

公立はこだて未来大学 2023 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University Hakodate 2023 Systems Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

ミライノサファリ

Project Name

Safari of the Future

グループ名

グループ A

Group Name

Group A

プロジェクト番号/Project No.

18

プロジェクトリーダー/Project Leader

川田芽依 Mei Kawata

グループリーダー/Group Leader

反甫颯太 Sota Tanbo

プロジェクトメンバ/Project Member

奈良泉美 Izumi Nara

森田誠心 Seishin Morita

根岸蒼天 Sorataka Negishi

指導教員

竹川佳成 坂井田瑠衣 佐藤直行 塚田浩二

Advisor

Yoshinari Takegawa Rui Sakaida Naoyuki Sato Koji Tsukada

提出日

2024 年 1 月 17 日

Date of Submission

July 17, 2024

概要

現代社会において、動物園は私たちに普段触れることのない様々な動物との触れ合いやその動物に関する知識を得る機会を提供している。実際に動物園を訪れることで、書籍や映像では感じ難い、動物のリアルな匂いや声、外見などを実際に観察・体験することが可能になる。サファリパークもそれらのことが体験できる施設の一つである。サファリパークとは、動物園の形式の中の1つである。環境省（2004）は、大型動物や猛獣を放し飼いにしている広大な放飼場の中に、バスや乗用車を乗り入れて、車中から動物を観覧する形式の動物園をサファリ形式と説明している。また、日本は世界有数の動物園大国である。2023年時点において90園の動物園が日本動物園水族館協会に加盟している。さらに、協会に非加盟の動物園を含めると、約300もの動物園が存在しており、これは世界で2番目に多い数である。その中で、サファリパークは日本国内において約15箇所存在している。

そして現在、サファリパークも含め、動物園全体には様々な課題が存在している。ミライノサファリプロジェクトは、富士サファリパークと連携しながら、情報通信技術（ICT）を活用して人と動物の新しい関係を築くことを目的とし、目的を達成するために生じる様々な課題に対処するための活動を行う。

前期では、まず動物中心のデバイスやシステムの開発を目的とし活動を行った。事前調査では、オンラインサファリツアーでの飼育員の方へのインタビューやフィールドワークを通じて、サファリパークでの展示方法や動物ごとの特性などに関する知識を深めた。そして、前年度までに開発された5つのデバイスやシステムのブラッシュアップを行った。具体的には、そのプロダクトが抱えている問題点や課題を中心に改善や新たな部品を制作し、展示会を行った。展示会で実際に来場者からフィードバックをいただいた。これらの活動を通じて、制作に必要な技術や知識、展示に関する考え方を身につけた。また、事前調査やブラッシュアップの結果を踏まえて、制作物のアイデア出しを行い、最終的な制作物のアイデアやコンセプトを決定した。

後期では、まず2023年9月7日から12日の期間に富士サファリパークを訪問し、展示会とフィールドワークを行った。展示会では、ブラッシュアップを行ったプロダクトを展示し、実際に来園者や飼育員の方に体験していただき、フィードバックをいただいた。また、サファリパーク内でのフィールドワークでは、ふれあいゾーンとサファリゾーンにおいて、動物を実際に触り、観察することや飼育員の方から動物についての説明を受けること、展示方法について学ぶことなどを通して、今後の最終成果物に活かすことための情報を得ることができた。そして、3つのグループに分かれ、最終成果物の制作を行った。グループAでは、肉球の衝撃緩和、消音性に着目した「PAWAP」というプロダクトを制作した。制作後は、2023年12月8日に公立ほこだて未来大学で行われたプロジェクト学習最終成果発表会において、発表を行い、学内の教員、学生の他にも学外からの来校者など様々な方からフィードバックや質疑応答を受けた。

キーワード サファリパーク, ICT, 人, 動物, 関係

(※文責: 奈良泉美)

Abstract

In today's society, zoos provide us with opportunities to interact with and learn about a variety of animals that we do not normally have access to. By actually visiting a zoo, it is possible to observe and experience the real smells, voices, and appearance of animals in a way that is difficult to experience through books and videos. A safari park is one of the facilities where visitors can experience these things. A safari park is one of the forms of zoos. The Ministry of the Environment (2004) describes a safari park as a type of zoo where buses and passenger cars are driven into a vast animal park where large animals and wild beasts are kept free range, and visitors can view the animals from inside their vehicles. Japan is one of the world's leading zoo nations, with 90 zoos affiliated with the Japan Zoo and Aquarium Association as of 2023. Including those that are not members of the association, there are approximately 300 zoos, the second largest number in the world. Of these, about 15 are safari parks in Japan.

Currently, zoos as a whole, including safari parks, are facing a variety of challenges. The purpose of the Miraino Safari Project is to build a new relationship between people and animals using information and communication technology (ICT) in cooperation with Fuji Safari Park, and to address various issues that arise in order to achieve the goal.

In the first semester, activities were first conducted with the aim of developing animal-centered devices and systems. Preliminary research included interviews with zookeepers on online safari tours and fieldwork to deepen knowledge of how animals are exhibited in safari parks and the characteristics of each animal. The team then brushed up on the five devices and systems developed in the previous year. Specifically, they made improvements and created new components focusing on the problems and issues that the products were facing, and held an exhibition. Feedback was actually received from visitors at the exhibition. Through these activities, the students acquired the skills and knowledge necessary for production and the way of thinking about exhibitions. In addition, based on the results of the preliminary research and brush-up, they developed ideas for the production and decided on the ideas and concepts for the final production. In the second semester, the group first visited Fuji Safari Park from September 7 to 12, 2023, for an exhibition and fieldwork. At the exhibition, the brushed-up products were displayed and actually experienced by visitors and zookeepers, and feedback was received. In the fieldwork at the Safari Park, the participants actually touched and observed animals in the petting zone and safari zone, received explanations about the animals from zookeepers, and learned about the exhibition methods. The group was then divided into three groups. The students were then divided into three groups to create their final products. Group A produced a product called "PAWAP," focusing on the shock-absorbing and sound-absorbing properties of paw pads. After the production, they made a presentation at the project learning final result presentation held at Future University Hakodate on December 8, 2023, and received feedback and question-and-answer sessions from various people including faculty members and students on campus as well as visitors from outside the university.

Keyword Safari park, ICT, person, animal, relationship

(※文責: Izumi Nara)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	該当分野の現状・従来例	1
1.2	現状の問題点・従来の問題点	2
1.3	課題の概要	3
第 2 章	富士サファリパークとの交流	4
2.1	富士サファリパークについて	4
2.2	富士サファリパークでの展示会	4
2.3	富士サファリパークでのフィールドワーク	6
第 3 章	到達目標	7
3.1	本プロジェクトにおける目的	7
3.2	通常の講義ではなく、プロジェクト学習で行う利点	7
3.3	課題設定	7
3.4	到達目標	8
第 4 章	最終成果物	9
4.1	概要	9
4.2	アイデア出し	10
4.3	班分け	11
4.4	ソフト	11
4.4.1	使用したプログラミング言語	11
4.4.2	使用した Python のライブラリ	12
4.4.3	使用した Arduino のライブラリ	14
4.4.4	ネコ型 PAWAP の Python プログラム	15
4.4.5	ライオン型 PAWAP の Python プログラム	16
4.4.6	ライオン型 PAWAP の Arduino プログラム	18
4.4.7	使用した機器	19
4.4.8	ネコ型 PAWAP の配線	21
4.4.9	ライオン型 PAWAP の配線	21
4.5	ハード	21
4.5.1	使用したソフト	21
4.5.2	使用した機器	22
4.5.3	使用した素材	23
4.5.4	素材探し	24
4.5.5	制作	24
4.5.6	問題点・課題点	25
4.5.7	2 回目の制作	25

4.5.8	箱	27
第 5 章	まとめ	28
5.1	結果	28
5.1.1	全体発表ポスターおよびスライド	28
5.1.2	制作物紹介ポスター	30
5.1.3	デモ用ゲーム	31
5.2	評価	31
第 6 章	今後の課題と展望	32
6.1	課題と展望	32
6.2	今後の活動内容望	33
参考文献		34

第 1 章 はじめに

1.1 該当分野の現状・従来例

私たちは動物園を訪れることで、普段見ることのできない動物を観察し、ふれあうことができる。しかし、動物園の役割はそれだけではない。日本動物園水族館協会は、動物園の使命として「種の保存」、「教育・環境教育」、「調査・研究」、「レクリエーション」の4つを掲げている。「種の保存」とは、生物は私たち全員の財産であるとの認識から、動物園が数が少なくなり絶滅の危機に瀕している生物に対し、生息地外でも生存できる場を提供する役割を示す。「教育・環境教育」は、動物園の特徴である実際の動物の匂いや声を体験することを活かし、訪問者に動物の生態を理解し、環境教育にも結びつける役割を示す。動物園水族館協会は、環境の変化などによる野生動物の生息場所が減少している現状を踏まえ、人々が環境問題について考えるきっかけを生み出したいと考えている。「調査・研究」は、生物の生態を理解し、動物園で快適に生活できるようにするための生物の研究を示す。多くの動物園や水族館では、新しく捕獲するのではなく、飼育している生物を増やす努力が行われている。これにより飼育されている生物の寿命が長く、子供も増えるようになっている。「レクリエーション」は、動物園が来園者に楽しい時間を提供し、楽しく過ごしながら「命の大切さ」や「生きることの美しさ」を感じ取ってもらう場であることを示す。サファリパークも動物園の一種であり、高いフェンスを周囲に巡らせて動物を飼育し、自然の中で生活しているような姿を自動車から見せる施設である。そのため、サファリパークもこれらの役割を果たしている。ミライノサファリプロジェクトでは、これらの動物園の4つの役割のうち、「種の保存」、「教育・環境教育」、「調査・研究」に焦点を当て、人間と動物をつなげる ICT 技術の開発を進めている。研究の事例としてはまず、前年度までのミライノサファリプロジェクト（前年度以前の名称は「サファリプロジェクト」）で制作された「いのちのぬいぐるみ」、「Sense of Life」である。「いのちのぬいぐるみ」は遠隔地からぬいぐるみを通して動物の呼吸や毛皮の質感を感じられるシステムである。ぬいぐるみを触ることで、動物園やサファリパークに実際に飼育されている普段なら触ることができないような動物の呼吸を体験することで、遠隔地の動物が自分たちと同じように生きていることを実感してもらうことを目的としている。「Sense of Life」は動物の心臓を模した体験型のシステムである。動物の心臓の大きさ、鼓動の速さや強さを再現している。さまざまな動物の鼓動を比較することによって、人間と動物の鼓動の違いを知り、動物の生態を理解することを目的としている。次に、東京大学大学院農学生命科学研究科生物多様性科学研究室の樋口広芳が行った高度情報通信技術を利用した野生動物の移動追跡についての研究である。この研究は、動物園の役割とされる「種の保護」、「調査・研究」が該当する。まず、長距離移動を行う動物にとって、長距離の移動は生存や繁殖に重要な関わりを持っている（樋口 2001）。そして、長距離移動する動物は、移動先々でいろいろな環境問題に遭遇し、近年、個体数を減少させている（樋口 2001）。この問題を解決するために、移動経路を明らかにすること、重要な中継地、繁殖地、越冬地などを見つけ出し、対象種とその生息環境の保全に役立てるという目的のもと、人工衛星と発信機を使い野生動物の長距離移動を地図上へ可視化や、移動距離の数値化などを行った。そして、IoT ソリューション LAB によるウェアラブルデバイスを活用した未来の「動物園」である。まず、総務省（2015）は、「ウェアラブルデバイスとは、腕や頭部などの身体に装着して利用する ICT 端末のことである」と定義

している。また、総務省（2015）によると、ウェアラブルデバイスは、デバイスに搭載されたセンサーを通して、装着している人の生体情報を取得、送信し、クラウド上で解析しフィードバックすることやスマートフォンと連携することでハンズフリーでのアプリ操作や作業支援が可能であり、現在様々な分野での活用が期待されている。動物園でウェアラブルデバイスを利用することにより来場者の導線や滞在場所・時間の傾向のデータを得られることから、顧客満足度の向上を図ることができると考えられる。従来の動物園の「動物の姿を見ることはできたが、習性や特徴などの詳細はわからないまま立ち去ってしまった」、「餌やりやショーなどイベントを見たかったけれど、時間も場所も分からず見逃してしまった」、「見たい動物のコーナーになかなか辿り着けない」のような来場者からの声がある。未来の動物園では、このような声がお客様の体験の満足度を引き上げ、来場者数を増やすヒントになると考え、開発、研究を進めている。また、この研究は、動物園の役割とされる「教育・環境教育」、「レクリエーション」が該当する。そして、この未来の「動物園」で行われる開発は3つある。1つ目は、ウェアラブルデバイスが、動物について詳しく解説する機能である。例えば、デバイス（スマートウォッチ）を装着した来場者がキリンに近づくと、キリンの生態や特徴などの解説が表示、普段は聞けない鳴き声などを音声で紹介など、さまざまな体験をデザインする機能である。2つ目は、マップ機能で園内を迷うことなく目的地へ向かうことを支援することや混雑回避を支援する機能である。来場者がストレスなく、スムーズに動物園を体験してもらうことを支援する機能である。3つ目は、端末の通知機能でイベントやキャンペーンの見逃しを防ぐ機能である。ウェアラブルデバイスの通知機能を利用し、ショーや餌やりなどの開催時間が決まったイベントの見逃し防止や、GPS機能で会場までの案内といった機能である。

（※文責: 奈良泉美）

1.2 現状の問題点・従来の問題点

動物園において問題とされる点は、動物園の役割のうち「レクリエーション」に過度な焦点が当てられ、一方で「種の保存」、「教育・環境教育」、「調査・研究」といった他の3つの役割が来園者にあまり理解されておらず、動物園の全ての役割を果たすことができていないことである。現状では、動物園を訪れる来園者の多くが親子連れや子供を中心とした層であり、動物園をエンターテイメントとして楽しむことが中心となっている。これは、動物園の展示方法などが原因とされている。典型的な動物園の展示形式は、来園者が柵や檻越しに動物を観察するものである。しかし、この形式では訪れた際に来場者が実際に見てみたいと考える動物の状態や行動を確実に観察できるわけではない。例えば、餌の食べ方や食事の様子を見たい場合、必ずしも餌やりの体験を行うことや飼育員が餌を与える瞬間を見ることができるとは限らない。また、実際に動物の鳴き声を聞きたいと思っても、動物が人間の聞きたいタイミングで鳴く訳ではない。このような課題を解決するために、様々な動物園ではパネルやウェブサイトを通じて、普段の動物の様子や生態についての情報を発信することを行っている。しかし、ウェブサイトから情報を探し出すというプロセスを踏まなければならないことやそもそも自分が興味のある情報が含まれていない、パネル自体の情報量が多いことが原因で理解しづらい、見たいと思う仕掛けが搭載されていないなどといった様々な理由により、課題を解決するために行っていることによる効果はあまり見られない。具体的な例として、先行調査として函館公園の動物展示をフィールドワークした結果、動物の生態情報を見ている来園者が非常に少なかったことが明らかになった。また、パネルは主に大人の一部にしか見られず、子供の目線にはほとんど対応していなかった。そして、漢字が使用されていることもあり、理解する

上で壁が生じていた。動物園やサファリパークのウェブサイトを実際に閲覧した際に、動物の情報を見る際に過去の告知を遡る必要性があったり、そもそも動物の種類紹介だけで、詳細な説明や動画により実際に動いている様子を見ることができないということが明らかになった。このような背景から、動物園の本来の役割である「種の保存」、「教育・環境教育」、「調査・研究」の3つの側面が十分に果たされていないと考える。

(※文責: 奈良泉美)

1.3 課題の概要

上記問題点を改善するため、当プロジェクトでは以下の課題を設定した。教育の「education」とエンターテインメント「entertainment」の造語である「edutainment」を目指し、動物中心の体験型デバイスを作成することにより、動物園やサファリパークへの来場者が動物園の役割である「種の保存」、「教育・環境教育」、「調査・研究」の3つの役割を知るきっかけ作りを行う。そうすることで、人間と動物をつなぐ ICT 技術の開発を目指す。また、上記のプロジェクト全体の課題をもとに、グループ A での課題は、「肉球」という動物特有の部位に着目したデバイスの制作を行い、人間と動物をつなぐ ICT 技術の開発に貢献することとした。

(※文責: 奈良泉美)

第 2 章 富士サファリパークとの交流

2.1 富士サファリパークについて

富士サファリパークとは、静岡県裾野市にある日本最大級のサファリ形式の動物園である。サファリパークは通常の動物園より動物を生息環境に近づけて飼育している。具体的には、動物を檻に入れて展示するのではなく、放し飼いの状態で展示している。また、約 60 種類、900 頭もの動物を飼育している。また、動物・自然・人との関わりあいに関する新たな情報環境の提案を通じて、教育・研究の一層の進展と社会貢献に寄与すること目的として、公立はこだて未来大学と富士サファリパークの間で事業連携に関する協定を令和 3 年 5 月 19 日 (水) に締結した。

(※文責: 奈良泉美)

2.2 富士サファリパークでの展示会

ミライノサファリプロジェクトでは、年に 1 度 9 月に富士サファリパークで、プロジェクト内で作成した成果物の展示会を行っている。前期に行われたサファリオンラインツアーでの飼育員の方へのインタビューやサファリパーク内の見学、函館公園内のフィールドワークを通して、動物の特性や展示方法など様々な情報を得た。その情報をもとに、前年度までに制作されたプロダクトのブラッシュアップを行い、2023 年 9 月 9 日、10 日の二日間に富士サファリパーク内で展示会を行った。展示会には、1 日目は約 200 名、2 日目は約 300 名、合計約 500 名の方が訪れた。そして展示会では、「ポケレポ」、「elEmotion」、「Sense of Life」、「ELEG」、「いのちのぬいぐるみ」の 5 つのプロダクトを展示した。来園者や飼育員の方々に実際に触れて、体験していただいた。以下が体験していただいた方からいただいたコメントやフィードバックである。

「ポケレポ」

・遠くにいる人でも動物を楽しめる、暗視できると面白そう、実際にオンラインサファリツアーを行った

「elEmotion」

・機械的なものが展示されていて良かった、体験するとき機構が見えていて良かった、鼻でものを掴むことができれば、さらに良い

「Sense of Life」

・迫力があってすごい、自分のペットの心拍がわかった、イヌやネコ、キリンの心拍も知りたい

「ELEG」

・子供は体験して、大人は説明を聞いて楽しんでいて、ELEG 本体の動作が不安定、足への振動が背骨を伝わるプロセスをもっと詳しく説明できていたら良かった

「いのちのぬいぐるみ」

・手の中に動物がいるみたい、ゾウの呼吸ってこんなに遅いんだ、リアルな動きですごい

また、展示会のために各グループごとにプロダクトを紹介するためのポスターを制作した。ポスターはプロダクトの概要、プロダクトの特徴、体験の仕方の主に 3 項目を載せたものになっている。



図 2.1 展示会ポスター



図 2.2 実際の展示会の様子

2.3 富士サファリパークでのフィールドワーク

富士サファリパークには、大きく分けてふれあいゾーンとサファリゾーンと呼ばれる2種類のエリアが存在する。ふれあいゾーンでは、ふれあい牧場とどうぶつ村の二箇所に分かれており、合計で約18種類の動物が飼育されている。このエリアでは、主にカピバラやカンガルー、モルモットなどの触れることができる動物やシマリスやリスザル、ポニーなどの餌やり体験ができる動物が展示されている。このエリアでは、実際に動物の体に触れることで、呼吸の速さや毛並みの質感、匂いなど映像や書籍では感じることでできない要素を体験することができた。また、エリアごとのコンセプトに合わせたデザインがされた、具体的な動物の習性や特徴の説明が掲載されたキャプチャーが置かれていた。そして、動物だけでなく、飼育員の方との距離も近く、実際に動物とふれあっている最中に、その動物の修正やキャプチャーには載っていなかったその動物に関する豆知識を教えていただくなどしてもらい、よりその動物に対する理解が深まったと感じた。サファリゾーンでは、クマゾーン、ライオンゾーン、トラゾーン、チーターゾーン、ゾウゾーン、一般草食ゾーン、山岳草食ゾーンの七箇所に分かれており、合計で約21種類の動物が飼育されている。このエリアでは、ライオンやチーターなどの触れることができない危険な動物をサファリゾーン専用の車や自家用車に乗ることで、近距離まで近づき観察したり、実際に餌やりの体験を行うことができる。また、サファリ専用の車に乗ると飼育員の方の解説を聞くことができ、一般的に展示されている動物をただ観察するよりもより理解を深めることができた。

(※文責: 奈良泉美)



図 2.3 ふれあいゾーンの様子



図 2.4 サファリゾーンの様子

第3章 到達目標

3.1 本プロジェクトにおける目的

本プロジェクトにおける目的は、人と動物の新たな関係を ICT で支援することである。

(※文責: 奈良泉美)

3.2 通常の講義ではなく、プロジェクト学習で行う利点

講義ではなく、プロジェクト学習で行う利点は主に四つある。まず一つ目は、新しい視点から問題にアプローチできることである。プロジェクト学習では、異なるコースの学生が協力して取り組むため、多様な視点から物事を考えることができる。そのため、自分ひとりでは難解な課題に対しても、異なるコースの生徒の意見や知見を取り入れることで早期解決が可能になると考える。次に、二つ目は、学生主体で主導的に行動することが求められる点である。これにより、社会人になった際や今後卒業研究に取り組む際に必要とされるプロジェクトや研究のスケジュールの管理やマネジメントのスキルを向上させることができると考える。そして、三つ目はグループで一つの研究に取り組むことができる点である。これにより、他の生徒の意見の共有や協議を行う機会が増え、他者とのコミュニケーション能力を発展させることができると考える。最後に、四つ目として、新たな知識や技術を学び、習得することができる点である。プロジェクト学習を行う上で、講義や演習では扱ったことのない技術を用いる機会が多くある。そのため、自分自身で書籍やインターネットを用いて学習し、研究に反映させるというプロセスを経験することで、今後の卒業研究で同じような展開になった際にも難なくこなすことができると考える。

(※文責: 奈良泉美)

3.3 課題設定

このプロジェクトでは「はじめに」で述べた通り「種の保存」、「教育・環境教育」、「調査・研究」を ICT で支援することを課題として行なっている。これを課題として設けた理由は、動物園の機能がレクリエーションの面しか訪問者に理解されていないという点である。可愛い動物たちを見に来るといった人間主体の考え方だけでなく、上記に述べた課題のような動物主体の考え方も訪問者には理解して欲しいと考えた。また、前期で行ったオンラインサファリツアーにおいて、飼育員の方の解説で「肉球」と呼ばれる動物特有の部位に興味を持った。事前に調査した段階では、衝撃を和らげる機能や暑さを凌ぐ機能といったことを知っていたが、インタビューを通して、肉球には消音性など自分達には知らないような機能や役割が多様にあること、そして、肉球は動物が生きていく上で必要不可欠なものであるということ学んだ。肉球に関わることはあまり世間一般では知られていないことであるため、肉球の役割や重要性を学ぶことを ICT で支援することをグループ内での課題とする。この課題を解決する手立てとして、ゲームを通して、衝撃吸収と消音性の二つの役割を体験できる肉球型デバイスである「PAWAP」を開発した。

3.4 到達目標

到達目標は、前期でのオンラインサファリツアーや函館公園でのフィールドワーク、9月に行われた富士サファリパークでの展示会やフィールドワークから得た知識や経験をもとに、人間と動物を繋ぐ ICT 技術の開発を行うことである。具体的にグループ A では、人間には備わっていない動物特有の「肉球」という部位の役割や重要性について、ICT 技術を用いて開発したデバイスでの体験を通して、わかりやすく伝えられるプロダクトを制作することである。

第 4 章 最終成果物

4.1 概要

最終成果物では、肉球の機能を実際に体験することのできるデバイス「PAWAP」を制作した。PAWAP では、2 種類のデバイス、ネコ型 PAWAP とライオン型 PAWAP を用いて、肉球の衝撃吸収や消音効果といった機能を体験することが可能である。このデバイスを通して、肉球という人間にはない動物の機能を体験し、より動物への理解を深めてもらうことを目的としている。また、肉球への理解を深めることにより、動物を飼うときに絨毯を引くといった動物のためを思った行動をとるきっかけになることも目指している。PAWAP では、主にデバイスを叩く、またはタッチし、肉球の有無によって肉球の効果を体験することができる。このことから、肉球を意味する英単語「Paw Pads」の Paw と、パンと叩くという動作を意味する英単語「Clap」を組み合わせ「PAWAP」という名前にした。

1 つ目のネコ型 PAWAP では、デバイスを実際に叩くことによって生じる衝撃の強さを猫の表情として表し、デバイスに付いている肉球の有無で衝撃の強さを比べるといったインタラクティブ型のデバイスになっている。肉球の有無はデバイスの肉球の付いた天板を付け替えることで再現している。猫の表情は PC 上で表示され、衝撃の強さに応じて、通常状態の表情、猫が肉球を触られることが嫌いということを表した表情、衝撃が緩和されているという状態を表した平気そうな表情、衝撃が緩和されていないという状態を表した痛そうな表情といった 4 種類の表情をするようになっている。マイクを用いて音を振動として捉え、衝撃の強さとしている。また、2 つ目のライオン型 PAWAP では、ネコ型 PAWAP とは違い、手を使って実際に歩く真似をしながらデバイスを叩くことでライオンを操作しながらシマウマに気づかれないように近づくゲーム型のデバイスになっている。ネコ型 PAWAP と違い、天板に肉球が付いているのではなく、手に肉球を装着して肉球が付いているときと付いていないときの違いを体験することができる。ネコ型 PAWAP 同様、ゲーム画面を PC 上に表示し、マイクを用いて消音効果を表現している。2 つの距離センサを用いて、交互に距離センサに手が近づくことによって、ライオンがシマウマに向かって歩いている様子を再現している。また、ゆっくりとした動作をすることによって肉球が付いていない状態でも音を消すことができるため、ゲーム性を持たせるために時間制限を設け、一定の時間が経過するとシマウマが逃げる仕様になっている。両デバイスともに、マイクで拾った音をアンプで増幅させ、スピーカーに繋げることで叩いているときの音を流しながら消音効果を耳で体験することができるようにした。

(※文責: 反甫颯太)



図 4.1 ネコ型 PAWAP



図 4.2 ライオン型 PAWAP

4.2 アイデア出し

アイデア出しとして、前期に行ったフィールドワークやオンラインサファリツアーを行う前に、動物についての事前調査を行った。そこで肉球について注目し、機能についてさらに調査を行った。その結果、肉球では衝撃の吸収、環境による硬さや質感の変化、足音の消音、怪我をした場合は治りにくいといった機能や特徴があった。また、Mihai・Alayyash・Goriely (2015) によると、肉球は脂肪で満たされた柔らかい細胞体であり、歩いたり走ったりするときに足音を立てないようにすることができたり、衝撃を緩和したりしていると言及されている。これらの事前知識をもとに前期では函館公園にフィールドワークに行き、富士サファリパークによるオンラインサファリツアーを行った。函館公園では馬や鳥などの動物や函館公園に来園している人の様子などを観察した。その後のオンラインサファリツアーでは、サファリゾーンにいるライオンや熊などの動物を観察した後、飼育員さんにさまざまな質問をした。それに加えて、9月の富士サファリパークを訪問し、富士サファリパークでのフィールドワークでカンガルーやカピバラなどの動物の肉球を観察したことに加え、飼育員さんへの質問を改めて行った。その結果、飼育員さんからネコやライオンの肉球の方が再現をしやすいこと、肉球の機能として他にも温度の遮断や地面の波動を捉えることが可能である、といった話を伺った。これらの情報から、肉球の機能をわかりやすく伝えるデバイスを制作すること、また、ネコやライオンの肉球を参考に、技術的に再現可能な衝撃の吸収と足音の消音を再現することを目的として制作を行った。わかりやすく伝える方法として、ゲームを制作することによって、子供から大人まで幅広い世代に伝わりやすくすることができると考えた。そこで、ライオンの狩りの様子に注目し、実際の狩りの様子を再現するというよりも、肉球の消音機能というところに重点を置いたゲームを制作することに決め、PCと電子工作を用いて自分がライオンとなり、肉球を使ってライオンがシマウマに気づかれないように近づくゲームを制作することに決定した。シマウマに近づく方法として、足か手に肉球を付け、歩く動作をすることによってライオンを進めるという方法で再現する。また、振動は振動センサを用いて計測する。加えて、前期の活動において、M5を使用したプロダクトを改良した経験から、衝撃の取得にはM5を用いることとし、ゲームの制作には普段の講義で使い慣れているPythonを使用することとした。さらに、肉球の制作には人肌ゲルという医療などで使用される人肌のようなやわらかさの超軟質造形用樹脂を使用することにした。

(※文責: 反甫颯太)

4.3 班分け

プロダクトを制作するにあたって、班分けを行った。デバイスの見た目や肉球の見た目を制作するハード班、ゲーム画面や電子工作のプログラミング、電子機器の調整を行うソフト班の2つに分けた。それぞれの得意分野をもとに、奈良と森田をハード班、反甫と根岸をソフト班に分担した。主にソフト班では Python を用いたゲームのプログラミングを行うとともに、UIFlow や Python, C 言語を使用し、M5Stack を用いたセンサ情報の処理を行った。また、デバイスの内部に使用されているアンプやマイク、スピーカー、USB ハブの機器を揃え、配線の整理も行った。ハード班では、主に肉球の制作とデバイスの箱の制作を行った。肉球の制作では、シリコンや 3D プリンターを使用し、肉球の型を作り、そこに人肌ゲルを流し固めて肉球を制作した。また、レーザーカッターで切り出した MDF を使用し、箱を制作した。

(※文責: 反甫颯太)

4.4 ソフト

肉球の役割を伝えるために、ハードに合わせて簡単なゲームを作成することにした。また、ネコ型 PAWAP, ライオン型 PAWAP の 2 つを作成することになったので、ソフトも同様に 2 つ作成することになった。ネコ型 PAWAP は Python のプログラムのみ作成した。ライオン型 PAWAP は Python のプログラムに加えて、M5Stack の一種である M5GO を使用して距離センサからデータを取得していたので、Arduino 言語のプログラムも作成した。なお、ソフト班ではセンサーやマイコンなどの機器の選定、配線を行ったのでそちらについても説明を行う。

(※文責: 根岸蒼天)

4.4.1 使用したプログラミング言語

Python

Python とはプログラミング言語の一種であり、人工知能の作成や数値解析などに広く利用されている。Python はプログラミング言語の中でも簡単に習得できるとされている。Python は元から言語に組み込まれている標準ライブラリや有志が作成した外部ライブラリが豊富であり、複雑な処理でも簡単に書くことができる。また、日本語の記事が多いので初めて使用するライブラリでも短い時間で使用方法を身に着けることができる。よって、短い時間での開発が可能であること、PAWAP 作成の試行錯誤で複雑な処理が必要でもライブラリで対応できると考えたため、ネコ型 PAWAP, ライオン型 PAWAP 双方のプログラムで使用した。ネコ型 PAWAP では 3 つのライブラリ、ライオン型 PAWAP では 6 つのライブラリを使用している。

(※文責: 根岸蒼天)

Arduino

Arduino 言語は Arduino や M5Stack などのマイコンを制御するためのプログラム言語である。C/C++ をベースにしているため、C 言語の構造や C++ の機能のいくつかを使用することができ

る]. ライオン型 PAWAP では距離センサを使用するために M5Stack の一種である M5GO を使用したので, M5GO を制御するための言語として Arduino を使用した. また, M5GO は M5Stack の一種であるので, MicroPython を使用して記述することも可能であった. しかしながらシリアル通信や距離センサからのデータの取得を行うプログラムを Arduino 言語で記述した際の実行速度と比べて MicroPython で記述した際の実行速度が遅く, Arduino 言語で記述した方の実行速度が速かったので Arduino 言語を使用した.

(※文責: 根岸蒼天)

4.4.2 使用した Python のライブラリ

pygame

pygame とは Python の外部ライブラリの 1 つであり, Python 上で 2D ゲームを作成することができるライブラリである. ゲームプログラムに必要な画像や図形を描画する処理や音声を流す処理, マウスのキーボードからの入力を受け取る処理など多くの処理を行うことが可能である. これらの様な多くの処理が可能であるため, ライブラリとして pygame のみを使用することでゲームを作成することも可能である. また, 移植性が高くほとんどすべてのプラットフォームとオペレーティングシステムで実行することが可能である. ネコ型 PAWAP, ライオン型 PAWAP の両方でゲームを作成することになったので, pygame を使用した. pygame は GUI アプリに必要なウィンドウを出す処理や画像を描画する処理, 音声を流す処理などのアプリの根幹の部分の処理に使用した. また, キーボードからの入力を処理することで迅速なテストが可能となった.

(※文責: 根岸蒼天)

PyAudio

PyAudio は Python の外部ライブラリの 1 つであり, 音声の再生や録音の処理などを行うことができるライブラリである. ネコ型 PAWAP, ライオン型 PAWAP の両方のプログラムで使用したライブラリである. PAWAP 作成中の試行錯誤の結果マイクを使用することになったが, 前述の pygame のドキュメントを確認した結果, マイクから音を取り込み, 処理できるような機能を見つけることができなかつたので, PyAudio を使用することにした. PyAudio はマイクからの音の取り込みの処理, 音の大きさをプログラム内で利用するための処理に使用した.

(※文責: 根岸蒼天)

numpy

numpy は Python の外部ライブラリの 1 つであり, 多次元配列の処理や, 数学の関数やフーリエ変換などの数値計算などの処理を行うことができる. 科学計算や機械学習での計算に使われることが多いライブラリである. このライブラリはネコ型 PAWAP, ライオン型 PAWAP の両方のプログラムで使用した. numpy は, PyAudio を使用しマイクから得たデータを処理する際に, データを配列に変換する処理が高速であったので使用することになった.

(※文責: 根岸蒼天)

time

time は Python の標準ライブラリの 1 つであり、時刻のデータのアクセスや変換などを行うことができるライブラリである。時刻を取得してプログラム内で扱ったり、プログラムを一定時間完全に停止したりすることなどができる。このライブラリはライオン型 PAWAP のプログラムのみで使用した。ゲーム内で、処理を完全に停止する必要があったのと、ゲームに制限時間を設ける目的で使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

tkinter

tkinter は python の標準ライブラリの 1 つであり、GUI アプリを作成することができるライブラリである。GUI ウィンドウを表示や、ラジオボタンやチェックボックスなど GUI アプリのための様々な便利な処理を使用することができる。ライオン型 PAWAP のプログラムにおいて、このライブラリの中のメッセージボックスという、確認画面やエラー画面で表示させるウィンドウを表示するために使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

pySerial

pySerial は Python の外部ライブラリの 1 つであり、arduino や M5Stack などのマイコンなどのデバイスとのシリアル通信を簡単に行うことができるライブラリである。シリアル通信でマイコンとデータを送受信したり、プログラムを実行しているデバイスのポートの使用状況を確認したりすることなどができる。このライブラリは M5Stack の一種である M5GO を使用したライオン型 PAWAP のプログラムでのみ使用した。M5GO はライオン型 PAWAP のゲームで MDF で作成した箱型のデバイスからの距離のデータが必要になったので、距離センサから値を取得するために使用した。また、M5GO で取得したデータをライオン型 PAWAP のプログラム内で使用するためのシリアル通信を簡単に行うために Pyserial を使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

multiprocessing

multiprocessing は Python の標準ライブラリの 1 つであり、プログラムのサブプロセスを作成し、並列処理することができるようになるライブラリである。multiprocessing では CPU のコアを複数使用し、プログラムを並列化し処理をすることができる。このライブラリではサブプロセスの作成、実行を行いプログラムの並列化やサブプロセスとメインのプロセスとのプロセス間通信などを行うことなどができる。ライオン型 PAWAP のテスト中に見つかった問題を解消するためにこのライブラリを使用した。その問題とはプログラムと M5GO とのシリアル通信での問題である。シリアル通信を行う際データを受信する側の方の処理が送信する側よりも速い場合、データが送られてくるまでの待ち時間が発生してしまう。この待ち時間はプログラム自体が停止してしまう。ライオン型 PAWAP の場合ゲームのプログラムの方が処理が速かったのでわずかな時間ではあったが、M5GO からデータを受信する際に待ち時間が発生した。この待ち時間により、マイク

から音を入力できない時間があり、正しくゲームを進めることができない問題が発生した。そこで multiprocessing を使用し、マイクからの入力をサブプロセスにし適宜プロセス間通信を行うことで M5GO からデータを受信する際の待ち時間であってもマイクから音を入力することを可能にした。

(※文責: 根岸蒼天)

pyinstaller

pyinstaller とは python の外部ライブラリの 1 つであり、python ファイルを実行ファイルにするためのライブラリである。pyinstaller では作成した python ファイルをプロンプトでの実行や統合開発環境などを介さずに実行できる exe ファイルにすることができる。また、pyinstaller を使用して exe 化した OS と同一の OS であれば、他のコンピュータを使用しても exe ファイルを実行することができる。また、exe ファイルを実行するコンピュータに python や使用したライブラリがインストールされていなくとも、正常に実行することができる。このライブラリを使用し作成した exe ファイルを実行すると通常コンソールが立ち上がるが、オプションとして nonconsole を指定することで、コンソール画面を一切表示させることなくプログラムを実行することができる。ネコ型 PAWAP とライオン型 PAWAP のプログラムは適宜インストールが必要である外部ライブラリを使用し作成したので、開発に使用した PC 以外では正常に動作しない可能性がある。そこで pyinstaller を使用し exe ファイルにすることで、他の PC でも正常に動作するようにした。

(※文責: 根岸蒼天)

4.4.3 使用した Arduino のライブラリ

VL53L0X.h

VL53L0X.h は VL53L0X という規格の距離センサを扱えるようにするライブラリである。VL53L0X はレーザーを照射し反射されモジュールに戻ってくるまでの時間により距離を測定する規格である。また、このライブラリは Pololu というロボットや機械部品の電子モジュールメーカーが作成したライブラリである。このライブラリを使用することで I2C というフィリップス・コンダクターズ (現在の NXP セミコンダクターズ) が開発した機器間の相互通信で使用できる VL53L0X の距離センサを arduino 言語で使用することができる。ライオン型 PAWAP のゲームでデバイスからの距離のデータをゲームで使用するために距離センサを使用した。センサを制御するマイコンである M5GO とは I2C で接続していたので、VL530X.h を使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

SparkFun_I2C_Mux_Arduino_Library.h

SparkFun_I2C_Mux_Arduino_Library.h とは SparkFun という人が作成した、Pa.HUB という電子モジュールを扱えるようにするライブラリである。Pa.HUB とはスイッチサイエンス社が販売している電子モジュールであり、PCA9548AP という規格で制御されている電子モジュールである。このモジュールを使用することで 1 つの I2C ポートで最大 6 個の I2C デバイスと接続することができる。このライブラリを使用することでマイコンの 1 つの I2C ポートで複数の I2C 形式

の電子モジュールを使用することができるようになる。ライオン型 PAWAP はデバイスの上で、手で歩く動作をすることで使用できるが、そのために距離センサを2つ使用する必要があった。しかしながら、使用しているマイコンである M5GO には I2C ポートが1つしかなかった。なので、Pa.HUB を使用する必要があったので、このライブラリを使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

4.4.4 ネコ型 PAWAP の Python プログラム

ネコ型 PAWAP は箱型デバイスの肉球を叩いて使用し、叩く強さで画面の中の猫の表情と鳴き声に変化する簡単なゲームである。よって、ネコ型 PAWAP のプログラムは叩いた強さによって猫の表情を変え、表情に対応した鳴き声の音声を流すプログラムである。

(※文責: 根岸蒼天)

使用した画像や音声素材について

ネコ型 PAWAP では背景画像1つ、猫の胴体の画像1つ、猫の表情の画像4つの画像を使用した。音声は猫の鳴き声を4種類使用した。猫の胴体の画像と表情の画像は Adobe Illustrator を使用し作成した。背景画像については、みんちりえという人が作成したクレジット不要、商用利用 OK のフリー素材を使用した。猫の鳴き声の音声は効果音ラボから画面上の猫の表情に合わせた音声を選択し使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

使用したライブラリと目的

ネコ型 PAWAP のプログラムでは、pygame, pyaudio, numpy のライブラリを使用した。pygame は GUI ウィンドウの表示、画像の表示、音声の再生、キー入力の処理に使用した。キー入力の処理はプログラムを終了する際に escape キーを入力して終了するようにするために使用した。pyaudio は箱型デバイスにつけたマイクから音を入力し処理するために使用した。マイクについては肉球の叩かれた衝撃の強さを検出するために使用した。numpy については pyaudio を使用して得たマイクからのデータを高速に配列に挿入するために使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

詳細

ネコ型 PAWAP のプログラムはゲームのプログラムなので、最初に初期化を行い次にループに突入し処理を行った。初期化では、初めに GUI ウィンドウの設定、使用する画像のロードや変数の初期化、マイク使用のための pyaudio などの初期化を行う。ウィンドウのサイズは使用している PC のサイズに合わせて 1280 × 720 とした。次にループでの処理を行う。画像はそれぞれロードを行った。また、背景画像のサイズがウィンドウサイズよりも大きかったので pygame.transform.scale() を使用しサイズをウィンドウのサイズに合わせた。pyaudio の初期化では、サンプリングレートなどの初期設定を行った。1秒間にサンプリングする回数であるサンプリ

ングレートは CD などと同じ 44100 とした。マイクの同時使用数であるチャンネル使用数は 1 とした。サンプリングしたデータの形式は 16bit の int 型とした。マイクを使用するので input には True を設定した。データを一時的に保存しておくバッファサイズは 1024 とした。毎ループでは初めにマイクから音量のデータを取得する。音量のデータはバッファのデータから最大の値を取得した。最大の値を取得した理由は、肉球を叩いた瞬間の音の波形の最大値をプログラムで使用したかったからである。次に、pygame のイベント処理でウィンドウの終了ボタンを押したときの処理と、escape キーを押したときの処理を行った。これらの処理はどちらもプログラムを終了するための処理である。次に取得した音データを変数の初期化で作成した 120 の大きさのリストの末尾に挿入する。表情を 2 秒間保持するために、120 の大きさのリストを使用し、毎ループ新しいデータをリストの末尾に入れる、また、ループの最後にリストの頭を削除し、末尾に空データを追加することで、それぞれのデータを 2 秒間保持することができる。次に、先ほどのリスのデータの最大値を取得し、その値に応じて、猫の表情を設定する。また、猫の表情が一つ前のループから変更された場合、変更された表情に合わせた鳴き声を再生するようにした。また、音量データは何もしていない場合で、80 前後、軽くたたくと 400 前後、強くたたくと 1000 を上回ったので、値が 0~149 の場合は普通の表情と鳴き声、150~799 の場合はすこし不機嫌な表情と鳴き声、800~1399 の場合は機嫌がよさそうな顔と鳴き声、1400 以上はとても嫌がっている表情と鳴き声になるように設定した。ループの最後は背景画像や猫の表情などの画像を描画した。

(※文責: 根岸蒼天)

4.4.5 ライオン型 PAWAP の Python プログラム

ライオン型 PAWAP は箱型デバイスの上で音を立てずに歩く動作をすることで、画面の中のライオンがシマウマを捕まえる狩りの様子を体験できるゲームである。大きな音を出すまたは、一定時間がたつとシマウマがライオンに気づいて、逃げられてしまいゲームは失敗となる。制限時間内に大きな音を立てずに歩く動作をし、ライオンがシマウマを捕まえることができればゲームはクリアとなる。よって、ライオン型 PAWAP のプログラムでは、歩く際の音の大きさの検出、歩く動作の検出を行い、ライオンのシマウマに近づけたり、成功したとき、失敗したときの処理をしたりするプログラムである。

(※文責: 根岸蒼天)

使用した画像や音声素材について

ライオン型 PAWAP では背景画像、ライオンの画像、シマウマの画像、ライオンがシマウマを捕まえている画像、シマウマがライオンに気づいたときのエクスクラメーションマークの画像を、成功画面、失敗画面をそれぞれ 1 つずつ使用した。音声はライオンの鳴き声、シマウマがライオンに気づいた瞬間の音声、シマウマが走って逃げる足音を使用した。画像はすべて Adobe Illustrator を使用し作成した。音声はすべて効果音ラボから選択し使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

使用したライブラリと目的

ライオン型 PAWAP のプログラムでは、pygame, pyaudio, numpy, pyserial, tkinter, time, multiprocessing のライブラリを使用した。pygame, pyaudio, numpy の使用目的は前述したネコ型 PAWAP での使用目的と同一である。pyserial は M5GO からシリアル通信でデータを受け取るために使用した。ライオン型 PAWAP では M5GO で使用できる距離センサを使用したのでシリアル通信を行うために pyserial を使用した。tkinter は M5GO との接続時にエラーが発生した際にメッセージダイアログを表示するために使用した。time はゲームに制限時間を設けるためと、ゲームを一定時間停止したいタイミングがあったので、使用した。multiprocessing はプログラムを並列処理するために使用した。シリアル通信を行う際、待ち時間が発生するが、そのタイミングでは音声データが取得できないので、音声データを取得する部分を並列化し、プロセス間通信を行うことで、音声データを正しく取得した。

(※文責: 根岸蒼天)

詳細

ライオン型 PAWAP のプログラムもネコ型 PAWAP のプログラムと同様にゲームのプログラムなので、最初に初期化を行いその後ループに突入し処理を行った。

初期化では初めにプログラムを exe 化した際に並列処理を使用できるようにした。また、この処理は初期化の初めに行う必要がある。次に現在のポートの確認を行った。今回は USB によるシリアル通信なので、ポートの詳細に「USB」の文字列を含むポートのみ抽出を行った。また、ポートの確認を行った理由は、M5GO とのシリアル通信を始めるためである。次に、GUI ウィンドウの設定、画像のロード、変数の初期化を行う。ウィンドウサイズはネコ型 PAWAP と同様に 1280 × 720 とした。初期化の最後では並列処理の準備を行った。並列化の準備ではプロセス間通信を行うためにキューを生成した。次にサブプロセスにする関数を指定し、サブプロセスを生成した。サブプロセスにした関数は音データを取得するための関数である。その関数ではまず初めに、ネコ型 PAWAP と同様に pyaudio の初期化を行い、ループで音データを取得し、プロセス間通信のためのキューにデータを挿入する。

このプログラムでは画面遷移を行ったのでループでの処理は状態遷移をするようにした。状態は初めの状態である状態 0 から状態 3 まで 4 つの状態を作成した。

状態 0 は M5GO とシリアル通信をするための状態である。初期化の際に取得した詳細に「USB」の文字列を含むポートの中から選択してシリアル通信を開始できるようにした。また、詳細に「USB」を含むポートが 1 つのみの場合は自動で接続し、シリアル通信を開始できるようにした。この状態ではシリアル通信開始時にエラーが発生した場合、エラーウィンドウが出るようにした。シリアル通信を開始することができたら次の状態である状態 2 になるようにした。

状態 1 はゲームを行うための処理である。まず初めに、画面内のマウスを非表示にする処理をおこなった。次に、pygame のイベント処理で、終了ボタンが押されたときの処理、キー入力による処理を行った。キー入力は escape キーが押された際にプログラムを終了するようにした。また、テスト用に左矢印キーを押したら、ライオンが一步前進するようにした。次に状態 1 では一度のみの処理として、初期化で生成したサブプロセスの開始、成功、失敗フラグの準備を行った。この処理は次回以降のループでは処理されずスキップされる。その後、初期化の際に作成したキューからプロセス間通信を行い音データのリストを取得し、最大値を取得する。最大値を取得した理由はネ

コ型 PAWAP と同様である。次にシリアル通信を行い M5GO から 2 つの距離センサの値を取得する。シリアル通信をする際は、一回の受信でデータをまとめて受け取り、pythono 側で分解しデータを使用した。そのようにすることでシリアル通信の回数を減らしプログラムの高速化を行った。次に状態 1 の初めのループが始まった瞬間から何秒経過したかを確認し 30 秒以上経過していたら失敗フラグを立てる。また取得した音データの値が 1000 を超えていた場合も失敗フラグを立てる。次に、2 つの距離センサの値からライオンが歩いたかどうかを検出する。歩いたかどうかの条件を説明する。その条件はまず、1 つ目の距離センサの値が小さく、2 つ目の距離センサの値が大きい場合の状態を α 、1 つ目の距離センサの値が大きく、2 つ目の距離センサの値が小さい場合の状態を β とする。現在が α の状態、もしくは β の状態で前回歩いたときの α 、 β の状態と異なる場合一步動けるようになる。なお、初めの一步は α 、 β どちらの状態でも一步動けるようになる。上記の検出方法で歩ける場合、ライオンを一步分動かす。もし、ライオンがシマウマに触れる位置まで動いたら成功フラグを立てる。次に背景とシマウマ、ライオンの画像を描画する。その際成功フラグが立っていた場合、シマウマ、ライオンの画像を描画する代わりに、ライオンがシマウマを捕まえている画像を描画する。次に成功フラグ、失敗フラグが立っていた場合の処理を行う。成功フラグが立っていた場合、ライオンの鳴き声を流し、2 秒画面を停止したのち状態 2 へ移行する。失敗フラグが立っていた場合、エクスクラメーションマークの画像を描画し、シマウマがライオンに気づいたときの音声を流す。そして、1.2 秒停止したのち、シマウマの足音の音声を流し、シマウマが走るように画面外に移動させ状態 3 に移行する。なお、失敗フラグと成功フラグが同じループで同時に立った場合、成功フラグが優先される。

状態 2、状態 3 は終了画面を表示する処理である。状態 2 では成功画面、状態 3 では失敗画面を表示し 5 秒間停止したのちプログラムを終了する。

プログラムを終了する際は pygame の終了、シリアルクローズ、サブプロセスの終了、プログラム全体の終了の順に行う。また、シリアルをオープンする前に終了する場合、pygame の終了とプログラム全体の終了のみを行う。

(※文責: 根岸蒼天)

4.4.6 ライオン型 PAWAP の Arduino プログラム

ライオン型 PAWAP では、距離センサを利用するために M5GO を使用した。M5GO を制御するために Arduino 言語でプログラムを作成した。Arduino 言語以外に microPython という言語でプログラムを作成することが可能であったが、Arduino 言語で作成したプログラムの方実行速度が速かったため Arduino 言語を採用した。プログラムは、距離センサを 2 つとそのため Pa.hub を使用したので、それらのモジュールを制御し、距離センサの値をシリアル通信で送信した。

(※文責: 根岸蒼天)

使用したライブラリと目的

Arduino プログラムでは VL53L0X.h, SparkFun_I2C_Mux_Arduino_Library.h のライブラリを使用した。VL53L0X.h は距離センサの値を取得するために使用した。SparkFun_I2C_Mux_Arduino_Library.h は 2 つの距離センサを M5GO で使用するための Pa.hub を制御するために使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

詳細

Arduino プログラムでは、まず初期化を行い、次にループでの処理を行う。初期化では使用する変数の初期化、Pa.hub を利用するための準備、距離センサを使用するための初期化を行った。また、プログラムが正しく実行されているか確認するために、M5GO のモニタに文字列を出力した。ループでは初めに Pa.hub を操作し、それぞれの距離センサから値を実数型で取得した。シリアル通信では、文字列を送信するので、取得した実数型の値を文字列に変換した。その後変換した文字列を結合し、シリアル通信で送信した。

(※文責: 根岸蒼天)

4.4.7 使用した機器

ピエゾマイク

ピエゾマイクは音を拾うためのマイクの種類であり、エレアコのピックアップに使用されることの多いマイクである。機器に直接貼りつけて使用し、貼りつけた部分の音を拾うことができる。また、環境音をほとんど取り込まずに貼りつけた部分の振動を音として拾うことができる。環境音を取り込みにくい性質から、ネコ型 PAWAP、ライオン型 PAWAP の両方で衝撃を検出するために使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

ミニアンプ

ミニアンプはアンプの種類であり、マイクからの音を調節して他の機器に流すことができる。前述したピエゾマイクで拾った音を増幅させるために使用した。USB のタイプ A ポートからの給電が可能なアンプを使用した。また、後述するスピーカーに流すためと PC で使用するために、2つの数の出力があるミニアンプを選択した。

(※文責: 根岸蒼天)

USB オーディオ変換ケーブル

イヤホンなどで使用される AUX を USB の A タイプに変換する機器であり、これを使用することで、USB の A タイプのポートで音声入出力を行うことができる。ネコ型 PAWAP、ライオン型 PAWAP の配線の際にはハブを使用し 1 つにまとめたので変換を行った。

(※文責: 根岸蒼天)

ポータブルスピーカー

スピーカーの中でも小型のスピーカーである。ピエゾマイクからの入力をアンプを使用し増幅させたのちそのままスピーカーを使用し出力を行った。そうすることで、自分が出した音がどんな音か使用者から分かりやすくなるようにした。

(※文責: 根岸蒼天)

USB ハブ

USB ハブとは PC の 1 つの USB のポートを複数に増やすための機器である。今回は A タイプのポートが 3 つ以上, C タイプのポートが 1 つ以上のハブを使用した。ハブのポートの仕様内訳については後述する配線の節で述べる。

(※文責: 根岸蒼天)

AC アダプター

AC アダプターはコンセントから給電し, 設定された強さで電流を流す機器で, スマホなどの充電に利用されることが多い。ミニアンプの安定的な動作のために使用した。AC アダプターを使用することで, スピーカーへの音が乱れにくく, 安定して動作するようになった。

(※文責: 根岸蒼天)

M5GO

M5GO は M5Stack の一種で, はんだ付けをせずに接続できる Grove という規格で I2C を行うポート I/O を行うポート, UART を行うポートが 1 つずつある。Arduino IDE を使用しプログラムを制御するプログラムを作成することができる。また, UIFlow というソフトを用いてプログラムを直感的に作成することもできる。ライオン型 PAWAP では Grove 規格の I2C 通信を行う距離センサを使用したので, M5GO を使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

距離センサ

機器からの距離を測ることができるセンサーである。距離センサには様々な種類があるが, TOF というレーザー式の距離センサを使用した。また, はんだ付けの必要のない Grove 端子に対応している距離センサを使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

Pa.HUB

Pa.HUB は I2C 通信を行うポートを複数に増やすための電子モジュールである。1 つの I2C ポートを最大 6 つに増やすことのできる電子モジュールを使用した。ライオン型 PAWAP において, 距離センサを 2 つ使用する必要があったので, 使用した。

(※文責: 根岸蒼天)

4.4.8 ネコ型 PAWAP の配線

PC と箱型のデバイス間はハブを使用することで 1 つの USB ポートに接続するようにした。また、箱型のデバイスとコンセント間は、コンセントから AC アダプターを介し C タイプのポートへ給電することで機器が安定的な動作を行えるようにした。箱型のデバイスの中はハブからは A タイプのポートからミニアンプへの給電を行った。マイクはアンプに接続し、アンプからスピーカーへ音を流した。また、アンプから AUX 端子を USB 端子に変換しハブと接続し、PC でマイクの音を拾えるようにした。

(※文責: 根岸蒼天)

4.4.9 ライオン型 PAWAP の配線

ライオン型 PAWAP の配線はネコ型 PAWAP の配線に追加して M5GO などライオン型 PAWAP でのみ使用する機器を接続したものである。M5GO は I2C ポートに Pa.HUB を接続し、Pa.HUB に 2 つの距離センサを接続した。また、M5GO をハブに接続し PC とシリアル通信をできるようにした。

(※文責: 根岸蒼天)

4.5 ハード

肉球の役割を伝えるために、ソフトに合わせて肉球の制作とソフトとの箱の作成を行った。また、箱に直接ネコ型 PAWAP, ライオン型 PAWAP の二つを作成することになったので、それぞれの肉球を作成することとなった。箱は天板を入れ替えることによって、一つの箱で両方のものを体験できるようにした。また、肉球は fushion360 を使い作成した。なお、ハード班では、肉球制作で使った素材の選定、肉球のデザイン、箱のデザインを行ったのでその説明も行う。

(※文責: 森田誠心)

4.5.1 使用したソフト

fushion360

Fusion 360 は, Autodesk が提供する 3D コンピュータグラフィックスおよび CAD (コンピュータ支援設計) ソフトウェアの一つであり, 主に製品設計, エンジニアリング, 製造業界で使用されている。また, クラウドベースのプラットフォームであり, デザイン, モデリング, シミュレーション, 製造, コラボレーションなどの機能を統合している。これにより, 異なる段階のプロセスをシームレスに結びつけ, 効率的な作業が可能である。

(※文責: 森田誠心)

Adobe Illustrator

Adobe Illustrator とは,Adobe Systems によって開発されたベクターグラフィックスエディターである。主にイラストレーション, デザイン, ロゴ作成, 印刷物の制作などに使用されている。Illustrator はベクター形式の画像を作成・編集するための強力なツールを提供しており, 拡大縮小しても画質が劣化しない特徴がある。これにより, プリントメディアやウェブデザインなど, さまざまな分野で利用されている。

(※文責: 森田誠心)

Maker Case

Maker Case とは, レーザーカッター用の箱のデザイン, 展開図を生成することができ, その展開図を SVG ファイルや DXF ファイルに出力することができる。

(※文責: 森田誠心)

UP Studio

UP Studio とは,3D プリンターを制御し,3D モデルを印刷するためのソフトウェアである。印刷設定の管理, プリント進捗の監視など, 様々な機能がある。UP Plus2 で印刷するために使われた。

(※文責: 森田誠心)

Z-SUITE

Z-SUITE とは,Zortrax が提供する 3D プリンターソフトウェアである。このソフトウェアは 3D モデルをあらかじめ用意し,3D プリンターで印刷するのに役立つ。デザインや設定の調整, 印刷プロセスのモニタリングなど, 様々な機能が含まれている。

(※文責: 森田誠心)

4.5.2 使用した機器

UP Plus2

UP Plus2 とは,3D プリンターの 1 種であり, シンプルかつ軽量の 3D プリンターでありながら, 高品質の出力を可能としているものである。特徴として, 熱溶解積層法という造形方式で印刷する。オートキャリブレーション機能が搭載されており,3D プリンターの出力物が付着する部分である, プラットフォームを自動で水平に調整することができる。

(※文責: 森田誠心)

Zortrax M200 Plus

Zortrax M200 Plus とは,Zortrax が提供する 3D プリンターの 1 種であり, 正確な再現性と寸法制度であるため, 初心者から専門家まで簡単に使いこなすことができるため, 多くの企業, 大学, 研

(※文責: 森田誠心)

universal laser VLS 3.75

universal laser VLS 3.75 は, UNIVERSAL LASE SYSTEMS が提供するレーザーカッターの一種であり, 他のレーザー飼ったよりもレーザーポインターでの材料の位置合わせが簡単であり, 横 610mm 縦 305mm までの範囲で切断することができる. また, どの加工速度でも一定のエネルギー密度を持続させて切断することができる.

(※文責: 森田誠心)

4.5.3 使用した素材

人肌ゲル

人肌ゲルとは, 人肌のような柔らかさの超軟質ウレタン造形用樹脂であり, 主に人体模型に使われており, 医療用として使われている. また, 人肌ゲルを作る際に必要な硬化剤には 3 種類あり, 最も柔らかい硬度 0 は頬のような硬さとなり, 硬度 7 は肩のような硬さであり中間の型さとなっている. そして, 最も硬い硬度 15 はかかとのような硬さとなっている.

(※文責: 森田誠心)

シリコーンゴム

シリコーンゴムとはシリコーンポリマーを主成分とする合成ゴムの一種であり, 柔軟性と耐久性に優れた素材である. 今回は模型作成に型をとるために液体のシリコーンゴムを使用した. 液体のシリコーンゴムは, 細かい形状や複雑なデザインの再現に適しており, 陶芸, レジンアート, キャンドル作り, 製菓, 模型制作, 医療用途など, 様々な分野で利用されている.

(※文責: 森田誠心)

石粉粘土

石粉粘土とは, 石を粉状に砕き, 接着剤などを混ぜ粘土状にしたものである. 石粉粘土の特徴として, 軽量であり, 粘土の柔軟性と成形能力と, 石粉の固さと堅固な質感を組み合わせたものであるため, 手で簡単に成型することができる. 使用用途として模型の制作などで使われることが多い.

(※文責: 森田誠心)

フェイクファー

フェイクファーは, 動物の毛皮を模倣した人工的な素材で作られた毛皮の代替品である. ポリエステル, アクリル, ナイロンなどの合成繊維から作られており, これらの素材には耐久性があり, 製造技術の進歩により, リアルで柔らかいフェイクファーが作られており, 動物の毛皮のような素材に近づいている. また, 使用用途として, コート, ジャケットのファッションアイテムやクッション,

ブランケットの家庭用品, アクセサリーなど様々な製造に利用されている.

(※文責: 森田誠心)

MDF

MDF とは, 正式名称で Medium Density Fiberboard という木質ボードの一種である. 日本語では, 中質繊維板, または, 中密度繊維板と呼ばれ, 細かく粉碎した木材を板状に成型したものであり, 木材が持っている特徴の割れや筋などが存在しない素材である. そのため, 強度が一定であり, 断熱性, 遮音性が高いものとなっている. また, MDF は加工が容易であり, レーザーカッターなどで成型に使われている.

(※文責: 森田誠心)

4.5.4 素材探し

ハード班はまず, 手袋型の肉球を制作するために肉球の素材探し, 弾力性があり, かつ, 形がそのまま保てる素材そして, 肉球の性能の衝撃吸収と消音性を体感できるような素材を探した. 候補として挙げたものが, スライムと人肌ゲルである. スライムは, 硬さの調整がしやすく, 短時間で作ることが可能であったが, 形をそのまま保つのに向かない素材であった. 一方で人肌ゲルは型を作りさえすればその形に保ったまま作ることができ, かつ, 衝撃性, 消音性を再現させられるような素材であると考えたため今回の肉球制作では, 人肌ゲルを採用した. ほかに, 手袋の手を覆うための素材も探した. 動物の毛皮にできるだけ近づけるため, フェイクファーを利用した. フェイクファーは動物の毛皮を似せて作ったものであり, ライオンの毛皮に似た毛皮を使った. 肉球の作成にあたって, 手袋型の肉球の性能を体感してもらうため, 手のひらのサイズに合った人肌ゲルの肉球を作る必要があった. 人肌ゲルを肉球の形, サイズに固めるためには, その型もまた必要であった. その際に使用したものは, シリコンゴムであった. シリコンゴムは, 精密な型取りが可能であり, 人肌ゲルを型取るのに適していると考えた. また, シリコンゴムの型を作るためには, 肉球の模型も作る必要があった. その際使用した素材が石粉粘土である. そのため, 石粉粘土は, シリコンの型を作るかつ, 肉球の模型を作るのに適していると考え, 制作に至った.

(※文責: 森田誠心)

4.5.5 制作

はじめに, 石粉粘土での肉球制作をおこない, ライオンの肉球を元に作った. 次に, シリコンを固める作業なのだが, 工程として, シリコンの主剤をはじめ分離しているので混ぜる必要がある, ある程度混ぜ合わせたら主剤と硬化剤を 100:1 の配分で混ぜ合わせる. そこからあらかじめ作っておいた土台にシリコンを流し込み, 肉球の模型も入れ, シリコンが固まるのを待つ, そして, 固まった後に肉球の模型を取り除き, そこに人肌ゲルを流し込む. 人肌ゲルもまた主剤と硬化剤に分かれているので, 配分を 3:1 の配分で混ぜ合わせる. 今回使った硬化剤の硬度は, 3 と 7 である. 硬さが頬や肩といわれているが, 人それぞれで硬さが異なっていると考えたため, 実験として硬さが異なる 2 つの肉球を作成した.

4.5.6 問題点・課題点

人肌ゲルでの肉球を作ることは成功したが、いくつかの問題点があった。まずは、人肌ゲルの硬さについてである。硬度3の硬化剤を使ってしまうと、柔らかすぎるようなものになってしまい、逆に硬度7にしてしまうと肉球にしては硬すぎる問題が出てしまった。次に時間効率についてである。石粉粘土を固めるのに1日要し、シリコンを固めるのにも1日、人肌ゲルを固めるのに1日要した。さらには、人肌ゲルは粘性があるため、表面にコーティング剤を塗る必要もあるため、そのコーティング剤を乾かすのにも1日かかってしまった。ほかにも、シリコンが固まった後に中で石粉粘土が崩れてしまい、取り除く作業ができてしまい、時間をとられてしまった。新しいシリコンの型を作ることになれば、また、同じような時間がとられてしまう可能性があるため、他の方法で型を作る必要がある。さらには肉球の模型を人が1から作る必要があった。そのため、技術を持っていなかったため、石粉粘土で模型を作った時点で表面がゴツゴツしたものとなってしまった。また、手袋型にしてしまった場合、多数の人間が体験することを想定すると、衛生面にも配慮しなくてはならない問題も発生した。そして、手袋型の肉球を体験してもらっただけでは肉球の性能である消音性のみしか体験することができずと分かったため、衝撃吸収の性能を伝えられるようにするために手のひらでたたく以外にも違った体験型デバイスを作る必要があった。

(※文責: 森田誠心)

4.5.7 2回目の制作

手袋型の肉球の改良として、人肌ゲルの肉球にバンドをつけ、手に装着させることである。そうすることによって、衛生面の問題において、バンドのみを消毒するので、手袋型の肉球は、たたくものを刺激としており、消音性のみを体験することしかできなかった。そこで、新しく考えたものがテーブルなどに肉球をおいて、それをたたくことによって、たたく本人が刺激となり、衝撃吸収を体験することができるデバイスの制作である。また、シリコンで型を作る他の方法として、3Dプリンターで型を作っていく方法にした。3Dプリンターで作ることによって、型を正確に作るができるというメリットがある。また、肉球の模型を作るという工程も飛ばすことができるため、fusion360を使って、肉球の型をモデリングしていく。また、人肌ゲルを型に流し込むので、その型が丈夫であり、かつ、シリコンが漏れ出ないような構造でなくてはならない。そのため、3Dプリンターのフィラメントは、Zortrax Z-ULTRATを使用した。この素材は、耐久性と優れた表面品質がある。優れた表面品質に関しては、3Dプリンターで作成した型の表面には、細かいざらつきができてしまうため、固めた人肌ゲルの表面にそのざらつきがつかないようにできるだけ優れた表面品質のフィラメントを使う必要があった。肉球のモデルは、体験者から親しみを持ってもらうため、猫にした。猫の肉球は、高いところから着地する際に肉球をバネのように使って衝撃を吸収している。そのため、今回の衝撃吸収をわかりやすく伝えるデバイスには適しているモデルであると考えた。

(※文責: 森田誠心)

モデリング制作

fushion360 で肉球の 3D モデル制作を始めたが、fushion360 の使い方が分かっていなかったため、まずは fushion360 の使い方から学び、チュートリアルとして肉球を作るよりも先にきのこを作成することにした。半球を作ってから肉球の形に整える方法で作ろうとしたが、半球を作る方法がわからなかったため、キノコの傘の部分の作り方を学ぶことで、半球を作れると考えた。fushion360 で肉球の作成に至って肉球を人間の手よりも少し大きなサイズ、手全体を覆うようなサイズにした。理由としては、インパクトの重視、展示での見栄えと、猫の肉球を人間でのサイズに合わせたほうが衝撃吸収を伝えられるのではないかと考えた。実際のサイズとしては、縦が 290mm の横が 260mm となり一般の人間の手よりも大きなものとなった。今回使用した 3D プリンターは UP Plus2 と Zortrax M200 Plus である。Zortrax M200 Plus は、UP Plus2 よりも印刷できるもののサイズが大きく、肉球の指と手のひらを覆うパッドを作ったのだが、パッドの部分が UP Plus2 では入りきらず、Zortrax を使った。印刷時間がパッドの部分だけでも約 11 時間かかり、モデリングした通りに印刷され、漏れ出ないようにしており、以前作った型よりも正確な形をしており、かつ、時間効率が良くなった。また、手に装着させる肉球のほうもまた、新しく型を作成し、3D プリンターで印刷した。型のサイズ、大きさは、体験のしやすさを重視し、楕円の形にし、サイズは縦が約 100mm、横 130mm、厚さは約 10mm、のようにした。

(※文責: 森田誠心)

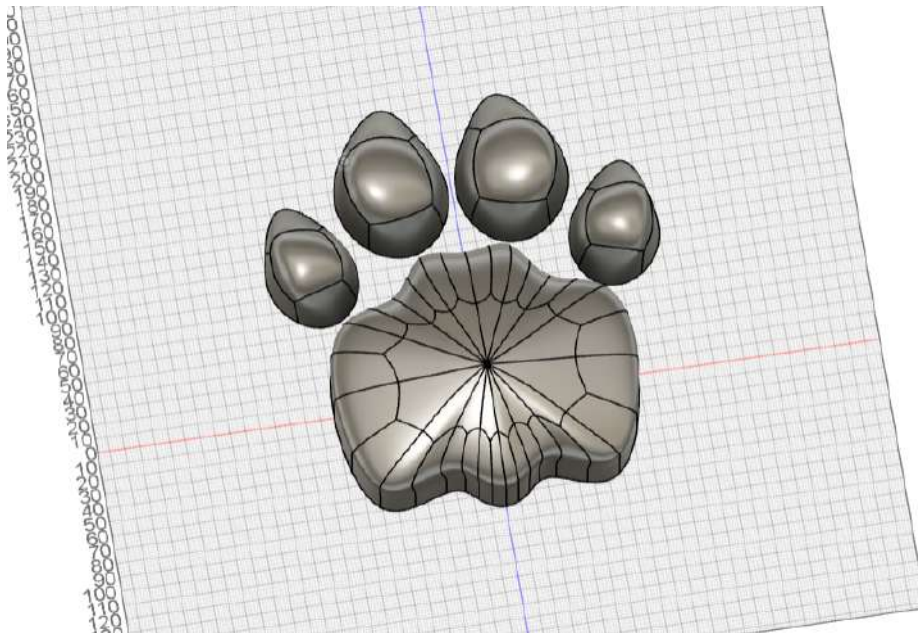


図 4.3 fushion360 で作成した肉球

人肌ゲル

次に、人肌ゲルを固める作業に移ったが、硬度 3 では柔らかすぎ、硬度 7 では固すぎたので、硬度 3 と硬度 7 の中間の硬さの人肌ゲルを作りたいと考えたため、硬度 3 の硬化剤と硬度 7 の硬化剤を同じ配分で混ぜて行うことにした。主剤と硬化剤の配分は以前同様に 3:1 で混ぜ、型に流し込んだ。人肌ゲルを固めるのに 1 日かかり、人肌ゲルの表面にコーティング剤を塗り乾かすのに 1 日かかった。手に装着する人肌ゲルのほうも同様に硬度 3 の硬化剤と硬度 7 の硬化剤を同じ配分で混ぜ、主

剤と硬化剤の配分も 3:1 の配分で混ぜて方に流し込んだ。また、手に装着するものは両手に装着して体験するため人肌ゲルを 2 つ作成する必要がある、型を 2 つ作成し、人肌ゲルを作成した。異なった硬化剤を混ぜ合わせたものの人肌ゲルは、ちょうど肉球のような、弾力性があり、かつ、形がそのまま保てるような素材になった。また、人肌ゲルの厚さに関しては、ちょうどよく、たたいた時の感触もよかったなどのフィードバックを得られた。

(※文責: 森田誠心)

4.5.8 箱

最後にソフトウェアとの連携をさせるために、MDF で箱を作成し、箱の中にはスピーカーや M5Stack などのソフトウェアを入れるような構造にした。また、箱の上には MDF の肉球の形に切り取り、肉球を取り付けられるような蓋と、手に装着したくことができるような蓋を作成した。箱の作成は MakerCase(<https://ja.makercase.com/>) を使用した。このサイトは、今回作成した箱は、初めに Simple boxes を選択して、幅 210mm、高さ 120mm、深さ 297mm、内側の寸法にし、素材の厚さを 5.5mm、箱のふたを閉じている状態にした。また、角面のつなぎ部分をフィンガーにし、フィンガーのサイズを 33mm にし、箱の図面をダウンロードをクリックし、illustrator にインポートする。illustrator にインポートした箱の展開図のデータをレーザーカッターにデータをインポートすれば箱の作成が可能になるが、今回は箱をたたいたり、箱の上に肉球を配置したりするので、箱の強度もまた必要になってくる。そのため、箱の中の 4 つ角に棒状の角材を仕込むように illustrator で箱の中に角材が入るようにデータを作り直した。また、箱の天板を取り換えられるように 4 つ角の角材を差し込めるように天板を作り直した。ほかにも、PC と箱の中のソフトウェアを完成した展開図をレーザーカッターにインポートし、加工する工程に移るのだが、今回使用したレーザーカッターは universal laser VLS 3.75 である。MDF やアクリル板など様々な素材を切断してくれるものである。まず、レーザーカッターと連動している PC に展開図をインポートし、(展開図のデータを加工するアプリ) を起動する。レーザーカッターが切断できる範囲に収まるように展開図の配置を変更し、(レーザーカッターを操作するアプリ) を起動させ MDF の厚さに合わせレーザーの照準する位置を調整し MDF を切断する。切断し終わった MDF は木工用ボンドを使用し組み立てる。組み立てる際には、USB コード用の穴の位置に注意して組み立てる。ハードウェアは完成し、箱に取り付けて体験する肉球をネコ型 PAWAP、手に肉球を取り付けて体験するものをライオン型 PAWAP と名付けた。

(※文責: 森田誠心)

第 5 章 まとめ

5.1 結果

結果として、制作物はアイデア出しの段階で決まっていたゲーム型デバイスのライオン型 PAWAP に加えて、新たにインタラクティブ型デバイスのネコ型 PAWAP の 2 種類を制作した。ネコ型 PAWAP では、3D プリンタで肉球の形に制作した型を用いて人肌ゲルで肉球を制作した。人肌ゲルはほっぺたの硬度とかかとの硬度を混ぜ、肉球の硬さに近づけた。デバイスは MDF 板をレーザーカッターで切り、スピーカー、マイク、アンプ、USB ハブが入るような箱を制作し、天板を取り外しながら肉球の有無を切り替えることができるように設計し、天板がずれないようにくぼみを付けて設計した。PC 内では Python を用いてプログラミングを行い、猫の表情を衝撃の強さによって変化するようにした。ライオン型 PAWAP では、ネコ型 PAWAP とは別の小さめで簡易的な肉球用の型を制作し、そこにネコ型 PAWAP と同じ硬度にした人肌ゲルを流し込み、肉球を制作した。加えて、手に付けるために肉球にマジックテープを縫い付け、小さい子供から大人まで使えるようにした。デバイス本体はネコ型 PAWAP と同じ箱を用いて天板を新たに MDF で制作し、そこに距離センサと M5Stack を取り付けた。PC 内ではゲームとして Python を用いて制作し、距離センサの値やピエゾマイクの値をゲームで読み込み、それに応じた動作を行うようにした。最初はライオン型 PAWAP のみ制作の予定であったが、センサの不安定さや肉球を手につける難しさなどでライオン型 PAWAP の制作に困難している最中にネコ型 PAWAP がの案ができ、ピエゾマイクの導入により両方のデバイスが制作可能になったことからネコ型 PAWAP が完成した。しかしながら、2 種類のデバイスがあるものの、1 つ 1 つを個別で作ることができなかったことや、センサやマイクがうまく反応しないときがあったり、プログラムにエラーが出てしまったりと動作に不安定さが残るなど、さまざまな課題を抱える結果となった。

また、公立はこだて未来大学の学生・職員・教員と一般の方に向けて行われる成果発表会に向けて、PAWAP のロゴとグループ A の制作物の内容を記したポスターを制作し、ライオン型 PAWAP ではシマウマとライオンの距離を近づけたデモ用のゲームも制作した。加えて、プロジェクト全体で行った活動内容を記したポスターおよび、発表で使用されるスライドをグループ A 内で制作した。ロゴは森田、グループ A の制作物紹介ポスターを奈良、デモ用のゲームを根岸、プロジェクト全体の活動内容のポスターおよびスライドを反甫が担当した。

(※文責: 反甫颯太)

5.1.1 全体発表ポスターおよびスライド

全体発表ポスターとして、下記のものを制作した。このプロジェクトを初めて見る人も多いと考え、プロジェクト概要を改めて記載し、9 月からの活動内容から記載した。後期のプロジェクト全体の活動内容として、富士サファリパークへの訪問が一番大きなイベントであったため、そのことについて詳しくポスターに記載した。活動内容では時間の流れがわかりやすくするように矢印や色のグラデーションで時間の流れを表現した。その下には、後期から制作した制作物について、別のグループごとのポスターで詳しく記載するため、簡単に概要のみを記載した。なるべく写真を多め

Safari of the Future

に入れ、実際の展示会の様子や、フィールドワークの様子、制作物の様子をポスターをただで理解できるようにした。色については、富士サファリパークの Web サイトをもとに色を抽出し、富士サファリパークの雰囲気を守るようにした。また、強調しているところは黄色で示し、一目でただで内容が入ってきやすくなるようにした。文字サイズにもこだわり、成果発表ではポスターセッションがメインであったため、ある程度遠くからでも文字を読みやすいように少し大きめの文字サイズにした。

スライドでは、後期のプロジェクト全体の活動内容の発表をする際に視覚的にもわかりやすくするために制作した。また、ポスターだけでは記せなかった展示会での活動内容をより詳しく記し、展示会でいただいた実際の声や、サファリゾーンを訪れたり飼育員さんからの話をいただいたりといったフィールドワークの詳しい活動内容を記した。その後、それぞれのグループの制作物を端的に説明したスライドを追加した。ここでは、時間をなるべく使わないで発表を聞いている人たちがどのグループの説明を聞きに行くかをすぐ決めることができるようにプロダクトの機能を写真付きでわかりやすく製作した。

スライドおよびポスターは Adobe illustrator で制作した。ポスターのサイズは A1 で指定されたポスターのサイズで制作した。スライドは 1280 × 720px で、16 対 9 のサイズで、スライドはテレビに映して利用するため、使用するテレビに合わせたサイズで制作した。

(※文責: 反甫颯太)

図 5.1 全体発表ポスター

5.1.2 制作物紹介ポスター

プロジェクト学習成果発表会にてプロジェクト紹介に用いる資料の一つとしてポスターを制作した。今回のポスターの構成はこれまでに中間発表会やサファリパークでの展示のために制作したポスターとは異なるものになっている。ポスターのサイズは A1, 制作にはレイアウト調整に Adobe Illustrator, 成果物の写真の加工に Photoshop を使用した。また、プロジェクト学習成果発表で使用したポスターはプロジェクト学習成果発表前に練習を行った際にバージョン 1 を制作していたが、初めて発表を聞く人にはわかりにくいという指摘を踏まえ、改良を加えたものである。改良点は、主に 3 点ある。一つ目は、背景部分を詳細に示したことである。元々、文章で淡淡と書かれていた箇所を、事前調査とサファリパークでのフィールドワークの 2 つのセクションに分け、それぞれ気づきや重要なポイントを載せる形式に変更した。二つ目は、元々なかった「PAWAP」のロゴの説明を加えたことである。成果物のコンセプトや目的を踏まえて制作したロゴの説明を載せることでより、「PAWAP」について理解が深まると考えた。三つ目は、「PAWAP」の構造についての説明を省き、体験の概要と仕方についての説明を加えたことである。練習の際に、初めて発表を聞く人にとって構造の説明はとても難しく、理解がすぐできないという指摘があった。その指摘を踏まえ、構造についての説明を省いた。そして、初めて発表を聞く人にとってもわかりやすい説明にするために、実際にデモを通して「PAWAP」についての説明を行うことになった。デモの際により理解しやすいように実際に操作しているシーンの写真を撮影し、その写真とともに説明文を載せた。

(※文責: 奈良泉美)



図 5.2 制作物紹介ポスター

5.1.3 デモ用ゲーム

デモ用のゲームでは、ライオン型 PAWAP をスムーズに実演するために発表用に制作した。既存のゲームと比べてライオンとシマウマの距離を近くしたうえで、ライオンの歩幅を 1.5 倍にし、ゲームのクリア条件や失敗条件などをわかりやすく伝えるように制作した。

(※文責: 反甫颯太)

5.2 評価

評価では、上記の成果発表会でさまざまなフィードバックをいただいた。成果発表会では、まず初めにプロジェクト全体の 9 月からの活動内容を報告した後に、3 つのグループに分かれ、各々の発表を行った。発表後にはあえて時間を残し、体験してもらえよう時間を確保した。成果発表会内でのその場の質疑応答において、主にネコ型 PAWAP の肉球の完成度を褒められる内容が多く、実際に触ってもらった結果、家の猫に似ているといった声や、肉球を触るのが癖になるなどの声がとても多かった。加えて、発表時間の関係上詳しく話すことができなかったシステム面、例えば振動の取得がどのようになっているか、また、どのようにデバイスを制御しているかを問われる質問が多かった。特にライオン型 PAWAP におけるシステム面の質問を受けることが多かった。それと同時に、ライオン型 PAWAP のゲーム内の動物や雰囲気褒められる声も多く、全体的に成果発表会については高評価の結果となった。また、その後の Google Form で集計したアンケートによると、グループ A 個別の評価を集計することができなかったものの、プロジェクト全体の評価として、10 点満点中 8.6 点という数字を取れており、非常に高評価であった。体験を行ったことも高評価であり、よりプロダクトの魅力を伝えるのに効果的であった。アンケートに書いてある実際のフィードバックとしては、発表の声が聞き取りやすいことや、実演、体験を交えることでの発表がわかりやすいなどの声が多かった。しかしながら、デモなどを通してプロダクトを見せることに注力しすぎた結果、それぞれのプロダクトに対するプロジェクトの目的へのアプローチがうまく伝えることができていなかった。さらに、ゲームがうまく動作しなかったり、不安定さにより、見せたい動作を見せることができなかった点を指摘している声も見受けられた。

(※文責: 反甫颯太)

第 6 章 今後の課題と展望

6.1 課題と展望

課題として、1つ目に PAWAP は 2 種類のデバイスを制作したが、天板を取り外し、PC の画面を切り替えることで 2 種類のデバイスを再現していたことが挙げられる。ネコ型 PAWAP とライオン型 PAWAP の違いは、天板に距離センサがついているかどうかと、肉球を手付けるかデバイス自体に付いているかと、ゲーム画面の違いである。このため、箱を 1 つにし、天板を切り替えることで 2 種類のデバイスを再現していたが、同時に起動することができず、それぞれ別々に体験することができない状況となっている。また、ゲームのプログラミングも別々に制作しているため、ゲーム画面を切り替える場合は 1 度プログラムを終了してから新たに別のプログラムを起動する必要がある、とても面倒である。このことから、今後はデバイスを 2 つ用意し、同時に体験するといった改良が必要である。また、プログラムにおいても、Web アプリや別途デスクトップアプリとして新たに制作する必要がある、別々のプログラムではなく、1 つのプログラムに完結させる必要がある。加えて、富士サファリパークで展示するときのことも考えながらデバイスを改良することも必要である。デバイス自体は複雑な構造をしていないため、もっと体験のしやすさや、トラブルが起きたときの対応をスムーズに行えるように改良を加える必要がある。

2 つ目の課題として、衝撃吸収や消音効果の検証をもっと念入りに行うことが挙げられる。現段階では、さまざまなセンサを試行し今の Piezoマイクの使用に落ち着いたうえで、数回の検証を行い、衝撃吸収や消音効果が得られていることがわかった。しかしながら、これが本当に肉球のお陰でこれらの機能が起きているのかという原因の追及までできていない状況である。例えば、ネコ型 PAWAP においては、板に伝わる音を振動として取得しており、肉球の付いた板をさらに上に乗せることで振動の値が小さくなり、衝撃吸収が成功しているとしている。しかし、この肉球の付いた天板はかなりの重量があり、この重量のせいで衝撃吸収がされている可能性も否定できない。また、ライオン型 PAWAP においては、距離センサが少し天板からはみ出しており、歩く動作でゲーム上でライオンが前に進めてはいるものの、肉球が天板をしっかりと叩いているとは言い切れない。したがって、この今後の展望として、さまざまな状況下によるテストを増やしたり、条件を同じにしたうえでのテストの試行回数を増やす必要がある。例えば、ネコ型 PAWAP においては、肉球の大きさ、硬さを何通りも作ったうえで、重さなど衝撃吸収に関わりそうな要素を同条件にし、何回もテストを行う必要がある。また、天板を叩く位置によっても振動にブレが生じるため、マイクの上部を叩くことのできる UI 設計を行うことも必要である。

3 つ目の課題として、リアリティにかけるということも挙げられる。実際のフィードバックでもあったように、特にネコ型 PAWAP では、猫の肉球を叩くという今までに誰もが経験したことのないであろう行動をする必要がある、UX としてはよくない結果となっている。また、肉球の色や硬さについても未検証であり、ライオン型 PAWAP の肉球は簡易的なものになっており、形もただのまるいやわらかいものとなっている。さらに、ネコ型 PAWAP の肉球の大きさについても少し大きすぎであり、実際の何倍かの数値を提示することは現段階ではできない。加えて、ライオン型 PAWAP のゲーム内容において、肉球の消音効果を示すためのゲームでありながら、あまりリアリティのない内容となっている。これらのことから、今後は富士サファリパークさんとの交流を

多めにしながらもっと相談を増やす必要がある。飼育員さんからの実際の声を聞いてリアリティを追及し、それらを自分たちで説明できるようにすることが必要である。

4つ目の課題として、発表のデモがうまくいかなかったことが挙げられる。発表直前で距離センサが反応しなくなったり、マイクがうまく音を拾えず実際の動作を見せることができなくなったりと、発表中に慌てるが多かった。また、プログラムの切り替えや、デバイスの交換を行うため、発表の進行がスムーズではなかったことや、マイクの音を流すスピーカーについても周りの環境音に負けてよく聞こえなかったことがあった。今後の展望としては、トラブルに対応できるように予備の M5Stack や距離センサを用意したり、うまくいかなかったときに流すような動画を用意したりと発表に向けた準備を念入りに行う必要がある。また、発表準備を行うことができなかった理由として、製作期間が長すぎたことも挙げられる。したがって、発表の日から逆算して予定を立てたり、制作に見切りをつけることを早めに行う必要がある。

(※文責: 反甫颯太)

6.2 今後の活動内容望

今後の活動内容として、1月17日に富士サファリパークとの最終報告会がある。ここでは、中間報告会と同様、9月に行った富士サファリパーク訪問を踏まえて、後期にどのような活動を行って、どのような結果であったかを富士サファリパークの担当者さんに報告することである。

(※文責: 反甫颯太)

参考文献

- [1] 環境省 (2004) ”展示動物の飼養及び保管に関する基準の解説”. https://www.env.go.jp/nature/dobutsu/aigo/2_data/pamph/display.pdf/ (参照 2024/01/09)
- [2] 日本動物園水族館協会. JAZA について. (公社) 日本動物園水族館協会の 4 つの役割. <https://www.jaza.jp/about-jaza/four-objectives> (参照 2024/01/09)
- [3] 平田竹川研究室. ミライノサファリ. <https://hiratakelab.jp/safariofthefuture/> (参照 2024/01/09)
- [4] IoT ソリューション (2022) IT で変わる, 未来型テーマパークとは. ウェアラブルデバイス活用で生まれる新しい価値. <https://www.tranzas.co.jp/column/theme-park-with-wearable-device/> (参照 2024/01/09)
- [5] 総務省 (2015) 平成 27 年度版情報通信白書. 第 2 部 ICT が拓く未来社会. 第 1 節 ICT 端末の新形態. <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc241110.html> (参照 2024/01/09)
- [6] 樋口広芳 (2001) 高度情報通信技術を利用した野生動物の移動追跡. 日本生態学会誌, 特集 生態学と IT, 51:205-214
- [7] Mihai, L. A., Alayyash, K., & Goriely, A. (2015). Paws, pads and plants: the enhanced elasticity of cell-filled load-bearing structures. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 471(2178), 20150107. <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspa.2015.0107> (参照 2024/01/09)