

公立はこだて未来大学 2024 年度システム情報科学実習

グループ報告書

FutureUniversityHakodate2024SystemsInformationSciencePractice

GroupReport

プロジェクト名

メタバース・DE・アバター

ProjectName

METAVERSEDEAVATER

グループ名

時空間班, 感情班, 国際班, メタバース班, AI班, 3DCG班

GroupName

Space-TimeGroup, EmotionGroup, InternationalGroup, MetaverseGroup, AIGroup,

3DCGGroup

プロジェクト番号/ProjectNo.

15

プロジェクトリーダー/ProjectLeader

竹谷環枢 TakeyaWataru

グループリーダー/GroupLeader

樋口侑紀 HiguchiYuuki

虻川洸也 AbukawaKouya

白谷太誠 ShiroyaTaisei

天路流歌 AmajiRuka

掛川倫羽 KakegawaTomoha

坂本光太郎 SakamotoKotaro

#### **グループメンバー/GroupMember**

奥苑雄也 OkuzonoYuya

大澤崇貴 OsawaSouki

小野武汰 OnoMuta

加賀奏汰 KagaSota

神大河 JinTaiga

#### **指導教員**

角薫 DominicBagenda 元木環

#### **Advisor**

SumiKaoruDominicBagendaMotokiTamaki

#### **提出日**

2025年1月21日

**DateofSubmission**

January 21, 2025

## 概要

昨年度から発足したプロジェクトである、「メタバース・DE・アバター」。本プロジェクトではメタバースとアバター、そして人工知能(AI)が人間のコミュニケーションに及ぼす影響について探究する。本プロジェクトは独自のメタバースとアバター、人工知能(AI)を1から開発し、その性質を深く理解し考察を試みることを行った。今年度では、昨年度のプロジェクトを更に発展させ、人と人工知能(AI)が一緒にコミュニケーションすることで何が起こるか、何ができるかについて探求する。また、昨年度のプロジェクトの成果物を発展させ、「時空間を超える」「感情を伝える」「国際連携への応用」について検討する。

**キーワード** 人工知能, アバター, コミュニケーション, 時空間を超える,

感情を伝える, 国際連携への応用

(※文責: 坂本光太郎)

## Abstract

“Metaverse DE Avatar” is a project launched last year. This project explores the influence of metaverse, avatar, and artificial intelligence (AI) on human communication. This project has developed its own metaverse, avatar, and artificial intelligence (AI) from scratch, and has attempted to gain a deeper understanding and consideration of their properties. This year, we will further develop last year's project and explore what happens and what can be done when people and artificial intelligence (AI) communicate together. In addition, we will expand on the deliverables of last year's project and consider “transcending space-time, “conveying emotions, ” and “application to international collaboration”.

Keyword: artificial intelligence, avatar, communication, transcending space-time,  
conveying emotions, application to international collaboration

(\*文責: Sakamoto Kotaro)

|                                |          |
|--------------------------------|----------|
| <b>第1章 はじめに</b>                | <b>1</b> |
| 1.1 本プロジェクトの目的                 | 1        |
| 1.2 全体のデザインプロセス                | 1        |
| <b>第2章 関連研究</b>                | <b>3</b> |
| 2.1 昨年度のプロジェクト                 | 3        |
| 2.2 本年度のプロジェクト                 | 3        |
| 2.2.1 本プロジェクトに必要なスキル           | 3        |
| 2.2.2 本プロジェクトに関連性が高い本学の専門科目    | 4        |
| <b>第3章 プロジェクト学習の目標</b>         | <b>6</b> |
| 3.1 ユーザに提供する体験と成果物によってもたらしたいもの | 6        |
| 3.2 応用班について                    | 7        |
| 3.2.1 時空間班                     | 7        |
| 3.2.2 感情班                      | 8        |
| 3.2.3 国際班                      | 9        |
| 3.3 技術班について                    | 9        |
| 3.3.1 メタバース班                   | 9        |
| 3.3.2 AI班                      | 10       |
| 3.3.3 3DCG班                    | 10       |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>第4章 目的を達成するための手法, 手段</b> | <b>12</b> |
| 4.1 メタバーズ班                  | 12        |
| 4.1.1 本プロジェクトにおけるメタバーズ班の役割  | 12        |
| 4.1.2 メタバーズ班の活動方法           | 12        |
| 4.1.3 使用するソフトの学習方針          | 13        |
| 4.1.4 課題の選定                 | 13        |
| 4.1.5 3DCG 班や AI 班との連携      | 14        |
| 4.1.6 使用したソフトや技術など          | 15        |
| 4.1.7 開発したシステムの内容           | 16        |
| 4.1.8 オブジェクト調整や配置について       | 28        |
| 4.2 AI 班                    | 31        |
| 4.3 3DCG 班                  | 39        |
| <b>第5章 結果</b>               | <b>82</b> |
| 5.1 メタバーズ班                  | 82        |
| 5.2 AI 班                    | 83        |

|                     |            |
|---------------------|------------|
| 5.3 3DCG 班          | 84         |
| 5.4 ユーザの体験          | 85         |
| 5.4.1 移動方法とインタラクション | 85         |
| 5.4.2 エジプト          | 88         |
| 5.4.3 京都            | 94         |
| 5.4.4 オーストラリア       | 96         |
| <b>第 6 章 考察</b>     | <b>97</b>  |
| 6.1 赤川小学校訪問授業       | 97         |
| 6.1.1 概要            | 97         |
| 6.1.2 評価            | 101        |
| 6.2 成果発表            | 102        |
| 6.2.1 概要            | 102        |
| 6.2.2 評価            | 103        |
| <b>第 7 章 参考文献</b>   | <b>105</b> |
| 7.1 メタバース班          | 105        |

# METAVVERSE DE AVATAR

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 7.2 AI 班.....   | 108 |
| 7.3 3DCG 班..... | 109 |

## 第 1 章 はじめに

### 1.1 本プロジェクトの目的

2000 年という大きな転換期に入り，メタバースの先駆けともいえる 3 次元仮想空間「SecondLife」は 2003 年にリリースされ，日本でも 2006 年ごろにブームとなった．メタバースの 1 部を取り入れられているアメリカのゲーム会社 EpicGames「フォートナイト」は日本で爆発的な人気を集めるものとなった．本プロジェクトでは，そんなメタバースと人間の代わりとして世界に飛び込むアバター，そして，人間と人間はもちろん，人間と人工知能がメタバースでコミュニケーションを通じて何が起き，何を得られるのかについて探究することを目的としている．

(※文責：坂本光太郎)

### 1.2 全体のデザインプロセス

プロジェクトメンバーを，応用班(成果物によるチーム)と技術班(スキルによるチーム)に分けた．応用班は，時空間班，感情班，国際班の 3 つの班，技術班は，メタバース班，AI 班，3DCG 班の 3 つの班で構成されている．各班でブレインストーミングを行い，メタバースの世界観や各班の制作物案を出した(図 1)．

次に，昨年度の本プロジェクトに所属していた先輩方と勉強会を行い，制作に用いるソフトウェアの使用方法について学習した．

## METAVVERSE DE AVATAR

続いて、台湾静宜大学との交流会と中間発表までの制作スケジュールを立て、それらに基づいて制作を進めた。

同時進行でロゴ制作、ポスター作、発表スライド制作、デモンストレーション動画の制作を行った。7月の中間発表終了後、11月に赤川小学校にて、AIに関する訪問授業を実施し、12月に大学内で成果発表を行った。

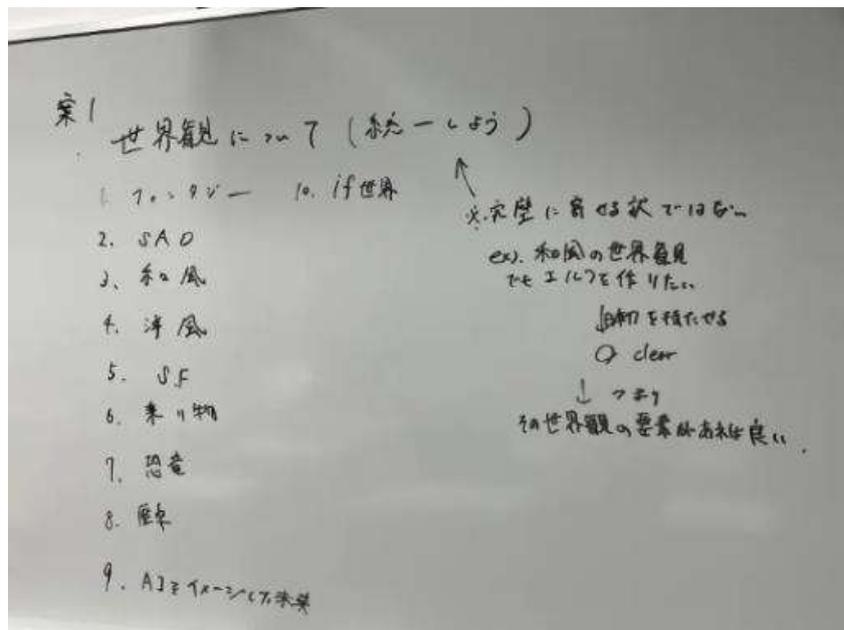


図1 メタバースの世界観案

第3章で後述するが、今年度の本プロジェクトでは世界観をエジプト、京都、オーストラリアの3つの地域に決定した。

(※文責: 竹谷環枢)

## 第 2 章 関連研究

### 2.1 昨年度のプロジェクト

昨年度のプロジェクトでは、人と人工知能の共生を目標として、アバターを介した人間同士や人間と AI とのコミュニケーションのためのメタバースを 2 つ構築し、人間と AI が区別なく交流できる未来を探究した。また、対話型 AI とメタバースという 2 つの技術に着目し、人と AI がコミュニケーションを取る事でどのような反応が起きるか、現代社会で人と AI が共生していくには何ができるかを模索した。

(※文責: 竹谷環枢)

#### 2.2.1 本年度のプロジェクト

本年度のプロジェクトでは、「3DCG」、「AI」、「メタバース」の 3 つの技術を使用し、メタバースで「時空間を超える」、「感情を伝える」、「国際連携への応用」という 3 つの目標を達成する。具体的に、「時空間を超える」は時空間を行き来できる斬新なメタバースを生み出す。「感情を伝える」はアバター同士がお互いに感情を伝える。「国際連携への応用」は、メタバースで国際交流という新たな方法で、国際交流の幅を広げていくことである。

(※文責: 竹谷環枢)

### 2.2.1 本プロジェクトで必要なスキル

本プロジェクトで必要なスキルは、メタバース班はゲーム開発プラットフォームである Unity のスキル、AI 班はプログラミング言語 Python のスキル、3DCG 班は Blender という 3D ソフトウェアのスキルである。メタバース班は、Unity を用いたメタバース空間の作成、VRChat 内のギミック作成で使用される UdonSharp について、インターネット上の解説サイトや公式サイトを参考にして作業に取り組んだ。AI 班は、Python でのプログラミングや、ファインチューニングを行う際、インターネット上の情報共有サイトや OpenAI の公式サイトを参考にして作業に取り組んだ。3DCG 班は Blender のショートカットキーや UV 展開、UV 編集といった操作方法を、YouTube の Blender に関する動画を参考に学習した。

(※文責: 竹谷環枢)

### 2.2.2 本プロジェクトに関連性が高い本学の専門科目

本プロジェクトでは、AI 班は Python を用いて ChatGPT に性格属性を埋め込むためのプロンプトの実装を行っている。そのため Python を使う講義であるデータサイエンス入門が、関連性が高い専門科目である。メタバース班では Unity での作業をメ

## METAVVERSE DE AVATAR

インとした開発を行った。Unity でインタラクションを使ったゲーム開発を行っているため、講義ではインタラクティブシステムが関連性の高い講義である。3DCG 班は Blender を用いたプログラミングを記述してアニメーションを作るため、コンピュータグラフィックスが関連の高い講義と考える。

(※文責: 坂本光太郎)

## 第3章 プロジェクト学習の目標

### 3.1 ユーザに提供する体験と成果物によってもたらしたいもの

本プロジェクトでは、人間と人工知能がメタバースでコミュニケーションを通じて何が起き、何を得られるのかについて探究することを目的としている。

はじめに、メタバースを利用する試みとして、我々は GeoGuesser という画像の場所を当てるゲームのアイデアを基に、新たな「時空間 GeoGuesser」なるものを制作することを目標とした。ユーザは仮想空間内で訪れた地域や時代の特徴を基に、メタバースにおいて、どの時代や場所にいるのかを推測するゲーム体験を行う。ユーザ体験により、ユーザは各地域の文化や地理、歴史に触れ、単なるゲーム体験にとどまらない学びを得ることができる。

今回は、エジプト、京都、オーストラリアの3つの地域を仮想空間で再現し、それぞれの歴史的・文化的背景の要素を組み込んだ。この3つの地域を選んだ理由として、前提知識が浅くとも、誰にでも理解しやすい舞台として最適と判断した地域であるためである。これらの地域は、それぞれが独特の歴史的価値と文化的特徴を有しており、エジプトのピラミッドや神殿、京都の伝統的な建築物、オーストラリアの壮大な自然環境は、メタバースを通じて視覚的に再現できるランドマークが存在しているため、視覚的な要素が重要なメタバースを有効に活用できる。

対話型 AI は、各メタバースでの案内役として機能し、ユーザが探索する地域についての詳細な解説を提供する。AI は、歴史や文化に関する情報を伝え、ユーザが迷った場合にはヒントを与えることで、学びのプロセスをサポートする。AI のサポートにより、ユーザはメタバースユーザとユーザ体験しながら、各地域の理解や学習が行える。

以上により、ユーザはメタバース内で異なる地域や時代を体験し、AI とコミュニケーションを取ることで、各地域の文化や歴史に対する深い理解を得られるようになる。そして、体験前と体験後のユーザの変化が期待されるため、フィードバックを行い、本プロジェクトの目的である体験によって、ユーザが何を得られたのかについて探求を行うことを目標にした。

(※文責: 神大河)

## 3.2 応用班について

### 3.2.1 時空間班

時空間班ではメタバース空間という特性を用いて、時空間を超える体験を作ること为目标とした。アバターの見た目や口調、周りの風景や物、BGM 及び SE を用いて、様々な時空間を表現し、それぞれの時空間を移動するかなのような体験をメタバース上に構築していった。時空間班はメタバース空間での没入感に重きを置いており、

時空間を表現するだけでなく、その時空間に自分が存在するような没入感を目指して取り組んでいった。時空間班はメタバースという特別な空間に、あたかも自分が存在すると錯覚するような世界を創り上げる活動をした。

(※文責: 樋口侑紀)

### 3.2.2 感情班

感情班はアバター同士がお互いに感情を伝えることを目標に取り組むチームである。アバターの表情、言葉遣い、声のボリューム、言葉の間、視線の動き、ジェスチャーに加え、天候による感情表現などの漫画的表現を用いて活動した。感情班は主にメタバース内でのコミュニケーションを重視している。メタバースにおけるコミュニケーションは通話に比べ、多様な手段があると考えられる。言葉遣いや語尾といった言語でのコミュニケーションはもちろん、ジェスチャーや環境まで利用できるのがメタバースの特徴ともいえる。感情班は、メタバースという空間を、その特徴をもとに、お互いに感情を伝えられる環境にしていく活動をした。

(※文責: 虻川洸也)

### 3.2.3 国際班

国際班では、メタバース空間を通じてウガンダの子供たちにエンターテインメントの場を提供し、国際交流をしていく活動をした。今回のテーマである「時空間 GeoGuesser」で、ウガンダの子供たちに様々な世界に飛び立ってもらい、普段の日常では味わうことのない非現実的な体験を楽しんでもらおうとした。また、メタバース空間で我々日本とウガンダを繋ぐことで、国境を越えた場所でもコミュニケーションを取ることを可能とし、実際に立ち会うことなく国際交流を行おうとした。そして、メタバース空間での国際交流という新たな方法で、国際交流の幅を広げていく活動考えた。

(※文責: 白谷太誠)

## 3.3 技術班について

### 3.3.1 メタバース班

メタバース班の目標は、時空間を旅する仮想空間を構築することである。主な役割としては 3DCG 班が作成したオブジェクトの導入と配置、AI 班が作成した対話型 AI とのインタラクションを可能にすることが挙げられる。主に使用しているソフトウェアは Unity で、ハードウェアは MetaQuest2 である。

(※文責: 小野武汰, 加賀奏汰)

### 3.3.2 AI 班

AI 班は, AI と人間が自然な対話を可能にすることを目標としている。主な活動内容は AI の構築, 音声の入出力および他のシステムとの連携などのプログラミングである。AI の構築は ChatGPT の API を使用し, ファインチューニングを行っており, 会話の返答例のデータを用意して学習させ, AI に性格の傾向を理解させることで, 理想の性格を与えている。音声の入出力や他のシステムと連携などは Python を使用して行う。

(※文責: 掛川倫羽)

### 3.3.3 3DCG 班

3DCG 班としての目標は, コンセプトを基にした没入感の拡張である。コンセプトの理解は VR 体験をより良いものにする要素の 1 つであると考えている。使用しているソフトウェアは主に Blender であり, 各チームで必要な技術は異なる場合もあるため共有することは共有を行い, 専門性のある部分は各自勉強して技術を高めた。3DCG 班では大きく分けて 2 つの 3D キャラクターモデリングを行うチーム, 世界観

## METAVVERSE DE AVATAR

や小道具を作成するオブジェクトチームに分かれて制作活動を行い、 3D キャラクターチームはキャラクターの顔のモデリング、 オブジェクトチームでは各世界観の制作を行った。

(※文責: 坂本光太郎)

## 第4章 目的を達成するための手法, 手段

### 4.1 メタバース班

#### 4.1.1 本プロジェクトにおけるメタバース班の役割

メタバース班の役割は、時空間を旅する仮想空間を構築し、メタバース空間上に新たな体験をもたらすことである。具体的な活動内容としては、3DCG班が制作したオブジェクトの導入、AI班が制作した対話型AIの導入、オブジェクトの配置・調整を行った。

(※文責: 小野武汰)

#### 4.1.2 メタバース班の活動方法

##### ・分担するタスク管理

メタバース班は全員で同じタスクを進める方法ではなく、それぞれ役割を決めるタスク分割を採用して活動していた。これにより、効率性の向上や責任の明確化、専門性の活用、柔軟性の向上を図ることができた。また、よく言われる分業のデメリットとして「コミュニケーション不足」が挙げられるが、この問題についても逐1、チーム内で状況を報告・把握し合い、他のチームメンバーからの意見を取り入れることで解消した。

(※文責: 加賀奏汰)

### 4.1.3 使用するソフトの学習方針

チームメンバーの中に今回プロジェクトで使用した Unity、VRC の有識者が 1 人いたため、他のメンバーを牽引して教えてくれた。準備・勉強期間が短い中、それぞれに後に担うタスクに通ずる課題を設定してもらい、スムーズに理解することができた。ほかにもメンバーが理解できない問題やシステム制作が困難な際には自身のタスクから離れて親身に教えてくれた。

(※文責: 加賀奏汰)

### 4.1.4 課題の選定

先に書いた通り、この班ではタスク分割を採用しており、各自の知見の広さや得意な技術、身に着きたい技術などを指針に役割を決めた。それを基にプロジェクト初期に設けられていた準備・勉強期間に有識者から適切なハードルの課題を設定してもらい、それをこなすことで各々、知識と技術の獲得に成功し、プロジェクト制作活動に繋げることができた。

(※文責: 加賀奏汰)

#### 4.1.5 3DCG 班や AI 班との連携

##### ・ FBX やテクスチャについて

3DCG 班が制作したオブジェクトやキャラクターについては、FBX ファイルで送信してもらい、テクスチャの画像と共にワールドにインポートした。インポートした後は asset の欄に追加されるため、それを hierarchy にドラッグすることでオブジェクトを配置することができる。また、テクスチャは貼りたい画像を直接 Scene 内のオブジェクトにドラッグすることで貼り付けることができる。

(※文責: 小野武汰)

##### ・ 実装方法のすり合わせ

AI 班と AI をどのようにメタバースに組み込むか議論し、Unity でできる実装方法の認識をすり合わせることによって、AI 班とメタバース班それぞれの開発方法を明確にすることができた。また、使用する VRChat のアカウントの相談を行うことによって、赤川小学校でのメタバース体験や最終発表会での AI のセットアップをスムーズに行うことができた。

(※文責: 樋口侑紀)

#### 4.1.6 使用したソフトや技術など

##### ・ VRChat について

VRChat は、 仮想現実（VR）を基盤としたソーシャルプラットフォームで、 ユーザーが仮想空間内で他のユーザーとリアルタイムで交流し、 カスタムコンテンツを作成・共有できるアプリケーションで、 Unity の VRC 専用の機能を提供するカスタムコンポーネントである VRCCComponent を用いて作成した。

(※文責: 加賀奏汰)

##### ・ Unity について

Unity は、 VRC の開発基盤となる重要なツールで、 ゲームや VR アプリケーションを開発するための 3D エンジンである。 VRChat のワールドやオブジェクト配置、物理演算を作成する際に使用した。 VRChat SDK や VRCCComponent を導入することで、 VRChat 専用の機能を簡単に追加可能でき、 インタラクションの実装が可能である。

(※文責: 加賀奏汰)

##### ・ UdonSharp について

UdonSharp は、 VRChat 内で使用されるスクリプトシステム「Udon」を C#で記述できるツールである。 従来の Udon ではノードベースでスクリプトを作成していた

が、UdonSharp を使用することで、C#の直感的で柔軟な記述が可能になる。これにより、イベント制御やゲームロジックの実装が格段に容易になり、複雑な動作や高度なインタラクションを含む VRChat ワールドを効率的に開発できる。さらに、デバッグやコード再利用がしやすいため、制作の自由度と生産性が向上できる。

(※文責: 加賀奏汰)

### 4.1.7 開発したシステムの内容

#### ・全体のシステムの流れ

作成したシステムの全体の流れは、次のとおりである。

ワールド入場時、AI のアバターとプレイヤーをユーザ名で判別し、それぞれの開始位置へテレポートさせる。プレイヤーは開始部屋にスポーンする。正面には本ワールドの説明と、各クイズのチュートリアルが書いてある画像があるため、それを見てプレイヤーはチュートリアルを行う。チュートリアル完了後、解説部屋の端にあるテレポーターに乗り、ランダムなステージへテレポートする。クイズは2種類あり、場所当て4択クイズと年代当てクイズがある。解答する順番は場所当て4択クイズの解答後に年代当てクイズに解答してもらう。場所当て4択クイズは各ステージに存在しており、4択の中から選択する。年代当てクイズは場所当て4択クイズの解答後にデスクトップであれば Tab キーを、VR モードであれば右トリガーを2回

引くことで UI が出現する。年代当てクイズ回答後、自動で開始部屋へテレポートする。開始部屋のチュートリアル画像の場所にはそのステージの解説画像と該当ステージでの獲得点数及び総得点を表示させる。解説を読み、得点を確認した後に解説部屋の端にあるテレポーターに乗り、ランダムなステージへテレポートする。これを規定回数繰り返したのち、総得点を表示し、1連のシステムが終了となる。

(※文責: 加賀奏汰)

## ・テレポート

テレポートは、まめもやシステムズ (蕪)より Booth で配布されているアセットの

【フェード暗転】やさしいテレポート【VRCSDK3 / U#】

(<https://booth.pm/ja/items/3790733>)を改変し使用した。

具体的なシステムとしては、テレポーター(図 2)として指定したオブジェクトの上に FadeObject に指定された秒数以上静止すると、同オブジェクトで指定された秒数暗転し、指定されたオブジェクトの座標へテレポートするようになっている。

このシステムは1つのテレポーターからは設定した1つのオブジェクトの座標へしかテレポートできなかった。そのため、1つのテレポーターから多数のオブジェクトの座標へテレポートできるようにし、選出されたステージによってテレポート場所が変更されるようにした。

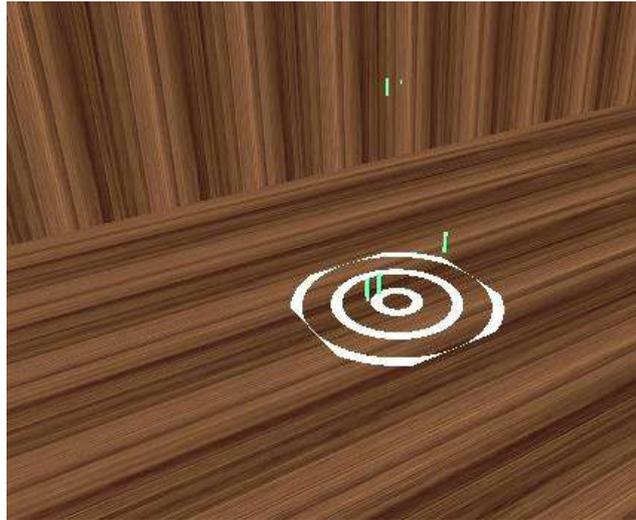


図2 テレポーター

画像中央の同心円状のエリアがテレポーターである。ユーザはこのエリアに留まることで数秒間の暗転の後、次のステージへとテレポートすることができる。

(※文責: 樋口侑紀)

## ・場所当て 4 択クイズ

場所当て 4 択クイズ(図 3)は axtuki1 より Booth で配布されているアセットの [FREE] Quiz 【VRCWorld / U#】 (<https://booth.pm/ja/items/3050989>)を改変し使用した。

具体的なシステムとしては、問題のオブジェクトに問題文と選択肢を入力して、それを uGUI で画面上に表示する。設定した問題文と選択肢は順番もしくはランダムに表示される。正解のボタンを押したときには次の問題が表示され、規定問題数正解だった場合、別の画面(合格と書かれた画面など)が表示される。不正解だった場合、別

の問題もしくは同じ問題が表示される。規定問題数不正解だった場合、別の画面（不合格と書かれた画面など）が表示される。このシステムは特定の座標にオブジェクトを固定させることしかできなかつたため、ラウンド開始時、選択されたステージの特定の座標にオブジェクトをテレポートさせることで各ステージに配置することができるようにした。また、問題文と選択肢を制御するためにステージ番号から問題のオブジェクトを設定するようにした。選択肢は事前に入力した4つのみが出力される仕組みであった。選択肢にランダム性を持たせるために、国連加盟国からランダムに国名を4つ選出、被りがあった場合と正解の国名の場合は再選出するようにした。その後、ランダムな選択肢を正解の国名で上書きして選択肢を作成するようにした。

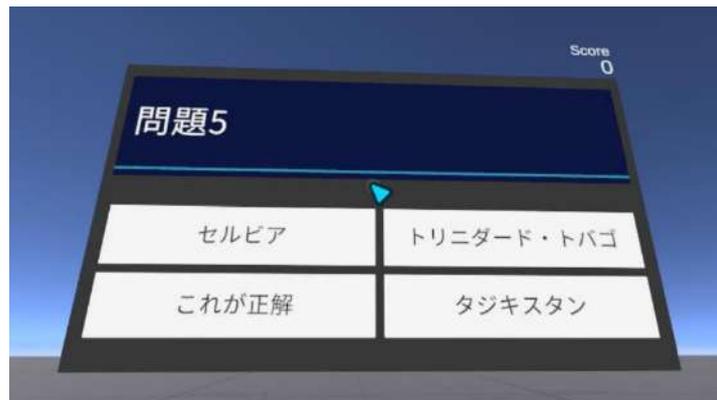


図3 場所当て4択クイズ

画像上部の問題文と画像下部の選択肢により構成されている。画像下部にある4つの白い四角の中に国名が表示され、ユーザが1つ選択することにより回答することが

できる。また、この画像は開発中の画像であり正解が分かりやすく表示されているが、実際は正解の選択肢が1つと不正解の選択肢が3つをランダムに表示させる。

(※文責: 樋口侑紀)

## ・年代当てクイズ

年代当てクイズは大福未来研究所 BOOTH 出張所より Booth で配布されているアセットの UdonPin 【VRCSDK3 向け暗証番号システム】(<https://booth.pm/ja/items/3091808>)(図4)を改変し使用した。具体的なシステムとしては、数字のキーを入力し、指定した数字の文字列が入力された後にエンターキーを押した際にレポートし、誤った数字の文字列が入力された場合は Error という文字列を表示するものである。このシステムは指定できる数字の文字列が1つだけだったため、各ページで異なる文字列が指定できるようにした。得点計算を行うため、誤った数字の文字列が入力されても、レポートするようにした。

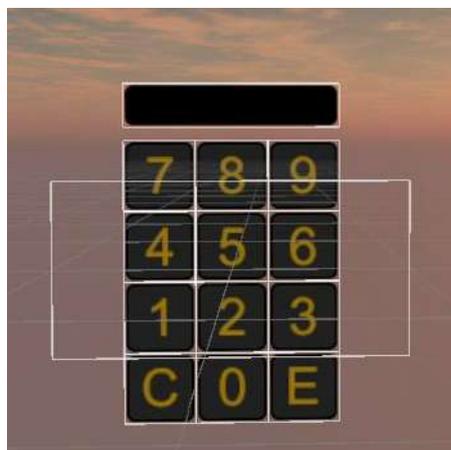


図4 UdonPin

画像中央の数字の配列と画像上部のモニターにより構成されている。任意の数字をクリックもしくはポインターを当ててトリガーを引くことで入力ができる。また、左下の C を押すことで入力をすべて消去することができ、E を押すことで入力を確定することができる。問題に出題される西暦が数字 4 桁であるため、5 桁目を入力しようとするとエラーが出力されるようになっている。

(※文責: 樋口侑紀)

### ・ UI の表示・非表示

UI の表示・非表示は yamadev より Booth で配布されているアセットの【VRChat】VRC Hand Menu ハンドメニュー【Udon ギミック】(<https://booth.pm/ja/items/4201369>)を改変し使用した。このシステムは年代当てクイズで使用した。

具体的なシステムとしては、デスクトップモードであれば Tab キーを 1 回、VR モードであれば右手のトリガーを 2 回引くと UI の表示・非表示が切り替わるものである。UI は自身の視点の方向の指定した距離に表示されるようにした。

年代当てクイズは場所当て 4 択クイズの後に解答するため、場所当て 4 択クイズに解答するまでは上記の操作を行っても表示されないようにした。

(※文責: 樋口侑紀)

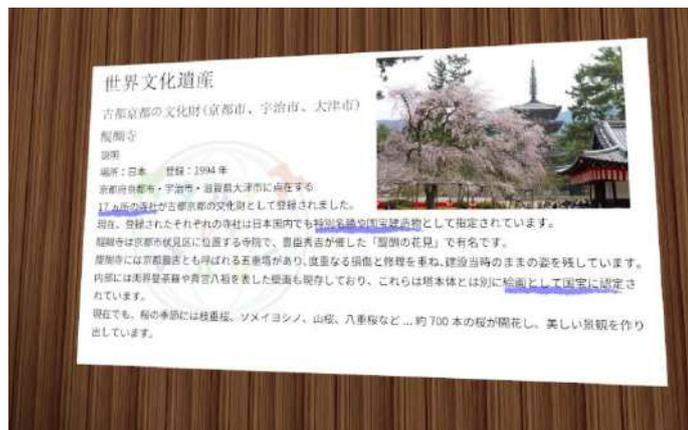
## ・ 解説の表示・非表示

解説の表示・非表示は各クイズに解答した後、ステージの解説画像(図 5.1, 図 5.2, 図 5.3)を切り替えるために使用している。具的なシステムとしては、年代当てクイズに解答した際、そのステージの解説画像を表示し、それ以外のステージの解説画像を非表示にするというものである。



図 5.1 解説画像 1

本画像にはエジプトのメンフィスとその墓地遺跡 ギザからダハシュールまでのピラミッド地帯の写真と解説が記載されている。解説には世界遺産の区分と名称、場所、



## METAVVERSE DE AVATAR

登録年、登録基準と世界遺産にまつわる解説が書かれており、重要な点には青い下線が引かれている。エジプトのステージで解答をした後、解説部屋に戻ってきた際に他の画像からこの画像に切り替わる。

図 5.2 解説画像 2

本画像には古都京都の文化財(京都市、宇治市、大津市)に含まれている醍醐寺の写真と解説が記載されている。解説には世界遺産の区分と名称、場所、登録年、登録基準と世界遺産にまつわる解説が書かれており、重要な点には青い下線が引かれている。京都のステージで解答をした後、解説部屋に戻ってきた際に他の画像からこの画像に切り替わる。

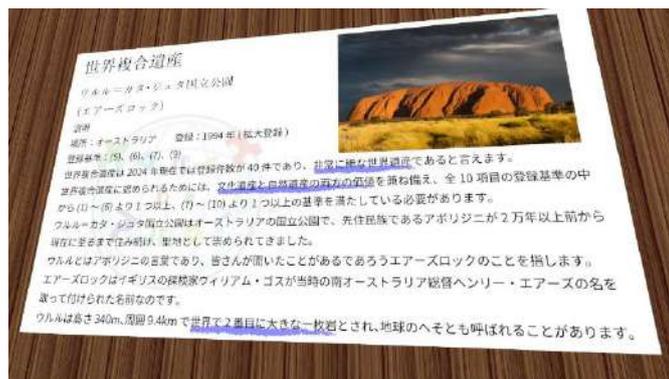


図 5.3 解説画像 3

本画像にはウルル=カタ・ジュタ国立公園に含まれているエアーズロックの写真と解説が記載されている。解説には世界遺産の区分と名称、場所、登録年、登録基準と世界遺産にまつわる解説が書かれており、重要な点には青い下線が引かれている。オ

ーストラリアのステージで解答をした後、解説部屋に戻ってきた際に他の画像からこの画像に切り替わる。

(※文責: 樋口侑紀)

## ・ 得点計算

得点計算は1ステージで最高100点で、場所当て4択クイズと年代当てクイズの得点を合計して算出する。場所当て4択クイズは正解で50点、不正解で20点とした。

年代当てクイズは次の数式で得点が算出されるようにした。

$$\text{diff} = |(\text{入力した年代}) - (\text{正解の年代})|$$

$$\text{Pin\_point} = (50.0 * ((46.0 - \text{diff}) / 46.0))$$

完全正解で50点、年代が正解から離れば離れるほど得点が線形的に低くなるようにした。ただし、得点が0点を下回る場合は0点とした。

46を基準とした理由は、世界遺産の登録開始が現在から46年前であり、そのことを踏まえて解答していた場合は0点を下回ることがないためである。この点数はステージ毎に管理されており、解答を規定回数行った後に最終得点が開始部屋に表示されるようにした(図6)。



図 6 得点表示

この画像に表示されている文字はすべてのラウンドが終了した際に表示される文字である。ラウンド終了ごとに 1 行目の合計得点と 2 行目の当該ラウンドでの獲得点数が表示され、規定ラウンド数が終了した際に 3 行目以降が表示される。また、4 行目の満点の表示は規定ラウンド数×100 の数値に変化する。

(※文責: 樋口侑紀)

## ・ AI アバターの配置方法

AI アバターはテレポーターを用いて配置している。上記のテレポーターとは、別にユーザ名を読み取り、指定したユーザ名と一致した場合にのみレポートし、それ以外は何も起こらないというテレポーターを作成及び使用した。このテレポーターは多数のユーザ名を指定できるようにしており、それぞれ別の座標へレポートさせることも可能である。

(※文責: 樋口侑紀)

## ・ BGM の設定

同じシーン内に 3 つの世界が存在するため、音の共存を防ぐ目的で、音声を 2D から 3D 音声に変更し、可聴範囲を設定して制限した(図 7)。また、3D 音声に設定した際に生じるドップラー効果と場所による音量の問題が発生したが、ドップラー効果についてはスライダーで調整し、場所による音量問題は可聴範囲を極端に広げることで位置による音量の差異を極限まで小さくし、2D 音声と差が無いほどに調整した。テレポート直前にステージのオブジェクトをすべて表示させ、開始部屋に戻るときにすべて非表示にすることにより、今後ステージを増やしたときにも音声干渉しないようにした。

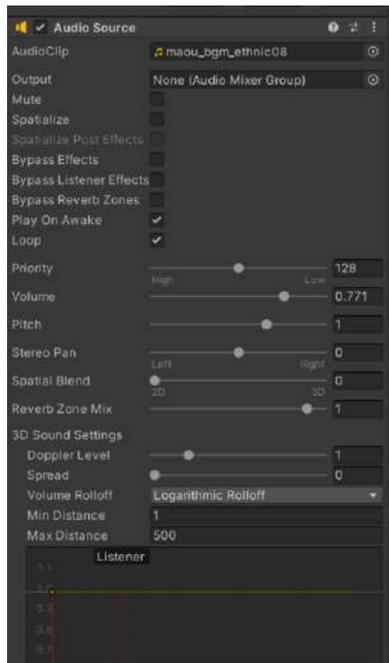


図 7.実際の Audio 設定画面

この画面は実際の Audio 設定画面であり、オーディオ体験を調整するためのさまざまなオプションを管理できる。この画面は、音量の調整やオーディオデバイスの選択など、音に関する重要な設定を行うために使用される。

(※文責: 加賀奏汰)

### ・ステージ遷移・データ管理

ステージ遷移とデータ管理は1つのオブジェクトで管理している。

ワールドへ入場時にステージをランダムで順番を決め、その順番にしたがってプレイヤーはステージを遷移することになる。この時、ステージの背景を変更するためにステージ遷移の際に Skybox を変更するシステムを作成し、使用している。

データ管理は現在の合計得点、ステージごとの得点、ステージ数、ステージ全体のオブジェクトを管理している。

このオブジェクトはユーザごとに管理されている。例えば、他ユーザの得点と混同されたり、上記のように他ユーザが解答した際にステージのオブジェクトがすべて非表示にされたりすることを防止するためである。

(※文責: 樋口侑紀)

#### 4.1.8 オブジェクト調整や配置について

ワールド内におけるオブジェクトについては、以下の作業を行った。

##### ・マテリアルの設定

ワールドの統一感を維持しつつ、視認性や没入感を高めるために、各オブジェクトのマテリアルの設定を行った。光の反射や質感の調整をすることで、ワールドでオブジェクトが浮かないようにした。ピラミッドやスフィンクス、京都のワールドの床等は金属ではないため、光沢を消した。また、街灯オブジェクトを配置する際に明るさを調整することで実際の街灯に近づけることができた。

(※文責: 小野武汰)

##### ・配置・調整

ワールド内のオブジェクトの位置関係を確認しつつ、オブジェクトを配置した。プレイヤーの視認性や行動の妨げにならないように調整した。また、実際のモデルとなった場所や建造物の配置を確認し、できるだけ近い配置になるように調整することでより没入感を高めることを意識した。さらに、オブジェクトの配置だけではなく、skyboxを導入することでより実際の風景に近づけた。具体的には、エジプトには晴れている空、京都とオーストラリアには夕焼けの空の skybox を導入した(図 8)。オブジェクトのサイズについては、プレイヤーを基準に、オブジェクトの大きさを実際のもの

のにより近づけるように調整した。ピラミッドやスフィンクス、五重塔等のサイズが大きいオブジェクトは、実際の高さだけ知ったとしてもイメージすることが困難なため、実際の写真を確認しつつサイズを調整した。



図 8.skybox を導入した京都の例

この画像はオブジェクトを配置し、大きさを調整して京都を再現したワールドである。調整や配置は画像右上の6つの操作を使用して行う。上から、画面内の移動、オブジェクトの移動、オブジェクトの回転、オブジェクトの拡大・縮小、範囲選択、回転・移動・拡大縮小を同時に行うという操作を行うことができる。また、Skyboxを使用しているため夕方の空になっている。

(※文責: 小野武汰)

### ・コライダーの設定

プレイヤーの移動やインタラクションを円滑にするため、オブジェクトにコライダーを設定した。通行可能なエリアと障害物の区別を明確にし、不自然な衝突が発生し

## METAVERSE DE AVATAR

ないように調整した。本来であればメッシュコライダーを採用することでよりオブジェクトに適したコライダーを設定するはずだったが、処理が重くなってしまい、作業や実際にプレイする時に支障をきたしてしまうため、ボックスコライダーを設定した。これにより、動作を軽量化することが可能となった。

(※文責: 小野武汰)



## METAVVERSE DE AVATAR

音声での会話機能について、前年度のプロジェクトで作成された音声でのやり取りが可能なプログラムを参考に、Python の音声合成ライブラリである Pyttsx3 を利用して、音声での会話を可能にした。

VOICEVOX による音声の読み上げについて、前年度のプロジェクトで作成された音声でのやり取りが可能なプログラムや公式サイトを参考に、VOICEVOX による音声読み上げを可能にした。これにより、複数のキャラクターに個性を付けた音声や、感情的な音声読み上げを実現できた。

表現する感情について、ChatGPT が出力する感情の使用と、ML-Ask を用いた感情分析を使用の 2 つが候補だった。ML-Ask は感情表現辞典やラッセルの 2 次元感情モデルなどを使い、文章から「喜・怒・昂・哀・好・怖・安・厭・驚・恥」の 10 種類の感情を抽出するというモデルである。「ご機嫌いかが」の「嫌」から「嫌悪」の感情を抽出するなど、精度と安定性の観点から ChatGPT が返答とともに出力する感情を使用することに決定した。出力する感情の種類については、「喜・怒・哀・楽」を採用していたが、より豊かな感情を表現するため、感情を増やすこととした。ラッセルの感情円環モデルやプルチックの感情の輪を参考に多様な感情を加えた。以下にラッセルの感情円環モデル（図 10）とプルチックの感情の輪を示す（図 11）。

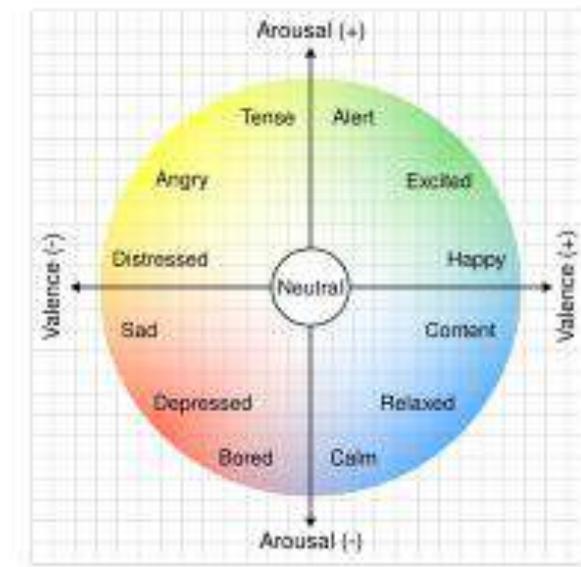


図 10 ラッセルの感情円環モデル

横軸に快-不快という感情価，縦軸に覚醒をとった時，感情が円環状に並ぶというモデル。

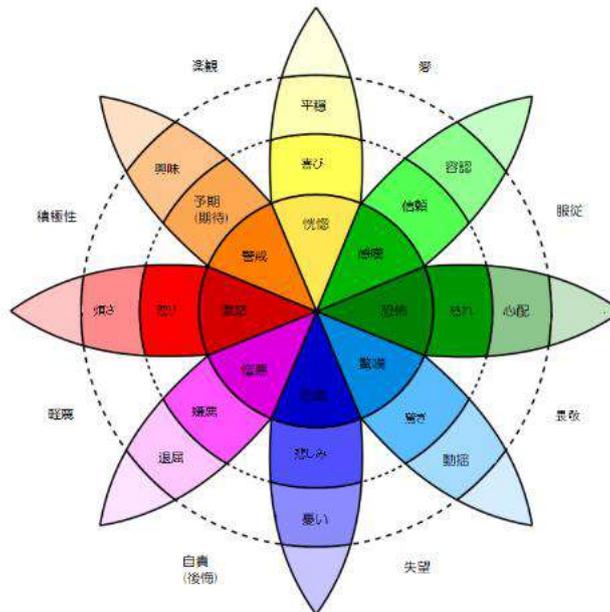


図 11 プルチックの感情の輪

## METAVVERSE DE AVATAR

8つの花びらはそれぞれ、8つの基本感情を表し、感情の強さは外側から花びらの中央に向かって強くなる。

また、出力頻度が乏しいものや表現に近いものは変更した。最終的には「楽・喜・怒・哀・驚・厭・恥・困・平常心」の9つの感情を用意した。ChatGPTが出力する感情は文章に沿った感情を出力することができた。想定外の感情を出力することがあったが、指定外の感情が出力された場合は平常心として認識するように設定した。設定した内容は図の通りにした（図12）。

```
answer_settings = """
回答の形式は以下のようにしてください。
{"emo": "joy", "message": "今日は楽しかったです！"}
{"emo": "sad", "message": "それは残念です。"}
emoの値は「joy」「glad」「anger」「sad」「surprise」「disgust」「confuse」「shy」「default」から会話に合わせて適宜変更してください。
"""
```

図12 回答形式の設定

VSCode上で図のように指定し、形式に合わせた抽出を行うことで、より精度の高い感情表現や文章読み上げを実現している。

感情の表現方法には、OSC (OpenSoundControl) を用いた。OSCを用いることにより、リアルタイムで感情に応じたエモートを実行できる。数字に応じてVRChat内のデフォルトのエモートを再生できる。例えば、「1」の場合は手を振るエモートが再生される。ChatGPTの出力から、感情の部分を抜き出し、抜き出した感情の種類に応じて数字を割り当てることで、感情の種類別にエモートを再生することを可能にした。以下は上で示した機能を実現するコードである（図13）。Unityでアバターのエモートを編集

することが可能なため、デフォルトから感情の数字に応じたものに変更することで、自然な感情表現にすることができると想定している。

```
# emotionに応じてモーション
if emotion == 'joy':
    key_input = 1
elif emotion == 'glad':
    key_input = 2
elif emotion == 'anger':
    key_input = 3
elif emotion == 'sad':
    key_input = 4
elif emotion == 'surprise':
    key_input = 5
elif emotion == 'disgust':
    key_input = 6
elif emotion == 'shy':
    key_input = 7
elif emotion == 'confuse':
    key_input = 8
else:
    key_input = 0# モーション終了
#print(key_input)
key_input = int(key_input)
client.send_message("/avatar/parameters/VRCEmote", key_input)
```

図 13 OSC 機能のコード

回答から感情を抽出し、それに応じた数字を割り当てることで VRChat 内のエモートを再生することができる。

(※文責: 大澤崇貴)

### ファインチューニング

AI と人間の自然な会話を達成するため、AI に個性を持たせることを目標にファインチューニングを行った。特徴的な語尾や 1 人称、2 人称に加え、時代や場所に応じた知

## METAVVERSE DE AVATAR

識や文化背景をもつように傾向を持たせた。事前にその時代について調べ、それぞれの NPC がもつ時代背景に適した会話ができるように試みた。ファインチューニングに必要なデータセットは、背景設定、ユーザの発話、AI の返答の 3 つの要素を 1 セットとして 70~100 用意した。プロジェクトを通じて、忍者、エジプト神官、新選組をモチーフとした人格の作成を行った。

忍者はファインチューニングのテストとして作成し、古風な口調で、1 人称は「拙者」、2 人称は「貴殿」とし、忍術や戦国時代について話すようにした (図 14)。

```
{"messages": [{"role": "system", "content": "あなたは戦国時代の忍者です。古風な口調で、1 人称は「拙者」、2 人称は「貴殿」です。ユーザに案内をしています。"}, {"role": "user", "content": "お邪魔します"}, {"role": "assistant", "content": "{¥"emo¥": ¥"glad¥", ¥"message¥": ¥"おお、ようこそおいで下さり申した。 ¥"}"]}]}
```

図 14 忍者のファインチューニングの 1 例

```
{"role": "user", "content": " (ユーザの発話) }, {"role": "assistant", "content": "{¥"emo¥": ¥" (AI の感情) ¥", ¥"message¥": ¥" (AI の返答) ¥"}"]}]}
```

る。以下に示す他の AI についても同様である。

エジプト神官は、エジプトを舞台としたワールドに配置する NPC のために作成し、柔らかな語尾とし、1 人称は「私」、2 人称は「そなた」とした。イシス神に仕えていることやその時代の食事について話すようにした (図 15)。

```
{"messages": [{"role": "system", "content": "あなたはメリシスという名前の、古代エジプトの女性神官です。あなたはイシス神に仕えています。1人称は「私」、2人称は「あなた」です。丁寧な口調で話します。あなたはユーザに案内をしています。"}, {"role": "user", "content": "こんにちは"}, {"role": "assistant", "content": "{¥"emo¥": ¥"joy¥", ¥"message¥": ¥"はい、こんにちは。私、メリシスに何か御用でしょうか。 ¥"}"]}]}
```

図 15 エジプト神官のファインチューニングの 1 例

新選組は、京都を舞台としたワールドに配置する NPC のために作成し、冷淡で用心深い性格とし、1人称は「私」、2人称は「君」とした。死生観や尊敬する隊士について話すようにした（図 16）。

```
{"messages": [{"role": "system", "content": "あなたは、凜という名前の、新選組の 1 員です。1人称は「私」、2人称は「君」です。冷淡で用心深い性格です。ユーザに案内をしています。"}, {"role": "user", "content": "こんにちは"}, {"role": "assistant", "content": "{¥"emo¥": ¥"default¥", ¥"message¥": ¥"ああ、こんにちは。何か御用か。 ¥"}"]}]}
```

図 16 新選組のファインチューニングの 1 例

(※文責: 虻川洸也)

## 音声の入出力

AI との対話を可能にするために音声の設定を行った。音の入出力の設定は AI 側の PC で行われる。①VRChat で拾ったプレイヤーの音声は Python を使用して文字起こしする。②起こした文字を ChatGPT に送り返答を受け取る。③受け取った返答を Python で文章にする。④その文章は VOICEVOX で音声に変換して発話させる。⑤発話させる音声は VRChat の音の入力先に設定することでプレイヤーは返答を音声として受け取

## METAVVERSE DE AVATAR

ることができる。以下に Voicemeeter Banana の接続先を示す (図 14)。①について、VRChat の出力先を Voicemeeter AUX Input に設定する。Voicemeeter AUX Input を Out B1 と接続し、PC の音の入力先を Voicemeeter Out B1 に設定することで音声を文字に変換することができる。⑤について、PC の音の出力先を Voicemeeter Input に設定し、Voicemeeter Input を Out B2 と接続する。VRChat の入力先を Voicemeeter Out B2 に設定することで VOICEVOX の発話を VRChat に入力することができる。



図 17 Voicemeeter Banana の接続先

GUI 上の操作で、各アプリケーションにおける音声の入出力先を設定している。

(※文責: 掛川倫羽)

### 4.2.3 3DCG 班

エジプトの世界用アバター(担当者: 竹谷環枢)

1. キャラクターデザイン制作
2. Blender にてモデリング→VRoidStudio にてモデリングに変更.
3. 完成(VRChat へ)

5月に時空間とエジプトのキャラクターデザインをした(図 18, 図 19). どちらのキャラクターも簡単に 3D モデルが作成できるようシンプルなデザインを心がけた.

8月末は Blender でモデリング(図 20)を完成させようと試みたが, 髪型やスカートのリギングなどの作業において, 完成スケジュールに間に合わないと判断したため, Blender より簡単に 3D モデリングが可能である VRoidStudio に作業を移行し, 10月にモデリング(図 21)を完成させた. また 10月は, アバターを Unity での動作させることと VRChat にアップロード(図 22)した. エジプトのキャラクター (メリシス) は 11月8日の赤川小学校訪問授業で用いられた.

Blender では, フリー素材の人体の 3D モデリングを使用し, その素材に, 自分で作成した眼球, 眉, 眉毛, 髪, 服装, 頭と腕の装飾を追加した. アバターの

動きを加えるリギングや目のハイライト、体の色といったテクスチャを付ける作業、キャラクターの口角を上げる、表情を加える作業までは行うことができなかった。

VRoidStudioでは、ソフトに元々備え付けられている人体、髪、服装を用いており、その上に自身で首回り、腕周り、頭飾りといった装飾や目周辺の青いアイメイクを加えた。VRoidStudioはBlenderと異なり、自分で表情(図23)を作成する必要がなく、その点が作業の効率化につながった。またリップシンクと、不安定ではあるが、目線の動きを可能にした。

3Dモデリングの反省点は、VRoidStudioの元々備え付けられている素材や、インターネット上のフリー素材に頼りすぎたことである。作業をできるだけ早く終了するために、自分でゼロからモデリングを完成させるという作業を怠ってしまった。

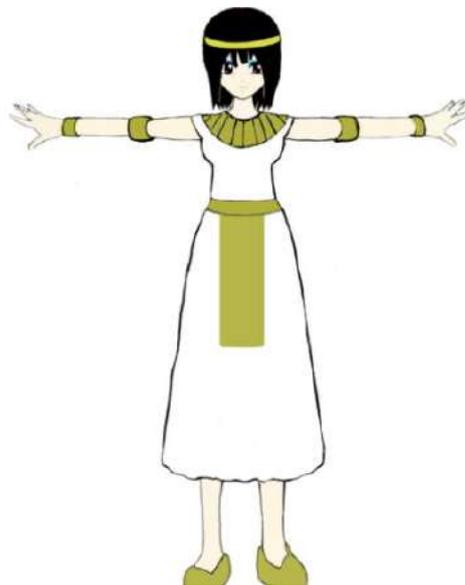


図 18 エジプトキャラクターデザイン

## METAVVERSE DE AVATAR

エジプトのキャラクター（メリシス）は、クレオパトラをモチーフにした。一目でエジプトの女性だと分かるように、古代エジプトの白い袖なしのワンピースや黄色の腕輪、頭飾り、服の襟回り、前垂れ、靴、青いアイメイクなど様々な箇所に意味のあるシンプルなデザインにした。



図 19 時空間キャラクターデザイン

キャラクターデザインの工夫点において、時間の「時」と鳥の「朱鷺」をモチーフにしたことである。前髪の中央の黒い箇所は朱鷺の嘴、服の白いラインは砂時計、金色の線と丸は振り子時計をモチーフにした

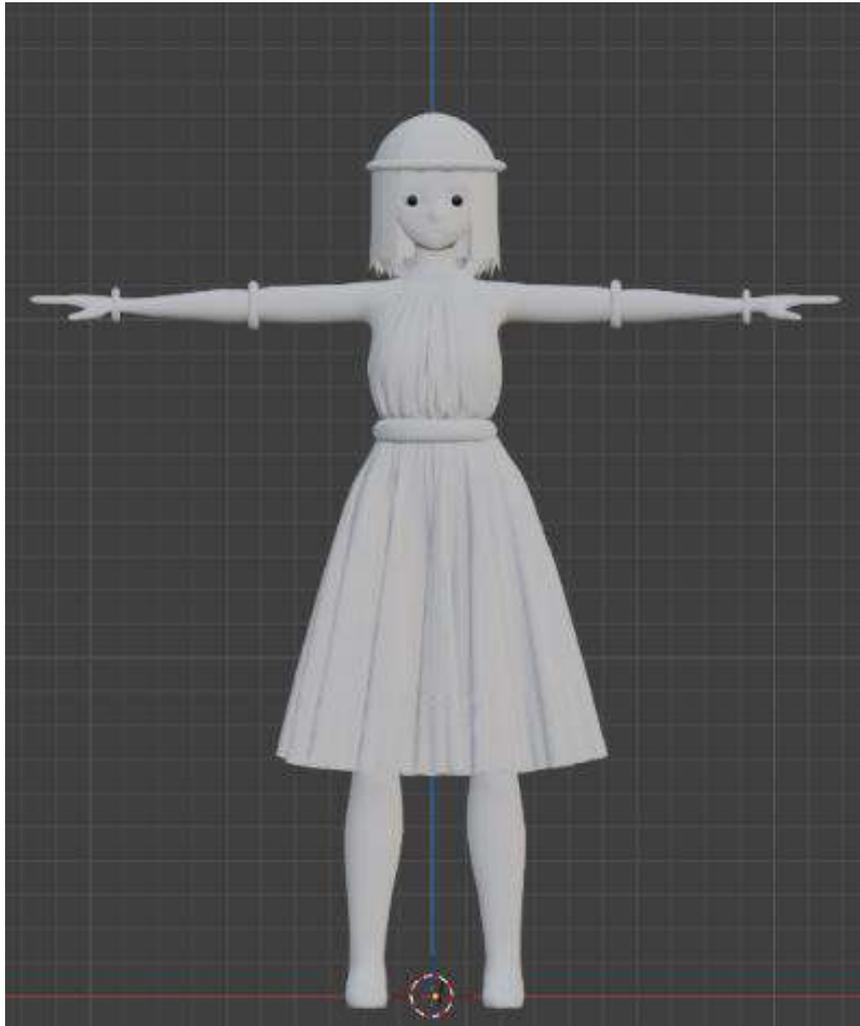


図 20 Blender によるモデリング

自分で作成した眼球，眉，眉毛，髪，服装，頭と腕の装飾は，YouTube やウェブサイトの Blender モデリング講座を参考に制作した。髪型の作成が最も苦勞した。滑らかな毛並みを再現できなかった。顔が 2 次元のキャラクターらしく作成することができなかった。



図 21 VRoidStudio によるモデリング

図 18 エジプトキャラクターデザインを基に，VRoidStudio で 3D モデリングをした。VRoidStudio は Blender に比べて簡単に 3D モデリングが可能であった。第 6 章で記述した赤川小学校訪問授業にて，このアバターが使用された。アバターを見たユーザーである生徒たちから可愛い，親しみやすいという評価を受けた。



図 22 VRChat にアップロード

AI 班の VRChat アカウントを使用し、アバターをアップロードした。自分の VRChat アカウントを使用せず AI 班の VRChat アカウントを使用した理由は、自分の VRChat のトラストラックは Visitor というアカウント作りたての状態であり、アバターやワールドのアップロードが不可能であった。それに対し AI 班の VRChat アカウントは New User というトラストラックであり、そのランクは、アバターのアップロードが可能であるからだ。

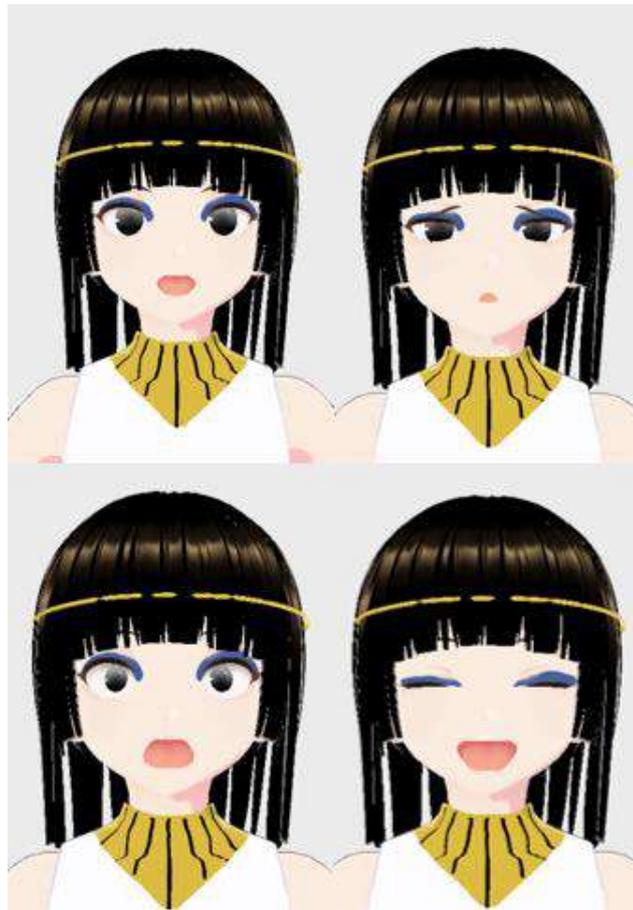


図 23 VRoidStudio による表情

図 23 は VRoidStudio の表情編集によるものである。左上は A（あ）の形に口が開いている画像。右上は SORROW（悲しい）の表情，左下は SURPRISED（驚き）の表情，右下は JOY（喜び）の表情である。

（※文責：竹谷環枢）

京都の世界用アバター 奥苑雄也

京都をモチーフとしたメタバース空間のイメージに沿ったキャラクターやデザインを担当した。開発するにあたって主に使用したアプリは Blender と VRoidStudio の 2 つである。どちらも無料で利用することができ、Blender の基本操作を覚えることから始めた。操作に慣れるためにまずはメタバースが詳しく解説されているオブジェクトを制作した。5 月上旬、キャラクターデザインに取り掛かった。担当するキャラクターは日本に住むキャラクターだ。日本を表現できる題材を考えたとき、侍というアイデアが浮かんだ。その中でも新撰組のイメージをモチーフにキャラクターかつ、映えるキャラクターにするために中性的なキャラクターデザインに決めた。(図 24.1, 図 24.2)



図 24.1 正面顔原案



図 24.2 横顔原案

まずデザインをする上で最も重要なことの1つは顔である。キャラクター製作をする方法は画像を使って上からなぞっていくことになるため、とても重要になる。正面顔と横顔があることで製作しやすくなる。注意する点は、正面と横顔の各パーツの高さなどを揃えることである。この点を見逃しており、製作に苦労した。

そして Blender を使用して、参考になる動画を見て制作を進めていった。参考にしていた動画の制作方法は、デザイン画を Blender の画面内で見られるようにしてデザインの線に沿って制作していった。（図 25.1, 図 25.2）



図 25.1 製作途中過程横顔

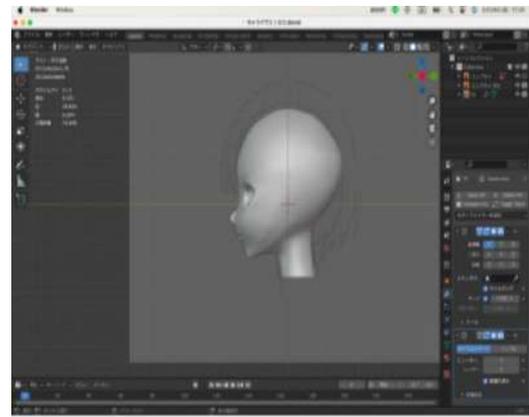


図 25.2 製作途中過程正面顔

これは上記に記述した通りに製作している過程である。まずは、画像から重要な鼻の位置や輪郭を点でなぞり、点を結んで線にする。次に線から面を作る。様々な角度や視点から見ることに注意しながら作った。特に視点に注意を払わないと、画像の通りに作ったとしても、完成したキャラクターの印象が変わってしまう恐れがある。

## METAVVERSE DE AVATAR

キャラクター制作は難易度が高く、時間を上手に使うことが重要だった。心がけていたことは次の2点である。1点目は、より質の高い作品を作ること。1からモデリングすることは初めてだったが、その中でも後の発表で見られる人が驚くような作品にしたいと常に考えて作業すること。心構えは活動していく中で重要だ。2点目は、できるだけ早く作品を完成させて、他のグループと協力するという点。3DCGグループの活動範囲は、モデリングまでで、そこからUnityを経てVRChatで実装するまでの流れは、他のグループが担当することになる。そのため、できるだけ早くモデリングを完成させて、他のグループがVRChat実装する期間を多くする必要があった。この2点は密接に関係していて、どこまで時間を使うのか、どこまで作品をこだわるかとても難しい点だった。(図26)



図26 製作途中過程正面顔その2

図 25.1, 25.2 からさらに作業を進めた写真である。髪をなめらかに見せることは大変であり、細かい毛束を作るのは特に難しかった。注意したことは、面の向きで、ここが1つでも変わるとおかしくなるため気をつけて製作した。

夏休みに入り大きな転換点があった。それは VRoidStudio との出会いだ。前年も使われていた VRoidStudio は、とても利便性が上がるアプリであり、短時間で質の高いキャラクターを制作することができる。悩んだ末、自身が心がけていた2点を考慮し、Blender から VRoidStudio に移り変えキャラクター制作を行った。Blender では1からキャラクターを制作する必要があるが、VRoidStudio では素体やプリセットが豊富にあった。そんな中でも難しいと感じる点がいくつかあった。まず感じたのは個性が出せないということだ。始めは魅力的なキャラクターを制作することが難しかった。より魅力的なキャラクターを制作するべく時間の多くをこの作業に割いた。コツとしては、目の位置や形、微々たる違いが大きく印象を変えることになるため、いかに自分の目指すキャラクターの構造を具体的に想像できるかが重要だ。次に難しかった点は服だ。CLIP STUDIO PAINT というアプリを用いて液タブを用いてデザインしていった。すでにある服装を組み合わせ上手くデザインしていく必要があ

り時間のかかる作業だ。特に難しかったのは服の繋ぎ目を一致させることだ。そして

予定していた9月頃にはキャラクター制作を完成させることができた。(図27)



図27 キャラクター完成

Vroid Studio を用いて制作したキャラモデルの画像で、新撰組の侍をイメージできるように新撰組を表すような羽織を着ている。中性的な顔をしており、メタバース空間でも雰囲気があるキャラとなっている。

キャラクター制作を終えた後も3DCG班として活動を行った。メタバース空間にさらなる空間に深みと独自性を加えるために何が必要かをグループのメンバーと話し合い制作を進めた。京都をモチーフとしたメタバース空間を担当しており、メンバーと協力して囲炉裏などを制作していき、完成させた。(図28)



図 28 囲炉裏部屋

共同で制作した囲炉裏部屋の画像で，鍋や部屋の作り等を担当し，京都をモチーフとしたメタバース空間に，さらに文化や雰囲気を追加することに成功した。

(※文責: 奥苑雄也)

搜索，探索用アバター(担当者: 坂本光太郎)

3D キャラクター制作の担当になったためプロジェクトスタートしてから最後まで VRChat で動かせる 3D キャラクターの制作を行った。まず，Blender の練習会を終えてキャラクターデザインに着手した。初の 3D モデリングということもあり，長いスカート，長い髪，刺繍の細かいデザインは技術的な観点から断念したデザインを行った。理由は 3 つある。1 つ目，足とスカートが貫通してしまう問題を解決す

るのが開発期間的に厳しい、 2つ目、 開発コストが膨大になってしまう点だ。細かいキャラクターデザインを行っていくと細かいものを実際に Blender で制作を行わなければならないため作業コストが大変な量になってしまう、 Blender での作業は初めての人にとって UI の使い方が難しいものであるため、 3つ目、 3D キャラクターモデリングがそもそも初めてやるのに 向いていないこと。キャラクターモデリングは建物や、小道具と違い曲線の表現する場所がたくさん存在する。特に顔周りは少しでも変なモデリングを行うと全体としてみたとき に没入感を損なう問題が懸念される。以上の3つの理由から今回は比較的制作を行いやすいようなキャラクターデザインを行った。キャラクターデザインを行う際に三面図の制作を行った。(図 29.1, 図 29.2, 図 30.1, 図 30.2, 図 31.1 図 31.2)



図 29.1 服正面原案



図 29.2 服横原案

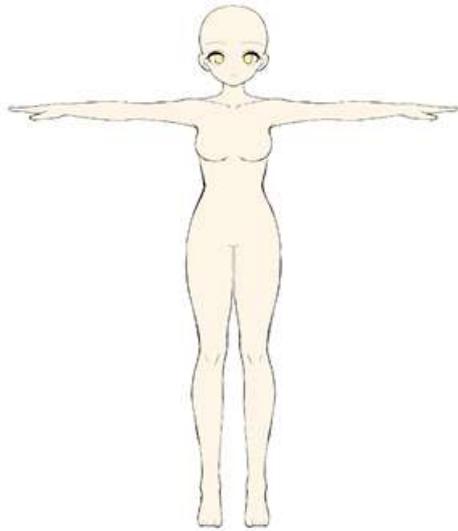


図 30.1 素体正面原案



図 30.2 素体横原案

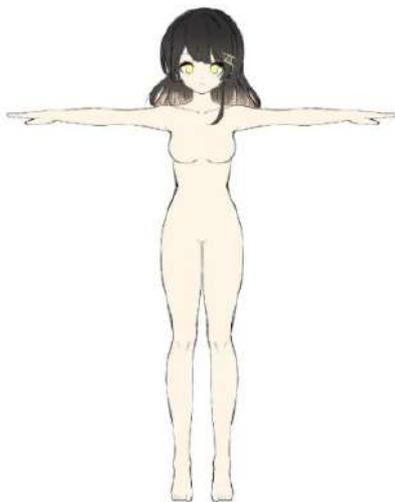


図 31.1 素体髪型正面原案



図 31.2 素体原髪型横原案

キャラクターデザインのキーワードとして「時」を意識したものになっている.今回のメタバース・DE・アバターの班に時空間班での活動があり,それに適したものにし

たいと考えたからだ。また、性別を女性にした理由としては自分の趣味で行っているイラスト活動で女性のデザインをする機会が多かったため描きやすい方を選択した。

次に参考書を用いながら制作を進めていった。最初に先ほど完成をさせていた、キャラクターデザインの三面図の横側、正面のものは x 軸, y 軸に配置して制作していく表示した三面図は服を着ていない素体と呼ばれるものを表示し政策順序は顔面から入り、目、唇と耳の順に作成していった。耳については凹凸の表現が難しく複雑なモデリングになると判断したため凹凸を簡略化したもので作成した。(図 32)

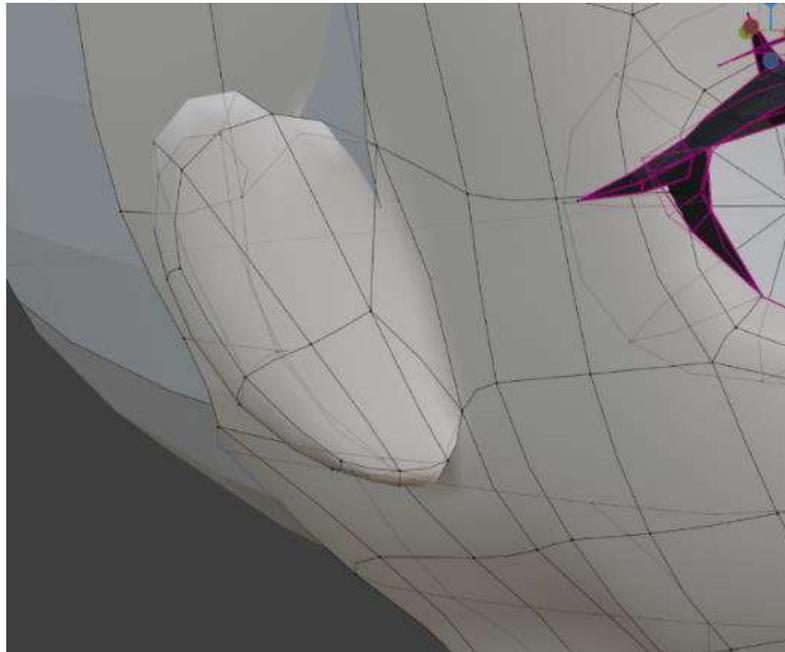


図 32 耳の作成

耳の作成を詳しくやろうとすると適切な細分化技術が必要になる。VRChat では適切なポリゴン数が存在し複雑にすればするほどデータ量が重くなってしまふ。画像のよ

うに作るメリットとしてデータ量を削減できるので状況によって使い分けることが必要である。

顔の制作が終えて髪の毛を制作した。先ほどの三面図を表示しつつそれに沿って髪の毛の束をモデリングしていった。(図 33) 今回のキャラクターデザインはくせ毛のショートだったため参考書では1括で髪の毛の束をつけていたが場所を選んで分割で作っていった。工夫した点として後ろに1枚の薄い髪をインナーに入れたことで正面から見た時の毛量が増えるように行ったり、できるだけ分割して作ったりすることで三面図のキャラクターデザインに近いデザインにすることができた。

顔、髪の毛と制作すると首から上のモデリングは終わったためそこから素体の制作に入った。(図 34) 素体の制作では主に六角形の図形を駆使しながら制作していく、顔と比較して素体部分はある程度どの部位も同じような制作方法だったため左右を同時に編集するミラーをうまく使いながら時間をかけずに作ることができた。素体の中で1番複雑だった場所は手足の作成だ。幸い足については靴を履かせるようなキャラクターデザインだったため足先をはりぼてで作ることで工数を少なくした。具体的に本当の人間に近いものにするのであれば足先の指を丁寧に作るのだが先述した靴を履かせる関係で実際に VRChat で動かす時には隠れる部分になるため省略を行った。手

については参考書を見て、実際の自分の手を観察し、隠れる部分になるため省略を行った。(図 35)



図 33 顔の完成

全体を通しての作業で一番かかったのはやはり、顔の作成であった。人は見た目が大事といわれるがゲームや、アニメーション、今回のような VRChat で使用するアバター

も最初に見るのは顔だろう。上から見たり，真横から見たりすることで違和感をなくしていった。

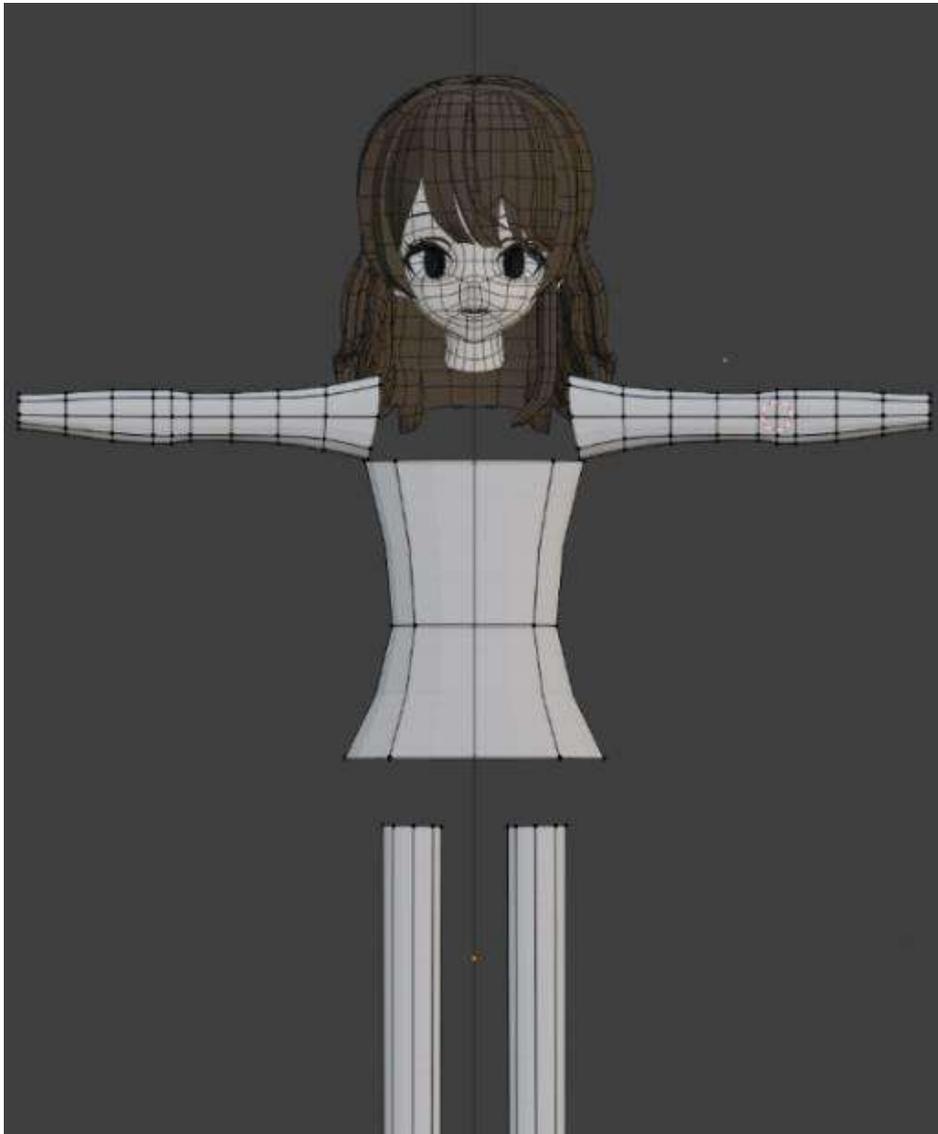


図 34 胴体の作成

胴体筒状のものからだんだん細分化を行い人間の丸みを作りこんでいった。このころには顔のモデリングから得た知識を使いながら行う反復作業だったので比較的やりやすかった。

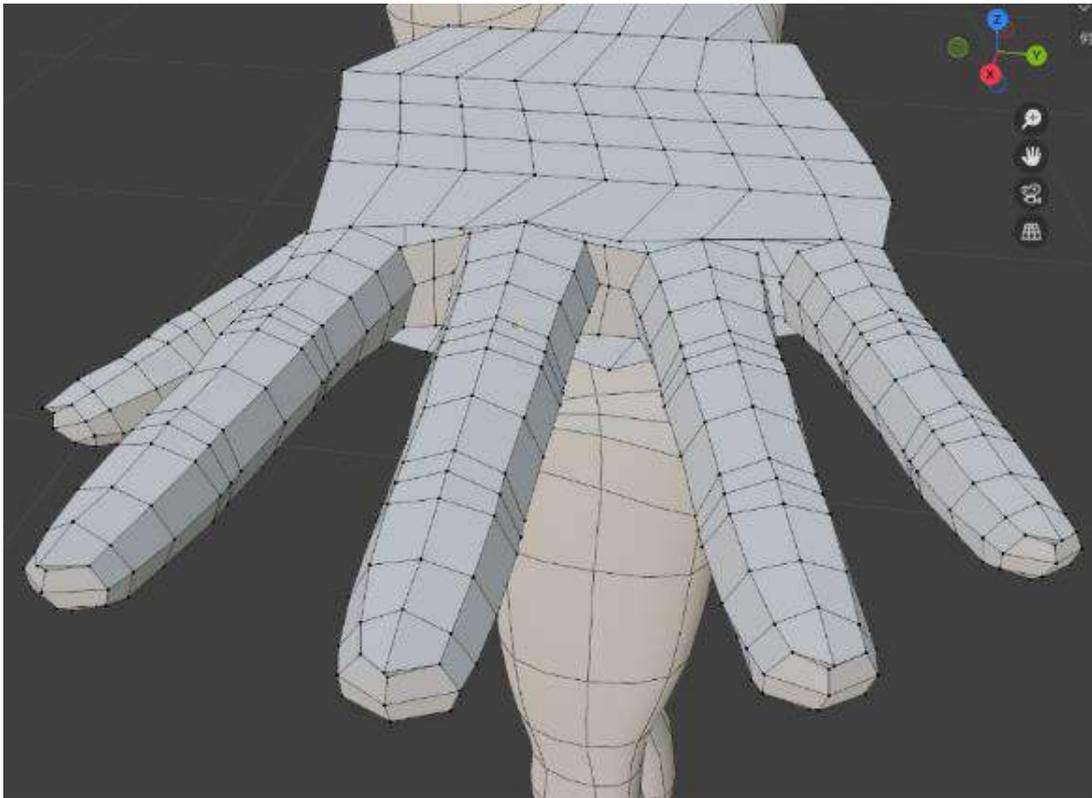


図 35 手のモデリング

手のモデリングは四角形を手の甲として指を1つ作ったのを複製しながら進めていった。もっと細かく作成するとするのであれば爪をよりクオリティ高く作る作業が必要になる。

制作する際様々な角度から見て違和感を減らしながら作成したことでいい状態の素体を作ることができた。

服のモデリングに入る前にボーンの導入を行った。ボーンとは人間でいう体を動かす神経、筋肉、骨に当たる部位の作成になる。ボーンを入れることによって Unity 内で動かすことができたり、VRChat で動かせたりでき、このタイミングでボーンを入れ Unity 内で確認することによって完成した後に大きなミスが減らすためにもボーンをこのタイミングで入れた。ボーンは次の head, neck, chest, spine, upperarm, lowerarm, shoulder, hips, upperarm, lowerarm, foot, toes, root で構成され、指先や、髪の毛、スカートなどの動きが激しいところにボーンを入れる場合はより詳細な枝分かれとして作成を行う。(図 36)

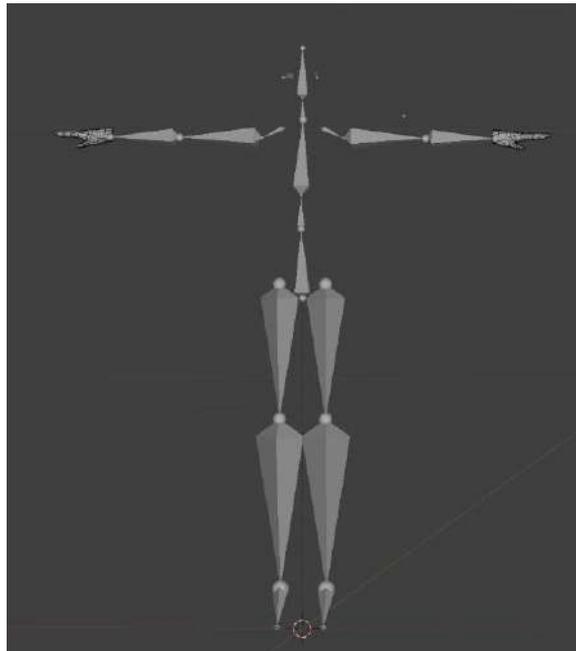


図 36 ボーン過程

## METAVVERSE DE AVATAR

ボーンは3Dのキャラクターを作るうえで絶対通らなくてはならない工程の一つになる。ボーン自体の構成であれば人間のキャラクターだけを取れば同じボーン構成になるのでわかりやすいがもっとリアルに動かそうとすればするほど複雑なボーン構成にしなければならなくなる。

Unity内での確認はアニメーションを実際に作った3Dモデルに適用させて確認をする。アニメーションはインターネットに無料で配布されているものをつかって確認を行った。実際に確認すると頭の後頭部の部分が透過されて表示されていた。メタバース・DE・アバターのメタバース班のリーダーに聞き込みしたところ Unity内でのバグのようなものだとわかったので安心して衣服の作成にかかった。

衣服の作成は素体と衣服を描いている三面図の2つをうまく使いながら作っていった。最初に記述したように長袖だったり、足元までかかるようなスカートだったりをつくると初心者にとっては難しく作業工程が止まる原因になりかねないためそれを避けたものになっている。初めに着手したものは靴制作になる。靴はUnity内で見るとパースがかかり想像以上に小さく見える関係があるので実際の靴と比べて大きく作ることとした。靴の制作は直方体をうまく使って細分化しながら作っていった。マテリアル設定をマットのような質感にして素足が貫通しないように覆う形でモデリングを行った。(図37)

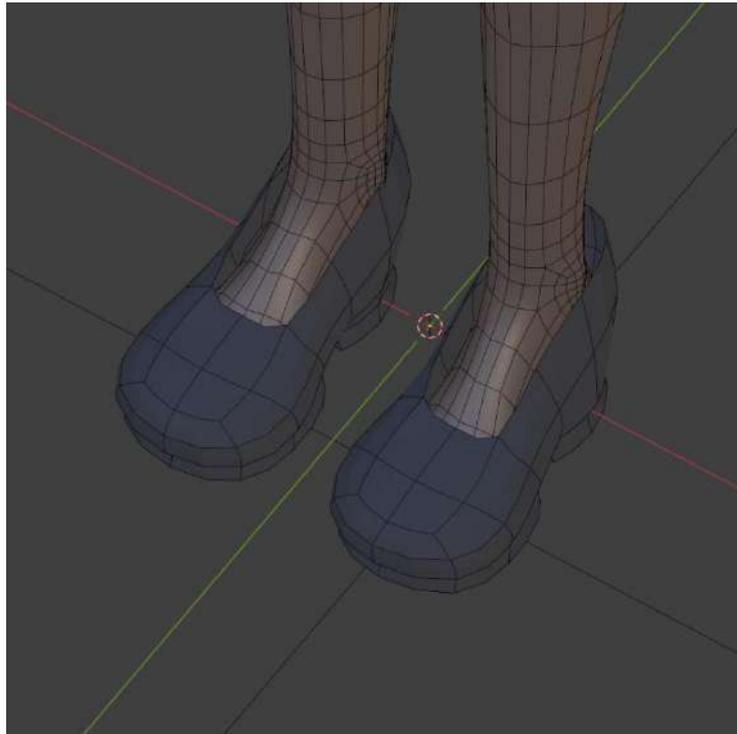


図 37 靴の作成

Blender には質感を設定する機能が存在するこれを設定することで靴であれば皮のような 光沢感に寄せることができる。

その次に、スカート作成に取り掛かった。スカート作成も同様に三面図を見ながら参考書を基に作成を行った。まず、ウエストの部分は円柱を使って作り、（図 38.1）スカートの部分も円柱を使い足のほうをだんだん拡大させながら作っていくある程度スカートの形状を作り終えたら、スカートのジグザク部分を不規則にいじりながらある程度自然になるまで繰り返す。色々な角度から見て違和感なくなったら先ほど作った

ウエストに隠れるようにするためウエストポイントをウエスト周りにくっつけて作成した。(図 38.2)



図 38.1 スカートの作成

図 38.2 スカートのシワの作成

キャラクターデザインデザインにもつながる話だがスカートには 1 から 12 までの数字が入るためそれでちょうどスカート周りが完成するように作っていった。しわの部分はなるべく 不規則にどの角度から見てもしわのねじれが見えるように工夫した。

最後に、上半身の学生服を作っていく。素体を見ながら作りこんでいく。(図 39.1) ある程度形になっていったら襟の部分は服を作った後に服のウエストポイントから伸ばしていく形をとることで1つのもので作れた。襟元を作り終えた後にリボンを作っていく立方体を基に穴を開けてリボンの中心部分を作った後、長方形をリボンの形にしていく。以上の工程を挟んでいって服の制作は完成となる。(図 39.2)

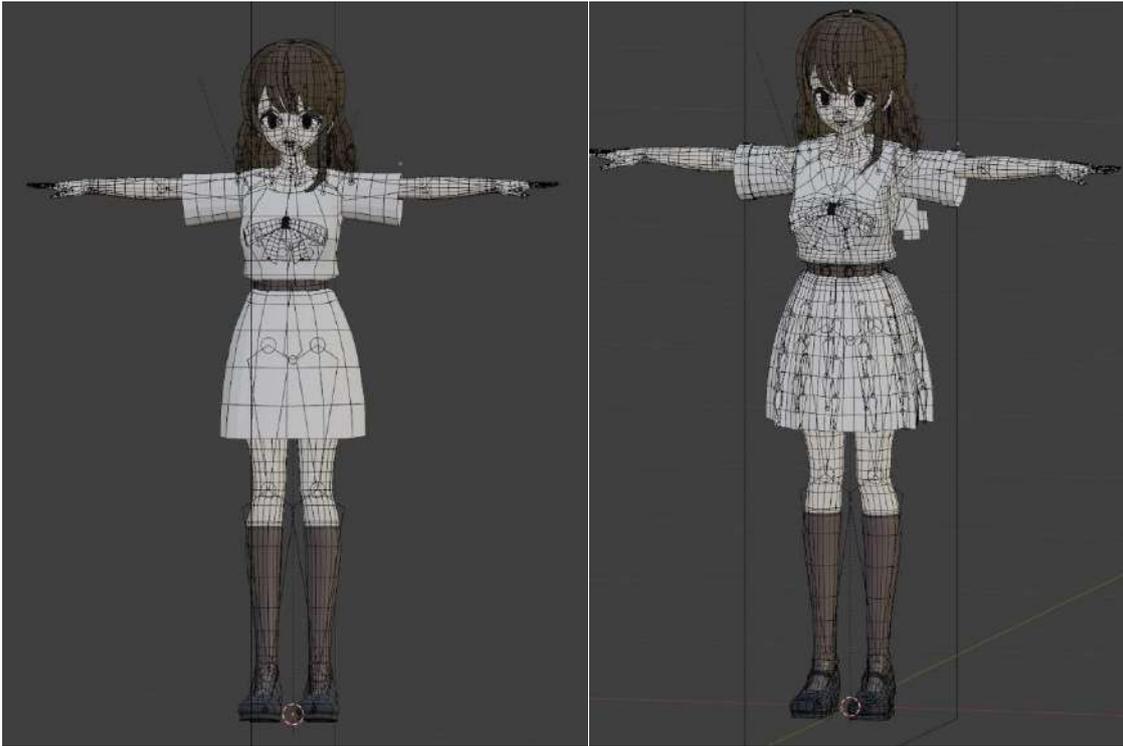


図 39.1 全体途中経過

図 39.2 全体完成

基礎的な部分を抑えながら簡潔にアバターの作成をしていったので VRChat でも適切なデータ量に抑えることができたと思う.blender 初心者が最初に取り組む3dモデルが3Dキャラクターなのはあまりないことだがプロジェクト期間中に間に合わせることができて良かった。

ここで素体の削除をしていく、何故素体の部分を削除するのかについてはデータの軽量化と貫通を防ぐために行う。削除と言っても服で隠れている部分だけの削除で削除せず実装すると素体が服を貫通して見えてしまう可能性が出てくる。下の素体を削除することで貫通が起こらず、データ削減も行えるので削除の工程を行った。

データの軽量化をした後ボーン付けをまた行う。素体のボーンは完成しているのでそこからスカートに12列3分割してつけていった。また、ウエイトの値をつける作業は自動化システムを用いて簡単にはついているがよくよくみると値の変な部分があるので確認しながら各種設定を行った。ボーンの細かい設定の部分は参考書を基に調整しながら自分でもポーズモードで変更を行った。(図40)

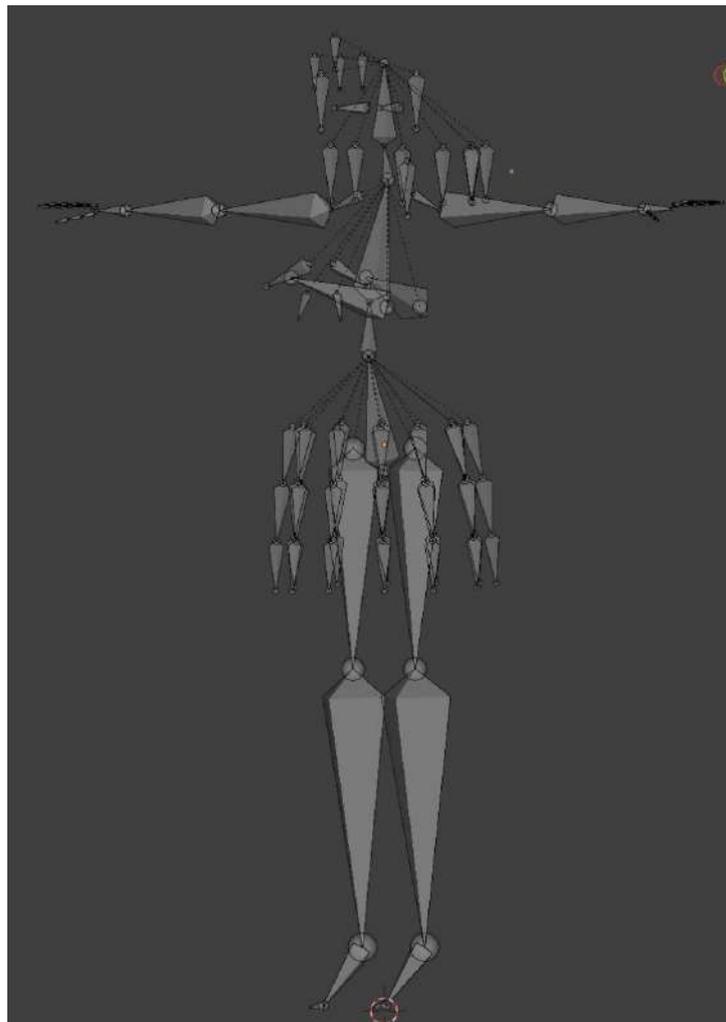


図40 最終的なボーン構成

## METAVVERSE DE AVATAR

スカートや頭,リボンにもボーンを作っていた.ボーンの設定自体は簡単だがどの点  
が, どのくらいそのボーンに影響を与えるようにするのかという数値決めはかなり苦  
労して作っていた.

ここまでの作業を終えて UV 展開をする. UV 展開は立体的なものを展開図で表示  
させるものであり, カットポイントを指定する必要がある. ポイントを設定して展開  
図を出力 してからクリップスタジオペイントを起動して着彩を行った. クリップスタ  
ジオペイントでは三面図の制作と UV 展開での着彩で使用した. クリップスタジオペ  
イントではレイヤーをうまく使ったり, 影を塗ったりして丁寧に描き込んでいった.  
各パーツを書き込むごとに PSD 形式で保存し, Blender 内で接続確認をしていっ  
た. UV 展開は自動で展開して くれるのだがたまに小さすぎる場合や大きすぎる場  
合がある. その場合にはこちら側で修正を入れていった. 各パーツの UV 展開の書き  
込みを終えたら途中で 1 度やった Unity 内での動きの確認を再度行う. 確認して唇の  
ボーン設定が変になっていたので修正をした.

## METAVVERSE DE AVATAR

その後、フェイシャルの制作をしていった。フェイシャルの制作では差分を作ることを行う。目をつぶった表情、口を、あ、い、う、え、お、の母音に対応したリップシンクに使用する差分、眉毛を動かした驚いた表情の差分を作成していった。(図 41)

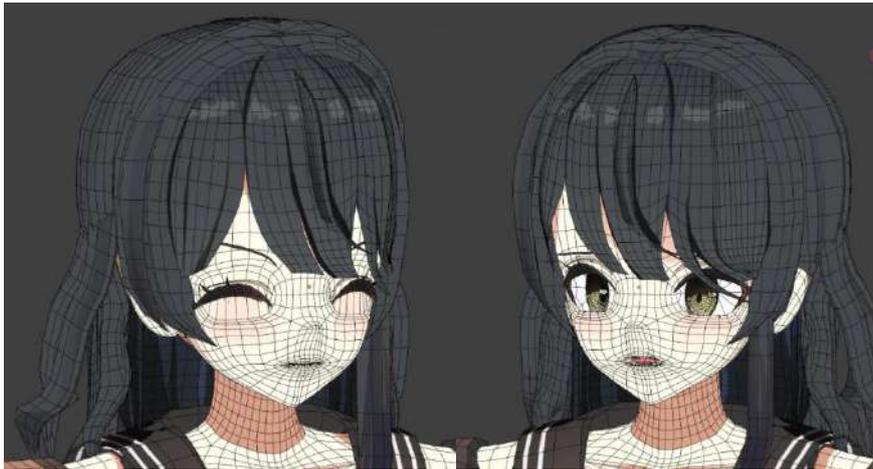


図 41 フェイシャルの作成

フェイシャルとリップシンクの制作は同時に行った。リップシンクをもう少し詳しく解説するとリップシンクとは話す際に人間が行っている発音方法をアバターに落とし込む作業といってもいい、フェイシャルについては笑顔の目がつぶったような差分を新たに作成しないといけなかったので制作してきちんと動作するかどうかを確認しながらの作業となった。

これで Blender の作業工程は終わったことになる。VRChat に 3D キャラクターを投稿するには条件があり、それはニューユーザになることである。VRChat の初期状

## METAVVERSE DE AVATAR

態はビジターであるためニューユーザに上げなければならない。上げるためにはフレンドを増やすことや VRChat である程度のたくさんのワールドに訪れることがあげられるため積極的にやって 1 週間くらいで上げることができた。

Unity から VRChat にアップロードできるようになったらアップロード作業に取り掛かった。アップロードの過程は Blender から FBX として 3D モデルの出力を行い、unity 側で出力した FBX を開いてマテリアル設定を行う。マテリアル設定では UV 展開の際にクリップスタジオペイントで作成を行った PSD のマテリアルと FBX の 3D マテリアルを関連付けて対応させることにより、Blender で表示されているものが適応できる。マテリアル設定と FBX の確認が取れたら各種 unity 側での設定を行う。設定は瞼の瞬き、リップシンクの設定、視点のパラメータ設定、影の設定など様々存在する。今回は省略したが衝突判定の設定や、髪が揺れたりスカートがなびいたりする設定を行う部分もこのタイミングで行う。unity での設定は以上で完成になりここから本格的にアップロードに取り掛かる。

アップロードを確認したところ VRChat でスカートと太ももが貫通する問題が出てきました。問題を解決するために Blender をよく触っている先輩にヒアリングして解決することができた。具体的には太ももの前と後ろのボーン設定を、元々は腰を親ボーンにしていたが、親を太ももに変更することによって歩きや走りに対応する設定

ができた。これらの過程を踏むことによって完成することができた。（図 42）



図 42 VRchat での完成写真

最終的なアバターはこのようになった。感想になってしまうがかなり大変だった分こうして実装できた感動は大きいのでやりきることの大切さを身に染みて感じたプロジェクト活動だったと振り返る。

Blender はプロジェクト活動をする前に触ったことは1度もなく初めて製作したものがこのアバター製作したものになる反省点として挙げられることはもう少し製作スピードを上げて早くメタバース班、AI 班 にバトンを渡すこと、動きのモーションにもっと没入感を増やすために服を揺らすような 設定を Unity で付けること、衝突判

## METAVVERSE DE AVATAR

定検知システムを組んで太ももとスカート，髪の毛と上半身の服が貫通しないようなものを作れたらよかったことが挙げられる．今後の展望は反省点として挙げたことはもちろん，アバターの数を増やして実際のリアルな世界観で没入感を増やすようなものをできたらいいと考える．

(※文責: 坂本光太郎)

空間オブジェクト(担当者: 白谷太誠)

### 1. 3DCG 班としての活動

エジプトと京都とオーストラリアの3つのワールドを制作した．3Dモデルを制作するにあたって用いたソフトはBlenderである．以下に制作したオブジェクトを添付した．(図43, 図44, 図45, 図46, 図47, 図48 図49)

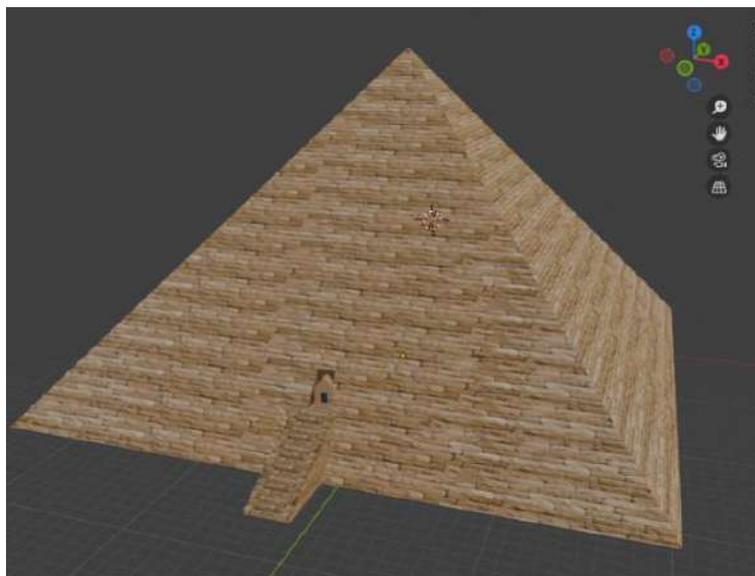


図43 ピラミッド (外部)

ピラミッド(外部) エジプトの代表的な建築物であるピラミッドの外観。ピラミッドの内部へと入れるように、ピラミッド正面に階段を配置している



図 44 ピラミッド (内部)

ピラミッド(内部) エジプトの代表的な建造物であるピラミッドの内部。ピラミッド(外部)にて配置した階段から続く部屋となっている。今回は、ピラミッドの内部の中でも代表的な、「王の間」のみ制作した。

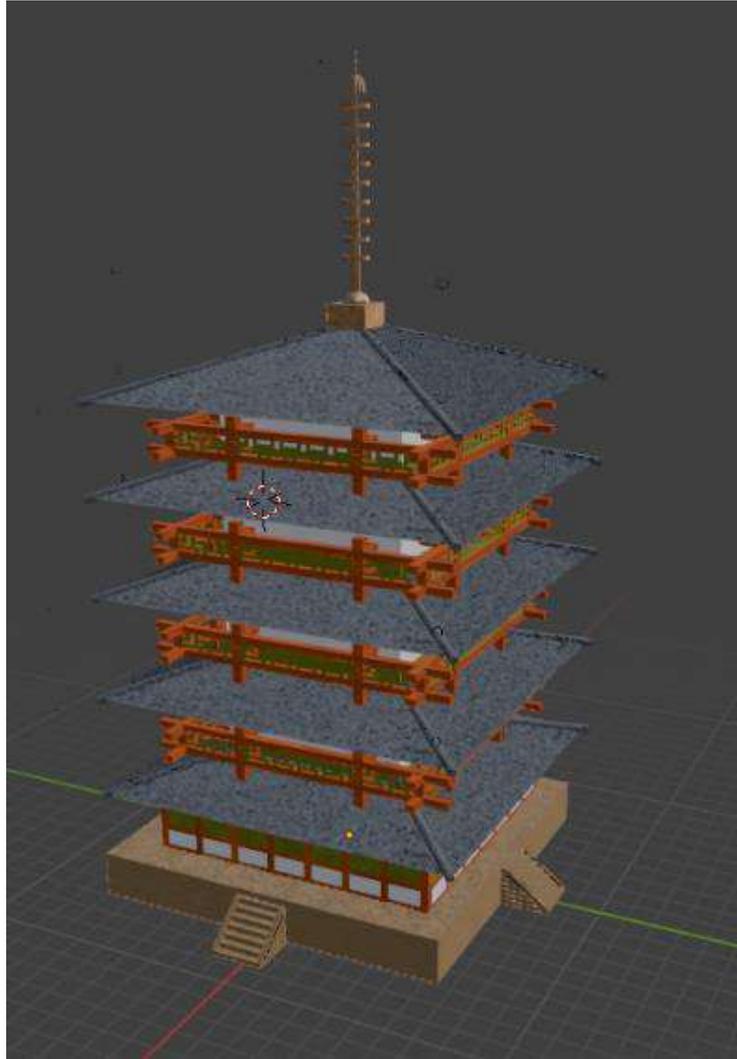


図 45 五重塔

京都の代表的な建造物である五重塔。細分化したものをくり抜き、テクスチャを貼り付けることで、和の文様を再現することができた。また、テクスチャのメタリックな質感を上げることで、屋根上の銅の装飾のリアリティを上げた。

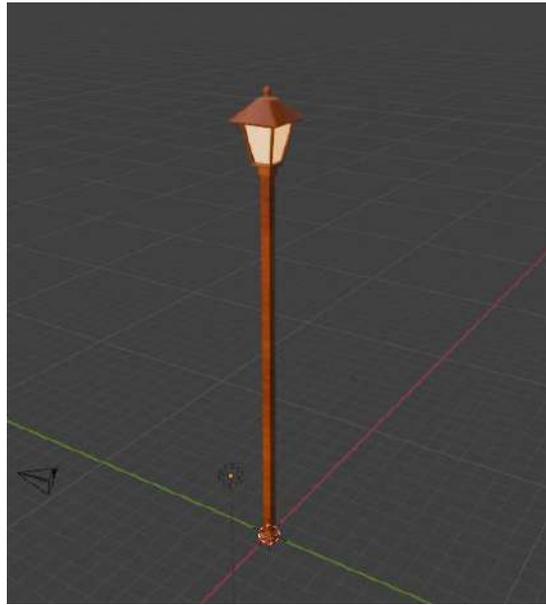


図 46 街灯

京都の街並みに配置する街灯. 街灯の灯り部分に関してだが, blender のプリンプル BSDF を活用して, 発光するようにテクスチャを制作した.

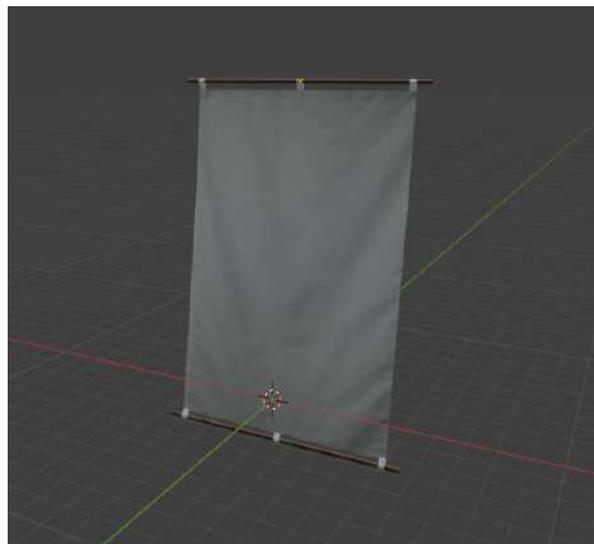


図 47 垂れ幕

京都の家屋に配置する垂れ幕。布部分に多数の細分化と重力の物理演算を施し、布が揺らめくような物理演算を制作することで、リアリティを出した。

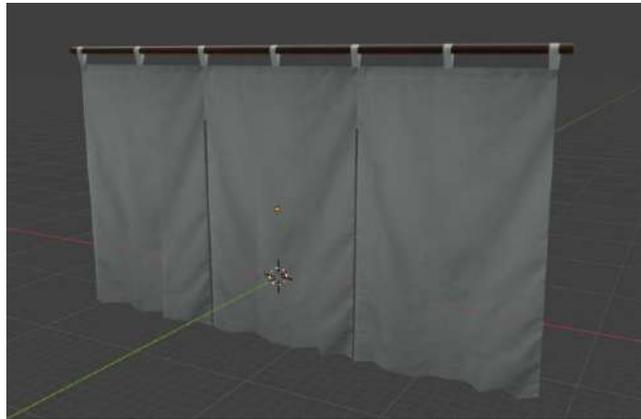


図 48 暖簾

京都の家屋に配置する暖簾。布部分を縦に細分化し、ランダムに点を配置する処理を施すことで、布のばらつきを再現し、テクスチャとの一体感を出した。

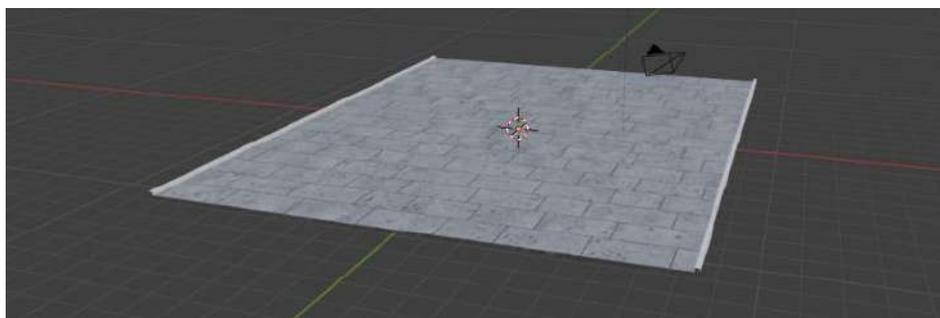


図 49 道（京都）

京都の街並みに配置する道。道に施したタイルの切れ目は、当初均等に入れていたが、よりリアルを追及するために、手作業で入れた。

## 2. 3D モデル制作までの流れ

3DCG 班では、全員が Blender の経験が無かったため、最初の 2 か月程度を、Blender の基本的なスキルを身に着ける時間へと費やすことにした。YouTube にて、初心者向けの制作動画を模倣するなどして、Blender の基本操作を身に着けた。この基本操作を身に着けることで、ショートカットキーやアドオンなどを駆使して作業を効率的に進めることを可能とした。基本操作を身に着けた後は、エジプトのワールドのオブジェクトであるピラミッドから制作を進めた。ピラミッドの制作を終えてから、京都のワールドのオブジェクトの制作へと移行した。

## 3. オブジェクトへのこだわり

ワールドへの没入感を高めるために、オブジェクトに貼り付けるテクスチャにこだわった。オブジェクトに合うテクスチャを厳選することで、オブジェクトの高いリアリティを出すことに成功した。また、テクスチャを貼る際に UV 展開という作業を施すことで、細部のテクスチャの貼り付けや、不自然なテクスチャになることを防いだ。

(※文責: 白谷太誠)

空間オブジェクト(担当者: 神大河)

3DCG 班では、キャラクターとオブジェクトを制作する班に別れた。その際、すべてのワールドにおけるオブジェクトの制作を行った。それぞれ、エジプト、京都、オーストラリアのワールドにあるオブジェクトの制作を行った。例として、エジプトにおいては、広場のオブジェクト、またスフィンクスの制作をおこなった。京都においては、家屋として3つのパターン、及び五重塔庭園における木の制作を行った。オーストラリアにおいては、エアーズロックの作成を行った。

テクスチャリングは、Unity へエクスポートすることを踏まえ、テクスチャ画像を用意し、それを貼り付ける方法で行った。Blender 内にてマテリアルを作成し、それを画像として出力する方法もあるが、大規模なオブジェクトや複雑な形のオブジェクト作成する際に作業の量が増え、より複雑な工程が増えると考えた多め今回の限られた時間内ではテクスチャ画像を用意する方法を採用した。また、モデリングの際に大きなオブジェクトについては、Google Map にて公開されている簡易的な 3D モデルを参考にし、細部は実際の写真を参照しながら調整を行った。特に、エアーズロックやスフィンクスなどの実際に存在し再現度を確保する必要があるオブジェクトにおいては、画像を参照するよりもより全体像を理解しながら作成が行えるため、オブジェクトの基礎をつくる上で大いに有用であると考えた。

## METAVVERSE DE AVATAR

以下に、作成したオブジェクトを1部載せている。(図50, 図51, 図52, 図53, 図54, 図55, 図56, 図57)

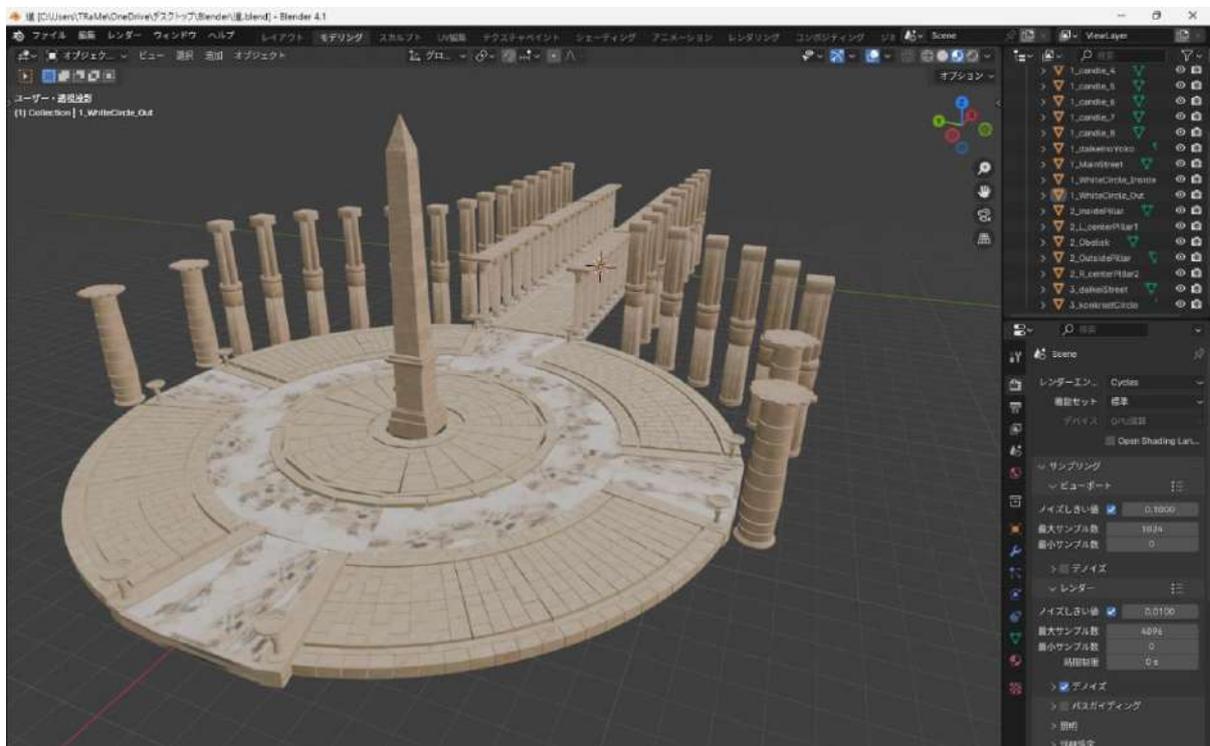


図50 エジプト前広場

エジプトの代表的な神殿であるカルナック神殿の柱, エジプトのシンボリックオブジェクトのオベリスクを参考に, エジプト前の広場を作成.

## METAVVERSE DE AVATAR



図 51 スフィンクス

エジプトの代表的な建造物の一つ。大昔は女性の顔がくっきりと存在していたことから、完成品も欠損のない顔として制作した。

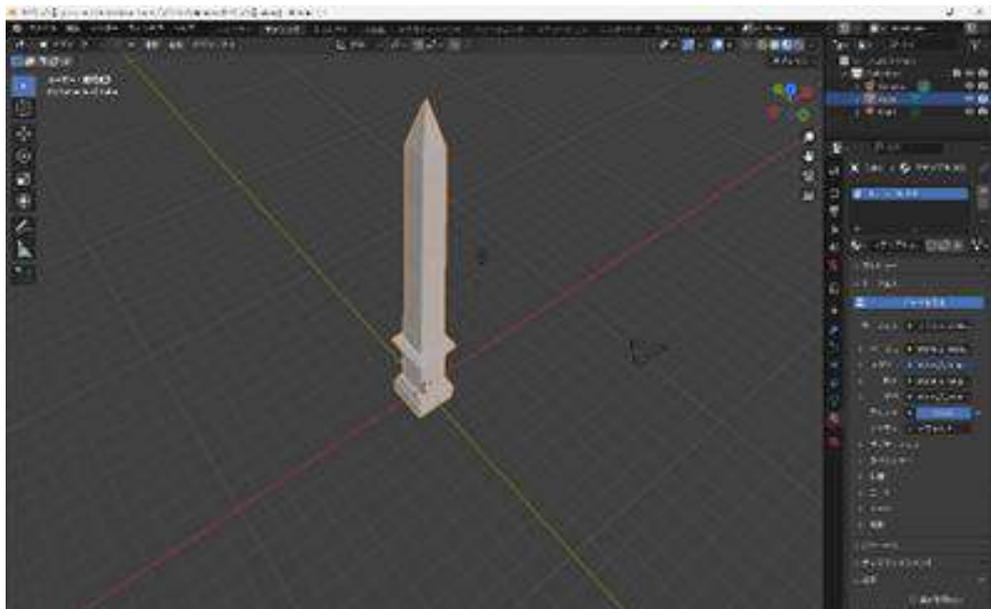


図 52 オベリスク

## METAVVERSE DE AVATAR

古代エジプト時代に広場、競技場、神殿などに立てられた記念碑（モニュメント）

の一種。実物は柱状部分に象形文字が彫られている。

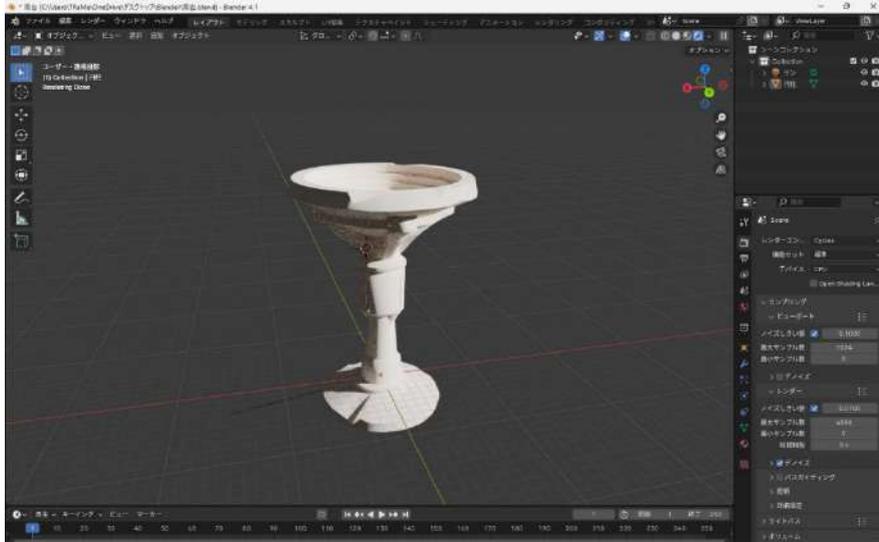


図 53 燭台

広場の装飾を施すためのモデル。火を起こすことを考え、質感は柱やオベリスクと統一している。



図 54 家屋

## METAVVERSE DE AVATAR

京都に存在する家屋をモチーフに制作。横の部分では、実際の京都中心にあるように、他の住宅と横に並ぶことを考え、窓などは設計していない。

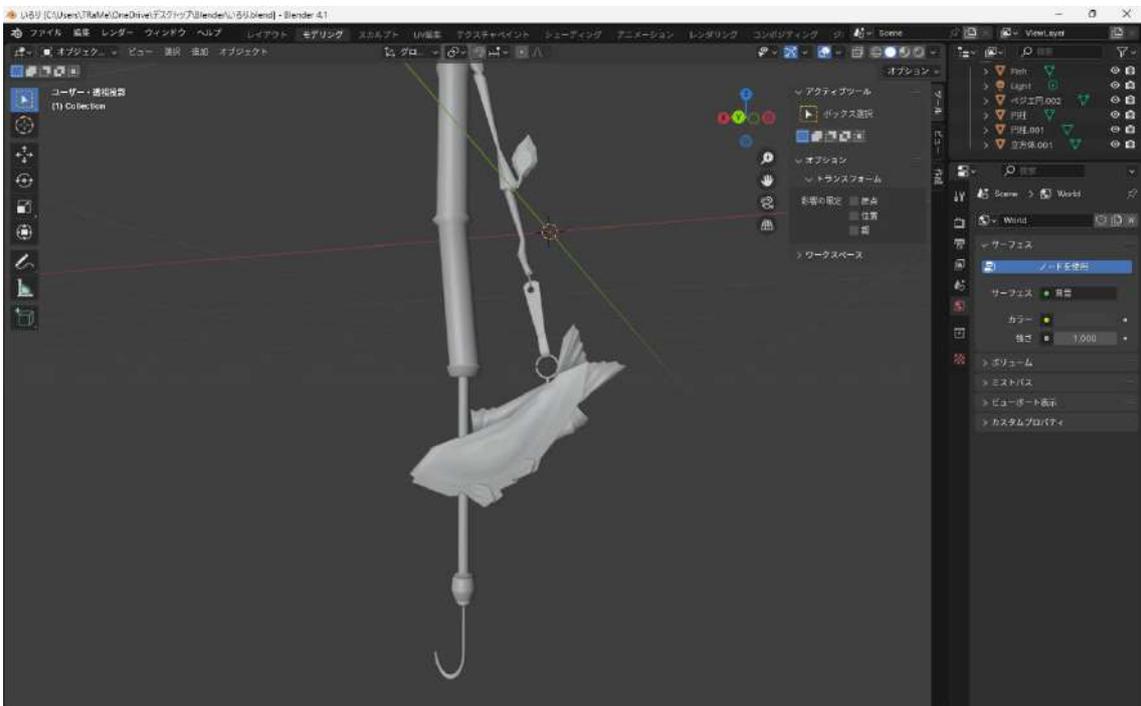


図 55 囲炉裏

一部の家屋の装飾を増やすために制作。構造は実際に存在するものを再現している。

## METAVVERSE DE AVATAR

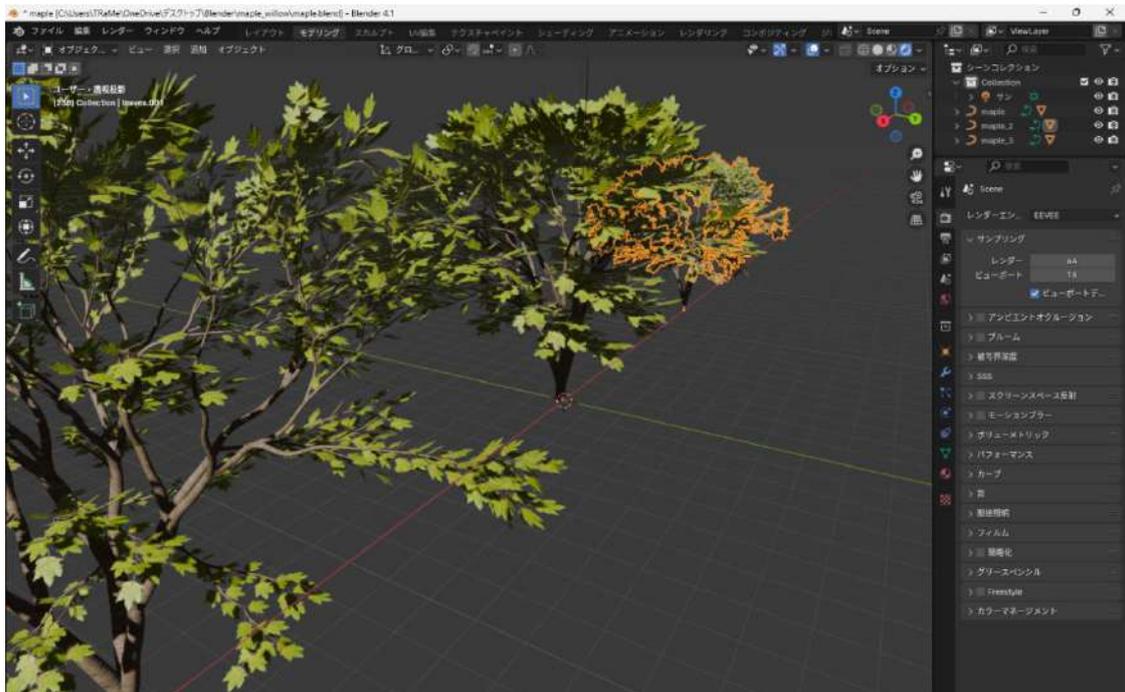


図 56 もみじ

五重塔，庭に存在する木として制作．木を生成するアドオンを使用し，プロパティを調整することで多様化を図った．



図 57 ウルル（エアーズロック）

## METAVERSE DE AVATAR

オーストラリアに存在する巨大な一枚岩を制作。地図を参考に形を再現した。現実のウルルは、周囲 9.4km、高さ 348m であり、本モデルもスケールが等しくなるように制作した。

(※文責: 神大河)

## 第5章 結果

### 5.1 メタバーズ班

メタバーズ班の成果として、3DCG 班が制作したオブジェクト、AI 班が制作した AI を搭載されたキャラクターを配置したエジプト、京都、オーストラリアを模したメタバーズ空間を制作した。また、メタバーズ空間内のクイズシステム、クイズの得点計算システム、ワープシステム、UI の表示・非表示システムを制作した。メタバーズ空間の制作の際には、臨場感を出すためにオブジェクトの配置や大きさ調整の他にも Skybox や、Terrain 等を用いて、マテリアルをオブジェクトに適しているものに設定した。今後の展望として、より多くのメタバーズ空間を制作すること、各メタバーズ空間のクオリティ向上が挙げられる。現在は3つのメタバーズ空間しか制作していないが、他の世界遺産がある国を加えることで、より学習意欲・学習効率を向上させることが可能になると考える。また、京都を模したメタバーズ空間は地面が平行であるため、高低差を活用した土地にすることで、より臨場感を感じることができるようになると考えられる。

(※文責: 小野武汰)

## 5.2 AI 班

AI 班の成果として、メタバース内で AI と音声での会話を行うことができるシステムを作成した。AI が行う感情表現について検討を重ね、可能性を模索することができた。班員全員が協力し、共同作業を行うことでより完成度の高いものを作成した。また、他班との連携も積極的に行い、プロジェクトとしての成果物に貢献した。

今後の展望として、より自然で精確な感情表現を行うことが挙げられる。例えば、VOICEVOX 以外のアプローチの検討である。今回のプロジェクトでは、キャラクターの多様さと導入のしやすさから VOICEVOX を採用したが、ほかにも感情の表現に長ける合成音声ソフトや、ChatGPT の音声会話機能の利用などが考えられる。また、他班とのさらなる連携を行い、エモートやエフェクトを利用した豊かな感情表現も目指していきたい。今後のプロジェクトでも、進歩する技術を利用し、より発展させることを積極的に探っていきたい。

(※文責: 掛川倫羽)

### 5.3 3DCG 班

3DCG 班の活動としてはスケジュール管理を徹底して AI 班、メタバース班に成果物を提供できた。各年代、場所の制作を行った 3D オブジェクトチームでは、資料集めから設計、制作まで全てを担当してくれた。3D キャラクターチームでは各個人が 1 人ずつキャラクター制作を完成させることができ大きなトラブルなく最後までやり遂げた。制作物の内容については 4 章の各個人の制作物参照。今後の展望として現実と VRChat での空間の違いをどんなものやことで違和感を減らしていくことができるのかを考えながら制作することがあげられる。例えば実際の現実世界観 BGM がなっているわけではなく環境的な音がメインである。ただ、VRChat で環境音だけに絞ってしまうと物足りなさが増える。それは 3D のオブジェクトや、キャラクターにも当てはめることができ、今回実装したワールドは色々な部分が現実と比べて足りないと思う。それは時間や人数の少なさによるリソース不足でありどうしても解決が難しい。時間的制約がある中でどうやって VRChat 内での没入感の視覚的な 3D オブジェクト、キャラクターを用いて向上させていくのかを考えながら制作を行う。

(※文責: 坂本光太郎)

## 5.4 ユーザの体験

### 5.4.1 移動方法とインタラクション

ユーザは始めに開始部屋にスポーンする。開始部屋では、本ワールドの遊び方を確認することができる。確認後にチュートリアルを行い、部屋の端にあるテレポーターに乗ることでランダムなステージへレポートする（図 58）。各ステージでは、ワールド探索やアバターとの会話からユーザがいる国名（図 59）と世界遺産に登録された年代を当てるクイズ（図 60）に回答する。回答後は開始部屋で解説を読み（図 61）、得点を確認する。全てのステージのクイズに答えた後、ユーザは獲得した総得点を確認してゲームは終了となる。

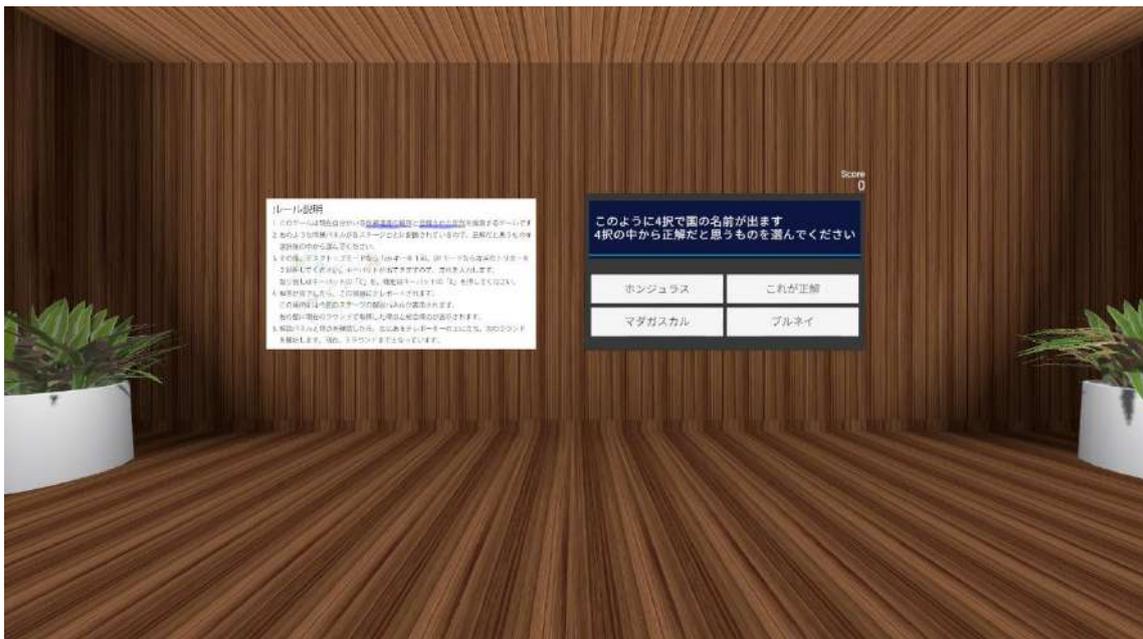


図 58 開始部屋

## METAVVERSE DE AVATAR

開始部屋はユーザが本ワールドに入った際にスポーンする地点である。ここにはチュートリアルが書かれている画像と4択クイズが設置されており、チュートリアルに沿って進めることでユーザは進むことができる。また、この場所は各ステージ終了後に解説が表示される場所としても使われている。



図 59 国名クイズ

国名クイズはランダムな不正解である3つの国と正解である1つの国によって構成され、ユーザが国名の書かれている四角をインタラクションすることで選択し、解答することができる。



図 60 年代クイズ

年代クイズは数字のパネル，C，E と書かれているパネルで構成されており，上部の表示部には入力した数字が表示される．ここに正解だと予測する年代を入力し，E のパネルをインタラクションすることで解答することができる．もし，入力を間違えた場合は C を押すことで入力を取り消すことができる．



図 61 クイズの解説

解説は各ステージ終了後にそのステージの解説が開始部屋に表示される。この解説には世界遺産の種類や場所，登録された年代と特徴が記載されている。

(※文責: 掛川倫羽, 樋口侑紀)

### 5.4.2 エジプト

エジプトでは，ピラミッドやスフィンクスといった建造物が配置されており，エジプトの歴史や文化について学習することができる。(図 62) また，間近で見ることのできる実際の大きさを体験することができ，視覚的に楽しみながらエジプトについて知ることができる。加えて，これらの建造物は世界的にも有名なため学習者が興味

## METAVVERSE DE AVATAR

を持ちやすく、学習に適しているワールドであると考えられる。工夫点として、ワールドの探索を行いやすくするために案内の看板を設置したことが挙げられる。(図 63.1, 図 63.2, 図 63.3, 図 63.4) このワールドでは「メリシス」という名前の女性神官と会話することが可能である。彼女は誠実で協力的な性格であり、親切な対応をしてくれる。また、感情表現が豊かであり様々なジェスチャーを交えながら会話をする(図 64.1, 図 64.2)。エジプトの文化や歴史に詳しく、質問をすることで具体的な回答を得ることができる(図 65.1, 図 65.2)。この体験は、後述する赤川小学校訪問授業に用いられた。

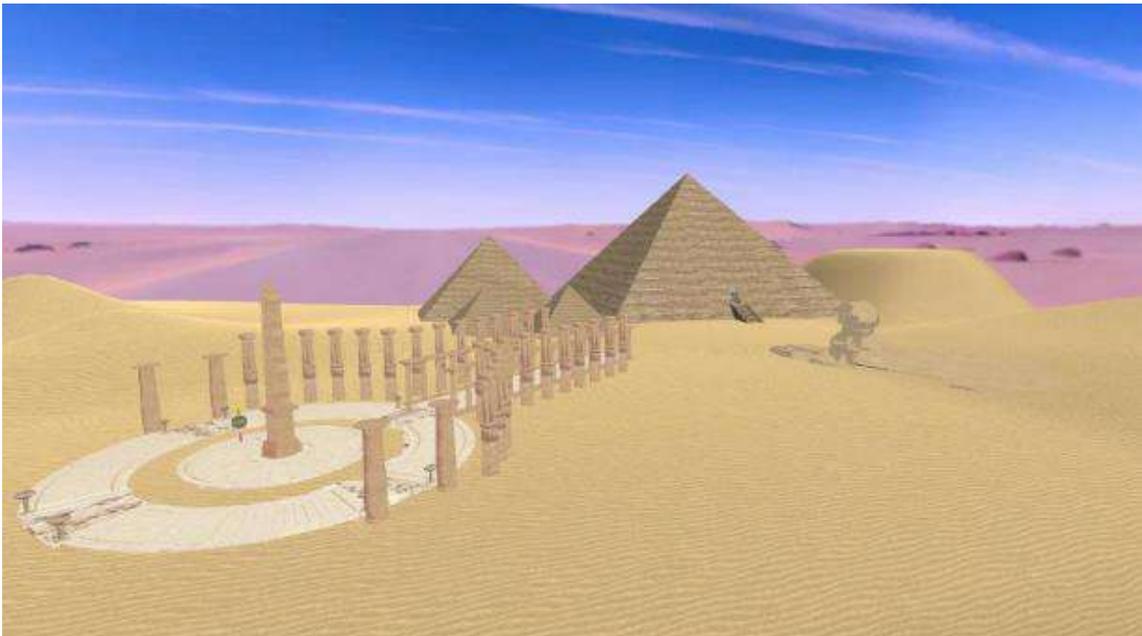


図 62 エジプト

## METAVVERSE DE AVATAR

この画像は、エジプトを模したワールドの全体像である。スフィンクス、ピラミッド、広場といった、エジプトを象徴するようなオブジェクトを配置している。地形は、Terrain を用いて生成し、空は Skybox を用いて青空にしている。



図 63.1 看板 1



図 63.2 看板 2



図 63.3 看板 3



図 63.4 看板 3

この画像は、赤川小学校での授業に向けて制作した、道順を示すための看板である。この看板の指示に従ってスフィンクスにインタラクションを行うと、スフィンク

スに設定した音声流れるようになっている。看板の設置場所はスフィンクス、その次は広場、最後にピラミッドに行くことに設定した。



図 64.1 ジェスチャーの例 1



図 64.2 ジェスチャーの例 2

図 64.1 は VRChat 内でのエモートである。「喜」の感情を抽出して、エモートの 2 番目、拍手を再生している。図 64.2 は「楽」の感情を抽出して、エモートの 1 番目、手を

振る動きを再生している。



図 65.1 メリシスとの会話 1



図 65.1 メリシスとの会話 2

図 65.1 はユーザが「ピラミッドとは何か」を尋ねたときの AI の返答である。ユーザは AI とのインタラクティブな会話と通じて、情報を得ることができる。図 65.2 は

ユーザが「スフィンクスとは何か」を尋ねたときの AI の返答である。エジプトについてユーザが尋ねると AI から具体的な回答が返ってくる。

(※文責: 小野武汰, 掛川倫羽, 竹谷環枢)

### 5.4.3 京都

京都（図 66.1）では桜（図 66.2）が有名な醍醐寺をモチーフとした建造物をメインに、京都の街並みを再現したワールドを体験することができる。現実とそっくりな視点から境内の建造物を観察したり、街並みを見学したり、楽しみながら京都の建造物を見学することができる。

醍醐寺の中には京都府下最古の木造建築の五重塔や桜などの有名な景色があり、京都ということが伝わりやすくなっていると考える。



図 66.1 京都



図 66.2 桜

京都には「りん」という名前の新選組メンバーがいる。りんは、冷淡で用心深く、口数が少ないという特徴がある。表現する感情の種類は少なく、質問に対して端的な回答をする。会話を通じて隊士としての心得や死生観を知ることができる。

(※文責: 樋口侑紀, 掛川倫羽)

#### 5.4.4 オーストラリア

現地名で「ウルル (Uluru)」(図 67)、オーストラリア中央部のノーザンテリトリーに位置する巨大な一枚岩で、世界的に有名な自然遺産をメインにウルルの歴史や文化について学習することができる。また、間近で見ることによって実際の大きさを体験することができ、視覚的に楽しみながら自然遺産について知ることができる。



図 67 ウルル (Uluru)

この画像は、オーストラリアのウルル（エアーズロック）が配置されているオーストラリアを模したワールドである。地形を Terrain で生成し、空は Skybox を使用している。

(※文責: 加賀奏汰)

## 第 6 章 考察

### 6.1 赤川小学校訪問授業

#### 6.1.1 概要

- ・ 授業内容:

AI を活用したシステムの体験および AI 技術の学習である。

- ・ 実施目的:

現代の AI 技術は、生活や産業の多くの分野において劇的な発展を遂げている。生成 AI や機械学習などの技術が急速に発展し、画像認識から対話型 AI まで、さまざまな分野で実用化が進んでいる。しかし、AI の利用が広がるにつれ、ディープフェイクや無断学習などの課題も浮かび上がっている。この授業では、AI を活用したシステムを体験しながら、AI 技術についての学習を行うことで、AI についての理解を深め、安全に活用できるようになることを目的とした。

- ・ 授業内容の詳細 ;

- ・ 公立はこだて未来大学の紹介 (5 分)

- ・システムの体験 (30 分)
- ・アンケート① (10 分)
- ・休憩 (10 分)
- ・2 択クイズ (20 分)
- ・AI の危険性についての授業 (10 分)
- ・アンケート② (10 分)

### 各セクションの説明

- ・公立はこだて未来大学の紹介

未来大学について、特徴や施設などを簡単に紹介した。

### ・システムの体験

大学側の PC8 台と VR ゴーグル 4 台を使用して行った。4 班に分かれてもらい、各班でそれぞれ 1 台の PC と VR ゴーグルを使用した。ここでは、メタバース上での探索と AI との会話を体験してもらった。(図 68.1, 図 68.2, 図 68.3, 図 68.4)内容としては、エジプトをイメージしたメタバースを歩き回り、その後にメタバース上で AI との会話をしてもらい、会話では

ワークシートを利用した。この時、AI との会話であることは伏せた。

## ・アンケート①

メタバース空間でのシステム体験について、評価してもらった。内容としては、自然な会話ができただか、学習に役立つか、楽しく学習できたかなどについて聞いた。

Google フォームで回答を行った。

## ・2 択クイズ

クイズの前に、会話していた対象が AI であることを説明し、AI とは何であるかの説明を行った。質問に対する AI の返答と人間の返答を見分けるクイズ、AI が生成した画像と写真を見分けるクイズ体験を行った。内容として、画面に、質問とそれに対する答えを 2 つ表示し、どちらが AI のものか当ててもらったことにした。

## ・AI の危険性についての授業

AI についての学習として、利便性の反面に抱える危険性について着目して授業を行った。特に、ディープフェイクによる悪質なデマや、無断学習による被害などについて危険性についての理解を深めてもらうことにし

た。実際にあったできごとを具体例として、AIには便利な面がある一方で悪質な利用方法があることを周知し、安全な利用方法について考える機会にした。

## ・アンケート②

AIについての質問や感想と、訪問授業についての感想を聞いた。アンケート①同様、Google フォームで回答を行った。



図 68.1 授業風景 1



図 68.2 授業風景 2



図 68.3 授業風景 3



図 68.4 授業風景 4

システムの体験において使用した VR ゴーグルは Meta Quest 3 である。

ユーザである生徒は、ゴーグルとコントローラーを用いて、ピラミッドや

スフィンクス周辺の探索とメリシスとの会話体験を行った。

(※文責: 竹谷環枢)

### 6.1.2 評価

授業前の理解度と授業後の理解度の平均の差が統計的に有意か確かめるために、有意水準 5%で両側検定の t 検定(図 69)を行った。エジプトについての理解度では  $t(16)=4.67$ ,  $p<.01$ , ピラミッドについての理解度では  $t(16)=3.39$ ,  $p<.01$ , スフィンクスについての理解度では,  $t(16)=4.93$ ,  $p<.01$  となった。このことからそれぞれの項目に対して理解度に授業の前後で有意な差があった。よって本授業は成功と言える。

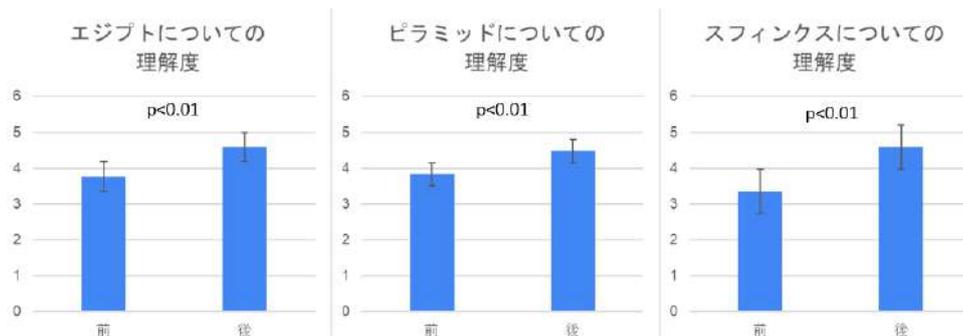


図 69 t 検定の結果

この結果から、授業を通じて、生徒が持つそれぞれの項目に対する理解度が高まったことがわかる。

(※文責: 竹谷環枢)

## 6.2 成果発表

### 6.2.1 概要

12月に成果発表を行った。今回は中間発表と異なり、VRゴーグルを装着しながら、アバターと会話する実演に力をいれた。発表スライドの内容は1.プロジェクト概要、2.チームの詳細(技術班)、3.小学校訪問授業、4.実演の順で行った。また、実演の進行が滞った際のことを考慮し、デモンストレーション動画を作成した。動画の内容は、メリシスとの会話、VRchat内でのアバターの操作、制作した3つのワールド(エジプト、京都、エアーズロック)探索である。メリシスとの会話は動画編集ソフトClipchampで字幕を付けた(図70)。



図70 デモンストレーション動画

図70はユーザが「こんにちは」と尋ねたときのメリシスの返答である。動画内では、他にメリシスの自己紹介やピラミッド、スフィンクスについての会話をいれている。

(※文責: 竹谷環枢)

## 6.2.2 評価

アンケート回答者は31人であった。「発表技術の評価: プロジェクトの目的と活動を伝えるために効果的な発表が行われているか?」は10点中、平均7.74であった(図70)。「プロジェクトの評価: プロジェクトの成果物のクオリティは?」は10点中、平均8.32であった(図71)。



図 71 発表技術の評価

発表技術についてのコメントを抜粋して以下に挙げる。

- ・「動画を見せて実際にプレイしているところを見せていてわかりやすくできており良いと思います。」
- ・「声のボリュームや発表のスピード感が適切だった。」

プロジェクトの評価: プロジェクトの成果物のクオリティは? What was the quality of the project deliverables?

31件の回答

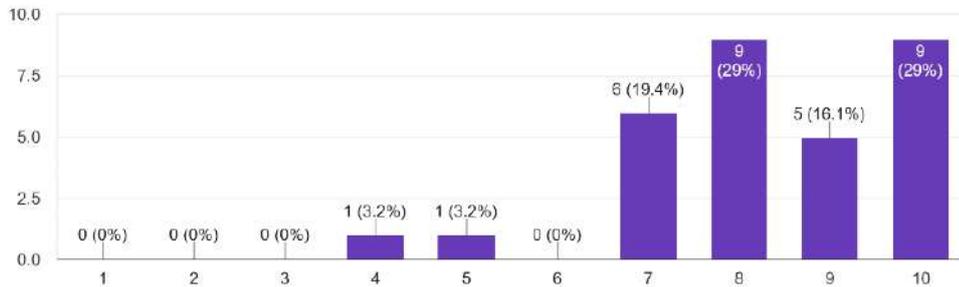


図 72 プロジェクトの評価

プロジェクトについてのコメントを抜粋して以下に挙げる.

- ・「3D モデリングがとても凄かった。」
- ・「作ったものはわかったが、作ったものをどう活かすかがわからなかった。」

上記より、発表の仕方自体は高評価を得ることができた。しかし、「作ったものはわかったが、作ったものをどう活かすかがわからなかった。」のように、本プロジェクトで制作したものがどのように活かすことができるのかという点で説明が不十分であった。具体的な反省としては、実際に赤川小学校での教育的効果が出ているという事実を大きくアピールし、教育に活かすことができるという意見を強調していくべきだった。

(※文責: 白谷太誠, 竹谷環枢)

## 第 7 章 参考文献

### 7.1 メタバーズ班

【VRChat】Blender で作ったモデルを Unity から VRChat にアバターをアップロードする方法. <https://qiita.com/nonkapibara/items/0a366ff86e97d690feac>, (閲覧日: 2025/01/21)

【Unity 入門】音(BGM・SE)を再生する方法!これさえ読めば一通りは OK  
. [https://www.sejuku.net/blog/83569#index\\_id0](https://www.sejuku.net/blog/83569#index_id0), (閲覧日: 2025/01/21)

Surreal-Skyboxes. <https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/sky/surreal-skyboxes-254634> (閲覧日: 2025/01/21)

VRChat でワールドのギミックを作ってみたい人へのガイド. [https://note.com/watahumi\\_mina/n/n51b99fbae2b6](https://note.com/watahumi_mina/n/n51b99fbae2b6), (閲覧日: 2025/01/21)

【Unity 入門】3分で地面を生成!Terrainで見栄えの良い地面を作ろう. [https:](https://www.sejuku.net/blog/70742)

[//www.sejuku.net/blog/70742](https://www.sejuku.net/blog/70742), (閲覧日: 2025/01/21)

Terrain Toolkit 2017. [https://assetstore.unity.com/packages/tools/terrain/terrain-](https://assetstore.unity.com/packages/tools/terrain/terrain-toolkit-2017-83490?locale=ja-JP)

[toolkit-2017-83490?locale=ja-JP](https://assetstore.unity.com/packages/tools/terrain/terrain-toolkit-2017-83490?locale=ja-JP), (閲覧日: 2025/01/21)

VRCでuGUIを使ってギミックを作る備忘録. [https:](https://note.com/solphy/n/n655b4cad234c)

[//note.com/solphy/n/n655b4cad234c](https://note.com/solphy/n/n655b4cad234c), (閲覧日: 2025/01/21)

VRChat 技術メモ帳 - VRChat tech notes. <https://vrcworld.wiki.fc2.com/wiki/uGUI>,

(閲覧日: 2025/01/21)

VRChat 水面で使う Shader の負荷を比較してみた. [https:](https://note.com/kluele_vrc/n/n1c1c2f7d4acc)

[//note.com/kluele\\_vrc/n/n1c1c2f7d4acc](https://note.com/kluele_vrc/n/n1c1c2f7d4acc), (閲覧日: 2025/01/21)

【VRChat】VRC Hand Menu ハンドメニュー【Udon ギミック】. [https:](https://booth.pm/ja/items/4201369)

[//booth.pm/ja/items/4201369](https://booth.pm/ja/items/4201369), (閲覧日: 2025/01/21)

## METAVVERSE DE AVATAR

UdonPin 【VRCSDK3 向け暗証番号システム】 . [https:](https://booth.pm/ja/items/3091808)

[//booth.pm/ja/items/3091808](https://booth.pm/ja/items/3091808), (閲覧日: 2025/01/21)

VRChat ワールドの同期処理まとめ. [https:](https://note.com/noritama_vrc/n/nada045c1b053)

[//note.com/noritama\\_vrc/n/nada045c1b053](https://note.com/noritama_vrc/n/nada045c1b053), (閲覧日: 2025/01/21)

【VRChat】ワールドを Quest 対応させよう！ Part1: とりあえず入れるようにする.

[https://qiita.com/Hellcat\\_152/items/5133e1bde526d1f83ed3](https://qiita.com/Hellcat_152/items/5133e1bde526d1f83ed3), (閲覧日:

2025/01/21)

【無料版あり】【VRchat】スクショの貼れる看板. [https:](https://booth.pm/ja/items/2962460)

[//booth.pm/ja/items/2962460](https://booth.pm/ja/items/2962460), (閲覧日: 2025/01/21)

【フェード暗転】やさしいテレポート 【VRCSDK3 / U#】 . [https:](https://booth.pm/ja/items/3790733)

[//booth.pm/ja/items/3790733](https://booth.pm/ja/items/3790733), (閲覧日: 2025/01/21)

[FREE] Quiz 【VRCWorld / U#】 . <https://booth.pm/ja/items/3050989>, (閲覧日: 2025/01/21)

【Unity】 Terrain を OBJ ファイルに変換する方法【サイズ縮小】 . <https://styly.cc/ja/tips/terrain-obj-exporter/>, (閲覧日: 2025/01/21)

古い紙のマテリアル. <https://booth.pm/ja/items/1751243>, (閲覧日: 2025/01/21)

## 7.2 AI 班

python.jp.“Visual Studio Code で Python 入門【Windows 編】”. プログラミング言語 Python 情報サイト. [https://www.python.jp/python\\_vscode/windows/index.html](https://www.python.jp/python_vscode/windows/index.html), (閲覧日: 2025/01/21)

「[図 7 ラッセルの感情円環モデル](#), [図 8 プルチックの感情の輪](#)」. Wikipedia.

METAVVERSE DE AVATAR

[https:](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%84%9F%E6%83%85%E3%81%AE%E5%88%86%E9%A1%9E)

[//ja.wikipedia.org/wiki/%E6%84%9F%E6%83%85%E3%81%AE%E5%88%86%E9%](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%84%9F%E6%83%85%E3%81%AE%E5%88%86%E9%A1%9E)

[A1%9E](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%84%9F%E6%83%85%E3%81%AE%E5%88%86%E9%A1%9E), (閲覧日: 2025/01/21)

**【Python】VOICEVOX を導入⇒ずんだもんを喋らせてみた.**[https:](https://note.com/key410/n/n1bf0e797da61)

[//note.com/key410/n/n1bf0e797da61](https://note.com/key410/n/n1bf0e797da61), (閲覧日: 2025/01/21)

### 7.3 3DCG 班

ambientCG -CC0 Textures, HDRIs and Models

<https://ambientcg.com/>, (閲覧日: 2025/01/21)

**【素体追加】3D 素体★フリー版あり**

<https://booth.pm/ja/items/1723404>, (閲覧日: 2025/01/21)

**【Vroid】 スポブラ, 一分丈スパッツ (ノーマルカラー) 【無料】**

<https://booth.pm/ja/items/2681735>, (閲覧日: 2025/01/21)