

公立はこだて未来大学 2022 年度 システム情報科学実習  
グループ報告書

Future University Hakodate 2022 Systems Information Science Practice  
Group Report

プロジェクト名

豊かな文化的体験を深めるミュージアム IT ～触発しあうモノとヒト～

**Project Name**

Museum IT to Deepen Rich Cultural Experiences - Things and People that Inspire Each  
Other -

グループ名

足音展

**Group Name**

Footsteps Exhibit

プロジェクト番号/Project No.

6-C

プロジェクトリーダー/Project Leader

白井航 Wataru Usui

グループリーダー/Group Leader

鹿島志瑠 Shiryu Kashima

グループメンバー/Group Member

鹿島志瑠 Shiryu Kashima

白井航 Wataru Usui

漆山宏睦 Hiromu Urushiyama

前田悠之介 Yunosuke Maeda

指導教員

鈴木恵二 川嶋稔夫 木村健一 中小路久美代 角康之 奥野拓

**Advisor**

Keiji Suzuki Toshio Kawashima Kenichi Kimura Kumiyo Nakakoji Yasuyuki Sumi  
Taku Okuno

提出日

2022 年 1 月 18 日

**Date of Submission**

January 18, 2022



## 概要

日常生活の中には様々な音が鳴っているが、ほとんどの人々はそれらの音に注意を向けない。そのため、自分から音が鳴っていることにも気づかない。そこで我々は日常生活にあふれる様々な音の中でも、人間自身が鳴らしている音である足音に注目した。また、足音は地面と靴の素材によってさまざまな音を生み出す。そのため新たな発見につながりやすく、種類や変化に広がり生まれやすいと考えた。展示方法としては、様々な種類の足音の違いをより分かりやすく、集中して体験するために個室空間を作成した。体験者が個室空間内で座った状態で足踏みをすると、その動きに合わせて足音が流れ、その足音に関する情報が映像で体験者の目の前に提供されるといった展示方法をとった。前期段階では、音に関する知見を深め、足音のサンプル録音と録音方法の仮決め、中間発表に向けたスピーカーに2個のプロトタイプを作成を行った。後期では、展示方法の決定とそれに合わせた個室空間とシステム的设计・制作を行った。中間発表時点では、スピーカーを8個使った立体音響空間の制作を予定していたが、設計段階で費用が想定を超えることが明らかとなり、展示方法の見直しを行った。

キーワード 足音, 立体音響

(※文責: 漆山宏睦)

# Abstract

There are many sounds in daily life, but most people do not pay attention to them. Therefore, they do not even notice the sounds themselves. Therefore, we focused on footsteps, which are the sounds made by human beings themselves, among the various sounds in daily life. Footsteps produce a variety of sounds depending on the ground and the material of the shoes. Therefore, we thought it would be easy to make new discoveries, and to create a wide variety of sounds and changes. As an exhibition method, a private room was created for visitors to experience the different types of footsteps more clearly and intensively. When visitors stomp their feet while seated in the private room, the footsteps are played along with their movements, and information about the footsteps is provided in front of them in the form of video images. In the first semester, we deepened our knowledge of sound, made sample recordings of footsteps, tentatively decided on a recording method, and created two prototypes of speakers for the interim presentation. In the second semester, they decided on the exhibition method and designed and created a private room space and system to match the method. At the time of the interim presentation, the plan was to create a three-dimensional acoustic space using eight speakers, but it became clear during the design phase that the cost would exceed expectations, and the exhibition method was revised.

**Keyword**    footstep sound, stereophonic sound

(※文責: 漆山宏睦)

# 目次

<b>第 1 章</b>	<b>はじめに</b>	<b>1</b>
1.1	背景 . . . . .	1
1.2	目的 . . . . .	1
1.3	企画内容 . . . . .	1
<b>第 2 章</b>	<b>作業内容</b>	<b>3</b>
2.1	グループ全体の流れ . . . . .	3
2.2	コンセプト決定までの経緯 . . . . .	4
2.3	展示方法の選定 . . . . .	4
2.4	展示ブース作成 . . . . .	5
2.4.1	設計 . . . . .	5
2.4.2	プロトタイプ . . . . .	6
2.4.3	材料の選定 . . . . .	6
2.4.4	プロダクト . . . . .	6
2.4.5	組み立て・解体 . . . . .	7
2.5	システム設計 . . . . .	7
2.5.1	足踏みの検知 . . . . .	7
2.5.2	arduino から processing . . . . .	8
2.5.3	processing で映像と音声出力 . . . . .	9
2.5.4	足音の制作 . . . . .	9
2.5.5	キャプション映像の制作 . . . . .	10
2.5.6	システム設計上の注意点 . . . . .	10
<b>第 3 章</b>	<b>課題解決のプロセス</b>	<b>12</b>
3.1	各人の担当課題の概要と役割 . . . . .	12
<b>第 4 章</b>	<b>結果</b>	<b>14</b>
4.1	成果 . . . . .	14
4.2	フィードバック . . . . .	14
4.2.1	発表技術についてのコメント . . . . .	14
4.2.2	発表内容についてのコメント . . . . .	14
4.3	総評 . . . . .	15
<b>第 5 章</b>	<b>評価</b>	<b>16</b>
5.1	前期の評価 . . . . .	16
5.2	後期の評価 . . . . .	16
5.3	成果物について . . . . .	16
5.3.1	システム . . . . .	16
5.3.2	個室空間 . . . . .	17

5.4	個人の評価 . . . . .	18
5.4.1	鹿島志瑠 . . . . .	18
5.4.2	白井航 . . . . .	20
5.4.3	漆山宏睦 . . . . .	20
5.4.4	前田悠之介 . . . . .	21
<b>第 6 章</b>	<b>まとめ</b>	<b>23</b>
付録 A	プロジェクト概要ポスター	24
参考文献		26

# 第 1 章 はじめに

## 1.1 背景

足音は日常生活の中で聞く機会が非常に多い音の一つであり、音の大きさやテンポからその人の感情や人物像の予測につながる。また、靴の素材や地面の種類によって足音は変化し様々な種類の音になるが、それら一つ一つに着目することは少ない。そのため、異なる靴の素材や地面の種類で発生する足音を展示することで、日常生活の新たな発見につながる機会を作ることができると考えた。そこで、足音の展示について調査をしていくと、そもそも足音の調査自体が少なく、展示については前例がほとんど存在しなかった。また、立体音響の普及は広がっているが、その多くがイヤホン・ヘッドホンを用いたものや、スピーカーが2個以下で再現されている物である。そこで我々は、様々な足音を立体音響で再現する展示を行うことで、足音に着目する機会を作ること考えた。

(※文責: 漆山宏睦)

## 1.2 目的

本プロジェクトは、日常生活で着目することが少ない足音の展示を通して、体験者に新たな発見を促す機会を作ることとを目的とした。この目的を達成するために、様々な種類の足音をそのまま体験者へ提供するのではなく、体験者の動きに合わせて足音を展示することで、体験の効果を大きくすることを考えた。また、足音を聞く際に体験者の目の前に地面や足裏の素材などの項目を記述したキャプションを提示することで、それぞれが作用した足音であると知覚できる展示を行う。これによって、様々な足音の違いを楽しむだけでなく、足音から得られる情報について考察する機会を作ることができると考えた。

(※文責: 漆山宏睦)

## 1.3 企画内容

本プロジェクトでは、遮音・防音された個室空間内で体験者の動きに合わせたインタラクティブな足音の展示をする。体験の流れは以下の3つに要約できる。

- (1) 体験者は個室空間内の椅子に座り、足踏みをする
- (2) センサが体験者の足踏みを検知する
- (3) 左右のスピーカーから、足踏みに合わせて足音が出る。さらにその足音に対応した環境の情報を映像で出力する

制作した個室空間は先行研究を参考に、体験中や体験の前後で圧迫感や不快感を感じない大きさ(1.6m × 1.6m × 1.6m の立方体)で空間設計を行った。音環境については、より日常生活に近い環境で、かつ足音が鮮明に聞こえるよう、顔の高さで左右にスピーカーを1個ずつ設置した。また足音を聞く際に、体験者の目の前に地面の素材を映像で表示することで、それぞれが作用した足音

Museum IT to Deepen Rich Cultural Experiences - Things and People that Inspire Each Other -  
であると知覚できる展示を行う。

(※文責: 漆山宏睦)

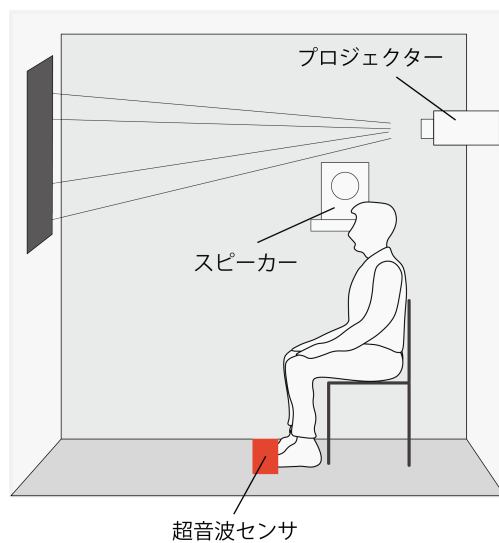


図 1.1 体験イメージ



## 第 2 章 作業内容

### 2.1 グループ全体の流れ

- 5月 初めに、物の魅せ方、展示するとは何かを学ぶためにプロジェクト内で各個人の興味のあるものについての紹介を行った。そして、グループに分かれてミニ展示会を行った。例として、数種類の酒瓶とそれにあったキャプションを展示し、魅せ方やキャプションの内容は適切かを議論した。その後、ミュージアム IT として扱いたいテーマの案出し、情報収集を繰り返した。
- 6月 テーマが「視点」、「仮想空間」、「音」の三つになり、我々は「音」に関する展示をすることになった。そして「立体音響」を用いた「足音」の展示をグループのテーマとした。それから、足音の録音と立体音響の制作を行った。
- 7月 具体的な展示イメージを決定し、必要な機材や環境の確認を行った。また、中間発表に向け、ポスターとスライド、立体音響を体感できるプロトタイプ制作を進めた。中間発表を終えてフィードバックを確認し、今後のスケジュールを決定した。
- 8月 オンライン上で設計と展示案の検討をした。また購入予定の機材の確認を行った。現状の進め方でプロジェクトを進められるかの実現可能性と現状確認を行った。また、別案の準備も始めることとなった。
- 9月 展示方法の再検討を行った。中間発表時点での展示方法として挙げられた立体音響を取り止めることにした。展示方法の変更の決定に伴い、テーマである足音へのアプローチを変えるに至って、足音の効果を調べる。また、コンセプトの再確認も行う。
- 10月 プロトタイプ制作を行う。設計の会議と、ホームセンターへ資材の下見へ行く。システムで使用するセンサの選定、選定した超音波センサと arduino の連携を行った。
- 11月 最終成果物の制作に着手する。資材の買い出しと切り分け。一部パーツ（ドア・天井・一部壁）の再設計。外壁のペンキ塗り。壁や天井のパーツごとに作成。仮組と棚付け。一時解体。超音波センサと arduino の連携時に発生したエラーの除去。arduino と processing の連携。展示する音ファイルと映像ファイルの制作。
- 12月 組み立て。システム部分で発生した各種不具合の修正。展示する音ファイルと映像ファイルの制作。最終成果物完成

(※文責: 白井航)

## 2.2 コンセプト決定までの経緯

普段意識して聞くことがない「足音」に対して、なんらかの発見を体験者にもたらすようなプロジェクトにすることをおおまかな本グループのコンセプトとした。中間発表までは体験者に足音の効果について知り得る機会をもたらすことや足音に対して新たな発見を促し、その内容を評価することで学術的側面を得ることが目的とされていた。また、体験を最終成果発表の前に行い、効果量を定量的なデータに起こし、視覚的にあらわになったデータを発表することを目的とするといった案も出された。しかしながら足音の効果に対して、体験者がなんらかの効果や発見を知覚できるかということに期待が十分に持てなかったため、体験者が足音に対する効果や発見を知覚するかの有無に関わらず、展示を体験してもらうこと自体に意味を持たせることにした。本グループが”ミュージアム”IT というプロジェクトに入っており、プロジェクト本始動前に展示方法などを学んだ意味も得られる形となる。

(※文責: 前田悠之介)

## 2.3 展示方法の選定

足音をどのように展示するかがコンセプトに大きくかかわるところである。これにはコンセプトが大きくかかわったところである。足音のなにを展示するかがグループ活動始動に当たり、はじめの検討した内容である。足音をどのように魅力的に展示するのかに関して、体験を伴う展示にするのか、見る展示をするのかということである。展示方法がなかなか決まらなく、展示案からどのような展示方法がいいか決めるといった運びになった。それでも展示案が魅力的な案が少ないことや、展示案が少ないことも初めは多く、なかなか決まらなく、展示方法から先に決めるか、展示案から展示方法を定めるかのやりとりがかなり続き、ようやく展示案が揃いだして以下の展示案がなかった。

- 足跡からの足音
- 形からの鳴き声
- サウンドスケープ
- たくさんの足音の音声を集めた展示

中でもサウンドスケープ展示案の中で考案されたスピーカーを複数用いた立体音響の環境での展示が、足音の効果や発見を促すには良いのではないかという結論に6月当時には至った。そこからは、前期中間報告に向け、中間展示用の録音音声や仮の展示環境を作った。その環境というのが、スピーカー二つを用いた立体音響展示である。中間報告では、その旨を伝え、夏休みに入る前に、立体音響の環境づくりの話し合いを行った。立体音響に必要なスピーカーや配線、ミキサーなどの機材を調べ、小さいステレオスピーカーを先生にお借りし、同じスピーカーを3台購入した。これで左右を別々に出力切り替えすることで、理論上では8つのスピーカーを用意できた。しかしながら、4つのスピーカーを同時制御しつつ、それぞれ左右別々の音声を流すオーディオインターフェースが必要となり、学内にある備品で動作できるか行ってみたが、結果は失敗に終わり、前期はオーディオ機器に課題を抱えたまま終わる形となった。

課題は、

- 4つのステレオスピーカーを同時に制御でき、それぞれのスピーカーで左右別々に音声が出力できるオーディオインターフェースの選定
- スピーカーをステレオタイプではなく、モノラルタイプにするべきか。また、その場合のスピーカーの選定

この課題を夏休みに持ち帰って検討したところ、プロジェクト予算から超過してしまう可能性が高く、スピーカーとオーディオミキサー以外に当てる予算が想像より低くなってしまい、夏休み中の2回目の会議では、展示案と展示方法の別案を考える運びとなった。その中で、コンセプトの再確認を行い、シンプルな個室空間での足音の音声展示をする方針となった。

個室空間である理由としては、他の音が入りにくいように、音に集中できる、視覚をできるだけ遮断して音に集中するというところである。また、個室空間内では、自然体で足音の聞くことを重要視し、音声出力はスピーカー2つで行うこととした。イヤホンやヘッドホンではない理由として、できるだけ日常で音を聴くときに近い状態というのがスピーカーの方が適しているのである。

(※文責: 前田悠之介)

## 2.4 展示ブース作成

### 2.4.1 設計

後述するプロトタイプ制作より、展示物の体験をより正確に提示するためには、閉塞されることによる心的負担がかからない設計にする必要があった。心的負担がかかることにより、足音を聞く体験に集中できないという課題ができてしまうために、その課題を防ぐための設計が優先設計事項として挙げられた。初めに、空間の広さを広くすることで圧迫感を減らし心的負担を軽減する方法を考えた。広さを決定するために、どの広さで圧迫感をどのくらい感じるのかを明確にするために以下のような実験をおこなった。四方を横幅180cm、高さ100cmの大きさの段ボール板で被験者を囲み、90cm四方から180cm四方へと空間を狭くしたのちに広くしていき、その広さの段階ごとの圧迫感を16段階で記録するものであった。しかしながら、圧迫感を測定するこの実験は、被験者に広さを提示した上で行った実験だったので結果を予測できるものとなってしまい、正確な記録を行うことができなかった。後に近い実験で参考になる先行研究(横井ほか, 2002.)をもとに、個室空間の広さを選定した。また空間ないが暗くなってしまう点を解消すべく、天井の中心を正方形の亚克力板にすることによって、光を取り入れることとなった。内部ではプロジェクターを使用するため、明るくなりすぎないように立方体の各辺に亚克力の角がくるような角度で設計をおこなった。形は、人が入って体験をおこなうということから立方体または直方体にするこゝとなり、展示体験の一連の動作で入室に困難とならないような高さを想定し、空間の広さを決める縦横の長さは先述の先行研究を参考にした。初めの設計構想では、床にキャスターと椅子を取り付け、椅子の背もたれとなる部分を壁と同化するように取り付けることを想定していた。しかし、この設計では体験者の重量を壁で支えることは困難であるため、床を板二枚で設置し、その上に既製品の椅子を置くようにすることによって解決した。壁は木板二層構造となっており、外にくる板と内にくる板を間の柱で固定している。スピーカーは一つ約9kgのYAMAHA MSP5を使用したため、落下しないような頑丈な取り付けを考える必要があった。初めは柱を板の各辺に設置していたが、スピーカーを設置する場所に柱を増やし、柱と各辺の柱の設置面にL字金具を入れることで補強をおこなった。そして、増やした柱の上から棚となる金具を取り付けることによってスピーカーが落下しない設計

(※文責: 前田悠之介)

## 2.4.2 プロトタイプ

初めに、個室空間の設計をするに当たって、必要な大きさを決めるべく段ボールで90cm\*90cm\*90cmの個室空間を作った。プロトタイプ制作をおこない実際に中に入ってスマートフォンで音を聴いた。その上で、閉所を嫌う体験者には体験しにくいものになっているのではないかという問題が出た。それはプロトタイプで作った個室空間内は光がほとんど入らない空間であり、体験者の周りには多少の空間しか残されていないためだと予測される。

(※文責: 前田悠之介)

## 2.4.3 材料の選定

素材選びのための下見、一回目の買い出し、二回目の買い出しという流れで材料の買い出しをおこなった。初めの下見では個室空間の外壁の素材を決定するために、ホームセンターで実際のものを見ながら大きさ、値段、設計について相談した。値段、強度により素材は木材に決定し、それぞれの壁をL字金具三つで取り付けることにした。壁の素材決定に伴い、壁を支える柱の素材を選んだ。柱は最も値段の安い杉素材3mの角材を選んだ。その後、壁を2層構造にすることで板と板の間に吸音材を入れることができる、ということから吸音材の素材選びをおこなった。吸音材は、スタイロフォームとウレタンフォームで比較をおこない、値段、加工のおこないやすさからウレタンフォームに決定した。壁と柱の材料、L字金具の大きさを決定した後に、ビスの大きさ、量を計算し壁一枚にかかる料金の見積もりをおこなった。また、スピーカーを固定するための台を制作予定だったため、手段を試行するために壁に取り付ける金具を組み合わせ、台の実現方法を確定させた。最後に、ペンキの値段を確認した上で初めの下見を終了した。一回目の買い出しでは、下見で確定させた材料を、四人のグループメンバーを二人一組に分け、材料のコーナーごとに手分けして購入をおこなった。ペンキは再度色を選び直す必要があった為、一回目の買い出しでは購入をおこなわなかった。二回目の買い出しは、天井に使用するアクリル板、ドアに使用するプラスチック段ボール、蝶番、ネジとビス、不足していた材料の買い出しをおこなった。一回目の買い出し時には天井、床の素材、設計を確定できていなかった為、材料を選ぶことができなかった。天井、床の素材、設計を確定させた上で、二回目の買い出し前にホームセンターへ材料の在庫確認、値段の問い合わせをおこなった。その上で、買い出しをグループメンバー2人でおこなった。以上の工程を経て、材料を購入し制作に取り掛かった。個室空間を作る上での材料総額は約65,000円になった。

(※文責: 鹿島志瑠)

## 2.4.4 プロダクト

個室空間は、プロトタイプと設計を元に全体のデザイン決定をおこなった。壁は運ぶことが可能なように一枚ずつ独立し、取り付けをL字金具でおこなう設計にしたために、壁同士の繋ぎ目を綺麗にすることに重きを置いてデザインした。外側にくる木の板の端に柱を設置するのではなく、柱

の太さ分内側に入れることで独立した壁同士を組み合わせるときに設置面が直線となり、隙間がでないように工夫した。しかし、購入した柱が湿気でねじれており壁それぞれに多少のずれが生じてしまった。その上で壁同士をずれの無い方を上にして取り付けることで設置面の直線度合いを保った。壁の外側は、ペイント時にムラができていく色というホームセンター職員からの情報を参考にして白色に決定した。外側に見せる情報を白い箱というだけにすることで、体験前に余分な情報を与えずに、展示物へと導入させることができた。ドアは白のプラスチック段ボールを使用することで全体の色味を統一し、軽い力で開閉できるようにした。

(※文責: 鹿島志瑠)

## 2.4.5 組み立て・解体

組み立ては同じ構造の壁三枚、ドア付きの壁一枚、天井一枚、床板二枚一組を用いておこなった。展示時のプロダクトの組み立ては、二枚の壁をL字金具三つを壁同士の設置面に均等に取り付けくこの字の壁にする、そこに床板を敷く。そして壁を一枚取り付け、ドアがついた壁をドアの無いほうの辺をコの字になった壁に取り付ける。最後に天井の板を二人以上で箱の上に乗せ、天井に取り付けた柱と壁の柱をビスで固定することで設置時の組み立てが完了する。組み立てた個室空間は床が固定されていないものの、壁の内側に綺麗に収まるように設計しているためにずれる心配はなかった。また、個室空間は組み立て後に重量によって移動することが出来ないため、設置時に報告を確認して組み立てを開始することを意識した。材料を組み合わせ、個室空間の各パーツを組み立てる場面では、ビスを打つ位置を細かく計算し、ビス穴が綺麗に見えるようにこだわった。壁のパーツ作りは、柱がねじれていた為、板で強く押さえつけるようにして取り付けた。また、外側にくる木の板はペンキで白く塗った。白が綺麗に見えるように全体を二度塗りした。同時に四枚の板を塗り進め、乾いた板から組んでいた壁のパーツに取り付けて、壁を完成させた。ドアと壁を組み立てる際には、ドア素材がプラスチック段ボールなため、できるだけ歪まないように、段ボールが張るように押さえつけて取り付けることを意識した。天井の組み立ては、二枚の木の板、二本の柱、一枚の亚克力でおこなった。二枚の木の板を固定するために柱を使用し、中央を菱形にくり抜き、その上から亚克力を設置した。亚克力は正方形で、拡張点付近ごとに二組みのビスとワッシャーで固定した。組み立てた個室空間を解体する際には、壁がL字金具でのみ取り付けられているため、壁が歪まないように抑える人二人、ビスを外す一人で協力しながら解体をおこなった。解体した後の各パーツは指定の場所に重ねて保管した。

(※文責: 鹿島志瑠)

## 2.5 システム設計

### 2.5.1 足踏みの検知

足踏みによって足音を出力するために足元にセンサーを使うことに決めた。足踏みを検知する方法として「足、靴にセンサをつける」「床、空間にセンサをつける」の2つの方法が出た。足や靴にセンサをつける場合は足の傾き、地面との距離を検出して足音を再生するので動きに正確にあった展示になる。しかし、参加者が装置を身につける必要があるため展示を楽しむためのハードルがある。○床や空間にセンサをつける場合は足の傾きを検出することが難しいので、地面との距離のみを検



図 2.1 成果物写真

出して足音を再生する展示になる。しかし、参加者はその場所に入るだけで展示を楽しむことができるので参加者のハードルを下げるができる。○今回のプロジェクトでは「展示」がテーマにあったため、参加者ができる限り簡単かつ、多くの方に体験してもらうために「床、空間にセンサをつける」方針に決定した。

センサはグループメンバーが所有していた arduino キットの超音波センサを選んだ。超音波センサを足踏みする位置の左右に配置した。それぞれの超音波センサから送られてくる信号を距離に変換し、距離を測った。足が着いている時には超音波センサと足の距離が近くなるため小さい数値が検出され、足が上がっている時はもう一方のとの距離を測るため、大きい数値が検出される。この距離の測定を 60ms ごとに行い、過去 3 回分の数値の平均と今回の数値を比較し、それらの差が正の値になった時を足踏みとして音を出力させる信号を送信した。

(※文責: 白井航)

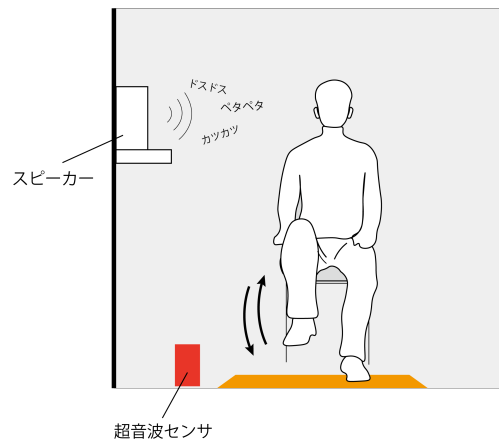


図 2.2 足踏み検知

## 2.5.2 arduino から processing

まず arduino で得た値を展示に反映させるプログラムとして、processing を採用した理由は、グループメンバーが理解しやすいプログラミング言語で実装がしやすい点である。使用するプログラミング言語を選定する段階では当初、別のプログラミング言語の採用が有力であった。しかし、arduino との連携において参考資料が少なく、初期段階で作業が予定通り進まず実装にかなり時間

がかかった。そこで利用するプログラミング言語の再検討を行った結果、参考資料が豊富にあり初期段階の開発がスムーズに進んだことから processing の採用に至った。また、processing はグループメンバー全員が扱えるプログラミング言語であり、システム開発に関わっていないメンバーも展示中のトラブルに対応しやすいという点もあった。

arduino と processing の通信は、シリアル通信により行っている。2.4.1 で述べたように、2つの超音波センサから得た値を arduino で距離に変換し、2つのセンサの値と過去の値から足踏みの検知を行っている。その後、足踏みと判定すればシリアル通信で「1」を送信、足踏みを検知しなければ「0」を processing にシリアル通信で送信するプログラムを作成した。しかし、arduino のプログラムで足踏みをしているか判定する信号を、全て正確に processing に送信することは出来なかった。arduino から送られる信号は、正しい値に加えて想定していなかった値も含まれており、processing のプログラムでは想定していなかった値を排除し、正しい値が得られたときのみ動作するように設計した。

(※文責: 漆山宏睦)

### 2.5.3 processing で映像と音声出力

成果発表会では、体験時間を事前に設定し足音と映像を経過時間によって切り替えるシステムを制作し展示を行った。展示する足音は9種類とし、一つの足音を体験する時間を12秒ごとに切り替えるシステムとしたため、全体の体験時間は108秒となり、映像も12秒ごとに対応する映像に切り替えた。体験する足音の切り替説明図えや体験時間をあらかじめシステムで決めた理由は大きく分けて2点ある。1つ目は、体験者が足音に集中できる環境を作るためである。足音の切り替えや体験時間をあらかじめ決めておくことで、体験者は「足踏みをし、足音を聞き、映像を見る」という点のみに集中することができる。

一方で足音の音質や、映像の画質やフレームレートを上げすぎると、データのファイルサイズが大きくなり、プログラムが上手く動作しないことや映像の動きが悪くなることが多く、展示する音と映像の質が当初予定していたものを下回ってしまったため、今後の課題として音と映像の質を向上させることが挙げられる。

(※文責: 漆山宏睦)

### 2.5.4 足音の制作

展示に使用した足音はすべてスマートフォンのボイスメモで録音した。音質をよくするために、高品質のマイクを使うという意見も出たが、金銭面を考慮した結果スマートフォンで録音することになった。録音は二人以上一組となり、地面と靴の素材、天気、歩いた人の体の状態、を記述方式で記録した。また、録音の様子を録音者以外の方がスマートフォンで録画し記録をおこなった。録音した音には多くの環境音が含まれており、展示に使用するには足音のみを抽出する必要がある。そこで、録音した時間分の長さのある音の素材をカットし、二歩歩いた際の足音に関する音の要素だけが含まれる短い素材へ変更した。足を踏み出した瞬間と地面に踏み込んだ瞬間の音に着目し、一番強いタイミングにマーカーをつけた。マーカーをもとに音の余韻を残すようにしながら、必要のない部分をできる限り削除し、各音素材の長さを確定させた。その後、Logic pro というアプリケーションでイコライザーのプラグインを使用し、不要なノイズや雑音の元となる帯域のカットを

おこなった。そして、ディエッサーというプラグインを用いて歯擦音の除去をおこなった。歯擦音の除去をおこなうことによって服の擦れる音や、鳥の鳴き声を小さくすることができた。最後にダイナミックイコライザーというプラグインを使用して特定の帯域の音の聞こえ方を増減させ、ゲインを下げることによってノイズ感を減らす処理をおこなった。それぞれの音の素材は音量がばらばらであったため、Logic pro 内のミキサーで音量を調整し wav のパラデータとして書き出しをおこなった。その後 processing に音の素材を読み込ませ実際に動作確認をおこない、スピーカーで聴いた時の素材ごとの音量差、踏み出し時の足音のタイミングを再度確認した上で、同様の手順の見直しをすることで最終調整をした。

(※文責: 鹿島志瑠)

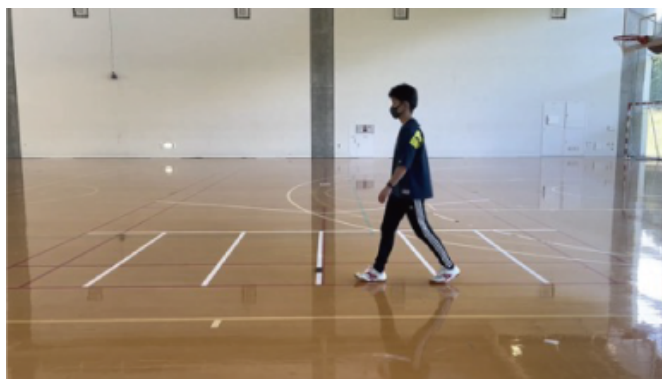


図 2.3 足音の録音風景

### 2.5.5 キャプション映像の制作

以下に記述してある録音した場所と内容は以下の通りである。

- 大学  
大学の床, トレーニングルーム, 体育館, 芝生, 雪, コンクリート
- 七重浜海浜公園  
砂浜, トタン, 側溝 (グレーチング)

音の種類ごとに展示体験者の前に提示するキャプションとなる映像の制作をおこなった。また、足音の録音と同時に地面の素材の撮影も行った。録音と撮影を行った後に、それぞれのデータを加工、編集した。地面の素材については素材の質感を表現するために blender を用いて地面を 3D モデルにし、それをキャプションとして現在鳴っている足音がわかるようにした。

(※文責: 白井航)

### 2.5.6 システム設計上の注意点

超音波センサで足踏みを検知する際に、センサの当たる対象ができる限り平面でないと正確に距離を測ることができなかった。そのため、センサの高さを靴の底面に近づけることで靴の平な面にセンサが当たるようにした。また、靴のつま先より踵側の方が平であるため、センサを低く、踵側に配置した。他にも、超音波センサでは前後の距離のみの測定だったため、足が上がっている時から足



Museum IT to Deepen Rich Cultural Experiences - Things and People that Inspire Each Other -  
が下りる時の数値の変化と、足が平行移動してセンサに近づく時の数値の変化が両方とも大きい数値から小さい数値への変化だったためそれらを区別する必要があった。この問題に関しては数値の変化を分析した結果、平均変化量の違いによって区別することが有効であった。

(※文責: 白井航)

## 第3章 課題解決のプロセス

### 3.1 各人の担当課題の概要と役割

5月、6月では共通の課題に各メンバーが取り組んだ。課題の概要は以下の通りである。

- 5月 音の性質についての調査、また音の展示をテーマに案出し、話し合いを行った。  
各人がインターネットや情報ライブラリーで、音の発生原理や様々な音について調査・発表を行った。それをもとに、様々な企画案を出し合いその企画案を深める作業を行った。
- 6月 テーマ決定、最終的な企画案を深め、実現可能性の調査を行った。  
いくつか出た企画案をそれぞれ深めたあと、最終的に「足音の展示」が最もグループ内で評価が高く、最終的な企画案として決定した。その後、「足音の展示」を行うにあたって必要な足音についての先行研究調査や、展示する足音の案出し、展示方法の話し合いなどを行った。

その後は各人で担当する作業を行った。

<鹿島志瑠>

- 7月 3D 立体音響のための機材選び
- 9月 音響空間の設計
- 10月 音響空間の設計
- 11月 材料の買い出し, 組み立て
- 12月 発表準備, 成果発表会

<臼井航>

- 7月 テーマ考案
- 9月 展示方法の考案
- 10月 システムの設計
- 11月 センサの制御, 映像作成
- 12月 発表準備, 成果発表会

<漆山宏睦>

- 7月 テーマ考案
- 9月 展示方法の考案
- 10月 システムの設計
- 11月 センサの制御, 映像, 音声の出力
- 12月 発表準備, 成果発表会

<前田悠之介>

- 7月 テーマ考案

9月 音響空間の設計

10月 音響空間の設計

11月 材料の買い出し, 組み立て

12月 発表準備, 成果発表会

(※文責: 漆山宏睦)

## 第 4 章 結果

### 4.1 成果

160cm × 160cm × 160cm の個室の体験空間を作成した。最終成果発表では 52 人（学内教授 5 人、学内生徒 34 人、青森公立大生徒 7 人、函館中部高校 1 人、一般 5 人）に評価してもらった。

（※文責: 前田悠之介）

### 4.2 フィードバック

最終発表では、プロジェクト全体のポスターとスライド、各グループのポスターとスライド、成果物を用いた。プロジェクトの全体の説明をポスターでおこない、その後スライドとポスター、成果物を用いて各グループごとに具体的な説明をおこなった。プロジェクト全体と各グループの発表技術、発表内容についての評価アンケートをおこなった。以下は、本グループに対しての評価アンケートの一部である。

#### 4.2.1 発表技術についてのコメント

- 一部プロジェクターからの投影が小さくて暗かったのですが、わかりやすい良い説明ができていました。
- パネルにスライドを映し出していたので少し見づらかったけど分かりやすかったです。個室空間でやるっていう発想がすごいと思いました。
- 声がすごく聞き取りやすかった。実際に体験出来る形になっていて良かった。
- 作った箱にスライドを映すのではなく、プロジェクターを用意したほうがいいと思いました。
- 声が周りのグループにかき消されて聞こえづらかった。
- 箱にプロジェクターで写していたため、もう少しはっきりした色合いでスライドが見えたほうが良かったと思う。
- 「足音」展示のデモを体験できましたが、デモ中の説明も丁寧で良かったと思いました。箱の大きさや天窓にも、それぞれ理由があり、なるほどと思いました。

#### 4.2.2 発表内容についてのコメント

- 足音に着目したのは面白いと思った。聴覚体験のために遮音ブースを作ったのは本格的。聴覚体験だけでなく、触覚とか足裏に伝わる振動のようなものまで考えるとさらに面白いと思う。
- スライドの内容に「なぜそうしたのか」という理由がもう少し欲しかった。
- グループごとに実体験ができ、混んでいたときの対応もスムーズだった。

- 足音を出すことから発展性がわからないけど、足音を一年間研究しようと考えたのは面白い。
- 「足音」そのものを展示する、というコンセプトは、話を聞いただけでは理解が難しかったですが、実際にデモを体験させてもらうことで、まさに「(何かを) 触発し得る」展示だと思いました。いろいろな展開がありそうな展示内容だったと思いますので、今後のミュージアム展示や発表会でも、いろいろな方からのフィードバックが得られると良い。

(※文責: 鹿島志瑠)

### 4.3 総評

発表技術に関しては、中間発表で得た企画内容を伝えるための準備ができていなかったという点を改善できていた。発表者は、説明の流れを理解し、話す練習をおこなっていたためにわかりやすい説明をおこなうことができたと考える。また、中間発表では声の大きさ、スライドの構成の改善が改善点として挙げられていたが、周りのグループにかき消されて聞こえづらかったというフィードバックから、良い改善ができていなかったことがわかった。スライドの構成は事前にプロジェクト内の練習で相互評価し、修正をおこなっていたものの、プロジェクターの準備不足で光量が足りずに見にくい表示になってしまった。また、話している発表者以外の人は発表を聞いた人に展示体験を促し、体験の補助をする役割に回ることでスムーズに展示体験を実現できた。発表内容に関しては、足音に着目したという点に関心をいただくことができた。また、足音そのものを展示するというコンセプトを体験することで理解していただくことができたので、話よりも体験時間を長くするという発表構成は適切であったことがわかった。足音を出すことでの発展性がわからない、今後のミュージアム展示や発表会でも色々な方からのフィードバックが得られると良い、という意見をいただいた。そのことを踏まえ、実際により多くの人に展示を体験していただいた上で、足音を展示したことでの気づきや発展性を見出すことで尚良い成果物になるだろうと考えられる。

(※文責: 鹿島志瑠)

## 第 5 章 評価

### 5.1 前期の評価

前期の活動期間では、音の性質や種類について調査を行い、それをもとにテーマを決定し、立体音響で展示することを企画した。また、立体音響の環境を作るを調査し、2つのスピーカーを用いたプロトタイプを作成を行った。しかし、実際に立体音響の環境を作るために必要な機材や費用の決定には至らなかったため、この作業は夏季休暇以降になった。結果的に、前期決定した展示方法は変更することとなり、後期の作業日程が厳しくなり展示内容に充てる作業時間が減ってしまったため、前期段階で必要な機材や費用の決定まで行う必要があった。

また中間発表後の評価アンケートでは、発表技術について「企画内容のイメージ写真が最後にあると良かった」や「スマホを見ながらの発表は避けた方がいい」などのコメントがあり、スライドの構成の見直しや、台本を覚えることなど発表の準備不足が感じられた。企画内容については、テーマが面白いという評価があった一方で、「なぜテーマが足音になったのか」についての理由が少なかったとの評価があったため、発表内容を工夫する必要があると感じられた。

(※文責: 漆山宏睦)

### 5.2 後期の評価

夏季休暇中に 3D 立体音響のための機材をリストアップし、見積もりを行なった。その結果、予算面の問題で 3D 立体音響で足音を展示することができないことが発覚した。そのため、後期は展示方法の見直しから始まった。立体音響は 3 次元ではなく 2 次元で行い、足音をインタラクティブに展示することに決まった。その後は展示環境のプロトタイプ制作、材料と設計の見積もり、買い出しと組み立て、それと同時にシステムの制作、足音と地面素材の記録を行なった、後期は最初に方向転換があったものの、その後は計画通りに制作を進めることができた。成果発表会に関しては多くの人に展示を体験してもらうことができ、平均して良い評価を多くいただくことができた。しかし、成果物や発表において改善点があるので、今後の発表会で改善していけたら良い。

(※文責: 鹿島志瑠)

### 5.3 成果物について

#### 5.3.1 システム

足音を分析すると、音が厳密には 2 回なっていることがわかった。しかし、超音波センサ 2 つでの足踏みを検知したため、足の傾きや足がつくタイミングを正確に測ることができずに、一回の足踏みに対して一つの足音を再生することしかできなかった。これはセンサの数を増やして踵とつま先をそれぞれ検出することで正確に足踏みを測ることができるようになる。また、センサを大量に L 字で配置することでエリアを拡大できて複数人が体験できる環境を作ることができる。複数人が体

験できるようにすることは展示を同時に楽しめるという利点があるが、一方で自分の鳴らす足音をはっきりと聞いてもらうには複数人が体験する仕組みが適していないので目的によってシステムは改善していく必要がある。

(※文責: 白井航)

### 5.3.2 個室空間

結果論として、この大きさが良かったという体裁になってしまったのが良くないところではある。設計段階の粗さとプロトタイプ作成が甘かったということにつながってしまうからだ。自分らと同じくらいの大きさの大きいプロダクトを作る機会というのが少ないのと、やはりプロトタイプを作るのにも時間と労力もかかるというのがよくわかるものだった。また、プロトタイプも本グループでは段ボールでの作成だったが、やはり耐久性からプロダクト像が見えにくく、粗も耐久性を理由に見逃すことが多いのもよくわかった。仮想上でモデリングやミニチュアサイズをつくるといった手法などってみるのも良いと思われる。労力はミニチュアサイズを作るのが良いと思われる。しかしながら接合部分や大きさからくる重さを想定する場合にはやはり経験回数が必要であると感じた。他にも接合部のもろさが不安になることが多かった。まず設計の際に、グループメンバー4人のみで組み立てと解体、運搬もできるようにする。また搬送する際の出入り口も考慮したうえでの設計にすることから、1つの1つの壁が独立している必要があった。その結果、できあがったものが運搬するたびにビスを外す作業が4つ全ての壁に対して必要で、組み立て・解体に時間を要するものとなってしまった。壁同士の接合にはL字の金具を4つ角にそれぞれ3つずつ用いたが、あくまでそれは内側のみだけだった。そのため内側から外側にかかる圧力に弱かった。当初は4つ角が止まっていれば問題ないということだったが、電動ドライバーでの組み立ての際や微小な位置ズレの修正の際に、きしむ音が出ており、接合部のもろさに拍車をかけていた。外側にも固定できるようなものが少しでもあれば安心感は確実に上がったはずだし、たくさんの労力も掛けずに済む作業ではあったと思う。またL字の金具が小さかったため、取り付けの際にはうまく電動ドライバーを構えられずに、ビスが曲がって入ってうことや、空回りを起こし、ねじ穴がなめてしまうことがあった。そうでなくても木材の補強をした方がよかったのかもしれない。できるだけシンプルに見栄えがよいことを念頭に置いていたことと、時間に追われている感覚があったため、補強作業に割く時間が少なかった。次にドアに関してだが、ぎりぎりまで決まらなかったこともあり、完成度に難がある。密閉度がまず一つ挙げられる。内部からの音漏れや外部からの音が入ってくる一番の原因だった。この問題はとても夢難しい問題がいくらかあった。綺麗に作ることを意識するのは大事だが、ちょうど長さばかり意識すると開閉部分の干渉する場所が増える可能性がある。またドアの設計は壁の制作途中にしたこともあって資材である木材の良くない特性が見え始めているときだった。その木材の良くない特性というのがしなりだった。予算と運搬面から壁の木材は薄めの普通合板を2枚買って間に防音材を入れる形をとっていた。そのため、きっちり測って組み立てしていたはずが1,2mmずれてしまうことが多かった。また壁の合板だけでなく柱も例外なく、しなりができていた。壁以上にその変化は大きかった。木材の保管方法になったのかもしれないと予想したが、保管方法についても調べておく必要があった。もし曲がってしまうとしても緩和方法や矯正できる方法があれば行うことができればよかった。そして、ドア資材にはプラスチック段ボールを用いた。当初は壁同様木材を使用する予定だったが、2枚重ねの普通合板は思いのほか重く、開閉には向かなかった。そこで助言をいただき、プラスチック段ボールの存在を知り、そのまま採用に至っ

た。設計の段階で、選択肢に挙がらなかったのは知識不足であることを痛感したところである。開閉の想定は多少はして、ドアの下部にキャスターをつけるつもりだったのが、扉は細く、キャスターのビスを入れるには耐久性が低く、またつけたとしても扉が重く、キャスターで動かすに際し、扉と壁の接する丁番が耐えられるかの問題もあってベストな選択ではないという判断になってしまった。防音・遮音に関してだが、ホームセンターにあるアクリアマットしたのは結果としてよかったが、行き当たりばったりで決める計画性や下調べが足りなかったと思う。壁のペンキ塗りは、当初は内壁も行う予定だったが、1日で行える作業量と購入したペンキの量で収まるようにした結果外壁のみとなってしまったところは計画性のなさがうかがえる。二度塗りでしっかり塗装できるか不安ではあったが、そこはうまく行ってよかった。外壁の色のチョイスも二度塗りがしっかりできたことでシンプルな白で良かったと思えた。天井は比較的他の壁やドアと比べて綺麗にできたことはとてもよかったのだが、普通合板1枚で作っているため、薄く、持ち方には非常に気を使う必要があることが難点であることを反省している。木材の角材をつけてはいるのだが、心細いで補強である。床には、なんのこだわりも持てなかったのが反省点である。壁に使った合板よりも厚い頑丈な板を敷いただけであるのが物寂しいである。椅子と棚に関してだが、椅子は当初オリジナルで作る予定だったが、学内の椅子になってしまったのが心苦しいところであった。しかし、椅子の機能があるのであれば、なんでもよかったので目をつむることにする。棚は、スピーカー2つを置く台は、ステンレスの頑丈なものでつくることを想定しており、ホームセンターで買えたのでできは良かったのだが、スピーカーの大きさと棚の大きさが想定を超える空間内でのスペース体積があった。それによって圧迫感が生まれてしまった。ことが反省点である。また、プロジェクターの棚もつくることになり、これは当初予定されていないものであり、もともとプロジェクターは椅子の下に置く想定だった。だが、よく考えれば足が目の前にくることで映像が見えなくなるのは当然であり、ここは設計のすり合わせのときのイメージの想定とメンバー間での共有が足りないところであった。結果、突貫工事された棚ができたが、出来はそこそこよかった。そして最後の最後まで、しっかり考えられなかった配線問題である。壁ごとに分離している特性とスピーカー以外置くものの配置が決まらなかったことによる配線問題が終盤になって浮き彫りになった。もともとシンプルで綺麗で意識が分散せず、音声に対して集中して聞くことのできる環境づくりが目的のはずなのに、配線が散らばりが見た目にも体験にも悪影響であったことは明白である詰めの甘さが如実に出たところであった。そして、最終成果発表までにグループメンバー以外に体験してもらうことでのフィードバックも必要だったと思う。やはり自分ら以外では気づかない素朴な点を見つけてくれる機会が欲しかった。最後になるが、制作過程で、サイズの大きさから音の出る作業を工房以外の場所で行ったことによる騒音被害がでてしまい、周囲への配慮を怠ったところも反省点である。

(※文責: 前田悠之介)

## 5.4 個人の評価

### 5.4.1 鹿島志瑠

<前期>

プロジェクト全体でのミニミュージアムと音について

プロジェクト開始後に、全体でグループに分かれミニミュージアムをおこなった。酒瓶の展



示をおこなったが、その展示を通して展示することとはどういうことなのか、展示において必要な物、情報を把握することができた。その後音をテーマにグループを作り、音に関する情報を収集した。音とは何なのか、音の種類や波形について、ノイズの持つ効果などをインターネット、情報ライブラリーを活用し勉強した上で、グループメンバーに各々が説明することで音に関する知見を深めることができた。

#### 展示内容、方法決定

音を大きなテーマにした上で、具体的に足音を展示テーマとして決定した。展示は足跡から足音を生成する、シルエットをもとに足音を生成する、足音を聞いた効果などという案の中から立体音響を用いた足音の体験型展示に決まった。立体音響を実現する上で必要なもののリサーチや技術的な方法の調査をおこなった。立体音響に詳しい音楽家に実際に実現方法やできそうなこと、かかりそうな想定費用の相談などをおこない知見を深めることに貢献できた。その後、立体音響の実現をするためには予算が足りないということから代替案を出した。

#### 前期の活動方法

前期はプロジェクト全体、グループでの役割分担をした上で、計画を立て進行をおこなうことができた。議事録を毎回記録することで、次の活動時に振り返られる、何をすれば良いのかを明確にすることができた。グループでは、密な議論をおこなうことができたので、内容の伴う時間の使い方をすることができた。

#### <後期>

#### 個室空間の制作

個室空間の制作を担当した。初めにグループでプロトタイプ制作、設計を決める上で必要な実験をおこなうことで、イメージややるべきことを共通認識で持ちながら進めることができた。個室空間は人が入る大きさの直方体を作る必要があったため、設計を慎重におこなった。それにより設計に多くの時間を割いてしまっていたが、どのような構造だと頑丈になるのか、綺麗に見えるのかを熟考しながら丁寧に制作を進めることができた。計画を立て、できるだけ授業時間外での作業を増やさないように意識しながら活動することを意識しながらより良いものを作ろうとしたものの、時間外での作業はできてしまった。成果物としての完成度は高いものだという評価をいただくことができたが、組み立てや設計で妥協した点があり、作業効率を悪くする、見た目に影響するという改善すべき点が出てしまった。より良い成果物を作るという意識で妥協をできるだけしなくて良いように、メンバーとしっかりコミュニケーションをとり制作を進めることができた。

#### 音素材の作成と音響の設計

個室空間内で音を聞く際の音響システムの設計、音素材の制作を担当した。音素材は録音した足音をもとに Logic Pro というアプリケーションを用いて制作した。アプリケーションに関する知識と音声処理に関する技術を用いて時間をかけずに素材制作をおこなうことができた。しかし、音量のバランス、音の出始めのタイミングを意識せずに制作したタイミングがあり、的確な作業をおこなえていなかった場面があった。今回の制作で、音に関する知見をより深めることができた。そして素材制作で意識しなければいけないことも理解することができた。また、音響設計では、どのようなシステムでスピーカー、インターフェースを用いるのかを自身の知見を活かして決定することができた。音質、音量共に十分な環境を作ることができた。

#### 後期の活動方法

前期同様に、グループでの役割分担を明確にした上で進めることができた。システムと個室空間、というように大きく役割が分かれていたため、進行状況がお互いに明確にわかるように意識しながら、コミュニケーションや記録をとることができた。グループとしての意見の食い違いや、話のまとまらない状況でどのように収束させていくべきなのかということの後期の制作を通して学ぶことができた。

(※文責: 鹿島志瑠)

## 5.4.2 臼井航

<前期>

プロジェクトリーダーとして

プロジェクトの配属後しばらくはリーダーを決定せずに、ミュージアム IT に関するオリエンテーションや、いくつかのグループに分かれてミニ展示会を行なった。その後リーダーを決定する際に他のメンバーの立候補がなかったため自分が立候補しリーダーになった。グループのことを考えた判断ができた。しかし、グループ決定以降はプロジェクトリーダーとしての仕事は多くなかった。そんな中でも提出物の管理や発表会の準備を滞りなく進めることができた。

展示方法の考案

足音をテーマにした展示方法について考案した。足音を聞くことを前提として、「現実にある様々な足音を聞く」「足跡を元に足音を作る」「動物のシルエットを元に足音を作る」などの案を出した。結果的に立体音響で足音を展示することに決まったが、足音や音に関する知識を深めることができた。

<後期>

足踏みの検出

超音波センサを arduino で制御し、足踏みの検出をするプログラムを作った。丁寧な足踏みによって信号を送ることは容易にできたが、素早い足音や、位置がバラバラな足踏みを検出することを完璧にするまでかなりの期間を要したので、異なるセンサを使用することやセンサの数を増やすことを早い段階でできていたらもっと精度の良いシステムができた。

地面素材映像の制作

展示をする際に足音だけで何の足音かを判別することは何度も聞き込んだグループメンバーでも難しかったので、流れる足音に合わせた地面の素材をキャプションとして体験者の前に写すことを決定した。それから地面の素材を撮影して、写真を元に地面のオブジェクトを作成した。結果的にはシンプルで分かりやすい映像ができたが、要素として地面の素材だけでなく足音を鳴らした人の性別、年齢、靴、職業、目的、などの情報も記載することができれば、展示としての情報量を増やすことができたはずだ。

(※文責: 臼井航)

## 5.4.3 漆山宏睦

<前期>

### 音について情報収集

音の性質や種類について、インターネットや情報ライブラリーを活用し情報収集を行い、共有することで音についての知識を深めることができた。

### テーマ，展示方法の決定

共有した知識をもとに足音をテーマとして決定し、さらなる調査を行った。同時に展示方法についても、前例の少ない足音の展示についてメンバー全員で話し合いを重ね、全員が納得する展示方法を決定することができた。

### 足音の録音

最終的なデータとして使えるよう、足音の録音方法や記録する内容を決定し、実際に大学敷地内で砂や芝生など様々な種類の足音を録音を行った。録音した足音はプロトタイプで使用し、中間発表で体験してもらうことで、企画内容の理解につなげた。

### <後期>

#### *arduino* の構築

成果物のシステム部分である *arduino* の構築を行った。使い足踏みの検知を行うため超音波センサと *arduino* を使用した。しかし超音波センサでの値の取得が想像よりも難しく、今回は超音波センサ2つのシステムとなり、足踏みの種類を分けるシステムを構築することは出来なかった。今後は、足踏みを正確に検知したり、足踏みの強さを検知するために超音波センサを4つ使ったりするシステムの構築を目指していきたい。

#### *processing* の構築

成果物のシステム部分である *processing* の構築を行った。プロジェクトの終盤で発生した *arduino* で除去しきれなかったシステムの問題点を、*processing* で除去する柔軟な対応ができた。足音とキャプションの映像を高品質で扱うために、当初は別のプログラミング言語でのシステム構築を目指したが、*arduino* との連携がうまくできず *processing* を使ったシステム構築となってしまった。足音と映像の質を下げたものがあったため、今後は他のプログラミング言語を使ったシステム構築を目指していきたい。

### 個室空間の設計，制作

システム部分の設計を主に担当したため、個室空間の設計，制作に関わったのは一部の作業であった。行った作業は、個室空間に使う材料の調査、段ボールを使った圧迫感の実験、個室空間外壁の塗装作業、組み立て・分解作業である。これらの作業はメンバー全員が分担して行ったことで、効率的に進めることができた。一方で、システム部分の作業が遅れていたこともありセンサや配線を隠すものを個室空間内に作ることができなかつたため、展示物の完成度が下がってしまった部分が反省点である。

(※文責: 漆山宏睦)

## 5.4.4 前田悠之介

### <前期>

### 音について情報収集

他のメンバー同様、プロジェクト開始時に、音の性質や種類について、インターネットや情報ライブラリーを活用し情報収集を行い、メンバー同士で情報を共有することで音について

の知識を深めることができた。

#### テーマ、展示方法の決定

共有した知識をもとに足音をテーマとして決定し、さらなる調査を行った。展示方法は立体音響を採択し、その課題を模索しはじめた。夏休みもミーティングで意見のすり合わせを行った。同時に、プロジェクトの進行も難色を見始めたので代替案も考えだした。代替案は採用されることはなかったが、具体的なイメージを図などで提案をした。

#### 足音の録音

一度試しに録音してみて、それから足音の録音方法や記録する内容を決定し、写真や動画なども記録しながらメンバーと共に録音を行った。録音した足音はプロトタイプで使用し、中間発表で体験してもらうことで、企画内容の理解につなげた。

#### <後期>

#### プロトタイプ・個室空間の制作

プロトタイプはメンバー全員でつくり、圧迫に関する実験も行った。メンバーの内一人が実験の被験者となり、他のメンバーが大きな段ボールの壁を持ち、狭めることや広げるなどをした。設計には、時間をかなり掛けたが、反省点は多くあった。ドア部分と壁同士の接合部分はメンバーで何度も話し合った。分かりづらい時にはイメージ図などをつくった。突飛な案を多く出したが、メンバーは真面目に受けてくれたし、和気あいあいと話しを進めることができた。いざ制作に着手するとなったとき、率先して進めることができた。

#### 成長できた点

途中、納得できないことや伝えきれないことやこのままでいいのかという自分自身の中の葛藤があったり、どうすることもできないことがあったりとしたが、グループ活動の特性だとも実感できた瞬間でもあった。実際やってみたらよかったことや補強や補填が必要だったこともあった。それでもずっと口論で止まってしまうより良い形でもあった。また、自分の価値観では周りは動かない当たり前のことも実感できた。

#### 反省点

おそらくだが納得できないことに対して、言動・態度・表情にでてしまったところ。拘りが強く、意見を曲げにくく頑固なところ。私の性格上長所ともとらえられるが、少しは自重することもしたほうが良いと思った。計画性が足りないことや後回しにすることが多く、後になって慌てることや不測事態に陥ったときになにもできない、または他人へ押し付ける挙動をすることがあった。仕事が遅い、効率が悪い。1人で突っ走ってしまうときがある。他の人の話を聞かないでいようとするときがかなりあった。

(※文責: 前田悠之介)

## 第 6 章 まとめ

展示物を作るに当たって役割分担を明確にし、良いメンバー関係で議論をおこなうことを意識して進めることができた。また、グループ議事録を細かく記述することで次回の時間で素早く作業に取り掛かれるようにし、決められた時間内で作業を進めて成果物を完成させることが出来た。グループ内で役割を分けた場合には、講義内で議論時間設ける、メッセージツールを用いることによって細かに情報の交換をおこないながら進めることが出来た。成果物の発表準備は、無理なく計画を立てた上で、練習通りの発表をおこなうことが出来た。メンバー間で、担当以外の内容も理解しあっていたので、発表当日の質疑応答にはスムーズに対応することができた。成果物は、見た目、内容共に満足のものとなり、良い評価を多くいただいた。また、前日に発生したシステムトラブルにもきちんと対応し発表を行うことができた。以上のように、活動においてよかった点があったが、5章で前述した評価のようにシステム、個室空間の制作において改善点も多く残っている状態なので、今後の発表会や、成果物を生み出す活動において役に立てていく。

(※文責: 鹿島志瑠)

# 付録 A プロジェクト概要ポスター

## 異なる素材による足音の違いを知覚できる体験を実現する

Create an experience that allows you to perceive the difference in footsteps made by different materials.

鹿島 志瑠 白井 航 漆山 宏睦 前田悠之介  
KashimaShiryu UsuiWataru UrushiyamaHiromu MaedaYuunosuke

### 背景

足音は日常では着目しない為、新たな発見や内容に広がりのある展示ができると判断し、足音をテーマとした。そして、足音のみに着目して、現実に近い音の移動を感じることができるという理由により、スピーカーを用いた立体音響を展示方法として取り入れることとした。

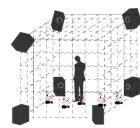
We do not focus on footsteps in our daily lives. Therefore, we decided to use footsteps as the theme, judging that we could create an exhibit with new discoveries and a broader range of content. The theme of footsteps was chosen as the theme of the exhibition, because it is possible to feel the movement of sound close to reality by focusing only on the sound of footsteps.

### 企画内容

足音が3空間上で移動して聞こえるように8つのスピーカーを使用する。

足音を聞く際に、体験者の目の前に地面、足裏の素材、天気などの項目を記述したキャプションを提示し、それぞれが作用した足音だということを知覚できる体験型の展示をおこなう。

Eight speakers are used so that the footsteps are heard moving in three spaces. When the visitor hears the footsteps, captions describing the ground, the material of the sole, the weather, and other items are presented in front of the visitor, so that the visitor can perceive that each footprint is an effect of the



展示予想図  
Anticipated Exhibits



キャプション  
caption

### 活動内容

#### テーマ決定

Theme Determination



3つのテーマ案  
Three proposed themes



音に関する調査  
Sound Survey



足音展示に決定  
Decided to exhibit footsteps

#### プロトタイプの制作

Prototype production



足音を1台のスマートフォンで録音した様子。  
Logic proを使用し、足音以外の音を聞こえにくくした。

Footsteps recorded with one smartphone.  
Logic pro was used to make it difficult to hear sounds other than footsteps.



2つのスピーカーを制御し、足音が左右に行き来するように聴こえるプロトタイプ環境の制作した。  
Two speakers are controlled to footsteps can be heard coming and going from left to right. The prototype environment was created.

図 A.1 中間ポスター

## 異なる素材による足音の違いを知覚できる体験を実現する

Group C 鹿島 志瑠 白井 航 漆山 宏睦 前田悠之介

### 背景・企画説明

普段意識して聞くことがない日常にあふれる足音に対して、新たな発見や気づきをもたらすことを目的とした環境作りを行った。企画としては、遮音・防音された空間内で体験者の動きに合わせたインタラクティブな足音の展示をするという内容である。構造に関しては、先行文献を参考に圧迫感を感じないような空間設計 (1.6m×1.6m×1.6m) をつくった。体験者にはこの空間内で「足踏みをしてもらうことで足音が出る」というシステムと体験者の相互作用ができる足音の知覚を深めてもらいたい。

### システム概要

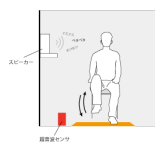
体験者が足踏みをすることでシステムはその動作に合わせて、足音がスピーカーから出るような仕組みである。足踏みの検知には、超音波センサ (HC-SR04) を用いている。さらに足音だけではなく、流れている音の素材や場所などの情報を映像で映し出すことで体験者の体験をサポートしている。

### スケジュール

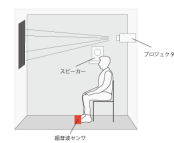
- 5月 プロジェクト始動  
テーマ「足音」に決定
- 6月 展示方法「立体音響」に決定
- 7月 中間発表
- 9月 展示方法の再検討
- 10月 展示方法の変更と設計
- 11月 2チームに分かれて作業開始  
(システムとプロトタイプ制作)
- 12月 成果物完成

### 体験の方法

- ① 体験者が個室空間内の椅子に座り、足踏みを  
する
- ② センサが体験者の足踏みを検知する
- ③ システムが足踏みに合わせて、足音を流す。  
さらにその対応した足音に対応した環境の情報を  
映像で出力する



イメージ1：正面から見た図



イメージ2：横から見た図

図 A.2 最終ポスター

## 参考文献

- [1] 横井孝志・山田洋・金子文成・横澤俊治・佐藤紀久江（2002）立ち座り動作空間における身体全面あき寸法に関する研究 人間工学，第 38 巻特別号 360-361