

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  
～触発しあうモノとヒト～

Project Name

Museum IT for Cultural Experiences  
～Human and Things Being Co-Inspired～

グループ名 / Group Name

M-IT プロジェクト M-IT Project

プロジェクト番号 / Project No

13-C

プロジェクトリーダー / Project Leader

渡辺 奈美 Nami Watanabe

グループリーダー / Group Leader

石崎 唯斗 Yuito Ishizaki

グループメンバー / Group Member

石崎 唯斗 Yuito Ishizaki

坂見 滯 Mio Sakami

山本 隼 Hayato Yamamoto

本間 駿平 Shunpei Honma

佐藤 拓実 Takumi Satou

土屋 忠輝 Tadaki Tsuchiya

指導教員

鈴木恵二, 木村健一, 川島稔夫, 中小路久美代  
角康之, 山本恭裕, 奥野拓

Advisor

Keiji Suzuki, Ken-ichi Kimura, Toshio Kawashima, Kumiyo Nakakoji  
Yasuyuki Sumi, Yasuhiro Yamamoto, Taku Okuno

提出日

2021年1月14日

Date of Submission

January 14, 2021

## 概要

近年、新型コロナウイルスの影響で外出自粛を余儀なくされているのが現状である。そこで本プロジェクトでは、コロナ禍でも楽しめるような家の中で完結する娯楽が人々には必要であると推測し、情報技術を用いて展示や体験の機会を与えようと考えた。本グループでは、美術初心者でも絵画の世界観を楽しみながら学ぶことができるように絵画の世界に入って行動する箱庭ゲームを開発することを目標とした。さらに触覚フィードバックの技術を組み込むことによって、目で見ると以上に絵画の持つ奥深さを体験し、「絵画の世界観に浸る」ことの本当の楽しさを知ってもらえるようなゲームの開発を目指した。

キーワード 絵画の世界観、箱庭ゲーム、触覚フィードバック

(※文責：土屋忠輝)

## Abstract

In recent years, the current situation is that the new coronavirus has forced us to refrain from going out. Therefore, in this project, we speculated that people need entertainment that can be completed in a house that can be enjoyed even in the corona wreck, and decided to use information technology to provide opportunities for exhibitions and experiences. The goal of this group was to develop a miniature garden game in which even beginners of art can enter the world of painting and act while enjoying the world of painting. Furthermore, by incorporating tactile feedback technology, we aimed to develop a game that allows you to experience the depth of painting more than you can see with your eyes and to let people know the true enjoyment of "immersing yourself in the world of painting."

keyword the world of painting, miniature garden game, tactile feedback technology

(※文責：土屋忠輝)

# Contents

<b>第1章</b>	<b>背景</b>	<b>1</b>
1.1	現状における問題点	1
1.2	テーマ決定までの背景	1
1.3	課題の概要	2
<b>第2章</b>	<b>到達目標</b>	<b>4</b>
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	後期の活動	6
2.3	課題の割り当て	8
2.3.1	前期の活動	8
2.3.2	後期の活動	8
<b>第3章</b>	<b>課題解決のプロセスの概要</b>	<b>10</b>
3.1	企画内容	10
3.2	問題の設定	10
3.3	課題の設定	11
3.4	課題解決の方法	11
3.5	到達レベル	12
<b>第4章</b>	<b>課題解決のプロセスの詳細</b>	<b>13</b>
4.1	前期のメンバーの課題の概要	13
4.2	後期の各メンバーの課題の概要	13
4.2.1	佐藤拓実	13
4.2.2	坂見滯	13
4.2.3	山本隼	14
4.2.4	石崎唯斗	14
4.2.5	本間駿平	14
4.2.6	土屋忠輝	14
4.3	前期課題解決過程の詳細	15
4.4	後期担当課題解決過程の詳細	16
4.4.1	佐藤拓実	16
4.4.2	坂見滯	17
4.4.3	山本隼	19
4.4.4	石崎唯斗	20
4.4.5	本間駿平	22
4.4.6	土屋忠輝	23

<b>第 5 章</b>	<b>結果</b>	<b>25</b>
5.1	前期活動の成果	25
5.2	中間発表	25
5.2.1	中間発表全体の評価	25
5.2.2	評価から分かったこと	26
5.3	後期活動における成果	27
5.4	最終成果発表会	28
5.4.1	最終成果発表会の評価	28
5.4.2	評価から分かったこと	28
<b>第 6 章</b>	<b>今後の課題と展望</b>	<b>30</b>
6.1	課題	30
6.2	個人の課題	30
6.2.1	佐藤拓実	30
6.2.2	坂見滯	31
6.2.3	山本隼	31
6.2.4	石崎唯斗	32
6.2.5	本間駿平	33
6.2.6	土屋忠輝	34
6.3	展望	35

# 第1章 背景

## 1.1 現状における問題点

今現在、新型コロナウイルスが日本にとどまらず世界にまでも影響している。それが原因で私たちの生活リズムが大きく変貌した。それは外出の自粛であった。仕事では、パソコンを使用したテレワークになり、小中高及び大学までもが、オンライン授業の体制を余儀なくされた。その影響で休日に家族や友人と旅行さえも気軽にできなくなってしまい、家に長時間滞在しなければならなくなってしまった。それによって、人との関わる時間の減少による人間関係の変化、運動不足による体力の低下、家族間での関係悪化、更にはウイルス感染の恐れなど、あらゆる負の要因が身体や精神までもに影響し、持病の悪化や生活習慣病、鬱などの精神病などにもなりやすくなってしまった。しかしそれらを解決する方法が、自宅でできることと制限されてしまい、安易に解決することができないのが現状であった。つまり、コロナ禍によって私たちの身体的にも精神的にも大きな悪影響を受けやすくなってしまい、その解消がなかなかできない状況が問題であった。

(※文責：石崎唯斗)

## 1.2 テーマ決定までの背景

文化とは、人の生活だけでなく、体そして心を満たし、それを後世に伝承していきたいと感じる「モノ」や「技術」、「儀式」のことである。その文化の種類は、絵画や音楽、宗教といったメジャーなものから、葬式や各地域独自の風習や祭りなどのマイナー所まで、幅広く、そして、それらが100年、200年続いている場合もあり、奥深いのである。これが日本だけでなく、世界各地で存在し、それが今でも継続している。また、今この瞬間にも新しい文化が生まれていることから、文化を学ぶことは、人類そのものを学ぶことにも等しい位、膨大でして価値ある学びである。我々のプロジェクト「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～」では、人類の文化のポートフォリオである博物館や美術館へフィールドワークに行き、そこで展示品を通してこの偉大な文化を学んできた。しかし今年度のプロジェクト学習はこのような学習方法を行えなくなった。先程説明した通り、今までのミュージアムITは、博物館や美術館へ実際に行き、「文化とは何か」、「展示とは何か」を学び、そして私たちは新たな展示物を制作してきた。しかし今年度は新型コロナウイルスが世界中で蔓延して、自由に外出することが困難になってしまい、美術館等のフィールドワークができなかった。しかしそれを逆に利用して、コロナ禍の中で、外出自粛によるストレスが解消する文化的な体験ができるモノを製作しようと決定し、3つのグループに分かれて作業を行った。その理由としては先程説明したようにコロナ禍による外出自粛が引き起こすストレスの解決方法は1つではなく複雑で多岐にわたると考えた。そこで無理に1つにまとめるのではなく、コロナ禍で苦しんでいる人々にあらゆる選択肢を提供する意味合いも兼ねて、複数のグループでそれぞれが解決方法を示すことにした。初めは、グループごとではなく、全員で外出せずに文化的体験ができるモノやサービスを体験し、実際に試してみた。その結果、我々はVR、AR等のIT技術を駆使することで、家に滞在していても、文化的な体験ができ、コロナ禍によるストレス解消につながると結論づいた。その後、具体的な解決策をグループごとに出していく方針になった。3つのグループの分け方は、まず初めに全員が行いたい事を出し合い、その後、自分が行ってみたいことが似ている人、もしくは、共同作業をしてみたい人と討論し、意見が合えばグループを成立するという流れの元、グループが3つが成立した。それぞれのグループは以下のプロダクトを作成した。グルー

プAでは、疑似ホログラムとリープモーションを用いて、はこだて未来大学をホログラムで投影した「新たな展示方法」を実現し、グループBではAR技術を用いて、石川啄木の短歌を3次元で体験できる「体験型文化作品」を制作した。そしてグループCでは、触覚フィードバックを組み合わせることによって絵画の世界観を美術初心者でも楽しめる「箱庭ゲーム」を開発した。なぜ、グループCのテーマが「箱庭ゲーム」になったのかというと、グループ編成時に「ゲームを作りたい」「キャラクターを描きたい」「ジオラマを作りたい」というメンバーが集まり、それらの意見を全て反映した結果、VRのゲームを制作することになった。しかし、ただのVRゲームでは、ミュージアムITの全体のテーマに沿わないと考えた。そこで「絵画の鑑賞」について注目し、調査した結果、美術館に行く目的が絵画の鑑賞でもなく、また見聞を深めるでもなく、ただ気分転換に行く人の割合が高いことが分かり、多くの人が絵画の本来の鑑賞の仕方である、世界観を知ることを行っていないことが分かった。そこで我々は、その本来の見方をゲームで遊んでくれるユーザーに提供しようと考えた。また、ゲームの画面上で触った感覚を実際にユーザーに伝える触覚フィードバックも加えることで、ただ見るよりも深く絵画の世界観を鑑賞できると考えた。つまり、私たちのテーマは、触覚フィードバックとゲームを駆使し、ユーザーに本来の絵画の楽しみ方を伝えることに決定した。

(※文責：石崎唯斗)

### 1.3 課題の概要

私たちグループCのテーマは、触覚フィードバックとゲームを利用し、ユーザーに本来の絵画の楽しみ方を体験してもらうことである。そのテーマを実現するための課題が大きく分けて3つあった。1つ目はどのようにして絵画の世界観をユーザーに楽しみながら知ってもらえるかであった。最も簡単なアイデアとしては、絵画をモチーフにしたステージを制作することであった。ここで注意したことは、あまりアレンジの部分を極力避けることであった。その理由は、あくまで、ステージのモチーフになった絵画の世界観をプレイヤーに知ってもらうことが目的であるので、アレンジの部分が多いと、作者が伝えたかった意図がプレイヤーに伝えられない可能性があったので、できるだけオリジナルに忠実なステージ製作を行った。しかし、ただステージを作っただけでは、ゲームとしての面白さはないと考え、特定のアイテムを全て回収しなければステージを脱出できない仕様にした。このことによってプレイヤーは、ステージの隅々まで探索することになり、結果として絵画の世界観を隅々まで体験することができると考えた。更にパズルモード機能も盛り込んだ。これは今まで、遊んでいたステージのモチーフになった絵画のパズルをプレイヤーに組み立ててもらい、それが完成して初めてステージクリアになる。このパズルモード機能を加えることで、今までステージ探索で培われてきた絵画の世界観の知識をアウトプットすることができ、ただ鑑賞するよりも一層深く、知識が深まると考えた。2つ目は、触覚フィードバックの開発であった。今回私が使用する触覚フィードバックは「wireality」とよばれる、2020年4月、カーネギーメロン大学の「Future Interfaces Group」が公開した論文をもとに製作した。これは「Leap Motion」とワイヤーを組み合わせることで、画面上でアイテムを掴むと手と装置をつないでいるワイヤー掴んだ手の形のままで固定され、ユーザーは、実際に画面上のアイテムを握っているような感覚になる装置である。この装置の論文がネット上で公開になったことから、私はこれをゲームのコントローラーにし、ただ絵画を見るだけでなく「触れる」体験を加えることで、より一層、絵画の世界観に知ってもらおうと考えた。しかし、この技術は既存のモノがなく、部品を3Dプリンター等で製作しなければならず、正に一から組み立てなければならなかった。だからこそ「wireality」の論文をしっかりと熟読し、で

きるだけ安易に制作していった。3つ目はステージの数であった。一般のゲームでは、ステージの数は1つだけでなく、複数あり、またそれぞれが個性的でプレイヤーが飽きずに遊べる工夫がされている。しかし、私は今回ステージを1つしか製作しないことに決定した。その理由は2つあり、1つ目は初のゲーム制作もあり、複数のステージを製作するための技術も時間を足りなかったからであった。2つ目は、1つに絞ることで、集中してプレイしてもらえると考えたからであった。ステージが1つしかないのはプレイ時間も比較的短いことである。本来の目的は、絵画の世界観を深く知ってもらえることであるので、だからこそ、だらだらとプレイされてしまったら、本来の目的が達成できないと予想したので、ステージを1つにし、内容を濃くしていく方針になった。このようにゲーム性と触覚フィードバックを含む課題が3つ存在し、それをクリアするために私たちは、一致団結してことに当たった。

(※文責：石崎唯斗)



## 第2章 到達目標

### 2.1 本プロジェクトにおける目的

このプロジェクトでは、デスクトップ型ミュージアムをテーマとして設定して、情報技術を用いることで場所を選ばず、どのような場面でも文化的体験を可能にすることで、新たな文化的体験の機会を獲得して人々に新しい娯楽を与えることを目的とした。そして、プロジェクト全体で掲げた目的から、私達のグループでは美術初心者でも絵画に興味を持ち、絵画の世界観を楽しみながら学ぶことができるようなゲームを開発すること、さらに触覚フィードバックを用いて、より現実的に「絵画の世界観に浸る」ことの本当の楽しさを知ってもらえるようなゲームの開発を目的とした。

(※文責：土屋忠輝)

### 2.2 具体的な手順・課題設定

前期の活動と後期の活動は以下のとおりである。

#### 2.2.1 前期の活動

##### 1. 展示とはどういうものかの調査

課題 プロジェクトメンバー全員で、「展示をする」とはということなのか、展示会・展覧会・博覧会などの言葉の意味の違いを調べるとともに、バーチャル美術館として公開されているオンラインミュージアムを見て回ることで、見せる物の違い、物の見せ方の違いなどの調査を行い、メンバー間で情報の共有を行った。

##### 2. テーマ決定

課題 「展示をする」ということの調査が済んだところで各々がやりたいことや、興味がある・使用したい IT 技術は何かといったグループ分けに関する希望調査を行い、類似したもの同士でグループを組み、それぞれがやりたいことを話し合いによって、グループメンバー全員が納得できる形に意見をまとめていった。またやりたいことや希望する IT 技術が無かった人に関しても、それぞれのグループの話の聞ける時間をとることで、各々の希望にできる限り沿ったグループ分けを行った。私たちのプロジェクトは A,B,C の 3 グループに分かれて、私たち C グループでは美術館を舞台にした VR 箱庭ゲームの開発をテーマに取り上げた。

##### 3. 使用するソフトウェアの調査

課題 VR のゲーム開発で使用するゲームエンジンについて、ゲームエンジンの種類やそれぞれの違い、操作性の難易度を調査し、自分たちが制作しようとしているゲームに適しているかの調査を行った。また役割分担を行うことで、各人が担当する制作物は別々になるため、制作物を合成するための共有環境としてどのようなソフトを使用するか調査を行った。

#### 4. 権利侵害についての理解

課題 私たちのグループでは既存の絵画を使用した制作を行うこととした。その際に著作権や特許権などの権利侵害にならないように、入念に調査を行った。

#### 5. ゲームの内容の決定

課題 ゲームのカテゴリをどのようなものにすれば、美術初心者でも絵画に興味を持ち、絵画の世界観を楽しみながら学ぶことができるか、メンバー間で話し合いをした。結果的に絵画の世界に入って行動できるようなアドベンチャー要素と、絵画をよく見る必要のあるパズル要素を組み合わせたゲームを作ることとなった。

#### 6. ゲームに使用する絵画の決定

課題 ゲーム内で使用する絵画の候補を、著作権の問題をクリアするためにパブリックフリーとして公開されている絵画の中から探し出し、数枚の候補を共有した後に、多数決によってステージとして使用したい絵画を選出した。その結果、トマス・コール作「タイタンの酒杯」を使用することに決定した。

#### 7. 触覚フィードバックについて

課題 VR ゲーム内においてパズルを行うときなどに、パズルのピースを触っている感覚を再現することで、より現実的に感じる事が可能となり、世界観に浸ることの助けになるのではないかと考えた。

#### 8. ゲーム内のストーリーやクリア時などに使用する演出について

課題 ゲームを作成する際にどのようなゲームを作るかの指標として「ストーリー性を持っていた方がいいのではないか」、「ストーリー性を持ったゲームにするならば登場するキャラクターはどうすべきか」、「クリア時にどのようにクリアしたことを伝えるか」などゲームの設定を含む演出の検討を行った。

#### 9. 中間発表会の準備

課題 中間発表会で使用する Web サイトやポスター、評価サイトの作成の役割分担を行い、中間発表会当日に私たちのグループへされそうな質問をまとめて回答を考えたり、質問への回答者など当日の役割分担を行った。また中間発表会に備えてリハーサルを行い、担当の先生にも協力を仰ぎ、先生方からも質問を貰って回答を考えたり、中間発表会で本プロジェクトの発表を録音して Web サイトに掲載する方法をとるための発表の録音を行うなど中間発表会当日にトラブルが生じないように準備を行った。

## 10. 中間報告書の作成

課題 前期の活動までについての報告書を執筆した。グループの成果物として制作したものは、その時点ではなかったため書くことができる内容はとても少量だったが、そのような状況でもグループメンバーで役割を分担して報告書の作成を行った。

(※文責：土屋忠輝)

### 2.2.2 後期の活動

#### 1. 制作物共有に使用するソフトウェアの設定

課題 メンバーがそれぞれ制作した成果を最終的に一つの作品としてまとめる際に使用するソフトウェアとして GitHub を使用するということが決定したため、それぞれが使用方法をチュートリアルを行うことで学び、さらに操作に慣れるために仮のデータを用意して、共有化を数回行うことで、全員が GitHub で共有化する方法を学習した。

#### 2. 触覚フィードバック機器の制作

課題 私たちのグループでは「Wireality」というワイヤーを用いた触覚フィードバックの機器を3Dプリンターと手作業の回路制作によって、ゲーム内において手でモノに接触した際の触覚の再現をワイヤー制御によって行った。

#### 3. ステージの作成

課題 絵画内を再現したゲームステージを制作する必要があった。地形の高低差や絵画では見えていない部分など予想で制作しなくてはならない箇所が存在したり、Unity の機能だけでは制作できない地形や建造物が存在したため、ステージ制作の担当で分担して少しでも絵画の世界を再現できるように取り組んだ。また完成した絵画を飾っておけるような鑑賞モードのステージ制作を行った。

#### 4. プログラミングによるゲーム設定の構築

課題 ゲームで絵画の地形ステージのプレイヤーが行動できる範囲を指定したり、ジャンプでは到達することができない超高高度へ移動するためのワープ機能の設定、ステージ内にパズルをする際に使用するピースアイテムの配置することやゲームの地形ステージからパズル画面や鑑賞モードのステージへの画面移動などのゲーム構造の根幹となるプログラムの制作を行った。

#### 5. LeapMotion の設定

課題 自分自身がゲームに入っているように感じられるようにするにはゲームのプレイヤーが見る視点の設定を斜め上から眺める三人称よりも、中で行動している人物の視点に合わせる一人

称で進めるほうが良いと考えた。よって一人称として進めるにあたって、パズルを行うときなどに自分の手を画面内に表示させることが良いと考えたため、LeapMotion という機材で画面内にプレイヤーの手を表示させるための設定を行った。

#### 6. クリア時に使用する絵の描画

課題 「ゲームのクリア時に、Game Clear とだけ表示させるのでは見栄えが良くないのではないか」、「ストーリー性があるゲームを作成する場合キャラクターなどもいたほうがいいのか」などの案が出て、うまく絵を描けるグループメンバーがクリア時やプレイヤーキャラクター、案内キャラクターなどの絵を描いて実装を目指した。

#### 7. 制作物の完成

課題 制作物の共有環境として GitHub Desktop をインストールして、各々が制作した制作物のデータを個別に保存していた。よって完成に向けて、制作物のデータは個別に分けて保存されているものを一つの制作物としてまとめる必要があった。

#### 8. VR 機器の設定

課題 私たちのグループでは、VR を用いて絵画の世界の中に入り「絵画の世界観」を体験してもらう企画を立てた。そのため VR の機材を教員の先生から借りて、自分たちが制作したゲームの VR での実装を試みた。しかし VR 内に Unity のデータとして組み込むことは可能であったが、そのデータを起動させようとするロード時間が長いのかロード画面から一切動かなくなってしまう、原因究明のためにいろいろと調べたが解決には至らなかったため、VR での実装は諦めることとなった。

#### 9. 成果発表会の準備

課題 中間発表と同様に Web サイトやポスターの作成において、私たちのグループの制作物についての概要などをまとめる作業を行った。また実際にゲームをプレイしている解説動画を撮影して Web サイトに載せたり、最終発表会当日の役割分担などを行い、成果発表会をトラブルなく実施できるように準備をした。

#### 10. グループ報告書の作成

課題 グループ報告書では画像やソースコードなどを含まない、一人 5 ページ以上という制限があるため、グループメンバー全員できちんとした分量の分担を行い、1 年間の私たちが行ったことが分かるように報告書の作成を行った。

(※文責：土屋忠輝)

## 2.3 課題の割り当て

### 2.3.1 前期の活動

#### <石崎>

展示とはどういうものなのかの調査を行った。テーマ決定、ゲーム内容の決定や使用する絵画の決定、権利侵害についての理解に携わった。グループのリーダーを務め、グループのまとめ役を担当した。中間発表では前半の各グループのプロジェクトの説明を担った。

#### <坂見>

展示とはどういうものなのかの調査を行った。テーマ決定、ゲーム内容の決定や使用する絵画の決定、権利侵害についての理解に携わった。ポスター作成の第一任者として作成を担った。中間発表では後半のグループCの質疑応答を担った。

#### <佐藤>

展示とはどういうものなのかの調査を行った。テーマ決定、ゲーム内容の決定や使用する絵画の決定、権利侵害についての理解に携わった。また、グループ内でもプログラミングや技術について詳しく、技術について困ったことがあれば回答をしてくれ、グループ全体を支えた。

#### <土屋>

展示とはどういうものなのかの調査を行った。テーマ決定、ゲーム内容の決定や使用する絵画の決定、権利侵害についての理解に携わった。グループの中で核心をついた発言や画期的なアイデアを多数生み出した。中間発表では後半の質疑応答全体の進行を担った。

#### <本間>

展示とはどういうものなのかの調査を行った。テーマ決定、ゲーム内容の決定や使用する絵画の決定、権利侵害についての理解に携わった。積極的に発言し、多くの意見や案を提案した。中間発表では後半の各グループのプロジェクトの説明の代理を担った。

#### <山本>

展示とはどういうものなのかの調査を行った。テーマ決定、ゲーム内容の決定や使用する絵画の決定、権利侵害についての理解に携わった。プロジェクト全体で活動しているときから積極的に発言をしており、進行役を担った。

### 2.3.2 後期の活動

#### <石崎>

unityのチュートリアルでゲーム作りの初歩を学んだ。VRoidStudioやCLIPSTUDIOを用いて、ゲームのキャラクターデザインを担当した。後期でもリーダーとしてグループをまとめ、グループ全体を支えた。最終発表でも積極的に後半の質疑応答全体の進行などを担った。

<坂見>

unity のチュートリアルでゲーム作りの初歩を学んだ。を用いてゲームの内容を作り、VR の実装作業を行った。後期も引き続き、ポスター作成の第一任者として作成を担った。最終発表ではグループ C の前半の質疑応答を担った。

<佐藤>

unity のチュートリアルでゲーム作りの初歩を学んだ。Wireality を用いて触覚フィードバックの設計を担当した。GithubDesktop の使い方やプログラムなどをわかりやすくメンバーに教えた。最終発表では前半のグループ C の質疑応答や質疑応答全体の進行を担った。

<土屋>

unity のチュートリアルでゲーム作りの初歩を学んだ。unity でゲームのステージ作りや SketchUp 2017 用いてを鑑賞モードのステージ作りを担当した。最終発表で後半のグループ C の質疑応答や雑務などを担ってグループ C 全体を支えてくれた。

<本間>

unity のチュートリアルでゲーム作りの初歩を学んだ。Maya を用いてステージのオブジェクト作成を担当した。最終発表では土屋とともにグループ C 後半の質疑応答を担当した。

<山本>

unity のチュートリアルでゲーム作りの初歩を学んだ。unity を用いてゲーム内容を作り、Leap Motion 設定・実装を担当した。後期も前期のようにグループにとって大事なことや重要なことを忘れず、わかりやすく共有し、グループ全体を支えてくれた。

(※文責：本間駿平)

## 第3章 課題解決のプロセスの概要

### 3.1 企画内容

絵の世界観に浸ることができるゲームを開発するためにプラットフォームとしてパソコン、開発環境として Unity、Visual Code Studio、GitHub Desktop を扱うものとする。ゲームの舞台は絵の中の世界であり、絵の世界を冒険して各地に散らばった絵の欠片やアイテムを探し、脱出を目指すゲームである。ゲーム内に出てくるアイテムは2種類存在しており、それぞれワールドピース、コレクションピースという名前が付けられている。ワールドピースはメインワールド内にいくつか配置されており、すべて集めてから特定の場所へ移動するとパズルゲームが遊べるようになる。コレクションピースはワールドピースと同様にステージ内のいたるところに落ちており、入手するとコレクションに絵画が追加される。集めた数によってエンディングが変化する。ゲームクリアまでの基本的な流れは以下の通りである。

1. ワールド内のどこかにあるワールドピースをすべて集める
2. ステージ内にあるワールドピースをすべて集めると、パズルゲームが遊べるようになる
3. パズルゲームをクリアすると完成した絵が動き出し、次のワールドへ進むことができる
4. 以上の3つを繰り返し、絵の世界からの脱出を目指す

ゲーム内にあるコレクションピースは集めた数だけコレクションとして追加され、鑑賞モードによりじっくり鑑賞することができるようにしようと企画した。さらにゲームの世界の物を実際に触れることができるような Wireality と呼ばれる技術を開発し、視覚面を VR に任せ、操作面を Leap Motion に任せることでゲーム内の物体を実際に見て触れるような物を考え、企画した。

(※文責：坂見滯)

### 3.2 問題の設定

このプロジェクトが企画された当初に挙げられた問題点としては、使用する技術に特許が発生している場合、権利問題になるのではないかという意見や、ゲームをクリアした時にプレイヤーに与える達成感の表現方法について、さらにプロジェクトが企画された際に掲げられたプロジェクトメンバー全員の目標が現実的に実現可能かどうかという3つの問題が挙げられた。1つ目の権利関係は問題になることを防ぐために素材が著作権フリーなものを使用するか、もしくは一から作ることが挙げられた。インターネットで調べたところ、著作権フリーで 사용할ことができる作品がたくさん見つかったため、特に問題視する必要はないという結論に至った。2つ目のゲームをクリアした時の達成感実績システムの導入、シナリオを制作する、クリア後報酬の実装、ゲーム難易度を高める、やり込み要素の導入、ゲームの進行状況をゲージや%表記で可視化するなど、色々な改善案や解決法が見つかったため、あまり問題にはならないという結論に至った。3つ目の内容が現実的に実現可能かどうかという問題点では、自分が使用したい技術についてもっと詳しく調べて議論すること、開発プロセスで目標のクオリティーの実現が不可能と分かったら、実装を諦めるかクオリティーも考えつつ、安易なものにするという解決法が挙げられた。この問題点については、明確な解決法が得られていないため、これからも開発を進めながら議論するべきであると考えられる。

(※文責：坂見滯)

### 3.3 課題の設定

3.2で挙げられた問題点から以下の3つの課題の設定をした。

- 著作権法の違反を回避するためにフリーで使用できる絵画サイトの信頼性を確認したのちに利用する。
- ゲームをクリアした時の達成報酬は案として挙げられたうちいくつかの実装を予定している。しかし、優先順位は低く設定し世界観の表現を優先する。
- それぞれの工程を把握し、実装可能か検討をしながら開発を進める。

また、私達はこのプロジェクトを通してさらに以下の目標の達成をしたいと考えている。

- 世界観にあったキャラクターの製作
- リアリティのある世界の再現
- 触覚フィードバックの導入
- モーションキャプチャの導入
- ジオラマを組み込む技術

以上で挙げられた課題をすべて達成するには少なくともUnityと呼ばれる技術の習得が必要である。そこでUnityの基礎を学ぶために角薫教授が開講している「インタラクティブシステム」と呼ばれる講義を受講し、そこでUnityの動かし方について学んだ。

(※文責：坂見滯)

### 3.4 課題解決の方法

3.3で挙げられた8つの課題を達成するために私達は既存の技術を利用した。利用した技術と利用目的は以下のとおりである。

- パブリックドメインQ（著作権法の違反を回避するため）
- VRoid Studio — VRoid（キャラクター製作のため）
- GitHub Desktop(メンバーの制作物を共有するため)
- Unity（リアリティのある世界観の再現やゲームを開発するため）
- SketchUP 2017(ゲーム内の複雑なオブジェクトを制作するため)
- Blender(ゲーム内の複雑なオブジェクトを制作するため)
- Visual Studio Code(Unityのスク립トを作成するため)
- VR ヘッドセット（より世界観に入り浸ることのできるゲームを開発するため）
- Wireality（触覚フィードバックの導入を行うため）



- Raspberry PI（触覚フィードバックの導入を行うため）
- 3D プリンタ（触覚フィードバックの外装部分を構成するため）
- Leap Motion（モーションキャプチャの導入と触覚フィードバックのサポートを行うため）

(※文責：坂見滯)

### 3.5 到達レベル

私達は課題を解決するにあたり目標の目安としてレベルを設定した。その中でもレベル1からレベル7までの達成を最低目標とし、レベル8以降は開発したゲームの向上のための目標として定めた。

レベル1 :メインワールドとなる、絵画をモチーフにしたステージの開発する。

レベル2 :メインワールド内で回収するアイテムと、その他ゲーム内のイベントを発生させるためのスクリプトの作成する

レベル3 :パズルゲームモードを開発する

レベル4 :ゲーム内で絵画を閲覧することができる鑑賞モードを開発する

レベル5 :Wireality を開発する

レベル6 :Leap Motion の実装を行う

レベル7 :VR の実装を行う

レベル8 :風や水などの自然エフェクトの作成

レベル9 :bgm、SE の作成

レベル10 :エンディングの作成

レベル11 :ステージの細かな修正

レベル12 :新規ステージの作成

(※文責：坂見滯)

## 第4章 課題解決のプロセスの詳細

### 4.1 前期のメンバーの課題の概要

前期は6月中旬にグループ分けがされるまでプロジェクトメンバー全員で作業をして、夏休みに入るまでグループメンバーは同じ作業に取り組んだ。取り組んだ作業は主に以下のものである。

#### 5月 「展示をする」ということの調査

講師の方によるミュージアムとはどのようなものかという一例の解説講義の実施  
バーチャル美術館などのオンラインミュージアムの調査  
AR,VR, プロジェクションマッピングなどの技術調査

#### 6月 コンビニ弁当を用いた展示調査の実験

グループ分けに関する意見調査  
グループ内制作物の詳細についての話し合い

#### 7月 中間発表会に向けた準備

中間グループ報告書などの前期末提出物の作成  
グループ制作物の詳細についての話し合い

(※文責：土屋忠輝)

### 4.2 後期の各メンバーの課題の概要

#### 4.2.1 佐藤拓実

8月 Wireality の設計の参考資料の収集

9月 Wireality の大まかなシステムや構造の設計

10月 Wireality の詳細設計と 3D モデルの作成

11月 Wireality の回路作成とプログラム実装

(※文責：佐藤拓実)

#### 4.2.2 坂見滯

8月 Unity のチュートリアルで基本的なゲーム開発についての学習

9月 作成するゲームのアイデア出しと役割分担

10月 ゲームシステムを構成するためのプログラムの作成とパズルモードの開発

11月 VR の実装とパズルモード、鑑賞モードの実装、そしてチームメンバーが作ってきた成果物の実装

12月 プロジェクト成果発表のためのウェブサイト制作

(※文責：坂見滯)

#### 4.2.3 山本隼

8月 Unity のチュートリアルと C # についての学習

9月 役割分担とゲームシステムの製作

10月 ゲーム内のシステムの開発 LeapMotion の実装準備

11月 LeapMotion を用いたシステムの開発

12月 ポスターのグループ C 部分の文章作成とプロジェクト成果発表でのメモ

(※文責：山本隼)

#### 4.2.4 石崎唯斗

8月 女性主人公キャラクターのデザイン制作

9月 男性主人公キャラクターのデザイン制作

10月 3D キャラクターのモデルを制作

11月 クリア時の差分イラスト 3 種類を制作

(※文責：石崎唯斗)

#### 4.2.5 本間駿平

8月 unity のチュートリアルで使い方を学習

9月 役割分担と Github Desktop などの環境を全員で共有

10月 Maya を学習しながらオブジェクト作成開始

11月 引き続きオブジェクト作成

12月 オブジェクト完成に向けての仕上げと期末提出物の作成

(※文責：本間駿平)

#### 4.2.6 土屋忠輝

土屋は主にゲームステージの地形とオブジェクトの制作を行った。土屋の課題の概要は以下のとおりである。

8月 Unity のチュートリアルで一般的なゲーム制作の手順の学習

9月 制作するゲームに必要なゲーム制作の手順の学習

10月 Unity を用いた絵画を模したゲームステージの制作  
Unity 内で作るのが困難な地形に使用するオブジェクトの制作

11月 絵画を鑑賞できる鑑賞モード用のステージの制作

12月 グループ報告書の章節構成  
成果発表会の準備

1月 グループ報告書などの期末提出物の作成

(※文責：土屋忠輝)

#### 4.3 前期課題解決過程の詳細

5月 実際に展示会などで展示をしている実例などを調べることで「展示をする」際にどのようなことに気を付けるのが良いかなどの考えをプロジェクトメンバー全員がそれぞれ調べてきて、その意見の共有を行うことで他者の展示についての考えを含めた自分たちの展示についての見識を広げた。さらに様々なミュージアムとしての考え方を世の中に広めている講師の方をプロジェクト学習の時間に zoom に招いて、講師の先生が考えるミュージアムとはどんなものかなどの講義をしていただき、私たちがミュージアムのことで疑問に思っていることについての答えとして考えの一例を示していただき、自分たちにとってのミュージアムとはどのようなものなのか、考える機会を作った。そしてバーチャル美術館などのオンラインミュージアムを、プロジェクトを数人のグループに分けてグループごとに見学し、良い点や悪い点を挙げていき、そのように思った理由について、何故そのように思ったのかという考察を含めてグループごとにまとめて全体で情報の共有を行った。そして私たちのプロジェクトでは情報技術を用いて展示や体験の機会を与えることを考えていたため、そのために必要となるAR、VR、プロジェクションマッピングなどの情報技術の実例などを調べることを行った。

6月 コンビニ弁当を各自で購入して、弁当の中に入っている食材を別の皿や入れ物に盛り付けなおすことを行った。その際に何をテーマとして盛り付けたか、どのように盛り付ければ美しく見えるかなど、実際に盛り付けの見せ方を考えながら実施した。それを写真に撮ってプレゼンテーションで発表・意見交換を行った。それによって展示をする側の気持ちを考える機会を得た。次にメンバー間でやりたいことや使用したい技術を Excel などにまとめて、その情報をもとにグループ分けを行った。類似した考えを持つ人同士でグループを作り、zoom のブレイクアウトルーム機能を用いて、決定したグループごとに分かれて、やりたいことや使用したい技術などの考えで類似する意見がなかった場合は、それぞれのブレイクアウトルームに参加してグループの話し合いに参加して、折衷案で満足できるかを考える時間をとった。その結果 A から C の3つのグループに分かれた。そして私たちはCグループということで決定した。グループが決まったらグループリーダーを決定したり、グループで作る制作物をメンバーがやりたいことを組み合わせる形で、大まかにどのようなものを制作するかを決定するために話し合いを行った。

7月 中間発表に使用する Web サイトやポスター、評価サイトなどの作成と中間報告書や学習フィードバックシート、学習ポートフォリオなどの前期末に提出する前期末提出物の作成を行った。グループメンバー全員で Web サイトやポスターに書くグループの概要や目標に書く文章を考

えて、評価サイトの質問の内容などを考えた。そして前月に引き続きグループ制作物についての話し合いを行い、制作物として VR の箱庭ゲームを制作するということになり、使用するソフトウェアや技術をどうするかなどの詳細を決定する話し合いを行った。

(※文責：土屋忠輝)

#### 4.4 後期担当課題解決過程の詳細

##### 4.4.1 佐藤拓実

8月 Wireality を制作するにあたって参考になる資料の収集を行った。この時点ではワイヤーを用いて手を固定することで疑似的に触覚を再現できそうだというアイデアのみだったため、主に、近いことをしている論文や記事などを重点的に探すこととした。結果として、元のアイデアとほぼ同等の機能のある機器を作成している Wireality の論文を発見したため、今後その論文を参考に設計などを行うことになった。

9月 前述の Wireality の論文を参考にし、本体の大きな設計を行った。本体の物理的な部分の設計はほぼ論文の形のままで設計をすることとし、回路や制御システムをどのように実装するかなどを大まかに決定した。Wireality 内のワイヤー制御を行う機構は、ワイヤーの巻き取り部分に歯のついた円盤を取り付け、ソレノイドにより円盤を停止させるという機構とした。ソレノイドを Raspberry PI で制御し、PC と Bluetooth 接続によりデータをやり取りすることで PC 上のゲームから Wireality を制御するという形で作成した。

10月 Wireality の物理的な部分の作成を行うために設計の細かい調整を行った。基本的には論文の形のままとする予定だったが、加工の技術不足による精度の違いや製作期間を長くとることができないため細かく作りこむことが困難であると予想されたため、部品数の削減や機構の簡易化を行い、多少動作精度は落ちるものの短期間で作成しやすいような設計にした。素材は 3D プリンターで作成する部分は ABS 樹脂、停止用の円盤はアクリルで作成し、ゼンマイばねの代わりに輪ゴム、ワイヤーの代わりにポリエステル製の紐を使うなどの変更をした。設計完了後、3D プリンターでの本体の出力のため Wireality の 3D モデル作成を行った。3D モデルの作成には Blender を用いることとし、全体の細かい設計も併せて 3D モデルとして作成することとした。Blender での 3D モデル作成に関する知識を有していなかったため、Blender を用いた 3D モデリングの基礎の学習から行った。3D プリンターによる制作物の出力自体も初めてであり、サポート材などを考慮した設計を行っていなかったため、何度か出力しながら設計を調整しながら、最終的な形の設計を行った。最終的な形としてはワイヤー巻き取り用の機構を上下に分割する、輪ゴムの取り付け位置を上方にずらすなどを行い、全部品が印刷時浮いた形にならないような調整となった。

11月 9月の設計で決定した仕様通りに回路を基盤に実装をした。Wireality 本体内に回路を格納できるようにするため、回路を極力小さく作る必要があり基板加工機の利用を検討したが、期限までに基板加工機での回路作成方法を学習し出力まですることはできないと判断したため、

手作業での回路実装となった。Wireality 制御用にソレノイド制御回路を7つと電源関連をまとめた回路を1つ作成した。ソレノイド制御回路は、設計時の回路に不具合があり正常な動作ができなかったため、テスターを用いて回路の不具合を調整した。回路完成後、10月の作業で作成した Wireality の本体と回路を実際に組み立てて、Wireality の形としての完成を目指して作業をした。元の設計段階ではデータ上での設計のみで、実際に作成する際の誤差などを考慮していなかったため、3D プリンターで出力する際の材の収縮などの誤差でうまく組み立てることができなかった。また、ワイヤー巻き取り機構の輪ゴムが外れてしまう、ワイヤーが固定部分に絡まった動かなくなってしまうなどの不具合が多く発生したため、機構の変更も必要となった。ワイヤー巻き取りの部品に穴をあけワイヤの固定をずらす、輪ゴムの取り付け部分に余裕を持たせ外れにくくするなどの調整をし、ある程度正常な動作ができるように調整をした。しかし、輪ゴムの耐久性が足りず一定動作後に切れてしまい動かなくなる、一部部品の接着部分が外れワイヤーを巻き込んでしまうなどの設計の初期部分から調整の必要な不具合に関しては修正することができなかったため、壊れるまでの短時間しか動作の保証ができない状態になってしまっている。この時点で Wireality の本体は一旦の完成とし、プログラム部分の作成を始めた。プログラムは Raspberry PI 上で動作する PC との通信とソレノイド制御を行うプログラムと PC 側から Raspberry PI に向けてデータを送信するプログラムの2つを作成した。Raspberry PI 上のプログラムは python で、PC 側のプログラムは UnityC を用いて作成した。Raspberry PI でのソレノイド制御には GPIO を使用した。PC との通信には Bluetooth 通信を使用する予定だったが、Raspberry PI 側で Bluetooth 通信をするプログラムの作成がうまくできなかったため、急遽 WebSocket での通信を使用する方式へと切り替えた。最終的には Raspberry PI 上で WebSocket サーバーを立ち上げ、PC 側のゲームから接続しデータの送受信を行うという形で実装した。通信するデータは、PC 側のゲームでの指先の接触判定があったとき、接触が離れた時に送信するようにし、Raspberry PI 側ではそれぞれ受け取ったときにソレノイドをオンオフするという制御を行っている。

(※文責：佐藤拓実)

#### 4.4.2 坂見澤

8月 始めはチームメンバー全員が成果物を共有できるようにするために GitHub Desktop のダウンロードを行った。そしてチュートリアルに沿って GitHub の使い方について学習し、新たなプロジェクトを立ち上げ、各自それぞれ作業を行うための部屋を作成した。その後は Unity 2019.4.10f1 のダウンロードを行い、チュートリアルで基本的なゲーム開発についての学習を行った。また、今後どのようなゲームを開発していくかを議論した。議論の内容はゲームにシナリオを追加するかどうかである。この議論は賛否両論であった。賛成派の意見として、エンディングにシナリオの変化を付けることができるため、ゲームにやり込み要素を加えることができることが主張された。それに対して反対派の意見は、シナリオ制作に時間がかかり、さらにオープニングや会話の制作に時間がかかるため、他の作業に影響が出てしまうということが挙げられた。議論の結果、シナリオ制作をする方針で決定された。議論が行われた後はゲームシナリオを考えた。主人公は立派な美術家になるために絵を描きながら世界中の旅をしている画家である。自分の描いた絵が中々売れず、自信をなくしていたある日、不思議な美術館に足を踏み入れる。観客が一人もおらず、怪しく思いながら鑑賞していると一枚の絵に吸い込まれてしまう。そこから色々な作品に触れ合うことで絵心について学ぶというあ

らすじを設定した。

**9月** グループメンバーで集まり、Wireality についての話し合いを行った。また、今後のゲーム開発についてのスケジュールを立て、それぞれメンバーに役割分担を行った。その後は Unity でゲーム開発を行うために必要な知識を学んだ。

**10月** ゲームを進めるための鍵となるアイテムを Unity 上で 2 種類作成し、それぞれ「ワールドピース」、「コレクションピース」と名前を付けた。ワールドピースはゲームをクリアするために必要なアイテムであり、すべて集めるとパズルゲームに挑戦できる仕様となっている。コレクションピースは集めると絵画が解放され、鑑賞モードに切り替えることでコレクションピースを集めた数だけ絵画を鑑賞することができる仕様となっている。これらの仕様とその他必要な仕様を実現するために C 言語を利用し、スクリプトを作成した。作成したスクリプトは以下のとおりである。

- プレイヤーを特定の位置へワープさせるスクリプト
- 鑑賞モードへ切り替えた際にマウスカーソルを見えるようにするスクリプト
- 別のシーンに切り替えた際にプレイヤーの情報を保存するスクリプト
- ワールドピースをすべて集めた際に特定のイベントを発生させるスクリプト
- プレイヤーが取得したアイテムの数をカウントするスクリプト
- プレイヤーがジャンプ、または水の中で泳げるようにするスクリプト
- コレクションピースを集めた分だけ鑑賞モードで見れる絵画を増やすスクリプト
- マウスクリックをするとパズルを動かせるようになるスクリプト

そして一度チームメンバーが制作したものと私が制作したものを GitHub Desktop を利用して制作物の合併を行ったが、エラーが発生し解決方法がわからなかったため、2 人の制作物をパソコン上にダウンロードし、手作業で合併を行った。

**11月** VR の実装作業を始めた。最初は VIVE Cosmos と呼ばれるヘッドセットを用いて開発を進めていく予定であったが、デスクトップやパソコンの推奨スペックを調べた結果、私達の環境では開発を進めるのが不可能だということが分かった。そこで鈴木恵二教授に協力をお願いし、VR を動かすために必要な推奨スペックを満たしているノートパソコンを借用した。しかしそれでも VIVE Cosmos を動かすことはできなかった。原因を調べてみると、VR とノートパソコンを接続している映像出力インターフェースの変換に問題があることが分かった。ヘッドセットは複雑な映像出力を行っており、我々の所持していたヘッドセットでは DisplayPort でなければ映像を映すことができず、そして私達が使っていたノートパソコンには DisplayPort の差込口がなく、下位互換である HDMI に変換してつないでいたため情報が失われてしまい映像が映らなかったのである。このことから VIVE Cosmos を利用して VR を開発するのは不可能だという結論に至った。そこで私達は角康之教授に相談し、Oculus Quest 2 と呼ばれるヘッドセットを借用した。こちらのヘッドセットでは正常にセットアップが完了し、Unity

で動作確認の段階までは成功したが、私達が今まで制作してきたプロジェクトに実装しようとした際に予期せぬエラーが発生し、原因を模索したが解決策が見つからなかったため、止むを得ず実装を諦めることにした。VRの実装を断念したその後はプロジェクトのスケジュールに遅れが生じてしまったため、一度チームメンバーで集まり今後のスケジュールについての修正を行った。残りの日数やチーム全体の技術力から、すべての目標を達成するのは不可能であるという結論に至ったため、一部の目標の達成を諦めることにした。11月の終わり頃には、チームメンバーがそれぞれ作り上げてきたメインワールドや鑑賞用ステージをすべてメインプロジェクトに実装する作業を行った。実装を行った際にゲームが正常に動かなくなる小さなバグが複数起きたのでそれを修正する作業も行った。

**12月** 始めの頃は11月の終わり頃と同様に細かいバグの修正をしていたのに加え、アイテムの配置やゲーム内のイベントの実装を行った。ゲーム制作が終わった後はここまで作り上げてきた成果物を紹介するためのウェブサイトを作成した。ウェブサイトにはプロジェクトの概要、チームメンバーが特に手掛けた3つの制作物、チームメンバーの活動内容、そしてこのプロジェクトの今後の課題をまとめ、さらに実際に成果物を操作して遊んでいる動画をグループ成果動画にアップロードした。

(※文責：坂見滯)

#### 4.4.3 山本隼

**8月** Unityのチュートリアルと実践的なゲーム開発で学習を行った。主に2D、3Dのゲームをチュートリアルに従い制作し、その機能の理解に時間をかけた。特に3Dでの制作が予定されていたため、ワールド制作のために必要なツールやキーボード操作に関する内容のスク립トを自作できるようにした。

**9月** 今後のゲーム開発についてのスケジュールを設定した後、役割分担と担当箇所に必要な技術の習得を行った。私の場合スク립トによるシステムの開発を担当することとなった。また、共同開発のためにGithubを利用するための準備を行なった。

**10月** UnityにてCを用いてスク립トを制作し実装した。はじめに移動機能と視点移動の方法を模索し実装に至った。どちらの機能に関してもVR上で行う場合と、VR実装前の実機上でテストをする場合とで方法が変わるため、まずは後者の条件でのシステムを開発した。そうすることでVRの実装がなされる前にも動かせるようにした。実機上での操作としては、マウスの座標を読み取り、そのベクトルの向きの変動を計算することと、その変動に合わせてカメラのRotationを同期させることで自在に視点を変動させることを可能とした。移動に関してはシンプルなもので、キーボードに割り当てられたキーを押した時にPlayerの位置が変動するという物を実装した。今回の移動方法としては絵画世界への没入感を重視しているため地面に沿っての移動とした。これはVR上での移動でも同様にする。他に絵画を好きな角度から鑑賞できる機能を実装した。絵画は通常、自分の所有物でない限り気軽に触ることはできず、展示に従った見方しか叶わない。そこで手にとって自由に鑑賞できる機能があるとよ



り面白いのではないかと考えた結果である。LeapMotion 実装前の段階では絵画への操作としてクリックした際に、マウスをドラックすることで絵画を回転させることができる。これらの機能の実装後、同じシステム担当である坂見に引き継ぎ、LeapMotion 開発の準備へと移った。LeapMotion の準備段階として Leap から提供されている LeapMotion Orion というライブラリと Unity Modules package のダウンロードと、利用するための学習を行った。

**11 月** 初めに、Unity Modules package にて用意されていた手の 3D モデルと Interaction Engine を利用することで Unity 空間と現実の手のインタラクションをより自然に表現した。今回 LeapMotion を利用する必要がある機能が 2 つある。1 つはアイテムの収集だ。アイテムはテスト段階では Player として設定されているオブジェクトがアイテムオブジェクトに触れるだけで取得が可能であった。しかし、VR では移手段を変更する予定であり、その場合では細かく移動することが困難なため、別の入手方法が必要だ。そこで、LeapMotion 上で掴むことで入手することとした。これは接触判定だけでなく物を掴んでいるかの判定に y 座標の判定と手の形状を取得することで判定できる。そうして、アイテムとして設定されているオブジェクトを入手することができるようにした。また、アイテムでないオブジェクトについても掴むことが可能なため、鑑賞モードでの絵画事態を掴んだり、絵画世界のオブジェクトを自由に触れることが可能になった。2 つ目は VR 上での移動方法だ。移動方式はテレポート方式を採用した。理由としては、VR を利用する際に注意する点である VR 酔いという現象の対策としてあげられている手法であるからだ。テレポート方式の概要は、Unity の機能である Raycast によってマーカーを任意の位置に生成し、手を握るというアクションをすることでそのマーカーの位置に移動するというものである。テレポートのシステムとして、手は物を掴んだりと他の操作でも利用するため、移動の際には左手として検出された物のみマーカーの設置、移動が可能によう設定した。手を握っているかの判定には Orion に用意されている Grab の検出を利用した。

**12 月** ポスター制作の内、グループ C の文章の制作を担当した。また、成果発表時には前半発表を担当し、質疑応答のメモと LeapMotion 関係の質問に対する解答担当として活動した。

(※文責：山本隼)

#### 4.4.4 石崎唯斗

私が担当したのは、ゲームのキャラクターのデザインとゲーム上で使用されるイラストの作成だった。キャラクターは主人公の男女二種類と「案内人」とよばれるプレイヤーの操作サポートとストーリーの進行に携わる役割を持ったキャラクターを作成した。なぜ、主人公を男女に分割したかというと、プレイヤーが好きな性別でゲームを遊べるようにするためである。今回作成するゲームは、RPG とよばれる部類で、更に絵画の世界観をもとにしたステージを探索していくので、冒険する画家をイメージしてデザインした。またイラストとは、ゲームクリア時に閲覧できるものを 3 パターン作成した。これは、ステージ内のアイテムの取得数によって迎えるエンディングが違っているため 3 パターン分のイラストを用意した。ツールに関しては、案内人は「VRoidStudio」という 3D キャラクター製作ツールを使用し、主人公のデザイン、及びクリア時の差分イラストは「CLIPSTUDIO」とよばれるペイントツールを使用した。大まか作業の手順は、まず初めにキャラ

クターごとの設定をゲーム演出者と話し、いくつかのパターンを出し合いながら、デザインを決定していった。3Dキャラクターに関しても同様な手順で作成した。主人公キャラクターのデザインと違う点は「VRoidStudio」側で用意されている素材をこちら側が自分達がイメージしたデザインに近づけるためにアレンジしていったことであった。エンディングに使用されるイラストはシナリオと同時並行しながらの作業だった。まず初めに、大まかなイメージを共有しあい、そのイメージに合うイラストを制作していき、ゲームの完成図が近づくに連れて少しずつ変更していき、イラストを3種類制作した。

**8月** 先ず初めに主人公キャラクターの制作について説明していく。制作したのは8月から9月の二ヶ月である。先ず、主人公の設定を夏季休暇に入る前に、班員で話し合い、それに即したデザインを制作した。今回はゲームが一人称視点なので、主人公キャラクターの3Dモデルは制作せず、立ち絵を二種類制作した。主人公のデザインの設定は、「売れない画家」でありかつ、「冒険者」である。そのイメージに合うように服装はどちらも歩きやすいように余計な装飾は避け動きやすい服装にした。髪型は歩いたり、走ったりするのに邪魔にならないようにどちらも短髪に整えた。また、画家というイメージに合うようにどちらにもベレー帽を被せ、また、スケッチブックや絵の具などの絵画セットを持たせるために、女性の方には、カバンを持たせ、男性の方にはリュックを持たせたデザインにした。キャラクターをデザインする上で気を付けた事は露出を避けたことである。特に女性は胸や脚の露出を控え目にした。さらに男女とも共通の衣装等ではなく、それぞれが独立したデザインにした。理由としては、画家という言葉から、一般の人々よりもより個性的にしなければならぬと考え、男女共通の要素はあるけれど、見た目はそれぞれがそれぞれの個性を主張するようなデザインにした。このように主人公のデザインは、個性的で、かつより冒険する時に邪魔にならないような機能性の2つを両立したようなデザインにした。

**9月** 男性キャラクターの本格的なデザインは9月からだった。実際は夏季休講に入る前の7月からデザインの作成を始めていたが、思うようなデザインができず、直ぐに行き詰ってしまい1ヶ月間のブランクを経て再開した。最初のデザインは、背が大きく大人過ぎて、元気な少年というイメージには当てはまらなかった。そのため、次のデザインは、背を低くし、立たせ、わんぱく少年のイメージに合うようなデザインにした。

**10月** 次に「案内人」のキャラクター制作について説明する。制作した期間は10月であり、設定に関しては、上記で述べた通りである。「案内人」に関しては、「ミステリアス」で、誰かに「幼い」雰囲気のあるようにデザインした。この理由は本来のゲームストーリーではこのキャラクターは主人公に助けられ、ゲームクリアという設定だったので、プレイヤーが「このキャラクターを助けてほしい」という気持ちにさせるようなデザインにした。またゲーム内でも3Dキャラクターとして使用される予定だったので「VRoidStudio」という3Dキャラクター制作ツールを使用し、このキャラクターを設計した。先程でも説明した通り、ツール側で用意されている素材をアレンジして作成した。主人公キャラクターのデザイン作成とは違い、一から始める必要がなかったが、自由に髪や服をアレンジすることが困難だったため、デザイン的大幅な変更があったが、無事に作成することができた。

**11月** 最後にクリア時の差分イラストに関して説明する。作成期間は、11月であり、設定は、その時はまだゲームのシナリオが完璧に決まっていなかったため、それと同時並行しながら制作した。当初の予定では、ステージ上のアイテムの数によって、表示されるイラストが変わるシステムで三段階作成した。一段階目は、アイテムをほとんど獲得していない状態で閲覧できるイラストで、プレイヤーに「これから自分の美術館を完成させよう」という、ゲームを何回も遊んでもらえるような気持ちにさせるような内容にした。二段階目のイラストは、アイテムを半分以上獲得した時に閲覧できるイラストになっている。内容は、「もう少しで自分だけの美術館が完成できるから頑張る」というプレイヤーを鼓舞するイラストにした。三段階目は、アイテムを全て、もしくはほとんど獲得した状態で閲覧できるイラストにした。内容は、「ゲームを遊んでくれてありがとう」というプレイヤーに感謝を伝えるイラストになっている。このようにパターン分けをすることで、ゲームプレイヤーのモチベーションをサポートするイラストを制作した。作成に関しては、ゲームの演出家と相談しながらイメージを共有しあい作成した。どのようなエンディングならプレイヤーは喜び、またゲームを遊んでくれるかという焦点で決め、それを体現するため、一枚ずつ丁寧に描いた。

(※文責：石崎唯斗)

#### 4.4.5 本間駿平

**8月** unity のチュートリアルで使い方を学習しながら、ゲームを作る体験をして、ゲームを作る準備をした。

**9月** 上旬では8月に行ったチュートリアルでつき方を学習しながら、準備を引き続き行った。下旬ではグループ全員で話し合い、ゲーム制作における役割分担を行い、ゲーム制作を開始した。Github Desktopなどのメンバーの制作物を共有するための開発環境をメンバー全員で設定した。自分の担当であるステージのオブジェクト作成のために Maya の勉強を始めた。

**10月** 引き続きオブジェクト制作の勉強をしながら、ゲーム制作のオブジェクト作りに取り組んだ。勉強内容としては、Maya 自体の使い方やポリゴンなどの基本など基礎知識を多めに学び、応用を覚えるときにすんなり理解できるような事柄を中心に勉強を行った。私が取り掛かったのは「神殿」である。題材とした絵をよく見て、特徴などを把握し、つたない技術ではあるがなるべく絵に近い「神殿」の作成を行った。神殿を作成するうえで、一目で見ても神殿とわかるような外観であり、本家の絵にも近づけようと意識した。また、絵からでは扉がある部分が見えなく、実際にあるのかわからなかったが、作者のほかの作品を見る限りだったので今回は神殿に扉をつけることにした。「神殿」の柱を製作するうえで、絵を見てみた様子だと下から上にかけて小さくなっているかつ、「ドーリス式」の柱であることがわかったのだが、柱に線を入れるのが間に合わなかった。勉強しつつ、わからないところを調べながら行ったため、進捗が遅くなってしまった。

**11月** 11月は引き続き、Maya で神殿の製作の続きを行った。神殿の大まかな部分は上旬あたりででき、中旬以降は細かい部分やデザイン、テクスチャの方に力を入れた。神殿製作の細かい

部分では屋根の装飾や正面の屋根のデザインに力を入れ、製作した。ここで10月にできなかった柱のデザインを行った。なるべく絵に近づけて作成したが自分の力不足により、作成できなかったデザインがあった。特に屋根のデザインに関しては、神殿特有の綿密なシンメトリーを意識し、左右対称にきれいに配置を行い、製作を行った。デザインでは、神殿に近づけるためなるべく絵を見てそれに近づけようとしたが、絵の内容が見づらい部分や反対側を見ることができない部分は実在する神殿から画像を持ってきて、多くの画像から吟味し、デザイン部分を作った。テクスチャの面でfbx変換の関係でテクスチャが使用できなくテクスチャの部分は3Dペイントを用いて扉や神殿の外観を画像を調べ、なるべく絵に近いものを探し選び、テクスチャを張り付けた。

**12月** 上旬では作品の仕上げ作業を行い、unityで自分の作ったオブジェクトを置いてもらうため、「.mb」では置くことができないと判明したためFbxのファイルに変換をし、ゲームのシステム制作をしていた坂見に送った。また、次のオブジェクトは時間の都合上作ることはできなかった。中旬以降は最終発表や期末提出物の作成を行った。最終発表では後半の質疑応答の役割を与えられ、従事した。期末提出物ではグループ報告書の作成に取り組んだ。

(※文責：本間駿平)

#### 4.4.6 土屋忠輝

**8月** Unityの操作を学ぶためにUnity 2019.4.10f1をダウンロードして3Dゲーム作成のためのチュートリアルを行い、簡単なゲームの制作を通して3Dゲーム制作について学習した。またYouTubeなどの動画で他者が制作の手順やアドバイスなどをしながらゲームを制作しているような解説動画を見たり、Unityユーザーマニュアルという解説サイト[1]を閲覧して、Unityの主要な操作についての学習を行った。

**9月** Unityでステージを作成するためのTerrain(地形)という機能を使って地形の凹凸の作り方やUnity-chanというUnity内で無料でダウンロードできるAssetで地形ステージを実際に操作することで行動できるようにして、きちんと上っていくことができる坂道の作り方などを学習して、Unityに存在する沢山の機能の中から、実際に絵画の世界を模した地形ステージを作るときに使えるような機能を使用しながら学習した。例えばUnityで坂道を作る際に、坂道の勾配が急な坂を作ると上ることが出来なかったり、坂の途中で止まると操作していないのに滑り落ちていくようになる。よってそれを気を付けながら作る必要があり、Unityに用意されているパッケージの中に方眼メモリを表示させるものがあったため、どの程度の勾配なら不具合が起きないのかを調べた。さらに後期のプロジェクト学習が開始したらグループメンバーが各々で制作する成果を共有するためにGitHub Desktopをインストールしてメンバー全員で使用方法や共有方法などGitHubの扱い方を学んだ。

**10月** UnityのTerrain(地形)という機能を用いて、絵画に描かれている地形を模したステージの作成に取り掛かった。Unity内に用意されているAssetを用いて地面を芝生で装飾したり、初めは真っ白であった地面を岩肌や砂地など自然の地形に見えるようにペイントを行った。今回

制作したステージのモデルはフリー素材として配布されていたトマス・コール作「タイタンの酒杯」(1833)を模したステージを作成した。この作品の地形を制作する際に、この絵画の地形の中に絵画の名前の通り、巨大なワイングラス型の地形が存在し、当初は Terrain の機能だけ使用して形を作ることができると考えていたため、プロジェクトで使用している Unity のデータとは別にデータを用意して、巨大なワイングラス型の地形を制作できるかいろいろと試してみたが、その結果ワイングラスで言う持ち手の部分は問題なく再現ができるけれど、その上の半球型のコップ部分がうまく制作できないという問題に直面した。よって Unity ではその地形を作ることが困難であったため SketchUp 2017 という 3D モデリングができる 3D デザインソフトウェアを使用してワイングラスの形を 3D モデリングで作成し、Unity にオブジェクトとして組み込むことで Unity 内の Terrain(地形) という機能だけでは制作することが難しい地形の制作を行った。

**11 月** 前月と同じように Unity を用いた地形ステージの制作を行い、グループメンバーに修正や改善についての意見を聞いて細かい修正を行った。そして地形ステージの制作を一通り終わらせた後、鑑賞モードのためのステージを SketchUp 2017 を使用して、美術館のように複数枚の絵画が展示されているような建物をモデリングして、Unity にオブジェクトとして組み込んだ。この時に使用した絵画はフリー素材として配布されており、前期の活動においてグループメンバー全員でゲームのステージとして使用できそうな絵画として候補にあげられた絵画を使用した。

**12 月** 成果発表会のときには、後半の発表組として参加してグループ C にくる質問に対して回答する係となり、後半の発表時に私たちのグループに対してどのような質問が来たのかをメモしておく係を担った。そしてグループ報告書の作成に速やかには入れるよう中間報告書と昨年度の構成を参考に章構成を行うとともに、グループ報告書の執筆にとりかかった。

**1 月** グループ報告書の執筆と学習ポートフォリオ、学習フィードバックなど期末提出物の作成を行った。

(※文責：土屋忠輝)

## 第5章 結果

我々は前期、後期通してプロジェクト学習において、以下のような成果と評価を得ることができた。

### 5.1 前期活動の成果

前期では、VR 美術館の探訪や展示物の知識を収集した後、各グループに分かれ成果物と目標を定めた。活動内容としては以下のとおりである。

- 展示についての調査
- VR 美術館の探索
- 利用するソフトウェアの厳選
- パブリックフリーの絵画の厳選
- ストーリー設定の構築

グループ C の成果物は V 絵画世界を再現しその世界を体験できる VR ゲームの制作と Wireality による触覚フィードバックの制作と定めた。目標は、美術初心者でも絵画に興味を持ち、絵画の世界観を楽しみながら学ぶことができ、さらに触覚フィードバックを用いて、より現実的に「絵画の世界観に浸る」ことの本当の楽しさを知ってもらえるようなゲームの開発とした。その後、制作にあたり必要になる技術を選定し、結果としてゲームエンジンである Unity を利用することと決め、その学習に移った。

(※文責：山本隼)

### 5.2 中間発表

#### 5.2.1 中間発表全体の評価

中間発表では事前に公開したポスターと映像、ウェブサイトを閲覧してもらった後、Zoom にてスライド発表、質疑応答を行った。オンラインでの発表で時間も 1 ターン 15 分と限られていたため必要な情報をできる限り事前に公開し発表中に長く質疑応答の時間を取れるよう構成した。以下、中間発表の結果 (図 7.1) と、頂いたコメントの列挙である。なお、評価人数は 39 人であった。

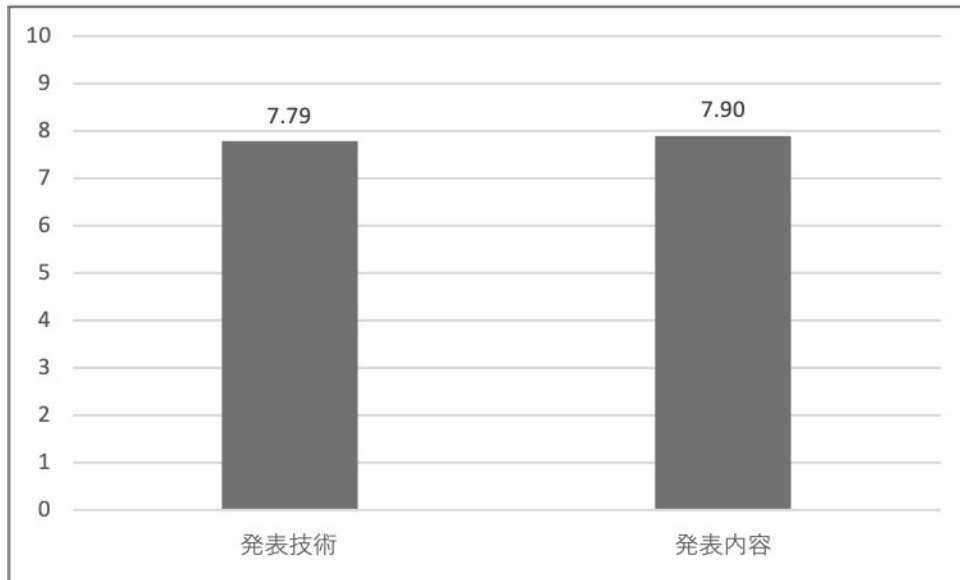


図 7.1 : 発表に対する評価

#### 発表技術に関するコメント

- 全体的に抽象的な部分が多く、やりたいことはわかるのですが、具体的な部分が少なかったのでイメージがしづらいと思いました。
- スライドの情報量が多すぎず分かりやすかった。アニメーションも用いるとなおよいと思った。
- ポスター・Web 共に文章が主なので、もう少し図などが欲しかったです。質疑応答での概要説明が一人で色々と辛そうだったので、複数人で分担したらよいと思いました。

#### 発表内容に関するコメント

- 絵画のピースを集めてパズルをするという行為を、絵画に興味がない人は面倒に感じてしまうと思った。一番最初の段階で少しでも絵画に興味を持ってもらえるような工夫が必要だと感じた。
- 絵画の世界に入りやすくなるよう VR 技術を選んだアイデアがとてもいいと思います。
- 作品の世界観に浸れると思うけど VR でやるこだわりが説明からだと伝わりにくかったです。

#### 5.2.2 評価から分かったこと

発表技術についての平均評価点が 7.79、発表内容についての 7.90 と両方ともに高評価に見える。しかし、コメントについてはポジティブな意見とネガティブな意見が半々ほどであった。発表技術については、質疑応答の時間を多く取るために説明時間を短縮したが、その分スライドの内容が抽象的な部分が多く、混乱を招いてしまった。ポスター等の資料については好評が多かったが、図

をもう少し増やしたほうが良いとの意見が多かった。発表手順がスムーズであったとの意見が多くその点がこの評価へと繋がったと思われる。発表内容については、目標達成のためにパズルと VR を利用する内容であったが、この内容に対しては賛否両論あり意見が分かれた。VR やパズルを利用するリファレンスをより多く、わかりやすく用意するべきであったと思われる。しかし、ネガティブな意見に関しても今後良いものになる可能性は十分にあるとの意見が多かった。最終発表に向けて今回の意見を取り入れ、より良い評価を得られるよう努力する。

(※文責：山本隼)

### 5.3 後期活動における成果

後期は Unity を用いて絵画の世界を探索する VR ゲームの実現及び Wireality の作成とゲームの連携を目指し活動を行った。初めに制作する VR ゲームの内容の詳細に関しての話し合いを行った。話し合いの結果、絵画を再現した世界の中でパズルのピースを集めて、集めたパズルを完成させるというゲームを作成することが決まった。ステージ数は1つ完成させることを目標に、時間に余裕があればステージを追加していくという形で開発を進めることとした。また、ステージのモチーフにする絵画の選出に関しては、各々が著作権フリーの絵画を持ち寄り、全員で投票を行うという方式で選出した。結果、3ステージ分の絵画が候補として残ったが、上記の通りまずは1ステージの完成を目指すという方針であったため、メンバーからの人気が高かったトーマス・コールの「タイタンの酒杯」をモチーフとしたステージから作成することとなった。作成に当たって、絵画をモチーフにしたステージの作成2人、ゲーム内のシステム開発2人、プレイヤーなどのキャラクターデザイン1人、Wireality の作成1人という役割分担をし活動を始めた。それぞれの活動内容は以下のとおりである。

#### ステージ作成

- トーマス・コールの「タイタンの酒杯」をモチーフとしたステージの作成。
- 全体の地形の作成と建造物などの3Dモデルの作成。

#### ゲーム内システム開発

- パズルのピースなどの収集物の取得、パズル合わせのシステムの作成。
- プレイヤーの移動系のシステムの作成。
- VR ヘッドマウントディスプレイや LeapMotion に関わるシステムの作成。

#### キャラクターデザイン

- プレイヤーキャラクターとプレイヤーの案内役のキャラクターのデザイン及び3Dモデルの作成。
- ゲーム内で使用する1枚絵の作成。

#### Wireality の作成

- Wireality のプリント用3Dモデルや回路の作成。



- Wireality と PC の通信用のシステムの作成。

これらの活動をこなし、最終的に VR の実装はできなかったものの、予定していた 1 ステージの完成、Wireality の完成及び PC からの制御、LeapMotion を用いた操作をそれぞれ完了させることができた。

(※文責：佐藤拓実)

## 5.4 最終成果発表会

### 5.4.1 最終成果発表会の評価

最終成果発表は事前に公開したポスターと映像、ウェブサイトを開覧してもらった後、Zoom にて質疑応答を行い、質問の出ない間にスライド発表を行うという形で行った。1 ターム 15 分の質疑応答を計 6 回という形だったので、時間を有効に使えるよう質疑応答を優先しスライド発表は時間があればという方式とした。以下、最終成果発表の結果と、頂いたコメントの列挙である。なお評価人数は 37 人であった。

#### 発表技術に関するコメント

- ウェブサイトを作っていてすごいと思いました。グループ C 班の制作物はとても面白そうなのに、動画が見にくかったのが残念でした。
- 図を使って説明してくれているので内容がわかりやすかったです。
- プロジェクト紹介のページ構成が見やすかった。ポスターは成果物が見やすくなっているが文字が多いと感じた。

#### 発表内容に関するコメント

- 全部の班の制作物のクオリティが高く驚きました。使用してみたくなりました。
- IT 技術とミュージアム要素をうまく融合できているのがすごい。グループ c の絵の世界を冒険することができるゲームやってみたいと思いました。
- とてもクオリティの高い制作物だと思いました。ただ Web ページの課題欄を見ると GroupA や GroupC にラグや実装に関わる何らかのバグがあるようなので、少し計画性に不安を感じ点数を抑えて 7 点にしました。

### 5.4.2 評価から分かったこと

評価点に関しては、発表技術の評価点が 7.89 点、発表内容の評価点が 8.08 点とそれなりに高評価となっている。コメントでは、全体的に良い評価のコメントが多かったが、細かい部分に関しての悪い評価が少なからずあった。発表技術については、中間の評価を反映し Web サイト内で図表を多く入れたことが良い評価につながったと考えられる。しかし、ポスターなどの文字数が多く、少し読みにくいといった評価が数件あった。これは、中間の評価時に抽象的な表現が多いという評価があったため、それに対策しすぎた結果だと考えられる。また、動画があることに関してはよい

評価がされていたが、動画内容が分かりにくかったという評価も少しばかりあった。これらから、全体としておおむね高評価だが、一部は低評価ということが7.89という点数になったと理由と考えられる。発表内容については、VRが実装できなかった点やWirealityの不安定さなどの部分に対して悪い評価がついてしまっているが、実際に体験してみたいという評価が多くおおむね好評となっている。動画などで実物が動作している様子や、触覚フィードバックという目新しい技術が興味を引いた結果がこの評価につながったと考えられる。総合的な結果としては、発表技術及び発表内容はどちらもおおむねよかったものと考えられる。今回の反省点としては、指摘のあった通りポスターの文字数をもう少し減らすことや、動画のレイアウトや説明の内容を分かりやすくするよう気を付けることなどが挙げられる。

(※文責：佐藤拓実)

## 第6章 今後の課題と展望

### 6.1 課題

前期のプロジェクトでは、以下の課題が残った。

- 絵画の世界観をステージに盛り込むアイデアが具体化していない: これには題材になる絵画の観察と試行錯誤をしていく必要がある。
- 新技術である Wireality の制作が困難: これは習得済みの技術ではないので、論文の熟読と速い段階で制作への取り組みをしていかなければならない。また、もしできなかった時の対応もしていかなければならない。
- 複数マップの制作: Unity 上で 3D オブジェクトを作成するには時間的コストが高いため複数の制作は困難と予想される。

後期プロジェクトでは、以下の課題が残った。

- VR の実装: 開発が遅れた結果、VR を成果物に実装できなかった。
- Wireality の安定化: 実際に動作するレベルまでの目標は達成したものの、実際に扱うとなると現状では安定性に欠けている。
- LeapMotion の安定化: カメラでの読み取りが不安定であり、手を正面にまっすぐ伸ばした際の手の形状が判定が難しく、形状の予測は可能であるが現状不安定である。
- シェイダーや空の描写の強化: シェイダーや空の表現をよりリアルにすることが可能。これにより没入感が高まる。
- 細かい自然オブジェクトの追加と軽量化: 草や木などの自然を再現するオブジェクトの追加。また、VR 上ではポリゴンの削減による軽量化が必須。

(※文責: 山本隼)

### 6.2 個人の課題

#### 6.2.1 佐藤拓実

Wireality の制作と Wireality 関連のプログラミングを担当した。今回制作した Wireality では、現状長期間動作できるだけの安定性がないことや、本体の耐久性の問題が残っている。今後の課題としては、各種機構の見直しや材料の選定をやり直すなどをし、全体の安定性の向上である。具体的な内容としては、巻き取り機構に使用している輪ゴムがすぐに切れてしまうという問題では、Wireality の論文にあった設計に戻しゼンマイばねを利用する。ワイヤーが絡まり巻き取りができなくなる、パーツの接着部分がはがれワイヤーが絡まるという問題では、ワイヤーの巻き取り位置や周囲のパーツとの間隔の調整などで対応する予定である。自身の活動としての課題は、コミュニケーションと計画の不足が挙げられる。コミュニケーションの不足としては話し合いや情報の共有をうまくできていなかったという点である。話し合いの場自体はいくらか設けられていたがあまり

積極的に参加できず、結果として他メンバーとの認識に差が出るなどがあった。情報の共有不足は、単独での作業が多く自身の進捗や作業内容などがほとんど共有できなかったという点が反省点となっている。技術関係の情報もあまり共有出来ておらず、特に Git に関する情報の共有がうまくできなかったことが最も悪かった点であると考えられる。結果としてメンバー全員が Git に関する知識が不足した状態でプロジェクトを進めることとなってしまったため、結果として進捗情報などの共有がうまくできないという状況となった。計画の不足という点では、現状の時世を考慮したスケジュールリングができていなかったということが言える。計画としてはある程度余裕があると思っていた期間も、実際に作業ができる時間が多くなかったためほとんどテストをしない机上のみでの設計が大半になってしまった。また、Unity の学習を行う段階では他メンバーに教える立場にあったが、教えるにあたっての計画を一切立てずに行ってしまったため、全体の理解度が中途半端なまま Unity での本開発に移行してしまうなどがあった。これに関しては、全員の理解度を確認しながら進めることや、それぞれの理解度を確認しながらでも余裕のあるスケジュールリングが必要であったと考えられる。これらを踏まえて今後は、計画や技術に関する情報の積極的な共有や、制作のテストはその後の調整にかかる時間も考慮して早く始めることや、実際に作業ができるタイミングがどれだけあるかを事前に問い合わせておくなど積極性を持って行動することや迅速な行動を心がけて作業などをしていきたい。

(※文責：佐藤拓実)

### 6.2.2 坂見澤

私は主に VR の実装とシナリオ制作、そしてゲームのプログラミングを主に担当したが、開発するにあたって VR の実装に時間がかかってしまい、結局 VR を実装できずに時間を浪費してしまった。それに伴い他の制作にも支障をきたしてしまい、ゲーム bgm や SE の制作を断念し、企画の大幅な修正を行うことになってしまった。今後このようなプロジェクトを企画することになった場合は同じ過ちを犯さないように余裕を持ったスケジュールを立てていきたいと考えている。具体例としては企画する際に無理のある目標を立てないことが挙げられる。また、今回のプロジェクトを成功させるために Unity を扱ってきたが、Unity のすべての機能や知識を得ることができなかったため、当初の予定とは一部異なる成果物となってしまった。これから課題や問題が起こった時に柔軟な対処ができるように引き続き Unity の勉強を行っていこうと考えている。活動としての課題はプロジェクトメンバーとの情報の共有があまりうまくいかなかったことが挙げられる。話し合いの時間は何度か設けられたが、その時点でははっきりとした回答を得られることができず曖昧な回答になってしまった。そのため曖昧な部分を各自で判断してしまい、プロジェクトメンバーとの認識に差ができてしまった。このことを踏まえて今後情報共有を行う際には曖昧な回答を極力抑え、プロジェクトメンバー全員が同じ認識で企画を進められるようにしていきたいと考えている。

(※文責：坂見澤)

### 6.2.3 山本隼

ゲームシステムのプログラミングと LeapMotion の実装、開発を主に担当した。今後の課題としては LeapMotion にて精密な動作を可能とすることである。現状では一部動作が不安定となる場合があり、原因としては手の可動域、LeapMotion のカメラの設置位置などが挙げられる。この課題解決には専用の LeapMotion を固定する器具が必要である。また、操作性についても問題がある。

VRが実装できなかったためマウス、LeapMotionとWirealityを装着した手の2つの操作が重なってしまい自由に操作ができないという状態となっている。この解決方法として、LeapMotionを用いた視点移動の実装をすることでマウスを削減することである。

(※文責：山本隼)

#### 6.2.4 石崎唯斗

私は、今年度のプロジェクト学習を通して、成長ができたこととできなかったこと、改善していきたいと思ったことがあった。初めに改善していきたいことを説明する。私はグループCのリーダーという役職をさせていただいたが、それを十分に果たせなかったと思っている。その理由として、ゲーム制作の進行の遅れがあったことである。グループCでは、まず初めに役割を決めてそれを各々がスケジュールとプランを組み作業していく、つまり個人作業の形をとった。しかし、グループリーダーとして各個人の進捗状況をあまり確認してこなかった。あまり頻に聞いていると焦ってしまい、よい仕事ができないと思い、やってこなかったが、時間があまりなかった時期だったので、適度に進捗状況を聞いていき、問題を個人で抱えず班員で共有していけば、今よりも更に良い制作物ができた可能性があった。その例として、本来、このゲームは「VR」を組み込む予定だったが、設定段階で、VRゴーグルを使用できるパソコンが限られてしまい、結果として、VRの設定とそれをゲームに組み込む作業を1人に任せてしまう形になってしまった。結局、私はその人に任せきりにしてしまい、結果、残念ながらVRの導入を諦めることになった。もし、私が定期的に進捗状況を確認していれば、作業の手助けができたかもしれないと私は後悔した。今年度は新型コロナウイルスによってほとんどがzoomでのやり取りだったので私のようなコミュニケーションが苦手な人は、とても苦労した。しかし、私はグループリーダーという班をまとめる役目だったので、それに甘えず、しっかり役割を果たしたかった。次にこのような役を与えてくださったら、この経験を生かして、グループリーダーの役目を果たしたいと思った。このように実力不足の私だったが、班員全員が積極的に協力してくれて、何とか今年度のプロジェクト学習を乗り越えられた。次にできなかったことは、教員と班員間とのコミュニケーションだ。今年度のプロジェクト学習は新型コロナウイルスの影響により、前期と後期はほとんどがzoomを通しての作業だった。そのため、メンバー全員と担当教員の顔と名前が一致しないという状況であった。何よりも大変だったのが、互いの進捗状況の確認がしづらく、zoomを通して行うことで、もどかしさを感じてしまい、報告や連絡が滞ってしまったことが多発した。よってメンバーと担当教員方とのコミュニケーションが十分に構築することができなかったと感じた。プロジェクト学習は4年の時に行われる卒業研究のための予行演習であると私は認識していたので、この講義を通して、私の力不足を改めて痛感した。特にメンバーと担当教育方とのコミュニケーションが十分に構築することができなかったと感じた。直接話しができない状況でも自分が伝えたいことをしっかりと伝え、また、相手の意図を読み取る能力を十分に養っていきたく強く感じ、これからもその力を身につけるために精進していきたいと感じた。最後に成長できたことを説明する。今回、私はゲームのキャラクターのデザイン等を担当した。今まで、個人の趣味程度でしかイラストを描いてきていなかったのも、私にとっては良い経験になった。特に設定が決められて、それに従って描く行為自体が新鮮で、最初の頃は不自由さを感じていたが、設定が予め決められており、自分で0から考える必要がなかったのも、結果として、楽しく描くことができた。また、男性のキャラクターも初めて描かせていただいた。これは最後までデザインに苦労した。特に服装と髪型が男性らしさを出すのが一番困難だった。結果としてはどうか形にはなったが、もっと個性豊かに描きたかった。他にもゲームに使用されるイラストも描か

せていただき、違う分野のイラストを本プロジェクトで描くことができ、本当に楽しく、少しだけ成長できたと思う。残念ながら都合によりキャラクターとイラストは使うことができなかったが、本当に良い経験ができた。何よりも他者のために描くイラストは個人で描くイラストとは別の楽しさと苦労があり、それを学ぶことができた。今年のプロジェクトは、苦労や苦痛もあったがそれ以上に成長ができ、結果、楽しく行えたと思った。

(※文責：石崎唯斗)

### 6.2.5 本間駿平

ゲーム内で使用する絵画の地形ステージに置くオブジェクトの作成を主に担当した。今後の課題としては、私の中では四つあります。まず一つ目は Maya の機能の中ですべてを生かすことができなかった点です。自分が勉強を始めたのが遅いということもあり、もっと簡単に作成ができたり、便利なツールを覚えるだけで今より作業効率を格段に上げることができたのではないかと思います。これから仕事でも趣味のどちらかで 3 DCG を触りたいと考えており、そのために Maya や Blender などの 3 DCG を作成することのできるソフトウェアを完璧に使いこなすことができるように勉強をしていきたいと考えております。テクスチャについても Maya にこだわらず、他の専用のデザインソフトを学ぶことによって、作品自体のクオリティも上がるが見込めるので、Maya をマスターしつつ、他のソフトウェアを学んでいきたいと考えております。また、このプロジェクトの続きを作成する機会があるのならば、同じ工期でも今回作ったオブジェクトより高クオリティなオブジェクトを作り、いろんなバリエーションや多くのオブジェクトを作れるようにしておくことが一つ目の課題であると思っております。二つ目は、今回のゲーム制作でメンバーがキャラクターを作成していたのでそのキャラクターを動かすためのアニメーションを学んでおくという点です。自分の力不足でオブジェクトしか関わることができず、キャラクターのアニメーションに携わることができなかった。Maya にも Blender にも 3 DCG を動かすアニメーションがあるので今後、NPC や生き物を作る機会があるのであれば、アニメーションを自分で作り、作品のクオリティをあげることが二つ目の課題であると思っております。生き物に限らず、SF などでは建物やオブジェクトを動かすことにもアニメーションが必須であることから学んでいくことが非常に重要であると考えております。また、一つ目の課題と被りますが自分の仕事や趣味で 3 DCG に触れていきたいと考えており、アニメーションを作成できることによって自分の満足できる作品を作ることができたらと考えております。三つめは自分の力不足でオブジェクトしか触ることができず、地形（ステージ）を土屋一人に任せてしまったことです。Maya で製作できるものはオブジェクトやキャラクターだけでなくステージ自体の作成も手伝いができるのですが自分の力不足で手伝えることができなかった点が三つめの課題であると考えております。今回はステージの作成について勉強はできておらず、とりあえず自分の担当であるオブジェクトを最低限完成させることしかできませんでした。実際の仕事でも背景を専門としている CG デザイナーがいるため、Maya でも立派な地形（ステージ）を制作できると考えております。もし今後、作成する機会があるのであれば、ステージの作成にも携わっていききたいと考えております。四つ目は Maya の 3 DCG のソフトウェアだけでなく Unity も学んでいくという点である。Unity も自分で使えるようになることによって、Maya7 でステージを全部作成するのではなく Unity でステージを作り、Maya でステージの手伝いやオブジェクトで彩ることができると考えております。今回は Maya でかつオブジェクトだけを集中してやらせていただいたが自分で一から作るためには Unity も使えるようにしておかないといけなと感じました。また Unity が使えることによってゲームを作る場合であれば、ゲームシステムにも携わることが

き、いろんな観点からプロジェクト制作を見ていけるのではないかと考えております。自分の課題のまとめとしては Maya の機能をあまり理解できておらず付け焼き刃の状態で作成に取り掛かってしまったことで「神殿」はできたが自分の中で満足はいておらず、客観的に見ても最低限のクオリティであったと感じております。Maya 以外のソフトウェアにも触れていながら、今回の経験と三つの課題を忘れず、今後の製作活動に活かしていきたいと考えております。

(※文責：本間駿平)

#### 6.2.6 土屋忠輝

ゲームエンジンソフトの Unity と 3D モデリングソフトの SketchUp を用いてゲーム内のステージ制作に関する作業を行い、主に絵画の地形ステージの制作、地形として使用するウィングラス型オブジェクトの制作、鑑賞用ステージの制作を担当した。私自身のプロジェクト制作物に関する今後の課題は3つある。1つ目は、Unity の Asset やパッケージを用いて完成度の高いステージとオブジェクトの制作を行い、もっと絵画の世界観に浸ることができたと感じることのできるステージを制作することである。現段階の絵画の地形ステージでは、空の表現はほぼ単色の青の空が広がり、地平線のほうを見ると青から白っぽく変化していくグラデーションになっているだけであり、大地に関しては Unity 内の無料の Asset を用いた地面の色彩を変化させて、草原を想定した黄緑色っぽいデザインを地面にペイントして、草の Asset を用いて草を生やして草原にしたり、砂利の地面を想定して白地に茶色や黒っぽい斑点が描かれているようなデザインを地面にペイントするなど、地面の装飾だけしていった状態となっている。絵画の中ではより複雑な色彩をした地面が多く存在していたため、ただ草原っぽい黄緑色の地面にして草を生やしたり、砂利っぽい地面にしたりするだけでは絵画の中の空や大地を再現しているとは言えないと考えられる。この問題を解決するには Unity 内の Skybox という機能を使用することで、山と空が遠くまで広がっているように表現することが可能となり、雲を表現や空の色彩を変えたり、地平線のほうまで広がる大地を表示させることが可能となると考えられる。また大地の色彩も同じように Unity 内の Asset の中でもう少し色合いがあったものを探すか、希望に合う Asset を自分で制作して使用することで完成度を高くすることが可能であると考えられる。2つ目は、地形ステージに使用したウィングラス型オブジェクトに取り掛かる時期が遅くなってしまい制作期間が短くなってしまったために完成度が低くなってしまったことである。そのままオブジェクトとして Unity 内に組み込んだところ、Unity で大きさの変化や設置位置を変えることができるが、形や Terrain として Asset などを用いた装飾をするなどの細かい編集ができなくなってしまった。この問題の解決方法としては、もっと余裕のある計画を立て、全ての工程に取り掛かる時間を十分に取れるように作業を進めるか、オブジェクトを Terrain(地形)のデータとして制作することができれば解決すると考えられる。最後に鑑賞用モードで使用するステージの制作に関して、メンバー間での情報の共有ができていなかったため、鑑賞ステージの制作ができていなかったことが期限ぎりぎりまで判明して、成果発表で使用する動画を撮るために、完成してほしい締め切り直前で2日ほどの期間しかかけられなかったため、簡素なものになってしまったことである。この問題を解決するためには、メンバー間でどこまで終了したかといった進捗の報告やこれをやってほしいなど、情報の共有をもう少し綿密に行うことや、2つ目の課題と同じように余裕のある計画を立てることがあげられる。特にどのようなプロジェクトでも進捗の報告などのコミュニケーションを共同制作者ときちんとすること、及び余裕を持った企画、計画を立てることが大事になると考えられるため、今後同じように複数人による共同作業などの機会が訪れた際に、気を付けて制作を進めていくことを心掛けようと考えている。

(※文責：土屋忠輝)

### 6.3 展望

今後の展望として、完全な形で成果物を楽しんでもらうのは困難であると考えられる。現状このゲームを遊ぶには LeapMotion と WindowsOS の PC、Wireality が必要であるからだ。前述の二つは問題がないものの、Wireality に関しては流通していないため公開したとしても最大限に楽しめないと考えられる。しかし、Wireality がなくとも絵画の世界を鑑賞することは可能だ。なぜなら、Wireality の触覚フィードバックはゲーム内とは関係なく独立しているため装置がなくとも動作自体は可能であるからだ。もし公開する際には Wireality はない状態となるだろう。また、今回制作したデスクトップ型ミュージアムという形式は今後も一つの展示方法として他の展示方法と共存できると考えられる。今回のゲームを例に出すと、美術館で絵画を鑑賞した後、興味を持った絵画世界をゲームで楽しむ。その逆も可能であり、相互作用が期待できる。これに加え、プレイをしていた際には目標であった新しい絵画の楽しみ方というものにはわかっていただけなのではないかと思う。

(※文責：山本隼)



## 参考文献

[1]Unity ユーザーマニュアル ( 最終閲覧日 : 2021/1/6 )

<https://docs.unity3d.com/ja/2018.3/Manual/UnityManual.html>

Wireality 論文 ( 最終閲覧日 : 2021/1/8 )

<https://cathy-fang.com/project/wireality.html>