公立はこだて未来大学 2020 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University-Hakodate 2020 System Information Science Practice

Group Report

プロジェクト名

豊かな文化的体験を深めるミュージアム IT ～触発し合うモノとヒト～

Project Name

Museum IT for Cultural Experience - Human and Things Being Co - Inspired-

グループ名

グループ A

Group Name

Group A

プロジェクト番号/Project No.

13-A

プロジェクトリーダ/Project Leader

渡辺奈美　Nami Watanabe

グループリーダ/Group Leader

松原大　Masaru Matsubara

グループメンバ/Group Member

伊藤晋梧　Shingo Ito
小林ひのり　Hinori Kobayashi
久保田知靖　Tomoyasu Kubota

指導教員

川嶋稔夫　木村健一　角康之　奥野拓　鈴木恵二　中小路久美代

Advisor

Toshio Kawashima Ken-ichi Kimura Yasuyuki Sumi Taku Okuno Keiji Suzuki Kimiyo Nakakoji

提出日

2021 年 1 月 14 日

Date of Submission

January 14, 2021

概要

芸術とは文芸、美術、音楽など人類繁栄とともに途絶えることのない文化である。科学が発展することで芸術には写真、CG などが普及した。科学とともに芸術が進化している現代社会にアーティストの脳内を機械内や平面でなく、現実でそのまま表現する方法として 3D ホログラムを提案する。加えて、現在 COVID-19 が流行し、従来の博物館の閉鎖や、イベントの中止など、展示としての自由度が大きく制限された。その中で、展示方法を新たに提案し、疎遠になった展示に対して、新たなアタッチメントを考えて行きたいと思い、このプロジェクトを企画した。

（文責: 松原大）

Abstract

Art is a culture where humanity's prosperity such as literary arts and music does not stop. With the development of science, photography and CG are becoming more and more popular in art. We propose 3D hologram as a way to express the brain of the artist, as in modern society where science evolves instead of machines and planes. In addition, COVID-19 became popular, and the degree of freedom as an exhibition was greatly limited due to the closure of traditional museums and the suspension of events. I wanted to think of a new attachment for the rest of the exhibition, so I proposed and planned a new exhibition technique.

（文責: 松原大）

目次

第 1 章　はじめに　1

1.1　背景 1
1.2　目的 1
1.3　従来例 1
1.4　問題点 1
1.5　問題に対する課題 2

第 2 章　到達目標　4

2.1　本プロジェクトにおける目的 4
2.2　具体的な手順・課題設定 4
2.2.1　前期の活動 4
2.2.2　夏季休業期間の活動 5
2.2.3　後期の活動 5
2.3　課題の割り当て 5
2.3.1　前期の活動 5
2.3.2　後期の活動の活動 6

第 3 章　課題解決のプロセスの詳細　7

第 4 章　課題解決のプロセスの詳細　8

4.1　各メンバーの課題の概要とプロジェクト内での位置付け 8
4.2　ホログラムとは 9
4.3　立体投影したものについて 9
4.4　LeapMotion とは 9
4.5　担当課題解決過程の詳細 10
4.6　前期の担当課題と他の課題の連携内容 11
4.7　後期の担当課題と他の課題の連携内容 11

第 5 章　対象としたトピックと実現方法　13

5.1　擬似ホログラム映像 13
5.1.1　公立はこだて未来大学の 3D モデル 13
5.1.2　インタラクティブな画面遷移 13
5.2　擬似ホログラム映像 14
5.2.1　装置の大きさ 14
5.2.2　装置の外装 14

第 6 章　展示　15

6.1　展示詳細 15
6.1.1　Web サイトの作成 15

6.1.2 メインポスターの制作 15
6.1.3 成果発表準備の詳細 15
6.2 展示当日の詳細 15
6.3 質疑応答 16
6.4 質疑応答 16

第 7 章 結果 17
7.1 前期活動における成果 17
7.2 後期活動における成果 17
7.3 中間発表と評価 17
7.3.1 発表技術に対するコメント 18
7.3.2 発表内容に対するコメント 18
7.4 成果発表と評価 18
7.4.1 発表技術に対するコメント 18
7.4.2 発表内容に対するコメント 18
7.5 担当ごとの評価 19
7.5.1 松原大 19
7.5.2 久保田知靖 19
7.5.3 伊藤晋梧 20
7.5.4 小林ひのり 20

第 8 章 課題と展望 21
8.1 課題 21
8.1.1 前期の課題 21
8.1.2 後期の課題 21
8.2 展望 21

付録 A 新規習得技術 22
A.1 松原大 22
A.1.1 技術面 22
A.1.2 プロジェクトマネージメント面 22
A.2 久保田知靖 22
A.2.1 技術面 23
A.2.2 プロジェクトマネージメント面 23
A.3 伊藤晋梧 23
A.3.1 技術面 23
A.4 小林ひのり 24
A.4.1 技術面 24

参考文献 25

第 1 章　はじめに

1.1　背景

美術館や博物館は、生命の歴史や新たなアーティストの作品の展示により、私たちの価値観に大きな影響を与える。アートは人の感性を育て、感性や直感の部分で判断力を磨くことが出来るという。しかし、人々の生活スタイルの変化から美術館・博物館に行く人口は減少傾向である。さらに、2020 年に入り、COVID-19 の影響から接触感染・飛沫感染のリスクを鑑み、人々は不要不急の外出を自粛している。そのため、気軽に娯楽施設に行くことが少なくなりストレスが溜まることや、美術館や博物館の閉鎖が問題となっている。そこで我々は、新たな擬似ホログラムを用いた新たな展示方法を提案し、子供から大人までが美術館や博物館に行く機会を作ろうと考えた。

（文責: 小林ひのり）

1.2　目的

我々の目的は新型コロナウイルスが流行する中で、人々のストレスの発散の場や娯楽を感染リスクなしで提供することである。そこで、元来人々の娯楽施設であった美術家や博物館に着目した。人々の密集や接触のない空間での展示方法として我々は疑似ホログラムを用いた展示方法の提案をする。非接触型でインタラクティブな展示方法を用いて、感染リスクを下げつつ、楽しめるような娯楽を提供することを目的としている。

（文責: 小林ひのり）

1.3　従来例

IT 技術を組み合わせた展示施設が全国的にみてもまだ少ない。また、ホログラムの先行研究も未だ数多く存在していないので、現在家庭でも作成できる疑似ホログラムを本プロジェクトは活用する。疑似ホログラムの従来例としては、ライブ会場での投影や実際に存在する商品と掛け合わせたプロモーションとして使用されている。

（文責: 小林ひのり）

1.4　問題点

我々のプロジェクトを行う上で、現状や従来例を鑑みながら問題点を考えた。

1. 従来の展示方法では不満足なのかどうかについて。
   新しい展示方法について考案するうえで従来の展示方法についての問題点についてか
2. 非接触型であっても他人との空間は共有されること。

COVID-19 の感染リスクを鑑みながら他人との価値観の共有を図るために空間の共有必要である。

3. 装置の規模感が決定しないこと。
   ホログラムについての知識不足により装置について使用技術や規模感を確定できない。
4. リスクヘッジを行なっていないこと。
   展示を行う上で第三者の使用に対する注意喚起を行う必要がある。
5. マーケティングリサーチを行なっていないこと
   本プロジェクトの技術を作成するうえで、実際の展示会での運用を考えている為。
6. 3D Model の作成方法が不明であること
   ホログラムについての知識不足によるため、作成方法を調査する必要がある。
7. ホログラム制度について明確に決まっていないこと
   新しい技術の開発を行うため、商標の保護について考える必要がある。
8. 技術制作過程において、ソフトウェアの使い方がわからないこと
   ソフトウェアに対する知識不足により、技術の選択についても調査する必要がある。
9. パソコンのスペックについて考慮していないこと
   技術やソフトウェアにより、パソコンのスペック不足について配慮する必要がある。
10. プロジェクト学習として適応レベルを満たしているかどうか
    難しい技術に挑戦する為、プロジェクトの時間内かつ学校内や自分たちの能力に応じた技術を考案し、プロジェクト活動として学習できるモノを制作する必要がある。
11. 何種類の展示を行うかを決定していないこと
    新たな展示方法の提案を行う為、展示内容については未だ考案していない。
12. 擬似ホログラム にかかる費用が高価であること
    決められた条件下（学校のプロジェクト活動）で制作できるモノを材料から考案する必要がある。

（文責: 小林ひのり）

1.5 問題に対する課題

上記 1.4 の問題点の課題解決について対策を提案した。以下 1.4 の問題点の番号に対応した課題である。

1. 現存する展示方法についての調査やフィールドワークを行う。
2. 非接触型のデバイスについて既存のものを調査しつつ、現存する展示方法を調査しながら考える。
3. 使用技術や展示方法を確定しつつ、対象や使用状況を考えながら作成する。
4. 使用状況を考えながら、リスクヘッジについて予め対策法を講じる。
5. 現存する美術館や博物館へフィールドワークを行い、インタビューやアンケートを行う。
6. 既存の技術作成者をコンタクトをとったり、技術調査を行う。
7. 既存のホログラムについて技術調査したり、制作中に注意点などを考える。
8. 技術調査を行う。
9. 技術調査を行いつつ、必要なものを予め把握する。
10. 技術の習得に時間がかかりそうなので、スケジュールを考えて時間内でクオリティの高い制

作物にする。

11. 技術調査後、個人の能力について鑑みながらスケジュールを組み、展示の内容を考える。
12. 新たな展示方法を提案するうえで必要なものを予め考えて、早めに借用を手筈を整える。

（文責: 小林ひのり）

第 2 章　到達目標

2.1　本プロジェクトにおける目的

本プロジェクトでは、情報技術を用いて場所や機会に限らず文化的な体験を可能にすることで、人々に新たな娯楽を提供することを目標としている。そのためにデスクトップ型であり、自宅の中で完結可能な新たな展示方法を提案する。そこで我々は３Ｄホログラムとモーションキャプチャの技術による非接触型でありながら、インタラクティブな展示方法を開発した。

（文責: 久保田知靖）

2.2　具体的な手順・課題設定

2.2.1　前期の活動

前期の活動は新型コロナウイルスによる情勢を踏まえて全てオンラインで行った。

1. 外部講師による展覧会についての講演
   博物館教育、学習環境デザインを専門としている佐藤優香さんに展示について講演をして頂いた。講演を通して博物館における三者の立場について学んだ。博物館における三者とは展示を作る人、展示される人、展示を見る人であり、三者を配慮した展示を行う必要がある。
2. オンラインミュージアムの調査
   国立科学博物館と森美術館の「未来と芸術展」の３Ｄウォークスルーを通してオンラインで調査を行った。博物館や美術館における展示の特徴や工夫から我々の展示で活用できることを発見し、話し合いを行った。
3. 展示会、盛り付けを行うお弁当盛り付け大会を行った。それぞれが写真や文章を用いた資料で発表を行い、評価をした。
4. ３Ｄホログラムの調査
   ホログラムの技術について各自で調査を行い、オンラインで共有を行った。水蒸気やブレードの高速回転を利用したホログラムの方法などがあったが、今回我々はペッパーゴースト型の擬似ホログラムで展示を行うことに決定した。
5. 展示対象物の調査
   展示対象について話し合いを行い、各自書籍やインターネットから調査を行った。現実では展示ができない、３Ｄホログラムの技術を用いることで可能にできる展示物に対象の範囲を絞った。また操作に反応して色や動きなどが変化するインタラクティブな対象についても同様に調査を行った。

（文責: 久保田知靖）

2.2.2　夏季休業期間の活動

夏季休業期間は主に個人作業で技術の調査と習得を行った。

1. 擬似ホログラムの装置制作
   ペッパーゴースト型による擬似ホログラムを実際に制作することで、ホログラムを投影する際の効果や課題点を把握して、制作する方法をグループで共有することができた。
2. 展示対象物の調査
   前期に引き続き展示対象の調査を行った。中間発表のフィードバックを参考に、展示の対象を公立はこだて未来大学の校舎マップに決定した。

（文責: 久保田知靖）

2.2.3　後期の活動

後期の活動は大学に登校した対面での作業とオンライン上での作業によって行われた。

1. モーションキャプチャの検討
   モーションキャプチャには手や指の動きを認識し、Unity 上で操作が可能なリープモーションを使うことに決定した。
2. ３Ｄモデル作成
   公立はこだて未来大学の一階から五階、また校舎外観の３Ｄモデルを SketchUp という３Ｄモデル作成ソフトを利用して作成した。また大学の椅子やテーブル、PC などといった備品についても作成した。なお大学の３Ｄモデルは公立はこだて未来大学の建築設計図を基に作成した。
3. システム作成
   作成した３Ｄモデルを Unity にインポートし、リープモーションで操作できるシステムを作成した。大学の各階を画面ごとに表示し、視点カメラで拡大縮小や移動、画面を遷移できるようにプログラミングを行った。
4. 装置作成
   縦 450mm 横 600mm 高さ 1340mm のホログラムを投影する装置を木材で制作した。アクリル板を用いてペッパーゴースト型擬似ホログラムを完成した。

（文責: 久保田知靖）

2.3　課題の割り当て

前期と後期の活動は以下の通りである。

2.3.1　前期の活動

プロジェクト活動にて行なった前期の活動は以下の通りである。

1. 伊藤晋梧

展示を行う際に使用する技術の調査や開発環境を整えた。主に技術的な観点から自分の経験や意見を提案し、アドバイスを行った。

2. 久保田知靖
テーマ決めに関して展示対象や使用する技術の調査を行った。プロジェクトのロゴマークを制作し、中間発表ではプロジェクトの Web サイトの制作を行った。Web サイトでは全体とグループ単位のページのレイアウトや記述事項の統一を行った。
3. 小林ひのり
ホログラムの技術について調査を行った。テーマを決める際はユーザの視点を常に考慮し、展示を見る人がどのように考えるのかを意識した。中間発表ではポスター制作を担当し、プロジェクトの概要やグループのテーマについての文章を記述し、ポスターをレイアウトする作業を行った。
4. 松原大
グループリーダーとしてグループの進行や作業計画を先導した。プロジェクトとグループ、教員の連携が円滑にできるようにコミュニケーションをとっていた。モーションキャプチャについての技術の調査を行った。

（文責: 久保田知靖）

2.3.2 後期の活動の活動

プロジェクト活動にて行なった後期の活動は以下の通りである。

1. 伊藤晋梧
リープモーションを使った操作部分のプログラミングを行い、Unity 上の３ D モデルの表示、操作、画面遷移を担当した。ホログラムの装置を制作し、最終発表の動画を撮影、編集した。
2. 久保田知靖
公立はこだて未来大学の一階から五階、また外観の３ D モデルを作成した。Adobe xd を用いたシステムの画面と遷移のプロトタイピングを行った。装置を制作し、最終発表の動画撮影、Web サイトの制作を担当した。
3. 小林ひのり
３ D モデルの作成を担当し、公立はこだて未来大学の椅子や PC などといった備品のモデリングを行った。最終発表のメインポスター制作を行った。
4. 松原大
リープモーションの操作部分と Unity 上での画面遷移のプログラミングを行った。装置の設計と制作、最終発表の司会と質疑応答を行った。

（文責: 久保田知靖）

第 3 章　課題解決のプロセスの詳細

プロジェクトを通して行った課題解決のプロセスは以下の通りである。

1. ミュージアムの調査
   オンラインで開催された博物館や美術館の展示を３Ｄウォークスルーなどを通して調査し、コロナウイルスの情勢を考慮した展示や方法を考えた。
2. 展示物の調査
   ホログラムの技術によって新たな見方や展示ができる対象を調べ、話し合いを行った。公立はこだて未来大学の校舎マップをホログラムで投影することによって、初めて訪れた人や、オープンキャンパスの参加者などに複雑な学内の施設の位置や情報が把握できることを目的として展示を行うことに決定した。
3. 展示するための技術調査
   ホログラムに関する技術の調査を行った。現在の我々の技術では３Ｄホログラムの実現は難しいと判断し、ライブの空間演出や販売プロモーションに利用されているペッパーゴースト型の擬似ホログラムを決定した。
4. ３Ｄモデルの作成
   公立はこだて未来大学のマップを３Ｄモデリングするために各階ごとに分けて制作した。SketchUp を用いて大学の３Ｄモデルを制作し、大学の備品やガラスや壁などの材質を再現した。
5. 映像画面の作成
   公立はこだて未来大学の３Ｄモデルを Unity にインポートし画面を作成した。画面遷移は大学の校舎外観のトップ画面、階を選択する画面、一階から五階までのそれぞれのマップの画面で構成されている。ボタンを押すことで画面を切り替えることができる。
6. モーションキャプチャの導入
   リープモーションを Unity で利用し、手の動きによって３Ｄモデルの拡大縮小や視点カメラの移動が可能になった。
7. 装置の作成
   主に木材を使って装置の外観を制作した。縦 450mm 横 600mm 高さ 1340mm で席に座って操作がしやすい高さになっている。ホログラム部分は上部にモニター、アクリル板を設置しペッパーゴースト型で投影している。
8. 最終成果発表
   2020 年 12 月 4 日にプロジェクト学習の最終発表会を行った。オンラインによる画面の操作や外観を動画で撮影、編集して発表した。

（文責: 久保田知靖）

第 4 章　課題解決のプロセスの詳細

本章では、グループの各メンバーの課題とその詳細について記述する。

4.1　各メンバーの課題の概要とプロジェクト内での位置付け

前期は各メンバーが共通の課題を行なった。前期の課題の概要は以下の通りである。

- プロジェクト学習のテーマ決定 (4 月、5 月、6 月)
- ホログラムについての情報収集、試作 (7 月、8 月)
- ホログラムの手法を決定 (9 月)

その後は個々で担当する箇所の作業を行なった。伊藤は主にモーションキャプチャーの開発を担当した。伊藤の課題の概要は以下のとおりである。

- LeapMotion の動作確認 (9 月、10 月)
- Unity 上での 3 D モデルと LeapMotion の開発 (11 月)
- LeapMotion の開発環境の拡張 (11 月)
- 装置の作成 (11 月)
- 展示の調整 (12 月)
- 成果発表 (12 月)

久保田は主に 3 D モデルの作成、装置の作成、資材の調達を担当した。久保田の課題の概要は以下のとおりである。

- 3 D モデルの作成 (10 月、11 月)
- 3 D モデルの調整 (11 月)
- 制作に必要な資材の調達 (11 月)
- 装置の製作 (11 月)
- 展示の調整 (11 月)
- 成果発表 (12 月)

小林は主に 3 D モデルの製作、またポスター製作を担当した。小林の課題の概要は以下のとおりである。

- 3 D モデルの作成 (9 月、10 月、11 月)
- 作成したモデルの調整 (11 月)
- 装置の作成 (11 月)
- 展示の調整 (12 月)
- ポスター製作 (12 月)
- 成果発表 (12 月)

松原は主にモーションキャプチャーの開発、また装置全体の作成を担当した。松原の課題の概要は

以下のとおりである。

- LeapMotion の動作確認 (9 月、10 月)
- 完成までのスケジューリング (10 月、11 月)
- 装置の設計図作成 (11 月)
- 装置の作成 (11 月)
- 展示の調整 (12 月)
- 成果発表 (12 月)

（文責: 伊藤晋梧）

4.2 ホログラムとは

ホログラムの仕組みは、ホログラフィー技術を用いている。ホログラフィー技術で、物体から発せられた情報を含む光を物体光と呼び，これを感光媒体に照射すると同時に，参照光と呼ぶ別の光を感光媒体上で重なるように照射する。このとき、２つの光が干渉しあい、干渉縞を生じる。この干渉縞の明暗パターンに従って、感光媒体が縞模様に感光される。これをホログラムと呼ぶ。ホログラムによって立体表示させると、肉眼で何もないところに映像がどの角度からでも浮かび上がるように見ることができる。今回我々立体映像を表示させるために擬似ホログラムという技法で作成した。擬似ホログラムにはペッパーズゴースト型やファン型ディスプレイなど様々な種類がある。ペッパーズゴースト型は別の壁に光をあて、その光がガラスに映り込む様子を使いガラスの奥で映像が立体的に投影されるという手法である。我々は今回このペッパーズゴースト型を採用した。

（文責: 伊藤晋梧）

4.3 立体投影したものについて

今回投影したものは公立はこだて未来大学の本部棟の３ D モデルである。３ D モデルを作成するにあたって、大学の設計図を参照しながら作成した。約 100 × 120m の平面のボックス型 5 階建であった。

（文責: 伊藤晋梧）

4.4 LeapMotion とは

LeapMotion は 2012 年に LeapMotion 社から販売されたコンピュータの前に置いて使う小型 USB 周辺装置であり、ジェスチャーによってコンピュータの操作ができる入力機器である。２基の赤外線照射 LED が搭載されており、赤外線 LED に照らされた手や指を２基のカメラで撮影し、画像解析によって３ D 空間での手や指の位置を割り出す。検知できる範囲は半径 50 センチ程度、中心角 110 度の空間で、手、指、ペンのようなポイントを指し示すツールを 0.01 ミリの精度で認識する。これにより、さまざまなモーションコントロールを実現している。両手と 10 本の指をそれぞれ独立して同時に認識することができる。例えば手の指の動きをコンピューターの中で再現したり、宙で書いたサインがコンピューターの中にも書かれるといったことも可能である。マウスや

タッチスクリーンより正確で素早く、キーボード並みに確実なデバイスである。トラッキング速度はバランスモードで 120fps(150fps)、精度重視のプレシジョンモードで 60fps (80fps)、速度重視の高速モードでは 214fps (295fps) である（括弧内は USB3.0 接続時）。モーションキャプチャできるのは、両手と指 10 本で、解析は専用のソフトウェアによって行なわれる。手や指の動きは 3 次元的に捉えることが可能で、上下左右、前後への移動はもちろん、ひねりなどの動作もしっかり捉えられる。

（文責: 伊藤晋梧）

4.5 担当課題解決過程の詳細

オンラインでの活動が主であったため、個々が興味を持っていることをそれぞれ発表しあい、共有を行なった。

5 月 興味があることの共有、技術調査とテーマ決め（担当：プロジェクトメンバー全員）
各々がそれぞれ発表しあい共有する中でホログラムという技術にメンバーが興味を持ち、それを使ったものを作る案が出た。従ってホログラムについても調べた。テーマについても 5W1H に基づいて話し合いを行なった。

6 月 プロジェクト学習のテーマ決定 (担当: 松原 小林 伊藤 久保田)
共有したものを参照しながら、またコロナウイルスによって外出を控えているためミュージアムなどに行きづらいという時世も鑑みて、テーマをホログラムを用いた非接触型のインタラクティブな展示方法の提案に決定した。

7 月 開発の方法、展示内容についての話し合い (担当: 松原 小林 伊藤 久保田)
テーマに沿って、使用する技術と展示内容を決める話し合いを行なった。また、夏休み中の活動についても話し合った。

8 月 ホログラムの試作作成 (担当: 松原 小林 伊藤 久保田)
ペッパーズゴースト型の擬似ホログラムの試作を行なった。動画サイトの専用の動画を擬似ホログラムの仕組みを用いて投影することに成功した。展示物のホログラムは擬似ホログラムのペッパーズゴースト型を採用することを確定した。

9 月 ３ D モデルの製作 (担当: 小林 久保田)
公立はこだて未来大学の校舎内の構造を久保田が担当し、教室内の机など細部を小林が担当した。大学の設計図からの採寸や現物の写真を撮りそれを参照しながら SketchUp を用いてモデリングを行なった。
モーションキャプチャーの動作確認、Unity の使用確認 (担当: 松原 伊藤)
モーションキャプチャーは LeapMotion を使用することを確定、手配した。各自の PC に接続し、挙動を確認した。また、Unity との併用のため調査を行った。

10 月 ３ D モデルの製作、調整 (担当: 小林 久保田)　大学構内の様子をできるだけ正確にモデリングした。さらに、Unity との兼ね合わせの検証も行い SketchUp で作成したモデルを Unity へインポートした際に起こることについての対策などで話し合いを行なった。
LeapMotion の動作の調整 (担当: 松原 伊藤)
LeapMotion を Unity と組み合わせる方法を模索した。調査の際に見つかった記事を用いて実行を試みたがうまく動かず窮した。さらに Unity のバージョン管理や LeapMotion の SDK が特定の OS でしか最新のバージョンがないなど、ソフトウェアの仕様にも悩んだ。

11 月　３ D モデルの製作、調整の続き (担当: 小林 久保田)

３ D モデルの製作を引き続き行なった。さらに展示物に投影する用のモデルも作成した。

LeapMotion の開発 (担当: 松原 伊藤)

10 月につまづいた Unity と LeapMotion の問題がある程度解決でき、この後製作予定の装置に設置できるようにした。

装置の設計 (担当: 松原)

8 月に行なった擬似ホログラムの試作の感触を元に装置全体の大きさや使用するディスプレイの大きさから全体の大きさなどを計算し、設計図に書き起こした。

装置の製作 (担当：松原 小林 伊藤 久保田)

設計書の完成後、必要資材を取り寄せ装置の組み立てを行なった。資材や機材が足らない場合は適宜足し作業した。また、設計図通りにいかず困惑した箇所もあったが、安全を考慮し完成させた。

展示に必要な物品の手配 (担当：松原 小林 久保田)

装置の製作にあたって必要なモニターや資材、機材などを手配した。

展示物の動画撮影 (担当：松原 小林 伊藤 久保田)

装置完成後、動画撮影を行い発表会用の動画の素材を作成した。

展示準備 (担当：松原 小林 伊藤 久保田)

それぞれプロジェクト全体で割り振られた作業を行なった。ポスター作成、Web ページ作成、動画作成など行なった。

12 月　成果発表会 (担当: 松原 小林 伊藤 久保田)

成果発表会はオンラインで行われた。Zoom 上で各々振り分けられた仕事を行なった。プロジェクト全体の発表の進行や他プロジェクトの評価などを行なった。

（文責: 伊藤晋梧）

4.6　前期の担当課題と他の課題の連携内容

前期は担当を分けることなく、主にメンバー全員で話し合いを行なった。メンバーで共通の理解を持ちながら話し合いを進めていた。

（文責: 伊藤晋梧）

4.7　後期の担当課題と他の課題の連携内容

映像の調整

- 映像の調整
  小林、久保田が担当した３ D モデルと松原、伊藤が担当したモーションキャプチャーと Unity 上で組み合わせ、調整した。
- 展示の準備
  装置の製作、映像の投影、動画、ポスター、Web ページ製作などメンバー全員で行なった。必要になった資材や機材の手配は松原、久保田、小林が担当した。
- 成果発表

成果発表時の質疑応答の対応は松原、久保田が担当した。

第 5 章　対象としたトピックと実現方法

5.1　擬似ホログラム映像

5.1.1　公立はこだて未来大学の 3D モデル

今回の擬似ホログラムでは公立はこだて未来大学の校舎を取り上げた。擬似ホログラムを用いて空中に浮いているように投影するため、背景を黒に設定した。また、３ D モデルは校舎の設計図をもとにして作成した。

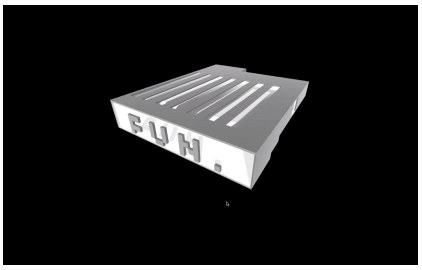

図 5.1　未来大学校舎の３ D モデル

（文責: 伊藤晋梧）

5.1.2　インタラクティブな画面遷移

今回、非接触型のインタラクティブな展示ということで画面遷移をモーションキャプチャーからの入力で行うようにした。LeapMotion で入力された手を Unity 上で動かすことで空中でボタンを押すジェスチャーをすることによって画面内のボタンを押すことができるようにした。LeapMotion を用いた非接触ということにこだわった。

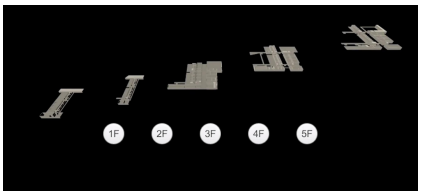

図 5.2　各階へ遷移するページ

（文責: 伊藤晋梧）

5.2　擬似ホログラム映像

5.2.1　装置の大きさ

装置の大きさは椅子にすわった利用者が手を伸ばしやすい高さにモーションキャプチャーが来るような高さとなった。また、擬似ホログラムの構造上フィルムを貼ったガラスの角度が重要なので十分な奥行きと、投影した映像が若干小さく見えるので小さくなった後でも小さすぎないような映像を投影できるモニターを用意した。これらにより装置の大きさを決めた。

（文責: 伊藤晋梧）

5.2.2　装置の外装

装置の外装は、主に木材で作成した。また、前面中央下部にロゴを塗布した。擬似ホログラムのペッパーズゴースト型を用いるために装置内をできるだけ暗くして投影されたものを見えやすくするように工夫した。

図 5.3　装置の外見

（文責: 伊藤晋梧）

第 6 章　展示

6.1　展示詳細

今年のプロジェクト学習では、COVID-19 の感染リスクを鑑みて、成果発表は zoom によるオンライン上での発表会と Web サイト作成を行なった。日時は 2020 年 12 月 4 日の 16 時から 18 時の間に各プロジェクトが成果発表会を行なった。展示については公立はこだて未来大学が提示したホームページに各プロジェクトの Web サイトの URL と発表ポスター、展示評価フォームが記載されている。

（文責: 小林ひのり）

6.1.1　Web サイトの作成

グループ A の Web サイト作成については Google サイトを用いて主に久保田が制作した。

（文責: 小林ひのり）

6.1.2　メインポスターの制作

メインポスターについては他グループを協力しながら、グループ A については小林が担当した。プロジェクト概要についての考案や制作物の写真、ロゴを掲載した。

（文責: 小林ひのり）

6.1.3　成果発表準備の詳細

成果発表の前日にプロジェクト 13 のメンバーで予めリハーサルを行なった。オンライン上で zoom を用いて、事前に準備したスライドを用いて、発表内容や言葉遣いについて訂正した。また、成果発表で行われる質疑応答について備えるため、自ら質問を考え、その答えを予め想定して考えた。

（文責: 小林ひのり）

6.2　展示当日の詳細

オンライン上での成果発表会では、本プロジェクトのメンバーが司会や全体発表、質疑応答を担当し発表を行なった。プロジェクトの成果発表は前半後半に別れ、各プロジェクトに設けられた時間は 15 分であり、前半 3 回後半 3 回計 6 回の発表をした。内 5 分程度を PowerPoint を用いたスライドを活用してプロジェクト 13 の全体発表をした。内 10 分は質疑応答を行なった。来客者には評価フォームを用意し、成果物、発表概要、発表方法についてそれぞれ点数をつけて評価をし

てもらった。

（文責: 小林ひのり）

6.3 質疑応答

オンライン上での成果発表を終えて、グループ A に zoom 上で寄せられた質疑応答は以下の通りである。・ポスターやスライドだけでは疑似ホログラムの構造がわからない。・デスクトップ型となっていますが、写真を見ると結構大きいと思い、どれくらいの大きさになっているのか

（文責: 小林ひのり）

6.4 質疑応答

オンライン上での成果発表を終えて、グループ A に zoom 上で寄せられた質疑応答に対する課題は以下の通りである。・Web だけでなくスライドにも短い動画や動くモノを載せる。・成果物に対する詳しい詳細（大きさ、価格等）も記載する。

（文責: 小林ひのり）

第 7 章　結果

我々は、前期・後期それぞれにおけるプロジェクト活動において、以下の成果、並びに評価を得た。

7.1　前期活動における成果

今年度、我々のグループでは COVID-19 感染拡大の予防の観点から現地でのフィールドワークは行わず、オンライン上に存在する VR 博物館をフィールドワークとして行なった。そこから、我々の班では博物館で用いられる展示技術について着眼し、展示技術の議論の結果ホログラムを用いた作品を作成することに決定した。

技術については、ペッパーゴースト型 [松原.1] と呼ばれる擬似ホログラム方式を採用し、我々の班ではまずその技術について模擬的に作ってみることにした。

（文責: 松原大）

7.2　後期活動における成果

後期は主に Unity にて 3D Model と LeapMotion を用いて制作物を作成することを目指し活動を行なった。まず初めに操作性や完成予想について議論を行い、簡単な未来大モデルとその中で LeapMotion を用いて操作することを目標にし、装置を作成した。大きく 3D Model 班と LeapMotion 班に分かれて活動した。3D Model 班の活動は以下の通りである。

- Sketch Up にて未来大学の 1 階から 5 階までの 3D Model を作成した。
- Sketch Up にて未来大学内にあるアクセサリー（机・PC など）の 3D Model を作成した。
- Sketch Up にて作成した 3D Model を Unity の Model データに変換した。LeapMotion 班の活動は以下の通りである。
- LeapMotion の操作性を決定した
- LeapMotion のバージョン調査並びに SDK の互換性を調査した。
- 対応した SDK と Asset を用いて、操作性の確立を図り、制作した。

これらの作業を行った後、ポスター制作・Web ページの作成、スライドの作成と、プロジェクト成果物発表用の動画を作成した。ミュージアム IT の Zoom への来場者は前半・後半両方 38 名ずつ来場があった。

（文責: 松原大）

7.3　中間発表と評価

中間発表は、スライドとポスター、ウェブサイトを用いてオンラインで行った。質疑応答の際には、声の大きさや、時間配分、スライドの見やすさなどを調整して行った。

7.3.1 発表技術に対するコメント

- スライドを用いて端的内容が説明されていて良かった。
- 全体的に抽象的な部分が多く、やりたいことは分かったが、具体的な部分が少かったためイメージがしにくいと思った。
- web サイトがグループ事に分けられていてどのグループが何をしたいのかわかりやすかった。

7.3.2 発表内容に対するコメント

- モーションキャプチャが生かされるインタラクティブなコンテンツになることに期待したい。
- インタラクティブ性について要素が少ないと思いました。
- 展示品に触れられる必要があるのか少し疑問に思った。

これらの評価から、中間発表ではグループ分けされた Web サイトを作成し、各グループ毎の説明をすることで内容を分割化することで、評価された印象を受けた。また、発表内容を説明する際に、インタラクティブ性やデスクトップ型というテーマとの齟齬を生むことが多々あり、解釈上の違いを説明する際の説明不足による難しい説明は、評価が低くなった印象を受けた一つの理由だと考えている。。中間発表後は、この解釈上に発生した齟齬と操作性の観点から完成予想モデルを作成することを目標に考えた。

7.4 成果発表と評価

成果発表は、スライドとポスター、ウェブサイト、動画を用いてオンラインで行った。質疑応答の際には、無言の時間が生まれないように、間に、プロジェクトの説明を入れるあどの工夫をした。また、事前にリハーサルを行い、発表方法や、時間配分、役割、声の大きさなどの調整を行うことで、スムーズに実行することができた。

7.4.1 発表技術に対するコメント

- 成果物について動画で紹介されていたので、想像しやすかった。
- ポスターの文字が多くて、概要把握するのに苦労しました。
- 全体的な説明は良かったが、もう少しグループごとの具体的な説明が欲しかった

7.4.2 発表内容に対するコメント

- 今の世間の情勢に合わせたいい発表内容でした。
- コロナ禍という悪条件を逆手にとってのミュージアム体験の提案ということは、意義深く評価できる。活動や成果物の開発を通じて得られた発見事項など、メンバーの学習成果という視点からの成果をもう少し知りたかった。
- 面白そうなので、各コンテンツを実際にダウンロードして楽しめるように公開されることを

期待しています！

これらの評価から、中間発表の時に課題にしたインタラクティブ性について、客観的な意見がいただけたとは思った一方、やはりインタラクティブという言葉がコメントに出てこない観点から我々のグループの成果物として、まだまだインタラクティブ性を獲得できていないと印象を受けた。また、今後の課題や展望を記載していないという意見やデスクトップ型についてまだまだ曖昧であったことから、今後さらにホログラムの完成モデルについて議論し、再設計することが、これらの解決策になると考えた。

7.5 担当ごとの評価

7.5.1 松原大

- マネジメント能力の習得
  グループリーダーとして、計画や役割分担など、プロジェクトマネージメント能力の習得ができた。
- 中間発表に用いるスライドの作成
  テーマ決めの経緯や開発プロセスの説明など流れをスライドにて作成し、原稿を作成・発表した。
- 成果発表に用いるスライドの作成
  成果発表会にて、グループ A・B・C の成果発表の説明スライドをまとめ、発表を行った。発表では、全体の発表進行を行い、潤滑に説明・質問対応を行った。
- LeapMotion を用いたアプリ制作
  Unity で UniRx という Asset を用い、Leapmotion にて赤外線で手を感知した上で機械に手の 3D-Model が出るように学習させた。
- 装置制作
  装置制作において、資材発注や調達、設計書通りの作成等、装置制作に関わる作業を行なった。

（文責: 松原大）

7.5.2 久保田知靖

- 中間発表に用いる Web 制作
  中間発表会にて、グループ A の成果説明用の Web ページを作成した。サイト構成から文章まで取りまとめた。
- 未来大 3D-model の作成
  展示物のモニュメントに用いた未来大の 3D-Model を Sketch Up を用いて作成し、Unity にインポートを行なった。
- Adobe xd を用いた画面遷移の作成
  成果発表に用いる Web 制作を行なった。
- 装置制作
  装置制作において、資材発注や調達、設計書通りの作成等、装置制作に関わる作業を行

なった。

（文責: 松原大）

7.5.3 伊藤晋梧

- Unity ポートフォリオの作成
  Unity を学習環境に導入する際、グループメンバーの学習リーダーとして統率をとった。
- LeapMotion の解析
  LeapMotion に対応した Unity のバージョンの調査だけでなく、操作性や機能性の調査を行った。その結果、後々の開発を潤滑に進めることができた。
- Unity 画面遷移の作成
  久保田が制作した xd のデータを用い、Unity 内で画面遷移を作成、その操作性を確立した。
- 装置制作
  装置制作において、資材発注や調達、設計書通りの作成等、装置制作に関わる作業を行なった。
- 映像制作
  成果発表会にてグループの成果物発表を行う際に用いる動画を編集・作成した。

（文責: 松原大）

7.5.4 小林ひのり

- 中間発表に用いるポスター制作
  中間発表に用いたプロジェクト紹介ポスターの概要から寸法等を調整しながら作成し、ポスターの文章構成を担当した。
- 未来大アクセサリーの作成
  展示物のモニュメントに用いた未来大のアクセサリーを SketchUp を用いて作成し、Unity に 3D-Model を作成した。
- 成果発表に用いるポスター制作
  成果発表に用いたプロジェクト紹介ポスターの概要から寸法等を調整しながら作成し、ポスターの文章構成を担当した。
- 装置設計
  実際に制作した装置の設計、デザインをユーザーインターフェイスの高くなる様設計した。

（文責: 松原大）

第 8 章　課題と展望

8.1　課題

8.1.1　前期の課題

前期プロジェクト発表では、以下のような課題が残った。

- 後期成果物の完成形モデルを完成させること。
- 擬似ホログラムの投影方法を決定すること。
- 人の手などをプログラムに反映させる方法を確立させること。
- 実際の博物館等での利用価値についてフィールドワークする必要があったこと。

（文責: 松原大）

8.1.2　後期の課題

後期プロジェクト発表では、以下のような課題が残った。

- 装置としてデスクトップ型の定義と若干ずれてしまったので、より持ち運びが可能で、どこでも動かせる雛形について議論しなければならないこと。
- LeapMotion で Unity 内の 3D-Model に実際実装できた機能は、カメラ制御をできるという面だけだったので、実際の 3D-Model に変化を加えて現実と仮想空間が相互に干渉できるインタラクティブに着眼できなかった。
- 装置に触ってみたいと思うような装置をデザイン。

（文責: 松原大）

8.2　展望

ホログラムを用いて展示することには、近未来を彷彿とさせるさまざまな可能性がまだまだ内在している。その方法として今回は擬似ホログラムを用いて展示したが、それは従来の技術に依存しているばかりではなく、従来の擬似ホログラムより劣化種であるものの開発となってしまった。

また、インタラクティブやデスクトップ型にコミットした成果物にはなっておらず、新たな展示方法としては十分に確立できなかったと感じた。大きな問題点の一つとしてプロジェクト開発環境から問題があると考えた為、アジャイル開発など開発手法を学習に加えた上で、今後新たな技術を検討していきたいと考えている。また、今回の装置制作において木の棘や釘の打ち残しなど触ることができないような危ない装置になってしまったので、より精密な装置設計と素材の検討が必要であると考える。

（文責: 松原大）

付録 A　新規習得技術

A.1　松原大

松原大は、本プロジェクトでは技術面とプロジェクトマネージメントの両方において活動を行なった。新規の技術習得技術において、技術面・プロジェクトマネージメントの 2 つに分けて説明を行おうと思う。

（文責: 松原大）

A.1.1　技術面

松原の技術面の習得については、大きく 3 つの物の習得と言える。１つ目は Unity で開発する上で使用した C である。C は本プロジェクト活動に入り初めて触ったが、技術をチュートリアルを辿って無事習得。LeapMotion を用いたアプリケーション制作を行なった。２つ目は Github の使用方法の習得である。プロジェクト活動における github を用いた集団のグループ開発が最近主流になってきているが、その技術を習得していなかった。プロジェクトメンバーの助力のもの、開発に成功。今では開発を行えるようにまでになった。3 つ目は SketchUp の習得である。SketchUp とは 3D Design ツールで、気軽にデザインができるようになっているのだが、企業が 3D Design をする時にも使われるものである。そのアプリケーションの使用が行えるようになったことで、簡単に 3D Design を行えるようになった。

（文責: 松原大）

A.1.2　プロジェクトマネージメント面

松原のプロジェクトマネージメント面の習得は GoogleDrive の使用・管理の習得である。本プロジェクト活動において、グループの情報共有の不便さから使い始めた GoogleDrive で、プロジェクトにとってなくてはならないものであったため、一般的な技術の習得を行う際にプロジェクトのマネージメント方法を参考にしたファイル整理を行いつつ GoogleDrive を介したプロジェクト開発を行なった。これによって、ファイルを潤滑に提供することに不便することはなく、現在においてもそのプロジェクトで得た GoogleDrive の使用の習得は大いに役に立っている。

（文責: 松原大）

A.2　久保田知靖

久保田知靖は、本プロジェクトでは技術面とプロジェクトマネージメントの両方において活動を行なった。新規の技術習得技術において、技術面・プロジェクトマネージメントの 2 つに分けて説明を行おうと思う。

（文責: 久保田知靖）

A.2.1　技術面

久保田知靖の技術面の習得については、大きく 3 つの物の習得と言える。１つ目は adobe の xd である。xd は以前大学の講義の画面遷移について考える際、触っていたが、今回は実際のアプリケーションの作成に至って、本格的な画面遷移の開発を行なった。大変難易度が上がったが無事習得。LeapMotion を用いたアプリケーション制作に大きく貢献する形となった。２つ目は Github の使用方法の習得である。プロジェクト活動における github を用いた集団のグループ開発が最近主流になってきているが、その技術を習得していなかった。プロジェクトメンバーの助力のもの、開発に成功。今では開発を行えるようにまでになった。3 つ目は SketchUp の習得である。SketchUp とは 3D Design ツールで、気軽にデザインができるようになっているのだが、企業が 3D Design をする時にも使われるものである。そのアプリケーションの使用が行えるようになったことで、簡単に 3D Design を行えるようになった。

（文責: 久保田知靖）

A.2.2　プロジェクトマネージメント面

久保田のプロジェクトマネージメント面の習得は GoogleDrive の使用・管理の習得である。本プロジェクト活動において、グループの情報共有の不便さから使い始めた GoogleDrive で、プロジェクトにとってなくてはならないものであったため、一般的な技術の習得を行う際にプロジェクトのマネージメント方法を参考にしたファイル整理を行いつつ GoogleDrive を介したプロジェクト開発を行なった。これによって、ファイルを潤滑に提供することに不便することはなく、現在においてもそのプロジェクトで得た GoogleDrive の使用の習得は大いに役に立っている。

（文責: 久保田知靖）

A.3　伊藤晋梧

伊藤晋梧は、本プロジェクトでは技術面を中心に活動を行なった。新規の技術習得技術において、技術面の説明を行おうと思う。

（文責: 伊藤晋梧）

A.3.1　技術面

伊藤の技術面の習得については、大きく 2 つの物の習得と言える。１つ目は Unity で開発する上で使用した C である。C は本プロジェクト活動に入り初めて触ったが、技術をチュートリアルを辿って無事習得。LeapMotion を用いたアプリケーション制作を行なった。プロジェクトメンバー全員を率先して教えていくポジションに確立し、プロジェクト開発に大きく貢献した。２つ目は Github の使用方法の習得である。プロジェクト活動における github を用いた集団のグループ開発が最近主流になってきているが、その技術を習得していなかった。プロジェクトメンバーの助

力のもの、開発に成功。今では開発を行えるようにまでになった。

（文責: 久保田知靖）

A.4　小林ひのり

小林ひのりは、本プロジェクトでは技術面を中心に活動を行なった。新規の技術習得技術において、技術面の説明を行おうと思う。

（文責: 小林ひのり）

A.4.1　技術面

小林の技術面の習得については、大きく 2 つの物の習得と言える。1 つ目は Github の使用方法の習得である。プロジェクト活動における github を用いた集団のグループ開発が最近主流になってきているが、その技術を習得していなかった。プロジェクトメンバーの助力のもの、開発に成功。今では開発を行えるようにまでになった。2 つ目は SketchUp の習得である。SketchUp とは 3D Design ツールで、気軽にデザインができるようになっているのだが、企業が 3D Design をする時にも使われるものである。そのアプリケーションの使用が行えるようになったことで、簡単に 3D Design を行えるようになった。

（文責: 小林ひのり）

参考文献

[1] LeapMotion の座標系の変換とスクリーンを理解するより
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/html/nc262120.html
(2020/10/10 アクセス)

[2] Leapmotion Orion で手のモデルの位置を簡単に取得する
https://qiita.com/edom18/items/a9de59b1a6dc8e37abdf
(2020/10/20 アクセス)

[3] Leap Motion でマウス的な操作をする LeapMotionPointer
https://am1tanaka.hatenablog.com/entry/2019/02/17/0135
(2020/10/24 アクセス)

[4]【LeapMotion+UniRx】手の動きでカメラを動かす
https://qiita.com/segur/items/13d22727c913f8159990(2020/10/24 アクセス)