶってみると頭までかぶっているため、重さをそこまで感じなかった。この事実から、頭に力を分散するような構造にすべきという考えが強まった。

以上より、ゾウの鼻のおもちゃから最終成果物に応用できそうな発見を 4 つ見つけた。そして、主にゾウのマスクの発見を最終成果物に適応することができた。

（※文責: 若井柚里）

## 6.4 M5StickC ver.

### 6.4.1 概要

M5StickCver. を作る際に、前述にあるように Arduino を用いて製作することは断念した。その失敗に加え、指導教員の竹川先生からの助言もあり M5StickC を用いて製作することに決めた。M5StickC については前期に行った電子工作道場で指導教員の塚田先生指導の下、主な機能・使い方を学んでいたので扱いは容易であると考えた。

（※文責: 品田祐甫）

### 6.4.2 M5StickC を用いた理由

M5StickC をデバイス製作に用いる利点が３つある。まず、１つ目は、M5StickC（約 4.8cm × 2.4cm）は Arduino（約 6.8cm × 5.3cm）よりも何倍も小型だということである。なので、Arduino を用いたデバイス製作の際に挙げられた問題点の一つである“装着するときに邪魔”ということを改善できると考えた。２つ目は、センサ類やモーターなどの実装が簡単だということである。前述の通り、M5StickC には加速度センサが内蔵されている。加速度センサを用いてデバイスを操作しようと考えていたので、別にセンサを取り付ける手間も必要なくなった。また、サーボモーターを動かすだけならば M5StickC で事足りるのでわざわざ Arduino を使用する理由もなくなった。３つ目は、無線接続が容易に実装できるということである。M5StickC には ESP32 という wi-fi や Bluetooth の機能を備えているマイコンを内蔵しているので、別に装置を取り付ける必要がなくなった。また、M5StickC での Bluetooth による接続方法がネット上にもたくさん情報があったので、Arduino に比べ実装は容易だと考えた。よって、前述に挙げられた“装着感が悪くなる”という問題点を改善できると考えた。以上の理由より、M5StickC を用いて製作物の作成に取り掛かった。

（※文責: 品田祐甫）

### 6.4.3　実装方法

まず、M5StickC を用いたデバイス製作に当たって使用したものは、

・M5StickC ×２

・360°サーボモーター×４

・ヘッドギア×１

・単三電池×４

・単三電池ボックス×２

以上の５点である。これに加え、サーボ―モーター先に取り付けるボビン、サーボモーター・M5StickC を固定する土台を MDF によって作成し用いた。デバイスの構造としては、

１）ヘッドギア上部のベルト部分にサーボ―モーター４つを取り付け

２）ヘッドギア両側部に１つずつ単三電池ボックスを取り付け、２つずつ電池を収納

３）ヘッドギア右側部に MDF によって作成した土台に M5StickC を１つ取り付け

４）残りの M5StickC をコントローラーとしてサーボ―モーターを操作

以上によって実現している。

まず、（１）について。各々のサーボモーターに装着しているボビンに糸をつけ、モーターを回転させることによって糸を巻き取り、それに伴い鼻を上下左右に動かす。

次に（２）について。当初、サーボモーターの駆動電源を M5StickC のバッテリーで賄おうと考えていた。だが、M5StickC のバッテリーが長時間持たない、サーボモーターを複数動かす時に電圧が足りなくなるなどと問題点が上がった。その改善案として、工房の西野さんのアドバイスもあり、単三電池を電源として用いることに決めた。電圧の関係上、単三電池を 4 つ用いた。次に（３）について。M5StickC 本体の色はオレンジ色で、ヘッドギア本体の色は黒色となっており外部にそのまま装着すると派手で目立ってしまう。また、ヘッドギア内側に装着しようにも狭いスペースかつ配線の関係上、現実的ではない。そこで、MDF で入れ物を作り、それに収納し取り付けることにした。最後に（４）について。M5StickC 同士を内蔵のマイコンにより Bluetooth によって無線接続を実装した。前述の通り、M5StickC 内蔵の加速度センサにより、コントローラーを上下左右に傾けることに応じて鼻が上下左右に曲がり、直感的に操作することを実現した。

（※文責: 品田祐甫）

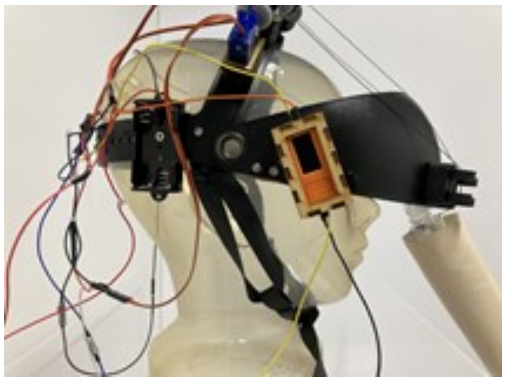

図 6.6　横から見た最終成果物（M5ver.）

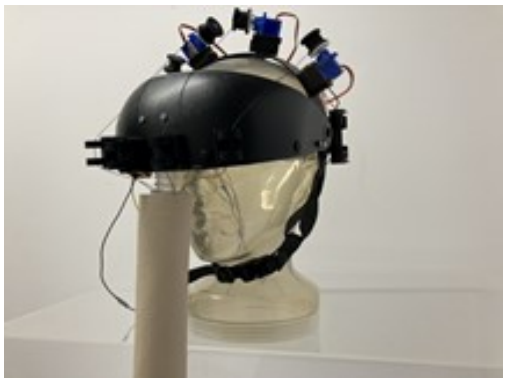

図 6.7　前方から見た最終成果物（M5ver.）

### 6.4.4　組み立てにおける工夫

以上に加え、組み立てを行う際に２点の工夫を施した。１つ目は、ジャンパワイヤ同士をはんだ付けによって直接つなげるということである。当初は、ジャンパワイヤをオス端子とメス端子を使うことによってつなげていた。だが、その方法だと装着し使用している際・組み立てを行う際に外れてしまう問題が発生した。そのため、最初の改善としてオス端子とメス端子でつなげてからビニールテープで補強していた。だが、見た目が悪くかつ、工房の西野さんからのアドバイスによって、ジャンパワイヤの被膜を取り除いたあとにはんだ付けでつなげることに決めた。そうすることで、見た目の良さと強度を上げることに成功した。２つ目は、４連電池ボックスを１つ使用するのではなく２連電池ボックスを２つ使用するということである。なぜかというと、４連の電池ボックスを１つ使用となると、１か所に電池の重みがかかり、装着する際負担がかかってしまう。よって、２連の電池ボックスを２つ使用するという結論に至った。そして、２連電池ボックスを使用するに当たって、適切に線をつなげながら直列つなぎにする必要があった。なので、工房の西野さん指導の下、各線の被膜を取り除きはんだ付けによってつなげた。

（※文責: 品田祐甫）

## 6.5　手動 ver.

図 6.8　最終成果物（手動 ver.）

サーボモータなどの電子機器を使用せずに、手動で鼻を動かす elEmotion を制作した。このバー

ジョンでは、大きく分けて鼻部分、ヘッドギア、ハンドルの 3 つのパーツに分類される。

（※文責: 笹和輝）

### 6.5.1　鼻部分の概要

鼻部分は、ユーザーにゾウの鼻がついている実感を味わってもらうために、重めかつ柔軟性と伸縮性を兼ね備えた素材が必要であった。よって、エアコンのホースとして用いられるドレンホースを適切な長さに切断し、ヘッドギア部分にねじ止めした。ここでいう適切な長さとは、ゾウの鼻と顔の大きさの比を計算し、それを人に適用したときの鼻の長さであり、45 50cm である。

また、外装には人工皮革のマットを使用した。これは、サファリパークの獣医の方に象の肌の質感について質問した際、アボカドの皮のような触感という回答が返ってきたため、その質感に最も近く、ドレンホースを曲げてもあまり負荷がかからない素材を探した結果、人工皮革のマットが最も適していた。このマットを筒状にし、端と端を縫い合わせることで筒状とし、なおかつ耐久性の面もカバーした。

ホースとマットの間には、鼻を持ち上げるための糸が左右に取り付けられている。この糸は、ホースやマットに影響を与えないように細目で、なおかつ鼻を十分な力で引っ張り上げるための強靭さが求められるため、ケブラー糸という、防弾チョッキなどにも使用されているアラミド繊維の糸を使用した。また、糸をホースに直接接着してしまうと、思い通りの動きが実現できない可能性があったため、直径 3mm のビニールチューブホースを約 3cm にカットし、一定の間隔でホースにグルーガンで接着し、その中に糸を通している。

（※文責: 笹和輝）

### 6.5.2　ヘッドギア部分の概要

ヘッドギア部分は、草刈用のフェイスガードのヘッドギア部分を使用した。ヘッドギア自体にも糸を通す必要があったため、MDF をレーザーカッターで切り出すことで、小さな穴の開いたパーツを作り、それを前面、上面、後面の 3 つにねじ止めし、安定した動作を実現させた。鼻の取り付けだが、ドレインホースの先端に切れ込みを入れ、開き、それを MDF ではさみこんだ上でねじ止めをすることで、普通にねじ止めをするよりも外れづらくした。

また、このヘッドギアは草刈用であり、フェイスシールドを上下に調整可能なものであった。そのため、本来フェイスシールドが装着される場所に鼻を装着し、糸を引っ張って持ち上げようとすると、鼻の取り付け部自体が上に動いてしまうという問題が発生した。そのため、鼻を取り付けている固い樹脂素材でできた部分と、頭に接地するやわらかい樹脂素材でできた部分の間に MDF で作成したパーツをかませ、ねじ止めすることによって、上下に動かないよう改造した。

MDF のパーツは全てスプレーで塗装されており、外観を損なわないような仕上げとした。また、普通にヘッドギアを装着して鼻を動かすと、上向きの力によってヘッドギア自体が頭から外れる可能性を考慮し、ヘルメット用の顎ひもを取り付けた。

（※文責: 笹和輝）

### 6.5.3　ハンドル部分の概要

ハンドルについては、丸棒を切り出し、ドアノブカバーのようなウレタン素材をはめることで、ちょうどよいグリップ感を実現した。また、それぞれの取っ手の中心にヒートンを付け、それに紐を括り付けることで、簡単かつ丈夫にハンドルに糸を付けることができた。

（※文責: 笹和輝）

### 6.5.4　機構と動作の仕組み

次に、機構について説明する。鼻部分にあたるドレンホースの先端にはケブラー糸が留められており、ドレンホースに一定間隔でついているビニールチューブホースに糸を通している。糸はヘッドギア部分の穴のついたパーツにさらに通され、その先がハンドル部分となる。この取っ手を引っ張ることで鼻の先端に力が加わり、鼻が動く仕組みとなっている。糸は鼻の左右に通っており、動作の安定性を高めるためにヘッドギアの前面と上面のパーツの間で糸を交差させているため、右のハンドルを引っ張ると左に、左のハンドルを引っ張ると右に鼻が動く。また、両方を同時に引っ張ることで鼻を垂直に持ち上げることも可能である。

（※文責: 笹和輝）

### 6.5.5　外観とデザイン

鼻の外観は白、それ以外の外観を黒にすることで、鼻以外が黒子のようになり、傍から見ると鼻だけが動いているような外観とした。これはミュージカルで動物を表現する際の大道具を参考にし、動かす機構自体は良く見えないが、動く物自体は躍動感のある動きとなるようにした。

（※文責: 笹和輝）

### 6.5.6　グループメンバーによる試用

使用した所感だが、多くのメンバーが視界について話していた。ゾウの鼻が視界の正面に来るため、視界にかなりの異物感を感じた。これは、ゾウの鼻がついたという新たな感覚とも捉えられるが、ゾウの視界とヒトの視界は異なるため、本来のコンセプトである「ゾウの気持ちを体験する」というものから離れてしまっているという意見も見られた。

次に、実際に動かしてみるとかなりの臨場感を感じた。ヒトの鼻は本来、ゾウのようには動かせないため、自分の鼻が自由に動いているのは新たな体験だった。

次に、ゾウの鼻で実際に外界に影響を与えてみるという目的の下、積み木を複数個並べ、それを倒すという行為を行った。メンバーが実際にやってみた感想はおおむね好評で、本来ヒトでは出来ないような行為が出来て面白い、などの意見が上がった。また、実験的に鼻の先端に磁石を付け、積み木にも磁石をつけることで、磁石同士をくっつけて積み木を持ち上げられるようにした。この体験が最も好評で、鼻を使って何かを持ち上げるという行為が非常に新鮮であるようだった。この結果から、体験価値を高めるにあたって、鼻を使って何かものを掴めるようにする必要性は非常に大きいと感じた。

（※文責: 笹和輝）

図 6.9　鼻で積み木を倒す

図 6.10　鼻先の磁石で積み木を持ち上げる

### 6.5.7　問題点

制作と使用を通して、いくつかの問題点が見つかった。一つ目が、耐久性である。試用や修正を繰り返していくうちに、ケブラー糸が切れてしまうなど、耐久性の問題が生じた。このケブラー糸が切れるまでの期間は、おおよそ 2 か月程度であり、この耐久性では実用化するのは非常に難しいように思える。考えられる原因としては、糸を引っ張る際に、糸とパーツの間で生じる摩擦によって糸が劣化、その結果切断に至ったと考えられる。力のかかる点を分散させたり、今以上に耐久性のある糸を採用することで、ある程度は解消されるだろう。

二つ目は、装着した人への負荷である。ヘッドギアに様々なパーツをねじ止めした結果、頭のサイズ調節が不可能になってしまった。そのため、装着する人によっては頭が締め付けられてしまい、長い時間装着することが困難であった。また、ヘッドギア内部のねじの一部が出っ張ってしまったため、人によっては異物感を感じてしまうこととなった。解決のために、より精度の高い設計が求められる。また、サイズ感が合わないため、鼻を持ち上げた際にヘッドギア自体が持ち上がってしまい、装着者の頭に負荷がかかってしまったことも反省点の一つである。

（※文責: 笹和輝）

# 第 7 章　今後の計画

## 7.1　後期の計画

前期では事前調査、富士サファリパークとの交流、アイデア出しを行った。そして、3 つのコンセプト案を決定した。また、スケッチ道場や電子工作道場を通して技術を習得した。前期の活動をふまえ、後期では富士サファリパークとの中継、アイデアの最終決定、プロトタイプの製作、成果物の完成を計画している。

（※文責: 鈴木宏好）

## 7.2　中間発表のフィードバック

プロジェクト中間発表会で公立はこだて未来大学の教員や学生、一般の方に前期までの活動を評価していただいた。発表ではあらかじめ発表動画を視聴していただいた。その後、6 回の質疑応答を行い、その中で成果物製作の参考となる意見を得られた。「柔らか足跡で何を感じてほしいか」「疑似人形の臓器の体温とか構造はどうやって再現するのか？」「スケスケージはどうやってケージを消すのか？」といったコンセプト案の目的や技術的な事を多く質問された。

このような質問に対し答えられる範囲で回答できた。しかし、どのような技術を用いて製作するのか具体的な回答ができなかった。この質疑応答から成果物を製作するために明確な目的を作ること、どのような技術を用いるか考えるのが今後の課題として得られた。

中間発表の評価シートを見ると発表技術、内容の評価はどちらも 10 点中平均 8 点であった。「どれも面白いコンセプトだった」「スケスケージにとても興味が湧いた」「プロジェクトの目標が明確であった」といった、コンセプト案やプロジェクトの目標への評価が高かった。この評価より、現時点で本プロジェクトの目標やコンセプト案の内容を十分に発表できたと言える。また、「技術的な面で困難」や「コンセプトの機構が明確でない」などの評価から、成果物を製作するための技術や知識の習得が今後の課題として得られた。

（※文責: 鈴木宏好）

## 7.3　最終成果発表のフィードバック

プロジェクト最終成果発表では公立はこだて未来大学の教員や学生、一般の方、富士サファリパークの方に最終青果物の発表とこれまでの活動内容を評価していただいた。発表ではあらかじめ発表動画を視聴していただいた。その後、6 回の質疑応答を行い、その中で今後の課題や学習の参考となる意見を多く得られた。

発表技術についての評価では「テーマや成果物の概要等が簡潔かつ分かりやすくまとめられていて、またモーショングラフィックスを取り入れることで飽きさせない動画になっている」や「聞かせるだけでなく映像を感じ取らせるという新しい発表方法を取り入れていて驚いた」、「発表動画の全体の構成・見せ方・画面の構成どれも素晴らしくデザイン・作成どちらもとても時間をかけて行

われたのではと感じました。」といった動画内容がわかりやすさやデザインについて高い評価をもらえた。しかし、「動画を作成していたのは良かったが、司会の進行が雑でリハーサルが足りていない感じが伺えました。」や「A グループだけ、動画に音声がなかった．何か意図はあるのかもしれないが，プロジェクト全体としての動画にまとめられている以上，B・C と統一するべきだと思う。」、「Web には十分な情報が載せられていますが，質問応答セッションでも少し説明を加えながらの方が良かったでしょう.」といった発表会の運営や動画での統一性、成果発表会で質問に対する説明の工夫に対する厳しい意見が得られた。

発表内容についての評価では「サービスの開発意図、製作物、今後の展望がわかりやすいとてもいい発表内容だと感じました！」や「最初に出された目標に対してしっかり結果を出せており、これからの展望も考えられているため。」、「製作の意図や製作物の説明がとても分かりやすく面白いなと感じる発表内容でした」といった中間発表時の目標に沿った成果物を制作できたことへの評価や、サービスの開発意図や展望の内容を参加者の方々にうまく伝えられたことへの評価が高かった。しかし、「グループ A、B は他者に使ってもらい、グループ C は動物に使うことで、作成物の検証をしたほうが良いと思った。」や「3 テーマとも特徴があって良かったと思います．少し広げて今後の展開の可能性についても考察を加えると良いでしょう」、「ユーザーに体験させて、評価をしてもらうのがいいかもしれません。」といった制作物を作成するだけではなく検証や今後についての考察をすれば良いというアドバイスを得ることができた。

総括として発表技術の平均評価点は 8.3 点だった。これは動画の完成度はよかったが、動画の統一性や説明不足であったためだと考えられる。また発表内容の平均評価点は 8.5 点であった。発表時に上手く制作物の意図を伝えることができたが評価や考察不足という評価だったためだと考えられる。発表技術、発表内容ともに平均評価点が 8 点を超えていたため全体的に良い評価だったと言える。しかし、実地検証や発表会の運営方法など今後に活かすことのできるアドバイスや意見を多く得られることができた。

（※文責: 鈴木宏好）

## 7.4 今後の展望と課題

elEmotion を制作し判明した問題や改善、改良する点は主に 2 つに分けることができた。

1 つ目は、鼻先で物を掴む動作の実現があげられる。今回の制作物では鼻先に磁石を埋め込むことで擬似的に鼻先で物を掴むことを再現した。また象の鼻の動きは上下左右に動くだけであった。しかし本来ゾウは鼻先でものをつかむことができ、鼻を自由自在に動かすことができる。今後は鼻先で物を掴むことができるように空圧やマニピュレーター、自由自在な動きも再現したい。これらを再現することでいっそうゾウらしいデバイスとなり、ゾウの気持ちをより考えてもらえるような機構になる。

2 つ目は脳波や表情筋といった顔や身体内の情報を用いることで、さらなる直感的な操作を実現することだ。今回のデバイスでは、手で糸を引く手動による操作と、M5stickc をコントローラーとして用いて無線（Bluetooth）により鼻を動かす操作の 2 種類を採用した。

まず、手動による操作では手で糸を引くことで操作を実現し左右と上へ動かすことができ、積み木などを動かしたりすることができた。しかし、動かす方向に制限が付き、糸を引くのに力が必要だったり、操作に少し癖があったりと操作性に問題が残った。

次に無線による操作では、M5stickc を使用し Bluetooth による遠隔による操作を実現した。

M5stickc 本体を傾けることにより鼻を上下左右に動かすことを目標にした。しかしモーターの耐久性に問題があったり、鼻本体の素材の重量の関係で上下の操作に問題が残った。

今後の課題として手動による操作はあまり力をかけずに動かせるようにし操作性の向上することだ。また、操作に癖があるため誰でも簡単に使用できるような操作性にすることが必要だ。次に M5stickc による無線での操作はモーターで制御できる鼻本体の素材の軽量化、鼻本体を持ち上げることのできるモーターの耐久性の向上や鼻の動かし方の別案の考察などが今後の課題だ。そして、これら両方の利点を組み合わせ、無線による直感的で簡単に操作できるデバイスを実現したい。また、脳波や表情筋のような顔や身体内の情報が役立つのではないかと考えられる。身体からの情報を読み取ることで現在のコントローラー操作からコントローラーなしで、制作物本体の操作ができるようになると考える。筋肉などから情報を読み取ることでデバイスをより直感的な操作ができ、さらに動物の気持ちを考えてもらうきっかけづくりに役立つと考える。

（※文責: 鈴木宏好）

# 付録 A　相互評価

## A.1　鈴木宏好

### 笹

主に成果物の本体の製作、ロゴ制作、紹介動画の制作、成果物に必要な素材の買い出しなど成果物全体に関わる製作、作業に取り組んでいた。デザインコース所属であり成果物制作では高い技術力でクオリティの高い作業を行っていた。さらにレーザーカッターの使用や Adobe Illustrator を用いて設計等に携わっていた。また、グループでの制作の他にプロジェクトでのポスター制作やプロジェクト全体の作業をこなしていた。

### 品田

主に無線バージョンの elEmotion 制作といったテクノロジー関係の作業を行ってくれた。増田とともにソフトウェアを担当し、M5stickc を無線制御するためのコーディングやサーボモーターの制御、ジャイロコントロール制御などを行っていた。Arduino の制御でも本体との配線や様々なセンサーを使用したりと成果物制作を率先して行っていた。また、ハンダをつかった作業や、成果物本体の配線などソフトウェア以外の作業も行ってくれた。話し合いの場面では的確な意見で成果物の問題点を指摘するなどプロジェクト活動に貢献してくれた。

### 若井

主に全体の作業補助やプロジェクト活動の議事録制作、グループ全体の進捗確認時には今後の予定を立てたり、些細なことの記録を取ってくれていた。そのためプロジェクトを円滑にすすめることができた。また記録を撮ってくれたため成果物の問題点を解決するための助けとなった。話し合いなどでは話し合った内容をまとめたり意見も多くしてくれた。さらに、最終成果発表に向けた動画の制作では台本や動画の構成を制作してくれた。そのため、撮影に入るときにはスムーズに撮影ができ動画も期日に間に合うように作ることができた。

### 増田

主に無線バージョンの elEmotion 制作といったテクノロジー関係の作業を行ってくれた。品田とともにソフトウェアを担当し、M5stickc を無線制御するためのコーディングやサーボモーターの制御、ジャイロコントロール制御などを行いソフトウェアの制作全般の作業を担っていた。また、イラスト制作技術を持ち合わせており、成果物に合ったロゴのデザインや成果物のイメージイラスト、動画用のイラスト制作などデザインやイラスト制作で高い技術を発揮していた。

（※文責: 鈴木宏好）

## A.2　笹和輝

**鈴木**

スケジュールの調整や確認など、グループリーダーとしての職務を全うしていた。プロダクトの制作では設計や CAD のデータの作成などを主に行っていた。また、積極的に改善案を出し、最終成果物のブラッシュアップに大きく貢献していた。

**品田**

増田と共にソフトウェアの開発・設計に尽力していた。Arduino や M5StickC などのハードウェア面を主に担当し、これまでの授業で培ったノウハウを用い、効率的に作業を進めてくれた。完成形とまでは至らなかったが、サーボを M5StickC で制御することに成功し、形としてはほぼ完成形へと持っていくことができた。

**若井**

後期では主に話し合いや議事録の面で活躍していた。毎回話し合った内容を丁寧にまとめたことで、プロダクトの作成や振り返り、動画・ポスターの文章作成や議事録作成に大きく貢献していた。また、プロトタイプの段階での問題点を複数個発見し、それに対する改善案を提案していた。

**増田**

品田と共にソフトウェアの開発・設計に尽力していた。主に Arduino でのコーディングを行っており、最終的にはサーボモータや M5StickC の制御に成功していた。また、イラスト技術のおかげで、提案資料や動画の挿絵やロゴデザインなど、ビジュアル面でも大きく貢献していた。

（※文責: 笹和輝）

## A.3　品田祐甫

**鈴木**

グループリーダーとして、グループの方針・他グループや先生方とのコミュニケーション諸々を主導してくれた。特に、活動スケジュールといったプロジェクトを進めるにあたって重要なことを推し進めてくれてとても助かった。また、ハードウェア班としてデバイスの外装や構造を設計ソフトである Fusion360 を用いて設計、レーザーカッターを用いて MDF 素材のパーツ作成、それに加え実際の組み立てに携わり製作物作成に非常に貢献してくれた。

**笹**

プロジェクト活動において重要な役割を担い、積極的にプロジェクトに参加してくれた。象の鼻型デバイスのコンセプトの発案にはじめ、ロゴ作成・ポスター作製・動画でのナレーション・鈴木とともにハードウェア班として主にデバイスにおける外装の設計やデザイン、といったように幅広い面でプロジェクトに貢献してくれた。デザインに精通しているということもあり、自分では思いつかない発想を持っておりとても頼りになった。

**若井**

主に話し合いでのファシリテーターとして働いたり、活動日に行ったことを記録する、やらなければならないことを共有・行動するなど作業を円滑に行うためのサポートが素晴らしいと思った。特に話し合いの際には、論点を外さないように話をまとめてくれ非常に実のある議論をすることができた。また、毎度メモを取ってくれたおかげで後々の活動において成果物作成にあたって問題点やヒントを見つけることができた。

**増田**

増田とは自分と一緒にソフトウェア班として成果物作製に取り組み、非常に助かった。Arduino や M5 などのマイコン、センサやモーターの使用方法をインターネットで詳しく調べてくれて、スムーズに作業に取り組むことができた。また、M5StickCver. を製作するにあたって、主要部分であるソースコードを考えてくれて貢献してくれた。成果物作製に加え、最終成果発表ではクオリティの高い動画も制作してくれた。

（※文責: 品田祐甫）

## A.4　若井柚里

**鈴木**

主に成果物の外装部分の設計と製作を行っていた。製作過程においては、CAD による設計やレーザーカッターといった自分が持っているスキルを活かしながら取り組むことができていた。特に手動 ver. の成果物では、メインで製作を進めており、笹とともに完成へ大きく導いていた。また、教員や他のグループとつながる役割を担い、積極的に話し合いを動かしたり参加したりする姿勢を持つなど、リーダーとしての役割も果たしていた。

**笹**

成果物の外装部分の製作、ロゴ作成、ポスター制作、動画のナレーションを行っていた。どの作業も自ら積極的に取り組んでおり、ほかの人よりも多くの作業量をこなしていた。また、情報デザインコースにおける講義や放送部に所属していた経験を活かし、レベルの高い結果を出していた。さらに、これらの作業を通して、グループ内だけでなく、ポスター制作や動画作成といったグループ全体に関わる面でも大きく活躍していた。

**品田**

増田とともに Arduino や M5 といった成果物のテクノロジー部分の製作を行っていた。増田がわからないハードウェア面を主に担当しており、2 人で上手に分担しながら作業できていた。また、テクノロジー部分の製作を引っ張っていた増田を、一生懸命サポートしてくれていた。また、話し合いといった場では、発言量が多いほうではなかったように思う。しかし、しっかりと自分が疑問に思ったことや考えたことを伝え、自分なりに役割を果たそうとする真摯な姿勢が見られた。

**増田**

品田とともに成果物のテクノロジー部分の製作を行っていた。主にソフトウェア面を担当しており、テクノロジー部分の製作を大きく引っ張ってくれていた。四苦八苦しながらもソースコードを書き上げており、活動に対する真剣な態度がうかがえた。また、成果物のロゴ作成や動画編集も行っていた。作成したロゴは、成果物をよく表現できており、メンバー全員が納得できるものであった。作成した動画も完成度が高いものであった。このように、成果物の作成と発表の両方で大きく貢献していた。

（※文責: 若井柚里）

## A.5　増田初音

**鈴木**

リーダーという立場でありながら、メンバーへの呼びかけだけでなく、作業にも大きく貢献していた。おもに作業では、外装の設計と製作を行っていた。鈴木くんがあらかじめ持っていた3DCAD のスキルや、今回新たに取得したレーザーカッターのスキルを駆使していた。手動 ver. では、設計から完成の多くの部分を担当してくれた。メンバーへの呼びかけでは、集まる日時の調整、作業の分担や、週報といった様々なことを呼び掛けてくれた。また、工房での作業申請や、メールでのやり取りなど、教員との橋渡し役も担ってくれた。

**笹**

笹くんはさまざまな作業をしてくれた。外装の製作だけでなく、ロゴ、ポスター作成、動画のナレーションやモデルなど幅広く活躍してくれた。外装の製作では、レーザーカッターや Adobe Illustrator を用い、MDF を加工して糸を通す穴や、モータの台などを作成してくれた。デザインコースでの活動から、工作のスキルが高く、率先してプロトタイプを作ったり、だれも考えつかなかった方法を考えたりなどしてくれていた。笹くんのおかげで、成果物が形になったといっても過言ではないと考える。また、積極的に買い出しにも行っており、素材の選定から加工までも行ってくれた。さらに、Adobe Illustrator を使い、ロゴの考案、作成や、ほかのグループの人と協力し、ポスターの作成なども行っていた。ポスターの作成では、提出期限ぎりぎりまで自分で納得できるまでレイアウトを調整しており、真剣さを感じた。

**品田**

品田くんとは、後期の作業をほとんど共同で行った。Arduino を使うということで、1 年生の時に行った授業以来だったので自分はほとんど忘れていたが、品田くんが覚えてくれていたため、時間をロスせずに作業を進めることができた。また、Arduino に限らず、M5StickC などマイクロコンピュータの配線の基礎知識を持っていたため、作業がスムーズに進んだ。プログラムがうまく組めず、インターネットで参考となる web サイトを探していたときは、いち早く目的に合ったサイトを見つけてくれた。さらに、プログラムを実行させたときに、予想した挙動をしなかったときは一緒に原因を考えて、発見してくれた。さらに、自分では気づけなかったミスにも多く気づいてくれ、とても作業がしやすかった。

**若井**

若井さんは、作業の補助が素晴らしかった。活動日ごとの議事録をとるだけでなく、先のことを見越して、多くのメモを残しておいてくれたりしていた。それらの議事録やメモのおかげで作業が円滑に進んだ場面が多くあった。また、記録に残すだけでなく、その時々の現状把握が正確であった。できていること、できていないことを洗い出し、すべきことを明確にできていた。さらに、バラバラに作業していたときも、すべての作業を把握し、それぞれにアドバイスや改善点を上げてくれていた。また、作業の補助も素晴らしかったが、ほかの人が作業している間、だれも手を付けられていない作業に取り組んでおり、そのおかげで時間を効率的に使うことができた。補助もメインの仕事も行ってくれるオールマイティのような働きをしていた。

（※文責: 増田初音）

# 参考文献

[1] Anicall Corporation. “Anicall Project01”. Anicall animal communication. http://anicall.info/cn2/project01.html.（参照 2021-07-16).

[2] 八田陽祐 , 山中麻帆, 大木崇裕, 南都慶介, 林英明, 平山琢二:“展示飼育下キリンの行動発言と来訪者数の関係”, 動物の行動と管理学会誌, 第 56 巻, 第 4 号, pp.85-93（2020）

[3] 岩見旦. ”ホログラムの動物が魅惑の曲芸！ ドイツのサーカスが最新技術を駆使し、本物の動物を守る”. FINDERS. 2019-06-05. https://finders.me/articles.php?id=1048. （参照 2021-07-16).

[4] 西村南海, 竹川佳成, 松村耕平, 平田圭二:“ポケレポ Join: 仮想的な同行体験を支援するワンマンレ ポートシステムの提案”, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, 2020-HCI-189, 第 12 号, pp.1-7 (2020)

[5] TOKI Corporation. ”バイオメタルとは？”. BioMetal. 2011. https://www.toki.co.jp/biometal/products/WhtsBM.php. (参照 2021-12-23).