

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

ゲーム・デ・エデュケーション

Project Name

Game de Education

グループ名

AI チャレンジチーム

Group Name

AI Challenge Team

プロジェクト番号/Project No.

18

プロジェクトリーダー/Project Leader

豊田哲士 Satoshi Toyota

グループリーダー/Group Leader

坂原龍輝 Ryuki Sakahara

グループメンバ/Group Member

水谷祐太 Yuta Mizutani

坂原龍輝 Ryuki Sakahara

古本蒼 Aoi Hurumoto

中田吏紀 Riki Nakatai

高橋凌 Ryo Takahashi

指導教員

角薫 ドミニク・カスツジャ・バゲンダ

Advisor

Kaoru Sumi Dominic Kasujja Bagenda

提出日

2021 年 1 月 14 日

Date of Submission

Jan 14, 2021

概要

日常生活の中でも、私たちはいつ火災に遭遇してもおかしくない。「京都アニメーション放火殺人事件」などは記憶に新しく、いざという時に自分の身を守るための準備は重要である。しかし現状一般的に行われている火災時を想定した避難訓練は、避難経路を確認しながら歩いた後点呼をする程度であり、参加者それぞれが緊張感をもって訓練に臨むのは非常に難しい。よって、AI チャレンジチームでは、AI と VR を用いることで仮想空間の中で火災現場からの避難を疑似体験しながら、避難時に取るべき正しい行動を学ぶことができるゲームを開発する。仮想空間の臨場感により緊張感が生まれるほか、AI によるデモプレイを実装し、避難行動の優れた手本になるようにすることで更なる学習効果の向上が期待できる。

キーワード ゲーム, 学習, ゲームデザイン, ゲーム AI, 火災, 避難訓練, VR

(文責: 高橋凌)

Abstract

In our daily lives, there is a possibility to encounter a fire. "Kyoto Animation arson attack" is new to my memory, and it is important to prepare to protect myself in case of emergency. However, the evacuation fire drills that are generally conducted in the event of a fire are only to call the roll after walking while checking the evacuation route, and it is very difficult for each participant to attend the drill with a sense of tension. Therefore, AI Challenge Team will develop a game that user to capable of learn the correct actions to be taken at the time of evacuation while simulating evacuation from a fire scene in a virtual space by using AI and VR. In addition to creating a sense of tension due to the presence by the virtual space, further improvement in learning effects can be expected by implementing demo play using AI and making it an good example of evacuation behavior.

Keyword Game, Learning, Game Design, Game AI, Fire, Evacuation Drill, VR

(文責: 高橋凌)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	目的	1
1.3	現状の問題	1
1.4	課題	1
第 2 章	プロジェクト学習の概要	3
2.1	問題の設定	3
2.2	準備	3
2.3	到達レベル	3
第 3 章	課題解決までのプロセス	5
3.1	チーム内でのプロセス	5
第 4 章	役割分担	6
4.1	水谷祐太	6
4.2	坂原龍輝	6
4.3	古本蒼	6
4.4	中田吏紀	7
4.5	高橋凌	7
第 5 章	対象となる技術	8
5.1	VR	8
5.2	強化学習	8
5.2.1	PPO アルゴリズム	8
5.2.2	カリキュラム学習	9
第 6 章	制作ゲーム (Virtual Fire Drill)	10
6.1	制作ゲームについて	10
6.1.1	ゲームの概要	10
6.1.2	ゲームの流れ	10
6.1.3	プレイヤーのプレイ環境	11
6.2	UI 設計	12
6.2.1	UI 概要	12
6.2.2	UI の狙い	12
6.2.3	UI の工夫点	12
6.2.4	ロゴについて	13
6.3	メニュー画面とクリア画面	13
6.3.1	機能概要	13

6.3.2	搭載した機能とシステム設計	14
6.3.3	今後搭載予定の機能	17
6.4	ステージ作成	17
6.4.1	概要	17
6.4.2	ステージ内部	18
6.4.3	今後搭載予定の機能	20
6.5	今後搭載予定の機能	20
6.5.1	機能概要	20
6.5.2	搭載を行った機能	20
6.5.3	今後搭載予定の機能	26
6.6	消火器	27
6.6.1	機能概要	27
6.6.2	搭載を行った機能とシステム詳細	27
6.6.3	今後搭載予定の機能	28
6.7	AIによるデモプレイ	29
6.7.1	機能概要	29
6.7.2	搭載した機能	29
6.7.3	今後搭載予定の機能	30
第7章	ワークショップ	32
7.1	赤川小学校ワークショップ	32
7.1.1	アンケート結果	32
7.1.2	考察	33
7.2	函館工業高等専門学校来訪ワークショップ	33
7.2.1	準備・目的	33
7.2.2	結果	35
7.2.3	考察	39
第8章	中間発表	41
8.1	発表技術について	41
8.2	発表内容について	42
8.3	発表内容について	43
第9章	最終発表	44
9.1	発表技術について	44
9.2	発表内容について	45
第10章	考察	47
10.1	活動のまとめ	47
10.1.1	前期	47
10.1.2	後期	47
10.2	今後の課題	48
10.2.1	全体	48

10.2.2 機能実装	49
10.2.3 今後の展望	49
付録 A アンケート	50
参考文献	52

第 1 章 はじめに

1.1 背景

今日、日本では様々な問題を抱えている。例えば、京都アニメーションの放火事件などは日本の抱える重大な問題である。こういった事件は未然に十分な火災に対する知識をもっていれば被害を最小限に抑えることができる。本プロジェクトでは、この問題を解決するために、老若男女に分かりやすく伝えることができるアプローチを考える。

(文責: 水谷祐太)

1.2 目的

本プロジェクトでは、新たな技術をゲームに取り入れ、学びの機会を作ること目的とした。具体的には画像認識や音声認識、言語処理などで医療や建築、また日常生活において至る所で活用されるようになった AI (Artificial Intelligence) と最新の技術である VR (Virtual Reality) を用いて、臨場的な火事の避難経験をできるゲームを作り、実際の火事の状況に近い避難訓練を可能にする。

(文責: 水谷祐太)

1.3 現状の問題

現在、一般的に行われている火災時を想定した避難訓練は、避難経路の確認と避難後の点呼を行う程度で、それも毎回同じような内容のものを形式的に実施しているだけになってしまっている。そのため参加者の当事者意識が薄れ、実際の火災現場に身を置かれるような緊張感を持ってない。もしも思いもよらない非常事態が発生した場合に、適切な対応を即座に取ることができない。また、消火器をはじめとした火災時に使用する道具は実際にそれらを使うための環境を整えることが難しく、正しい使用方法を知る機会が非常に乏しいという点も問題である。

(文責: 高橋凌)

1.4 課題

上記の問題を解決するために、AI 技術と VR 技術を用いて、火災時の避難訓練を行えるシステムを構築する。具体的な課題は以下である。

- 仮想空間で現実の火災に近い環境を作り、臨場感を得られるようにする。
- 火災時に起こり得る停電などの現象を想定して組み込み、不測の事態に対応するための判断力を養う。

Game de Education

- 火災時に使用する道具の使い方を実際に手を動かして学べるようにする.
- 深層強化学習を用いて避難方法を学習させた NPC (non player character) を用意し, 火災時取るべき適切な行動や, やってはいけないことの見本を見せる.

(文責: 高橋凌)

第 2 章 プロジェクト学習の概要

本章では本プロジェクトの概要について述べる。2.1 では問題の設定、2.2 では課題の設定、2.3 では到達レベル、2.4 では到達目標について述べる。

2.1 問題の設定

一般的な火災の避難訓練にはいくつか問題があるとされている [1]。一つ目に防災教育の必要性に対する意識が高くないことである。これは、防災教育の質の低下を意味し、一般的に行われている学校や自治体での避難訓練では、一人一人の意識の向上は改善しにくいことから起こる。二つ目に避難訓練を取り扱った教材が多くないことである。多くの避難訓練はやることのある程度パターン化されており、火災のイメージがしにくく、何を学ばせたいかが不十分である。三つ目に防災教育に関わる人材が少ないことである。人材が不足していることは、上記二つのような問題を深刻化させており、防災教育の担い手、つなぎ手となるべき人材を増やすことは急務である。AI チャレンジチームでは、これらの問題を解決するために、全年齢を対象とした、AI と VR の技術を使った火事を想定した仮想体験型の避難訓練ゲームを実装する。

(文責: 中田史紀)

2.2 準備

本ゲームでは、開発するためのプラットフォームとして Unity を使用した。Unity を使った理由は、VR 技術を使用するという考え方のもとであった。ゲームを開発するにあたってプロジェクトメンバーで Unity の勉強を行い、学習内容を報告し合う場を設けた。AI チャレンジチームでは Unity が公式に配信している Unity チュートリアルと Unity 機械学習を用いて学習を行った。また、オンラインでの活動が主流になるため、開発を円滑に行うために GitHub の導入を目指した。しかし扱うファイルのサイズの大きさの問題などから導入を断念し、Google Drive でファイルや資料の共有を行った。AI の知識を得るために、プロジェクトメンバーで AI 勉強会を行った。「PyTorch による発展ディープラーニング」という本を用いて全 9 章を 9 人で 1 章ずつ担当した [2]。

(文責: 中田史紀)

2.3 到達レベル

私たちの制作するゲームには、仮想空間におけるプレイヤーの操作を必要としている。そのため、前期では Unity の勉強会を通して、基本的な動作を行えるレベルに到達した。実際に行った内容としては、中間発表に向けての制作の過程で、火のパーティクルの作成や VR を通してのプレイヤー操作までを完成させた。後期からはシステム班、AI 班、UI 班の 3 つに分かれて作業を行った。システム班ではスムーズな視点移動やプレイヤーの操作、さらにはしゃがむことによる煙の回

Game de Education

避判定などが可能となり，実際の避難訓練に近い動きが VR 上で可能となった．AI 班は模範となる動きや反面教師として動く NPC の AI 部分を担当した．学習した NPC が最短ルートを通って建物から避難するところまでを実現させ，実際に火事が起こった際の人があわてる様子や臨場感を再現することを可能とした．UI 班はゲームのタイトル画面やロゴの作成を行った．画面の制作には Adobe XD を使い，扱ってもらいやすいようにゲームらしいドットの字や，火事の怖さ表現するためにあえて暗い雰囲気 연출した．

(文責: 中田吏紀)

第 3 章 課題解決までのプロセス

3.1 チーム内でのプロセス

現在の避難訓練の現状を知るために現在の避難訓練の問題点を調査し、課題を明確化した。その後、課題の解決策を VR と AI を使ってゲームに取り入れ、仮想空間を通じて火災を疑似体験でき、VR の対象年齢である小学 6 年生以上であれば誰でも使えるゲームの開発を行う。このゲームの開発するにあたってゲームエンジンである Unity、今回用いる技術である VR と AI の調査及び勉強を行う。調査、勉強した内容をもとに開発を進めていく。また、疑似体験をより現実に近い体験にするために、火災に関する知識を身に付ける。開発したゲームは後述のワークショップを通じて外部の人たちに実際にプレイしてもらう。その後、フィードバックをもらうことで、ユーザー視点のこのゲームの利点、欠点を洗い出し、このゲームが課題解決にふさわしいゲームになるよう改善していく。また、ワークショップの時にアンケート調査を行うことで、開発当初に定義した仕様通りのゲームになっているか確認していく。

(文責: 古本蒼)

第 4 章 役割分担

4.1 水谷祐太

全活動を通して、タイムキーパーを行った。主に前期は、AI の勉強会、GitHub の勉強会、火事の勉強会、中間発表に向けてのデモ作成、後期はシステム設計、ワークショップ、最終報告会に向けての準備を行った。タイムキーパーの活動としては、あらかじめ作成した作業計画を基に、作業の遅れがあれば催告し、余裕があれば作業計画を更新しチーム全体の管理をした。また週報の確認やチーム全体でのイベントがあるときはそれに向けたスライド作りや、アンケート作りの作業締め切りを催告し円滑に作業が行われるようにチーム全体を支えた。前期に行った AI 勉強会はプロジェクトで AI を扱うので Azure machine learning を勉強した。また作業を円滑に活動を行えるために GitHub の勉強会を行った。中間発表に向けて、スライドの作成、デモの作成を行った。後期では実際にゲームを作成するためのシステム設計を行った。システム設計では、VR を扱ってできることを増やしていき、メニュー画面や、消火栓をもって火を消すモード、と分けた方が誤解を生まないと思いますの作成を行った。最終発表に向けてスライドやデモ動画の作成を行った。

(文責: 水谷祐太)

4.2 坂原龍輝

全体を通じ、AI チャレンジチームのチームリーダーとして、その日の活動の決定やグループ内での役割分担を行い、スムーズな話し合い、調査、開発ができる環境を作れるよう活動を行った。前期活動では、開発に向けた学習として、Unity でのゲーム制作の流れや標準機能の学習及び OpenXR や SteamVR 用 SDK を使用した VR ソフト開発の方法について学習を行った。中間発表にむけた活動では、中間発表でのデモ動画用のコンテンツの作成を行った。後期活動では、ゲームシステム作りを中心として開発を始めた。具体的にはプレイヤーの移動などの操作、初期スポーン地点のランダム配置の設定、煙、炎の広がり及びプレイヤーが入った際の判定、時間制限の設定、ゴール判定及びスコア計算の実装を行った。また、赤川小学校ワークショップならびに函館工業高等専門学校来訪ワークショップを開催する際に機材の準備、発表を行った。

(文責: 坂原龍輝)

4.3 古本蒼

主に強化学習、ステージ作成、原稿作成担当として活動を行った。前期の活動では、開発に向けた学習として、ML-Agents を用いて強化学習を進める方法の調査を行った。中間発表に向けた活動では、発表で使用するスライドの作成、及び訂正を行った。後期の活動では、ステージ作成、強化学習を主に開発を進めた。具体的には、赤川小学校ワークショップに向けた赤川小学校を模したステージの作成、デモプレイで使用する強化学習を行った。また、ワークショップで使うアンケートの作成、ワークショップの計画書の作成を行った。

(文責: 古本蒼)

4.4 中田吏紀

主に UI 設計担当としてゲームの画面表示やロゴの作成などを行った。前期の活動ではプロジェクト全体と AI チャレンジチームの作業内容や議論した内容を記録し、議事録を作成した。中間発表用ポスターのレイアウトやデザインの立案では、ポスター案に対する意見を批評してもらい、デザインの向上に努めた。プロジェクトのロゴ作成では 5 つの案を作成し、できるだけチーム全体の意見を反映できるようにした。後期の活動では、ゲームの UI 設計を中心に開発を進めた。具体的には、ゲームのタイトル画面や選択画面のデザイン、一部オブジェクトの作成、ロゴの作成を行った。

(文責: 中田吏紀)

4.5 高橋凌

主に強化学習によるデモプレイ、ステージ作成を行った。前期の活動では、Unity の基本的な使い方や Unity で強化学習を行うためのツールである ML-Agents の使い方の調査をした。中間発表では質疑応答に使用する zoom ミーティングルームの設定と、質疑応答の司会進行を担当した。後期の活動では、強化学習によるデモプレイとステージの開発を行った。具体的には、赤川小学校でのワークショップのために赤川小学校の校舎を模したステージを作り、それを使用して建物から避難する強化学習エージェントの学習をさせた。また、成果発表でも中間発表と同様に質疑応答の司会者を担当した。

(文責: 高橋凌)

第 5 章 対象となる技術

5.1 VR

Virtual Reality (仮想現実) の略。使用者は専用のデバイスである HMD (Head Mounted Display) を装着することで実体験に近い体験を得ることができる。VR を使う際はゲームやアプリを起動するスマートフォンや PC といったデバイス、コントローラ、HMD の 3 つを用いることが多かったが、近年 HMD のみでアプリを起動できるデバイスも増えており、HMD とコントローラのみで使うことも可能である。VR は今ではスポーツ、広告、医療といった幅広い分野で活用されている。また、娯楽としても活用されており、一部動画サイトやゲームで VR に対応しているコンテンツも存在している。

(文責: 古本蒼)

5.2 強化学習

強化学習は機械学習の手法の一つである。エージェントと呼ばれる学習器が様々な行動を起こし、試行錯誤しながら価値を最大化するような行動を学習する。明確な正解データが与えられ、それを出力するように学習する教師あり学習とは異なり、その時点よりも長期的に見た「将来の価値」を最大化する行動を出力することが求められる。実用例としては、株の売買を自動的に行い利益を得るシステムや、囲碁や将棋といったゲームをプレイするシステムなどに利用されている。以下では AI のデモプレイ機能を実装するにあたって使用した PPO アルゴリズムとカリキュラム学習について述べる。

(文責: 高橋凌)

5.2.1 PPO アルゴリズム

PPO は「Proximal Policy Optimization」の略称で、2017 年に OpenAI が公開した強化学習のアルゴリズムである [3]。深層強化学習の代表的なアルゴリズムの一つである DQN などは行動の価値を推定しているのに対し、こちらは方策を直接改善するような勾配を求める方策勾配法という手法をとっている。同様に方策ベースである過去の手法と比べて高いパフォーマンスを発揮しながら実装が非常にシンプルという利点があり、OpenAI の標準アルゴリズムとして採用されている。ほかにも、現在の方策によって得られたサンプルのみを学習に使用する方策オン型であることや、離散型と連続型のどちらの行動にも対応できるなどの特徴がある。PPO アルゴリズムにおいて最も重要なのは、方策勾配法によって方策を改善する際に、前の方策と新しい方策との比を一定の範囲に制限することで、パラメータの更新に伴っておこる急激な方策の変化でパフォーマンスが低下するのを防いでいる点である。これの元となったアルゴリズムでは、前の方策と新しい方策の KL-divergence に制約を与えることで方策の急激な変化を防いでいたが、比に制限を課すという単純な発想でそれよりも高いパフォーマンスを実現しつつ、よりシンプルな実装を可能にしている。

(文責: 高橋凌)

5.2.2 カリキュラム学習

カリキュラム学習とは、学習時に比較的簡単な事例を最初に提示し、徐々に事例の難易度を高くしていく方法である。これにより通常の学習と比較してモデルの精度が向上することが実験的に示されている [4]。また、長期的に報酬が得られないような複雑なタスクの学習が可能になるほか、学習の高速化も期待できる。

(文責: 高橋凌)

第 6 章 制作ゲーム (Virtual Fire Drill)

6.1 制作ゲームについて

6.1.1 ゲームの概要

本プロジェクト AI チャレンジチームの成果物「Virtual Fire Drill」はゲームエンジン「Unity」によって制作した VR と AI を用いたゲームである。プレイヤーは火災の発生している仮想空間から無事避難するのを目標とする。本ゲームをプレイすることで、通常の避難訓練と違い、日常では体験できない火災を疑似体験しながら訓練することが可能である。Virtual Fire Drill には避難訓練モード、消火器モード、デモプレイモード、といった 3 種類のモードが存在する。避難訓練モードでは、プレイヤーは建物内からの避難方法を学習することができる。消火器モードでは、消火器を使った初期消火の学習をすることができる。デモプレイモードでは、強化学習による AI の最短ルートが閲覧ができる。プレイヤーはこれを基に更なる避難方法の学習を進めることが可能になる。これら 3 つのモードの詳細については後述する。今回の開発では、当初赤川小学校ワークショップを予定していたため、ステージは赤川小学校を模した学校とした。しかし、コロナウィルス感染拡大の影響により当初予定していたものとは違う形で赤川ワークショップを開催することとなった。詳細は後述の 7.1 赤川小学校ワークショップで述べていく。

(文責: 古本蒼)

6.1.2 ゲームの流れ

Virtual Fire Drill をプレイする際の流れをフローチャートを用いて示す (図 6.1)。ステージ選択では学校やデパートといった避難するステージを選択することができ、イベント選択画面へと切り替わる。イベント選択では通常の避難、地震が発生する避難、停電が発生する避難、初期消火の 4 つから選択でき、様々な状況からの避難を学習することができる。イベント選択が終わるとゲームが開始され、プレイヤーはそれぞれのステージ、イベントに対応した避難を行っていく。無事避難に成功することができればクリア画面と切り替わり、避難時間や火に当たった具合からスコアが計算され表示される。避難が失敗するとゲームオーバー画面へと切り替わる。クリア画面、ゲームオーバー画面共にリトライボタンとニューゲームボタンが存在しリトライボタンを押した場合はゲーム開始時に切り替わり、ニューゲームボタンを押した場合はタイトル画面に切り替わる。

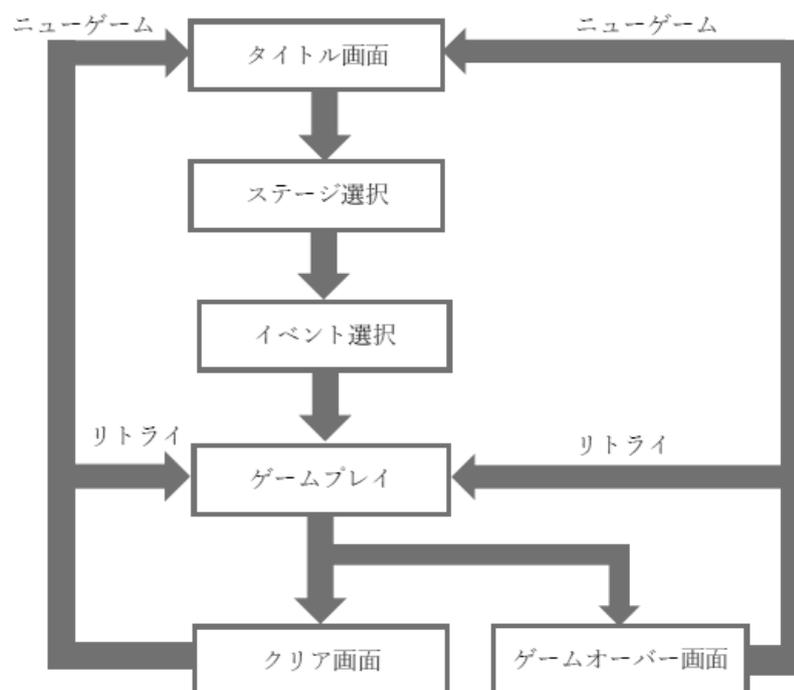


図 6.1 Virtual Fire Drill の流れ

(文責: 古本蒼)

6.1.3 プレイヤーのプレイ環境

Virtual Fire Drill は火災の疑似体験をコンセプトとしたゲームなため、プレイヤーは立った状態で HMD を装着してプレイする。ゲーム内キャラクターの操作はコントローラで行う。具体的には画像のような状態である (図 6.2)。



図 6.2 函館高等専門学校来訪ワークショップで Virtual Fire Drill をプレイしている様子

6.2 UI 設計

6.2.1 UI 概要

タイトル画面やモード選択画面の UI のデザインを行った。設計は Adobe XD を用いて制作を行った。制作された画面は VR のリモコンを用いて操作されるものであった。プレイヤーはゲームの開始時にリモコンを操作し、火災や地震などの災害の種類を選択する。選択後、災害の発生場所を選択しゲームのプレイを開始する。



図 6.3 タイトル画面

(文責: 中田吏紀)

6.2.2 UI の狙い

VR という普段あまり触れる機会が少ないものを扱うため、プレイヤーは直感的な操作を必要としていた。そのため誰が遊んでも操作に困らない UI 設計を行った。具体的な手法としてはカーソルを合わせたときの色の変更などが挙げられる。VR のリモコンでの操作は、仮想空間上の画面に映る自分の手を、カーソルに合わせる必要がある。その時の不便な点として、実際に自分の手でボタンなどを押すときと違い、手に押している感触がないことが挙げられるそのためカーソルがあっているかどうかの判断がしにくくボタンをうまく押せないことがある。カーソルがあっているときに色が変わるように UI を設計することで、プレイヤーはカーソルがあっているかどうかの判断が容易になり、直感的な操作を可能とする。

(文責: 中田吏紀)

6.2.3 UI の工夫点

Virtual Fire Drill には UI の様々な工夫を行った。ロゴには「PressStart2P」というフォントを採用した。このフォントは昔のゲームを彷彿とさせるドット調のフォントで親しみやすさを重視し

た。背景の色には黒色を使った。狙いとしてはゲームとして楽しんでもらうのは重要だが、避難訓練ということを忘れてもらわないためである。明るくポップな印象を避け、火災等の深刻な状況を想像しやすくすることができた。

(文責: 中田史紀)

6.2.4 ロゴについて

ロゴを制作したソフトは Adobe Illustrator である。コンセプトは VR のゲームらしいデザインと、避難訓練という堅い印象と楽しく遊んでもらうゲームという印象のバランスをとることだった。フォントには「cambria math」というフォントを用いた。堅い印象を受けるフォントを使うことで真面目に避難訓練に取り組んでもらえることを期待した。また文字の大きさのバランスを変え、ゲームらしいデザインにした。「VIRTUAL」、「FIRE」、「DRILL」の字の配置にもそれぞれ意図がある。「VIRTUAL」の字で「FIRE」の字を覆うように配置することで仮想空間上の火事であることを表現した。さらに、R と U の字に目のアイコンを配置した。これは VR のゲームであることを表現したもので、目のデザインには、本プロジェクトの名称である、ゲーム・デ・エデュケーションの頭文字である G, D, E の文字を使った。また、ロゴ全体を見たときに「FIRE」の字が「VIRTUAL」と「DRILL」の字に囲まれているのは脱出ゲームの逃げられないような様子を表現したものである。



図 6.4 Virtual Fire Drill ロゴ

(文責: 中田史紀)

6.3 メニュー画面とクリア画面

6.3.1 機能概要

「Virtual Fire Drill」のステージとモードの選択ができるメニュー画面を作成した。このメニュー画面では、ステージ選択として school ボタンとほかに実装予定だったステージの空ボタンを用意した。モード選択として、メイン機能である火事ボタンの他に停電ボタン、地震ボタン、初期消

火ボタンを用意した。また、VR を用いる際に仮想世界で扱える手に UI の画面が当たっている時に手からピンクのレーザーポインターが出るようにし、これを用いてメニューを選択できるようにした。また、ゲームをクリアした際のクリア画面を作成した。このクリア画面には SCORE と HIGHSCORE を用意し、ゲームを行っている間に計算されたゲームの SCORE と同じモードと同じステージで遊んだ場合の HIGHSCORE を表示できる機能を搭載した。

(文責: 水谷祐太)

6.3.2 搭載した機能とシステム設計

このゲームのメニュー画面は、黒い壁を6つ並べ、箱の中からキャラクターが生成され再生するところの場面からスタートする。このゲームがスタートした時にまず、図 6.5 の画像が見えるようにした。この絵を見ることでコントローラーのどの部分が見えるかわかるような工夫をした。HMD を付けると実際の手の動きに連携して手が表示される。この時、正面にある壁に手の先端を向けると手からレーザーポイントが出る。これは手の先端に Raycast を用いて指の角度からまっすぐにレーザーが伸び、Canvas にあたるとそれ取得し表示できる処理にした。最初の画面からコントローラーのトリガーを押すと火が手前から順番に表示するようにした。この処理はトリガーを押した瞬間に時間を測定する処理を書き、0.3 秒単位で表示できる処理を書いた。最初の画面は図 6.6 である。この時にトリガーを押すとメニュー画面が遷移し、図 6.7 の画面を移すようにした。この画面では6つのボタンが用意されていて、「Back」は、ひとつ前の画面に遷移する。「school」はゲームが開始する際のステージが学校になるようにするボタンにした。他の3つのボタンは「?」であるが、未実装のステージであり、今後ステージを追加する際に用いられるボタンである。「NEXT」は次の画面に遷移するボタンである。この時どれか一つステージを選択していないと次の画面に進めない処理をした。次の画面は図 6.8 で、この menu 画面には7つのボタンを用意した。「BACK」は先ほどと同様に前の画面に遷移するボタンにした。「火事」はゲームを開始した際に、メインモードである避難訓練モードを遊べるようにしたボタンである。「停電」は停電を想定したゲームを遊べるボタンにしたが停電モードは未実装である。「地震」は地震を想定したゲームを遊べるボタンにした。「初期消火」は学校に火がついており、その火を消火器を持って消すことを目的としたゲームを遊べるボタンである。「DEMO」は AI を用いて機械学習した AI が避難訓練をする様子を見るボタンにした。「START」は、プレイヤーが選んだステージとモードをもとにゲームがスタートされるボタンにした。「START」、「DEMO」はそれぞれボタン選択がしていない箇所があったら押せない処理をした。次に CLEAR 画面 (図 6.9) ではメニュー画面とは逆に、壁の色を白にし。そのゲームのプレイヤーの行動を参考にした SCORE と今まで同じモードで遊んだ時と最も高い数字を HIGHSCORE として表示できるようにした。この画面では二つのボタンを用意し「RETRY」ボタンは同じステージとモードでもう一回ステージ選択をすることなくすぐにゲームをスタートできるようにしたボタンにした。「NEWGAME」ボタンには、メニュー画面に戻ってもらいステージとモードを選択できるようにした。この時、対象のオブジェクトの色を徐々に変え白から黒にする演出ができる処理をした。仕様は「NEWGAME」を選択した際に時間を測定し、選択したオブジェクトの子要素まで foreach 関数を使って秒数と連動してすべての色を黒にした。

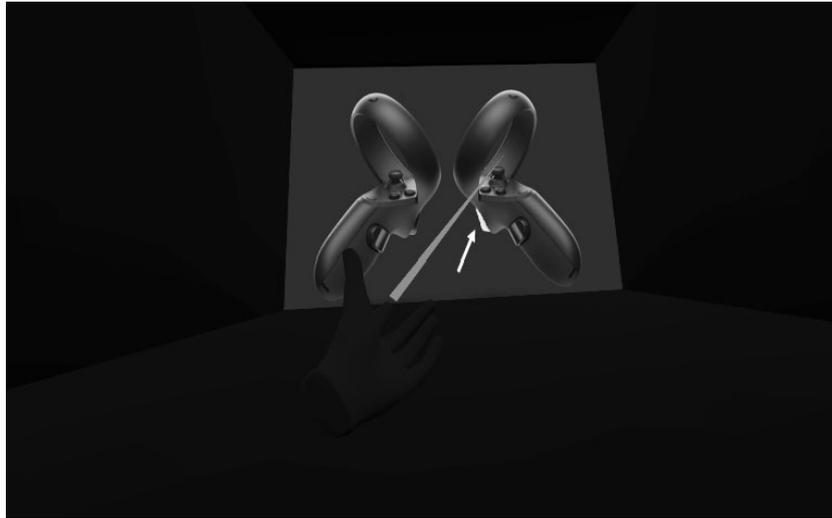


図 6.5 コントローラーの画面



図 6.6 最初の画面

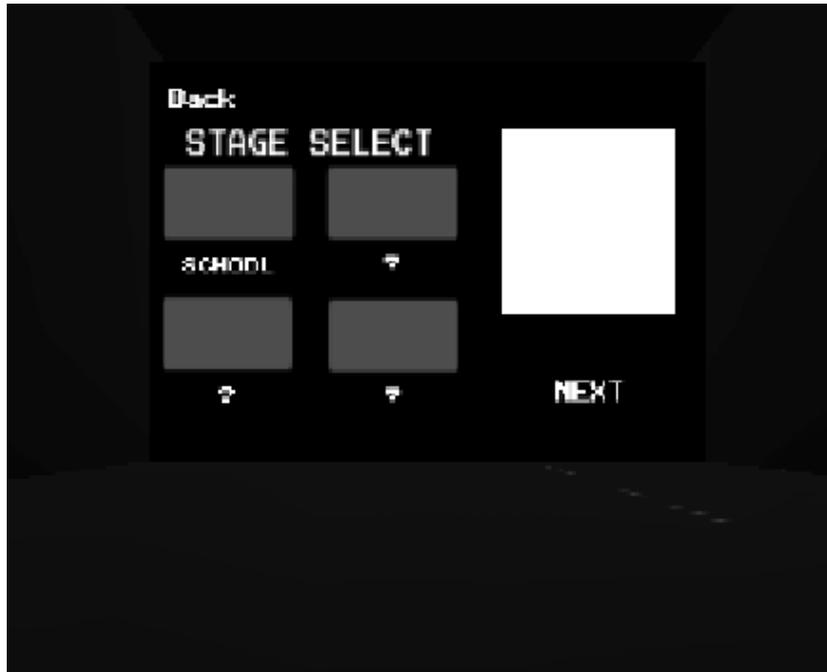


図 6.7 ステージ選択



図 6.8 モード選択

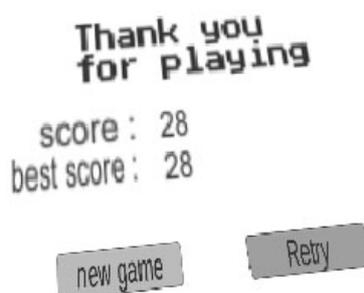


図 6.9 クリア画面

(文責: 水谷祐太)

6.3.3 今後搭載予定の機能

操作説明が分かるようにチュートリアルモードや操作説明が表示されるボタンを用意することである。ゲームを遊んでいくうえで VR に慣れていない人は、ゴーグルをつけているため、どの位置にコントローラーのボタンがあるか分からないことやこのゲーム特有の扱うボタンがどのような意味を持っているか分かりづらいのが現状である。この問題を解消するために、チュートリアルモードや操作説明が表示されるボタンを用意しプレイヤーが不便を感じることなく遊べる工夫をしたい。また、ステージやモードを選択した際どのようなモードか分かりづらいので、また、選択したボタンに合わせてどのようなゲームなのかが分かるように画像を表示できるようにしたい。プレイヤーによって操作がやりづらいことや音量が大きいこと、さらに HIGHSCORE などのデータを初期化したいなどの設定が行われる設定画面の実装を行いたい。これを実装することによって、プレイヤーの酔いやすさや不快感を解消して、ストレスフリーな状態で遊んでもらえるようになると思われる。

(文責: 水谷祐太)

6.4 ステージ作成

6.4.1 概要

今回作成したステージは赤川小学校を模したものである。理由として、赤川小学校ワークショップで赤川小学校の小学生にプレイしてもらったためである。ステージを作成するにあたって、まず基準となる図が必要になった。赤川小学校を訪問した時、先生から小学校の見取り図を頂いた。そのため、これを参考に blender を使って簡易的な全体図を作成した(図 6.10)。次に、既に

できている学校のアセットをアセットストアからダウンロードし、このアセットで使われているオブジェクトを使って全体図、見取り図を参考に赤川小学校を作成した (図 6.11).

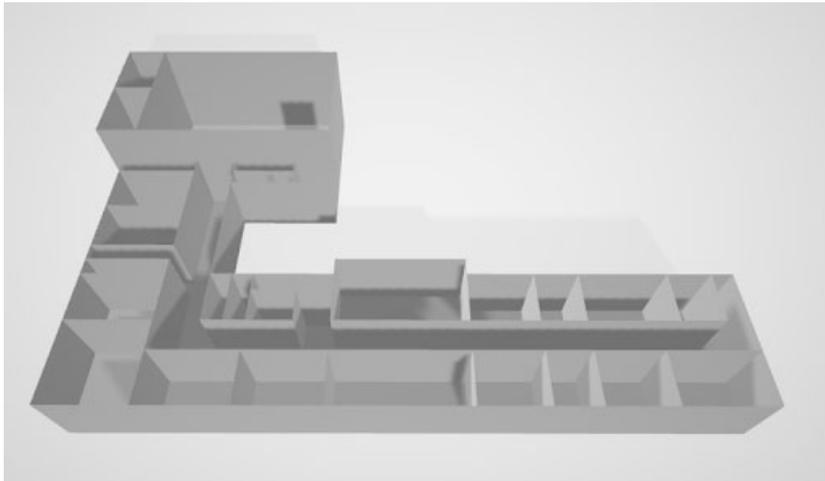


図 6.10 簡易的な 1F の全体図

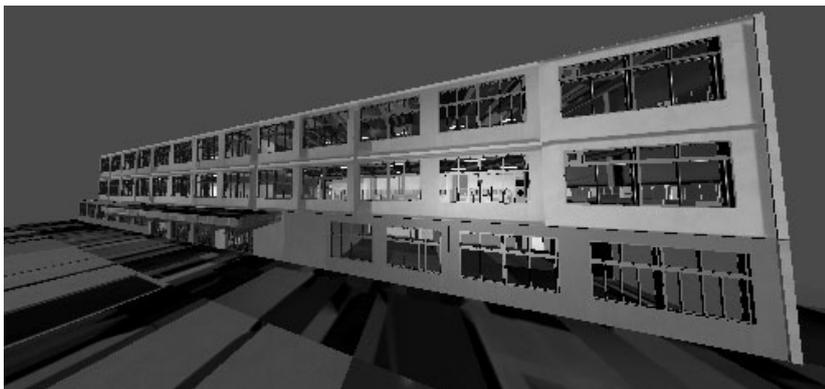


図 6.11 作成した赤川小学校

(文責: 古本蒼)

6.4.2 ステージ内部

赤川小学校ステージでは大きく分けて、通常教室 (図 6.12), 玄関 (図 6.14), 特別教室 (図 6.14), 廊下 (図 6.15) で構成されている。通常教室では椅子, 机, 黒板を既存の学校のアセットで使われているオブジェクトを使って作成している。通常教室は, 地図上で各階の左側に配置されている。玄関は下駄箱を既存のアセットで使われているオブジェクトを使って作成している。玄関は, 地図上で正面と左奥の体育館裏に配置されている。特別教室のオブジェクトは既存の学校のアセットには存在しないものもあり, それらのオブジェクトは blender で作成して配置している。図 6.14 の図書室は, 地図上で 3 階の中央に配置されている。廊下は既存のアセットを使って作成し, 消火栓や消火器といった消防器具を別の既存アセットから引用して配置している。これらの消防器具は後述する消火器の機能で必要となるオブジェクトである。

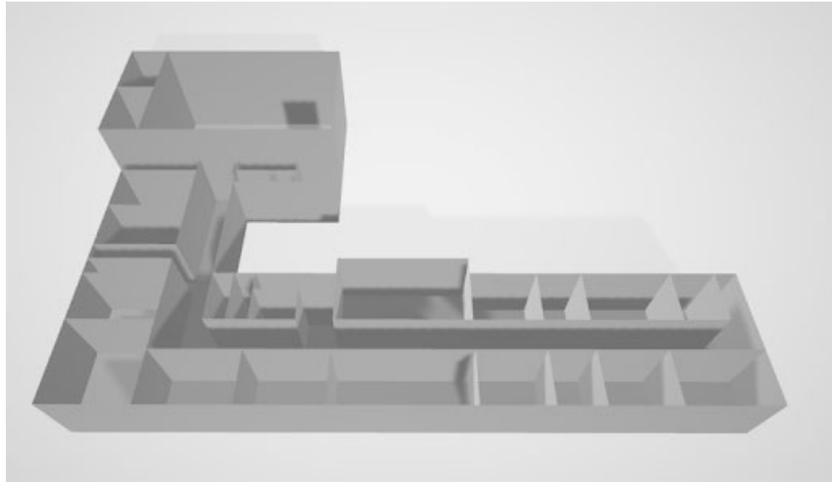


図 6.12 通常教室の内装

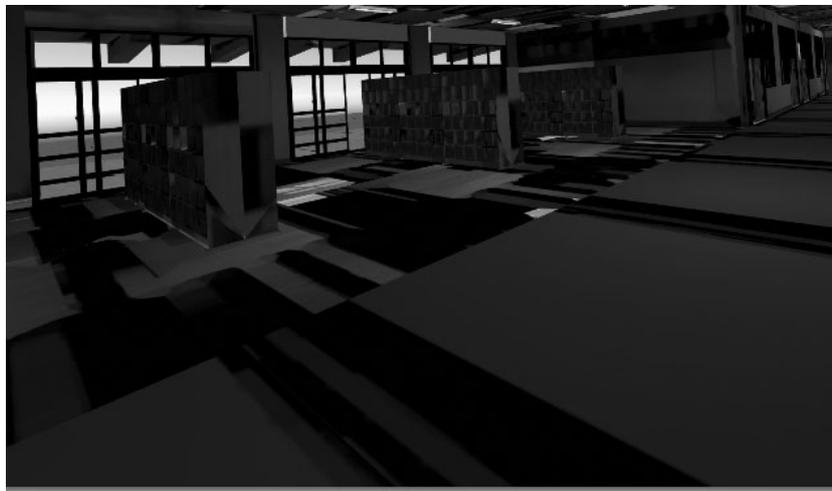


図 6.13 玄関の内装



図 6.14 図書室の内装

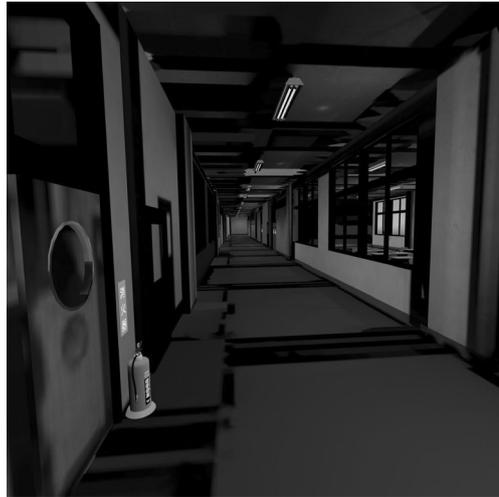


図 6.15 廊下の内装

(文責: 古本蒼)

6.4.3 今後搭載予定の機能

作成したステージは赤川小学校のみである。あらゆるシチュエーションの避難を可能にするため、デパートや他の教育施設といった様々なステージの作成をしたいと考えている。

(文責: 古本蒼)

6.5 今後搭載予定の機能

作成したステージは赤川小学校のみである。あらゆるシチュエーションの避難を可能にするため、デパートや他の教育施設といった様々なステージの作成をしたいと考えている。

6.5.1 機能概要

Virtual Fire Drill のメイン機能として避難訓練モードを搭載した。このモードの機能は VR 上の学校などのステージにて火災が発生した状態を疑似的に表現を行い、プレイヤーには仮想空間上にて建物から避難を行ってもらおうというものである。このモードの狙いとして、プレイヤーに実際に避難する際の正しい行動を身に付けてもらうことである。

(文責: 坂原龍輝)

6.5.2 搭載を行った機能

概要 具体的な内容として、建物ごとに定めた制限時間のうちにランダムで決められた場所からランダムな時間でアラームが流れたのち避難を行い、出口に避難を行う。ここで、場所とアラームが鳴る時間をランダムに設定している理由として、現実ではいつどこで火災が発生するかわからないため、この環境を疑似表現を行うためランダムにしている。火事発生現場に

は炎と煙を模したパーティクルがあり、当たり判定であるコライダーとともに出現範囲を広げていくことで火が広がっているのを表現している (図 6.16). プレイヤーが煙のコライダー内に入っている際、立った状態の場合では画面が暗くなり体力を減らすよう設定している (図 6.17). この時姿勢を低くすることで視界が明瞭になり、体力の減りが緩やかになる (図 6.18). この狙いとして、姿勢を低くすることで、煙の吸引する量を抑えられることを学んでもらうことである. 制限時間を過ぎた場合や上で記述した体力がなくなった場合にはゲームオーバーとなるように設定を行った. 今回実装を行った赤川小学校を模したステージでは、制限時間を 5 分と設定し、3 階のあらかじめ指定した 3 つの部屋から部屋から 1 つをランダムに選び、そこから 20 秒から 1 分の間でランダムに決定した時間で鳴るアラームが鳴ったのち、1 階の正面玄関または体育館側玄関にゴールがあり、こちらに制限時間内に行くことでクリアとなる. スコアについては以下の計算式で計算している.

$$\text{スコア} = \text{残り制限時間} * 10 + \text{プレイヤーの残り体力} \quad (6.1)$$

このスコア計算は現時点では可能な行動が限られているため、避難時間を重視したスコア計算としている. 今後追加する機能やバランスに応じてこの計算を変更する予定である.



図 6.16 火事発生現場の様子



図 6.17 煙が蔓延している場所でしゃがまない場合



図 6.18 煙が蔓延している場所でしゃがんでいる場合

システム 本システムではいくつかの機能ごとにスクリプトを記述している。プレイヤーを管理するスクリプトを `VFD.PlayerController` に記述した。このスクリプトの最初のフレームにてプレイヤーの初期体力の設定とプレイヤーを初期スポーン地点に移動させる。初期スポーン地点への移動には `SetPosition()` という関数を用意した (図 6.19)。この関数では `Random.value` を用いてランダムな値を出し、あらかじめ指定した座標 (`startPosition`) の配列数をかけ、計算された値を整数化し、整数化した値に対応する `startPosition` の座標をプレイヤーの座標に置き換えることで実装している。炎のコライダー、煙のコライダー、ゴールのコライダーにプレイヤーが出入りしたことを検知するため、関数 `OnTriggerEnter()`, `OnTriggerExit()` を用い、現在の状況を判定した (図 6.20)。また、炎のコライダー、煙のコライダーにプレイヤーが入っていると検出された際は毎フレーム読み込まれる関数 `Update()` 内に体力を減らす処理を記述した。次に煙、炎が広がっていく様子を表現するための処理をスクリプト `FireController`, `SmokeController` に記述した (図 6.21)。本スクリプトでは計算量をなるべく減らすため、判定を行う `BoxCollider`、炎の演出を行う `ParticleSystem` の範囲を指定する `scale` を中心から徐々に広げていくことで表現をしている。煙の中に入った際に視界が暗くなる処理はアセット `PostProcessing` を使用した。プレイヤーの視界となるカメラにコンポーネント `Post-process Layer`、煙側にコンポーネント `Post-process Volume` (図 6.22) を追加し、`Post-process Volume` ではコライダー内にプレイヤーの頭が入ったときのみ反映させるため `Is Global` のチェックを外し、`Blend Distance` を 0.5 にしてコライダーに近づくにつれてくなるようにし、`Profile` にはエフェクト `Color Grading` 内にある `Color Filter` を黒色に近い色で指定することで視界が暗くなる表現を行った。プレイヤーのスコアを計算、保存をする処理をスクリプト `ManageScore` に記述した。まず、スコアを計算する関数 `CalcuationScore()` を記述した (図 6.23)。計算は概要で記述した式 (式 6.1) を用いて行っている。また、スコアを保存するため、関数 `SaveGameScore()` を記述した (図 6.24)。スコアを保存するため、Unity の `SceneManager` を用いた。この関数の仕様として、ハイスコアが更新されたとき、または、初めてのプレイ時のみ今回のスコアを保存するようにしている。

```

public void SetPosition()
{
    myTransform = this.transform;
    int countList = startPosition.Count();
    if(debugMode)
    {
        positionNumber = debugPlayerSpawnNumber;
    }
    else
    {
        float randomNumber = Random.value;
        randomNumber = randomNumber * countList;
        positionNumber = (int)randomNumber;
    }

    myTransform.position = startPosition[positionNumber].position; //プレイヤーの移動
}

```

図 6.19 VFD_PlayerController スクリプト内の SetPosition() 関数

```

0 references
private void OnTriggerEnter(Collider other) {
    //炎にあった際の処理
    if (other.gameObject.CompareTag ("Fire"))
    {
        isStayFire = true;
    }
    //煙を吸った際の処理
    if(other.gameObject.CompareTag ("Smoke"))
    {
        isStaySmoke = true;
    }
    //ゴールコライダーに入った際の処理
    if (other.gameObject.CompareTag ("Goal"))
    {
        isPlayerGoal = true;
        timeContoller.playerGoal();
        manageScore.CalculationScore();
    }
}
0 references
private void OnTriggerExit(Collider other) {
    //炎にあった際の処理
    if (other.gameObject.CompareTag ("Fire"))
    {
        isStayFire = false;
    }
    //煙を吸った際の処理
    if(other.gameObject.CompareTag ("Smoke"))
    {
        isStaySmoke = false;
    }
}
}

```

図 6.20 VFD_PlayerController スクリプト内の OnTriggerEnter(), OnTriggerExit() 関数

```

0 references
public class FireController : MonoBehaviour
{
    2 references
    [SerializeField] private float defaultScale; //初期サイズ値
    4 references
    [SerializeField] private float addScalePerSecond; //1秒あたりにスケールを大きく
    2 references
    private BoxCollider thisCollider;
    4 references
    private ParticleSystem ps;
    4 references | 4 references
    private float scaleX, scaleZ;
    3 references
    private float tmpTime;
    7 references
    private int count = 0;
    2 references
    private bool isMoreLargeSmoke = true; // 煙を広げるか否か

    // Start is called before the first frame update
    0 references
    void Start()
    {
        thisCollider = GetComponent<BoxCollider>();
        ps = GetComponentInChildren<ParticleSystem>();
        ps.maxParticles = 20;
        scaleX = defaultScale;
        scaleZ = defaultScale;
        SetScale();
    }

    // Update is called once per frame
    0 references
    void Update()
    {
        if(isMoreLargeSmoke)
        {
            tmpTime+=Time.deltaTime;
            if(tmpTime>=1.0f)
            {
                scaleX += (count*addScalePerSecond)*(count*addScalePerSecond);
                scaleZ += (count*addScalePerSecond)*(count*addScalePerSecond);
                SetScale();
                tmpTime = 0;
                count++;
                int maxP = ((count/5)*(count/5))+8;
                if(maxP < 10000) ps.maxParticles = maxP;
                else isMoreLargeSmoke = false;
            }
        }
    }

    2 references
    private void SetScale()
    {
        thisCollider.size = new Vector3(scaleX, 1.5f, scaleZ);
        var sh = ps.shape;
        sh.scale = new Vector3(scaleX, scaleZ, 0);
    }
}

```

図 6.21 FireController スクリプト

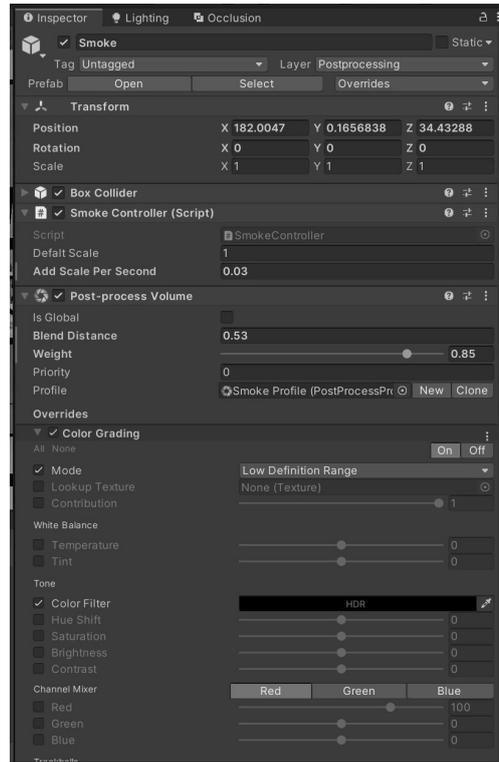


図 6.22 煙内の表現のための Post-process Volume の設定

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

4 references
public class ManageScore : MonoBehaviour
{
    3 references
    private bool isNewHighScore = false; //ハイスコア更新か否か
    2 references
    [SerializeField] private TimeContoller tc;
    1 reference
    [SerializeField] private VFD_PlayerController pc;
    5 references
    public static int nowGameScore = 0;
    0 references
    private int HighScore = 0;

    0 references
    public void Setup()
    {
        isNewHighScore = false;
    }
    0 references
    public void Update()
    {

    }

    //スコアを計算
    1 reference
    public void CalculationScore()
    {
        if(tc.GetGameTime() != -1)
        {
            int score = 0;
            score += tc.GetGameTime()*10;
            score += (int)pc.GetPlayerHP();
            nowGameScore = score;
            SaveGameScore(1, 1, score);
        }
        else
        {
            nowGameScore = -1;
        }
        SceneManager.LoadSceneAsync("UIstart"); //シーン切り替え
    }
}

```

図 6.23 ManageScore スクリプト内の関数 CalculationScore()

```

//スコア記録
1 reference
private void SaveGameScore(int playMode, int playStage, int score)
{
    string keyName = "GameMode" + playMode + "stage" + playStage + "HighScore";
    if (PlayerPrefs.HasKey (keyName))
    {
        //ハイスコア更新
        if (PlayerPrefs.GetInt(keyName) < score)
        {
            PlayerPrefs.SetInt(keyName, score);
            PlayerPrefs.Save ();
            isNewHighScore = true;
        }
    }
    else
    {
        //初めてのプレイ
        PlayerPrefs.SetInt(keyName, score);
        PlayerPrefs.Save ();
        isNewHighScore = true;
    }
}

```

図 6.24 ManageScore スクリプト内の関数 SaveGameScore()

6.5.3 今後搭載予定の機能

現時点では上で記述した機能が搭載しているが、今後ハンカチを用意し、ハンカチを口に当てている際にも体力の低下を緩やかにする機能、後述する AI を用い、複数人で避難を行っている様子を疑似表現をおこなうといった機能を搭載したいと考えている。前者は布を口に当てることで煙の

吸引を抑えることができることを学んでもらうことを狙いとして実装を行いたいと考えている。後者は後述するワークショップでの意見でも挙げられた周りに人がいないことによるリアリティの低下を防ぐため、また、集団行動での避難を体験するために実装したいと考えている。

(文責: 坂原龍輝)

6.6 消火器

6.6.1 機能概要

消火器を用いた初期消火ゲームでは、避難訓練を想定した避難訓練モードとは違い、火を見つけた人が学校から消火器を探し、消火するゲームである(図 6.25)。身の回りで火事起きた時に、どのような対処をするべきなのか学べるゲームである。火の発生元は3つあり、それぞれすべて消化できたらクリアできる。このようなことは、現実ではありえないが、常日頃から消火器の位置を把握する意識や知識を養うことを期待できるゲームである。



図 6.25 消火器

(文責: 水谷祐太)

6.6.2 搭載を行った機能とシステム詳細

この消火器モードでの一番の特徴は、物を持つことができ、それを操作することによって火を消すことができることである。このゲームは、VRを用いて火事のある世界に没入感をもってプレイしてもらうため、よりリアルにするために消火器のある場所をつかむとそのオブジェクトが持てるようにした。まず物を持てるようにするために Oculus integration というオールインワンソースを Unity にインポートする。Oculus integration の中には複数のアセットがあり、その中

の OVRcamerarig の子要素である leftanchor に OVRgrabber という名のスクリプトをアタッチする。また rigidbody に「usegrabbaer を外す。」「Is kinematic を付ける。」grip transform というものがあるので、そこを size1 にする。Element に新しく作成した capcel collider をつける。また controller を Ltouch, Rtouch とそれぞれ対応したコントローラーに着ける。これでプレイヤーが物を触る準備は完了である。そして触られるもの (今回は消火栓) に rigidbody と OVRgrabable というスクリプトをアタッチこうすることによって対象のものが触れるようになる。次に、消火栓の動きをコントローラーの A ボタンを押したら動き始める仕様は、blender であらかじめ消火栓にアニメーションをつけ Unity 側で A ボタンを押したらアニメーションが動くように実装した。また、消火栓の先にピンク色のした煙をつけ、再度 A ボタンを押したら煙が出る仕様である (図 6.26)。この煙には当たり判定があり、これに対象の火に一定の秒数当て続けるとアニメーションの付いた火が徐々に小さくなり消える。完全に消えると火から出ていた煙が晴れその場所の消化は完了したことが分かる仕様である。消火栓からは現実にある中サイズの消火栓から出る粉が 10 秒から 15 秒放出されるので、それに準じゲーム内では約 12 秒の煙が出るように設定してある。

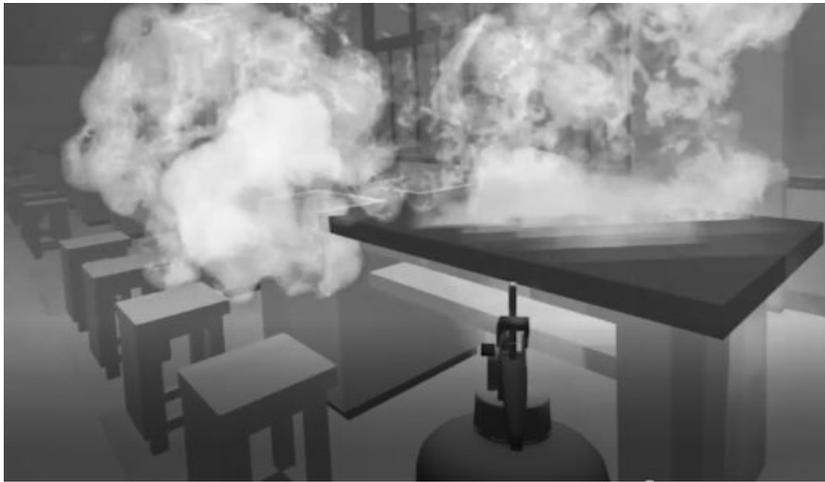


図 6.26 消化活動

(文責: 水谷祐太)

6.6.3 今後搭載予定の機能

この消火栓モードでは、火の大きさが常に一定なので火が時間とともに徐々に大きくなっていく機能や、それに応じた消化時間の変更を搭載したい。また消火栓は初期の火しか消せないのも、ある一定の火の大きさになったら火を消すことができなくすることや、警報器を押して周りに知らせる機能の作成をしたい。

(文責: 水谷祐太)

6.7 AIによるデモプレイ

6.7.1 機能概要

強化学習を用いて学習を行ったエージェントによる避難行動のデモプレイを実装した。これは最適な避難方法を提示してプレイヤーの手本とすることを目的としている。エージェントの学習には、Unityで作成したゲーム上で強化学習を行うことができる「ML-Agents」というパッケージを使用した。

(文責: 高橋凌)

6.7.2 搭載した機能

Unity上で作成したステージにエージェントとなるオブジェクトを配置し、ゲームをスタートさせると、ゴールにたどり着くまでのエージェントの視点を見ることができる。スタート地点はプレイヤーと同様にステージの3階にある部屋である。警報が鳴り部屋が解放された後、エージェントは炎を避けながら出口へ向かう。カメラは一人称視点となっている。エージェントの学習には、前述したようにML-Agentsを用いた。それにより、エージェントの観測できる情報、ポリシーに対応するアクション、アクションに応じた報酬や学習時のパラメータなどを設定することで、Unityのゲーム環境の中で強化学習をさせることができる。観測可能な情報としては、エージェント自身の位置と進行方向、ゴールの位置、炎の位置を与えた。加えて、ML-Agentsパッケージに含まれる「Ray Perception」という機能を用いた。これは、エージェントを中心に一直線に光線のようなもの(Ray)を飛ばし、それが何かにぶつかったのか、もしぶつかった場合はぶつかったオブジェクトとの距離やタグ(オブジェクトの持つ属性。この場合壁や炎など)を検出して、観測情報としてエージェントに渡すというものである。Rayはエージェントの進行方向を基準に扇形になるように複数配置することができ、プレイヤーの視点にできる限り近くなるように設定した。なお、観測情報は過去10ステップ分のデータを保持するようにした。それにより、その時点だけでなく、少し前の情報も含めて行動決定の判断材料にすることができる。エージェントのアクションは前進と後退、左右移動、左右回転を設定した。形式は離散型(Discrete)とした。離散型の場合、アクションに対応するBranchの数(配列の長さ)とBranchごとの値の範囲を指定する。Branchの値の範囲を設定すると、0から指定した値未満の整数をアクションとしてエージェントに渡すようになる。今回、アクションの種類に合わせてBranchの数は3つ、すべてのBranchにおいて値の範囲は3とした(例えば前進後退の場合、0は停止、1は前進、2は後退に対応する)。報酬は、エージェントのアクションによってもたらされた結果に対する評価である。報酬には正の報酬と負の報酬があり、望ましい結果が得られた場合は正の報酬、逆に良くない結果となった場合には負の報酬を与える。具体的には、避難を完了して出口にたどり着いたら正の報酬、炎に触れてしまったら負の報酬を与えるようにした。加えて、ステップごとに小さな負の報酬を与えて可能な限り速く避難させるようにしたり、高さ方向のポジションが前のステップより低くなったときに小さな正の報酬を与えて階を下りやすくなるようにしたりした。また今回の場合、エージェントがスタートからゴールまでたどり着くことが目標だが、はじめからステージ3階の部屋をスタート地点とすると、タスクの難易度があまりにも高くなってしまい、学習は困難を極める。この問題を解決するために、カリキュラム学習を用いた。ML-Agentsにはこれを簡単に実装するための機能が備わっている。タス

クの難易度に寄与する環境パラメータと呼ばれるものを定義し、学習ステップの進行度や平均獲得報酬が設定値に達すると環境パラメータを一つ上の難易度になるように更新する。この機能を用いて学習用のスタート地点を複数作成し、最初はゴールの目の前をスタート地点として学習をはじめ、ゴールに到達することが目的だと学習させてから少しずつ距離を離して、最終的にはステージ3階の部屋からスタートするようにした。スタート地点の指定を環境パラメータによって行っており、平均獲得報酬が閾値を超えたら次の難易度に移行するように設定した。なお、学習時のパラメータに関しては変更の必要がないと判断し、デフォルトの設定を使用している。学習のアルゴリズムはPPOとなる。エージェントに対する設定項目は以上であるが、実際に学習を行う際、ステージ内にエージェントを一つだけ配置するというのは極めて非効率である。複数のエージェントを配置して同時並行で学習を進めることで、かなりの時間短縮を図ることができる。しかし、ただエージェントを複製するだけではエージェント同士が干渉してしまい、学習ができない。そこで、UnityのLayer機能を使用した。新たにエージェント固有のLayerを作成し、そのLayerのオブジェクト同士では物理的干渉が起きないように設定した。また、前述のRay Perceptionについても、Layer Maskの機能を使用することで、エージェントがRayの検出対象から除外されるようにした。これにより複数エージェントによる同時並行学習が可能になった。図6.27にその様子を示す。

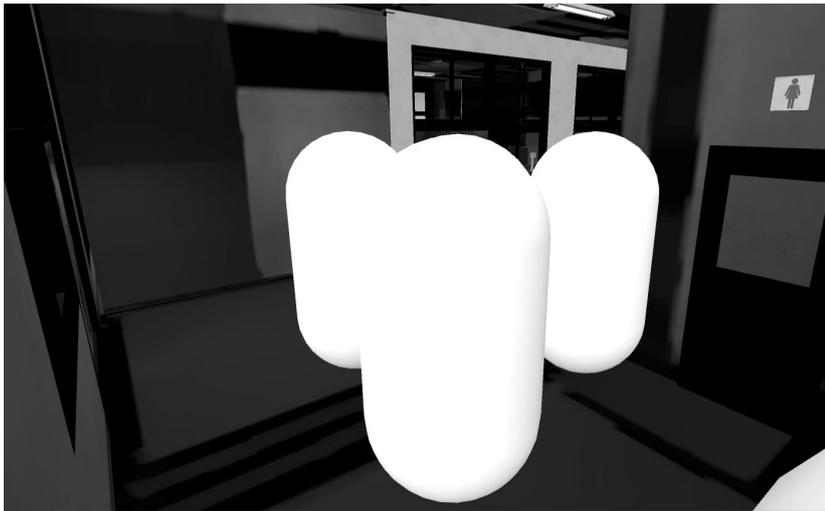


図 6.27 複数エージェントによる同時並行学習の様子

(文責: 高橋凌)

6.7.3 今後搭載予定の機能

現時点では、前述のとおり最適な避難経路を通るデモプレイ用のAIを実装している。今後はそれに加え、プレイヤーと一緒に避難するAIや、避難誘導をするNPCを搭載する予定である。プレイヤーと一緒に避難するAIはデモプレイのように最適な避難行動をとるのではなく、あえて一部間違った行動をさせようと考えている。プレイヤーはそれに惑わされずに避難をする必要がある。また、それを複数配置することで集団での避難を再現し、より臨場感を増すことができる。それに伴い、見た目は簡易的に白いカプセル状のものとしていたが、ヒト型のモデルを適用し、歩行やしゃがみなどのアニメーションを付ける予定である。デモプレイのAIに関しても、避難中の視

Game de Education

点だけでなく通過したルートや避難にかかった時間の表示をしようと考えている。これによって、より分かりやすく最適な避難経路を提示することができる。

(文責: 高橋凌)

第 7 章 ワークショップ

7.1 赤川小学校ワークショップ

2020 年 11 月 18 日に函館市赤川小学校に向かい、ワークショップを行った。当初の予定では小学 6 年生に Virtual Fire Drill をプレイしてもらうつもりだったが、コロナウィルス感染拡大の影響でそれは叶わなかった。しかし、赤川小学校に模したステージを使って開発したこのゲームを体験してもらいたく、赤川小学校の先生にプレイしてもらおうという形でワークショップを行うことができた。(図 7.1)。対象者は赤川小学校の先生方 8 名である。目的は、Virtual Fire Drill が避難訓練教材として十分な効果があるのか評価実験をすることである。



図 7.1 赤川小学校の先生方が Virtual Fire Drill をプレイしている様子

(文責: 古本蒼)

7.1.1 アンケート結果

赤川小学校の先生方にはプレイ終了後にフィードバックをいただいた。メリットとなる意見は次の通りである。

- 通常の避難訓練とは違い、いつでも実施できる。
- シャがむと視界が良くなる点がよかった。
- 煙などは現実では体験できないことなため、良いと思った。

メリットとなる意見は通常の避難訓練ではできず、Virtual Fire Drill でできる点が評価された。デメリットとなる意見は次の通りである。

- 酔いやすい。
- 指示を聞きながらの避難訓練ができない。
- 多数の人がいる状態の避難ができない。

- 火事の現場や現在位置、時間制限がわかると良い。

デメリットとなる意見は教材としての課題点が評価された。これらの課題点に対する改善案は前述の 6.3.3 今後搭載予定の機能と後述の 10.2 今後の課題で述べている。

(文責: 古本蒼)

7.1.2 考察

このワークショップの教員の反応は VR を触ったことがない人が多数であったため、コントローラの操作がわからずゲームをプレイすることに苦戦していた。また、フィードバックでも触れたようにゲーム終了後、VR に酔っていた人が多かった。このことから、Virtual Fire Drill は教材としての効果の有無のみならず、利用者の使用感の観点からも課題点があるように推察された。

この推察により見出された課題点に対する改善案は後述の 10.2 今後の課題で述べている。

(文責: 古本蒼)

7.2 函館工業高等専門学校来訪ワークショップ

函館工業高等専門学校ワークショップでの評価実験 (AI チャレンジチーム)

2020 年 12 月 4 日に函館高専専門学校の生徒 8 名を対象にワークショップを行った。函館工業高等専門学校には、AI チャレンジチームの開発した「VFD」を持ち込み生徒に対し実験評価を行った。7.2.1 にはワークショップを行ううえで準備したことや目的を記し、7.2.2 にはこのワークショップで行った実験の結果を記し、7.2.3 では 7.2.2 の結果を用いて考察について述べる。

(文責: 水谷祐太)

7.2.1 準備・目的

函館工業高等専門学校ワークショップの目的は、「VFD」が避難訓練としての教材として適しているかを評価することである。対象者は函館工業高等専門学校の男子学生 8 名である。学生 8 名には、ゲームの開始前に事前アンケートを渡し記入してもらい (表 7.2)、ゲーム終了後に事後アンケートを記入してもらった (表 7.3)。事前アンケートでは、8 名の学生に今の避難訓練に対しての印象を 2 つの質問で聞いた。一つ目は、「今の避難訓練は避難の仕方が分かりやすいか」という問いに対して、とてもそう思う、そう思う、どちらともいえない、そう思わない、とてもそう思わないと 5 段階の回答を用意した。2 つ目の質問は、避難訓練はただ移動しているだけ感じて面白くない、興味が出ないという質問に対してとてもそう思う、そう思う、どちらともいえない、そう思わない、とてもそう思わない、の 5 段階の回答を用意した。次に、火事に対する印象を調査するため、火事に対して怖いと感じますかという質問に対して、とてもそう思う、そう思う、どちらともいえない、そう思わない、とてもそう思わない、の 5 段階の回答を用意した。最後に、個人の避難訓練の知識レベルを把握するために避難の知識について質問し、それに対して、避難の仕方は知っている人に説明できるくらい自信がある、避難の仕方は知っているが、人に質問できるほどの自信はない、避難の仕方について知らない、といった 3 つの回答を用意した。事後アンケートでは、事前アンケートと同じ内容の質問に加えて、避難訓練が火事体験ゲームになったとき、「避難訓練は現状とこの

ゲームどちらの方が良いか」という質問とこの授業に対する感想をそれぞれ記述してもらった。

質問	質問内容	回答方法
1	今の避難訓練に対してどう思っているかの質問	
1-1	避難の仕方はわかりやすいですか。	<ul style="list-style-type: none"> ・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない から選択
1-2	避難訓練はただ移動しているだけに感じて面白くないですか。	<ul style="list-style-type: none"> ・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない から選択
2	火事に対して怖いと感じますか。	<ul style="list-style-type: none"> ・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない から選択
3	避難の知識について当てはまるものはどれですか。	<ul style="list-style-type: none"> ・避難の仕方を知っていて、人に説明できるくらい自信がある。 ・避難の仕方を知っているが、人に説明できるほどの自信はない。 ・避難の仕方を知らない。 から選択

図 7.2 事前アンケート

質問	質問内容	回答方法
1	Virtual Fire Drill を実際にプレイしてどう感じたかの質問	
1-1	避難の仕方はわかりやすいですか。	<ul style="list-style-type: none"> ・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない から選択
1-2	実際に火事を体験しているような感覚で興味が湧きましたか。	<ul style="list-style-type: none"> ・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない から選択
1-3	火事に対して怖いと感じましたか。	<ul style="list-style-type: none"> ・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない から選択
2	Virtual Fire Drill をプレイしてみて避難の知識がどう変化しましたか。	<ul style="list-style-type: none"> ・避難の仕方を理解し、人に説明できるくらい自信がついた。 ・避難の仕方を理解したが、まだ人に説明できるほどの自信はない。 ・避難の仕方を理解できなかった。 から選択
3	避難訓練が火事体験ゲームになったとき、避難訓練は今このゲームどちらがいいですか。	自由記述
4	この授業の感想で何かあれば書いてください。	自由記述

図 7.3 事後アンケート

(文責: 水谷祐太)

7.2.2 結果

函館工業高等専門学校 of 学生 8 名から回収した事前アンケート、事後アンケートの回答をもとに、「VFD」が避難の仕方を理解するために有効だったか、火事に対しての危機意識が変化したか、火事から避難する際の知識は深まったかを t 検定を用いて検証した。そして、避難訓練の移動はどちらの方が良いかをグラフを用いて比較した。最後に避難訓練が現実と VR を用いた仮想的な避難訓練どちらがよいかという意見とこのゲームに対する感想を表にまとめた。

避難の仕方を理解するために有効だったか聞く質問を質問 1 とし、火事に対しての危機意識が変化したか聞く質問を質問 3 とした。回答をそれぞれ、とてもそう思うを 5 点、そう思うを 4 点、どちらともいえないを 3 点、そう思わないを 2 点、とてもそう思わないを 1 点とした。また、避難訓練に関する知識を聞く質問を質問 4 1 とし、回答をそれぞれ避難の仕方を理解し、人に説明できるほどの自信がついたを 3 点、避難の仕方を理解したが、人に説明できる自信はないを 2 点、避

難の仕方が理解できなかったを1点とした。

質問1, 質問3, 質問4を事前アンケートと事後アンケートの平均点に差はないという帰無仮説を立てて有意水準5%でt検定を行った。変数1が事前アンケートの結果で, 変数2が事後アンケートの結果である。表7.1から, $p < .05$ より, 避難の仕方が分かりやすいかという質問に対して, 事前アンケートと事後アンケートでの平均点に差はないという帰無仮説が棄却され対立仮説である事前アンケートと事後アンケートで平均点に差があることがわかり, 有意義であることが示された。回答した人が8人で, 平均点が事前アンケートの時の結果は3.125で事後アンケートの結果は4.25であった。

表7.2から, $p > .05$ より, 火事が怖いと感じるかという質問に対して事前アンケートと事後アンケートによる平均点に差はないという帰無仮説が成立し, 有意義ではなかったことが示された。平均点は事前アンケートでの結果が3.75事後アンケートでの結果が4.25であった。

表7.3から, $p < .05$ より, 避難の知識について聞く質問に対して, 事前アンケートと事後アンケートでの平均点に差はないという帰無仮説が棄却され, 対立仮説である事前アンケートと事後アンケートで平均点に差があることがわかり, 有意であることが示された。平均点が事前アンケートの時の結果は1.375で, 事後アンケートの結果は2.375であった。

次に現実の避難訓練とVFDどちらの方が移動は面白い興味あるかという質問を質問2とした。図7.4より, 現実の移動方法が面白いかという質問に対してとてもそう思うが0票, そう思うが1票, どちらともいえないが2票, そう思わないが1票, とてもそう思わないが4票となった。それに対しVFDの移動方法が面白いかという質問に対してとてもそう思うが3票, そう思うが3票, どちらともいえないが2票, そう思わないが2票, とてもそう思わないが0票となった。

次に事後アンケートで避難訓練が火事体験ゲームになったとき, 避難訓練は現実の避難訓練とゲームの避難訓練どちらが良いかという質問を質問5とした。またこの質問は自由記述欄を設けた。図7.6はアンケートの円グラフであり, 内訳は現実が2票, ゲームが6票とゲームの方が多い結果となった。自由記述欄に記述してもらった主な理由は図7.6にまとめた。

最後にこの授業の感想を質問した。この授業の感想を表7.5にまとめた。

表 7.1 質問 1 の t 検定

	変数 1	変数 2
平均	3.125	4.25
分散	0.410714	0.214286
観測数	8	8
ピアソン相関	-0.60193	
仮説平均との差	0	
自由度	7	
t	-3.21078	
P(T≤t) 片側	0.007421	
t 境界値 片側	1.894579	
P(T≤t) 両側	0.014842	
t 境界値 両側	2.364624	

表 7.2 質問 3 の t 検定

	変数 1	変数 2
平均	3.75	4.25
分散	1.071429	0.5
観測数	8	8
ピアソン相関	0.09759	
仮説平均との差	0	
自由度	7	
t	-1.18322	
P(T≤t) 片側	0.137673	
t 境界値 片側	1.894579	
P(T≤t) 両側	0.275346	
t 境界値 両側	2.364624	

表 7.3 質問 4 の t 検定

	変数 1	変数 2
平均	1.375	2.375
分散	0.267857	2.375
観測数	8	8
ピアソン相関	-0.06667	
仮説平均との差	0	
自由度	7	
t	-3.74166	
P(T≤t) 片側	0.003623	
t 境界値 片側	1.894579	
P(T≤t) 両側	0.007247	
t 境界値 両側	2.364624	

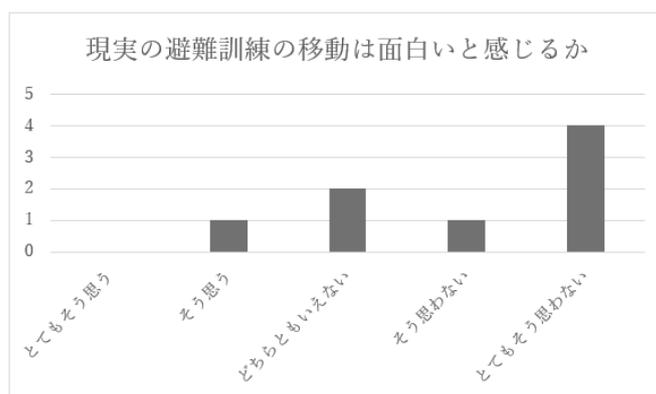


図 7.4 現実の質問 2

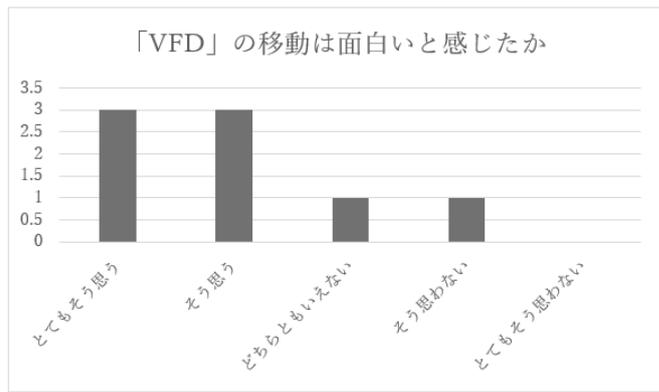


図 7.5 VFD の質問 2

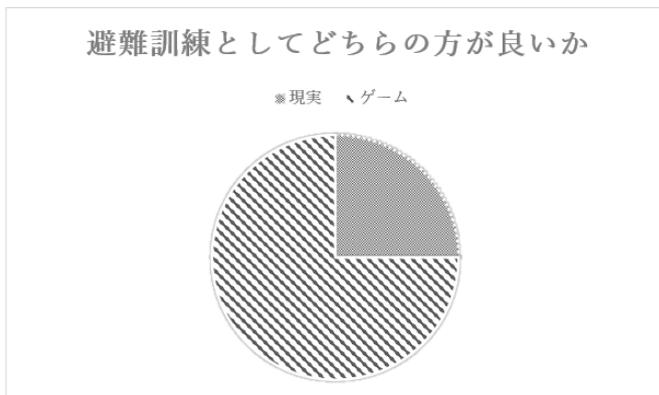


図 7.6 質問 5 の円グラフ

表 7.4 質問 5 の自由記述欄

どちらのほうが良いか	主な理由
ゲーム	今のゲームの方が移動しなくていいと思った
現実	普段こういうゲームに慣れていない人は現実の避難訓練のほうが良い
ゲーム	まだ説明不足のところもあり、とにかくやってるときは情報が少なすぎるのでそこを改善したらなくはないと思う

表 7.5 感想のまとめ

生徒	感想
1	VR を体験したことが無かったので、最初は足元が安定しなかった。
2	初めての VR 体験で楽しかったし、それが避難訓練の勉強にもなったと思う
3	VR はとても新鮮な感覚で個人的に欲しくなった
4	VR 体験楽しかった。ありがとうございます。
5	リアルにある学校を使ってできるともっと訓練になると思いました (AR 的な) とても楽しく火事を体験できました。
6	久しぶりに VR 体験ができて楽しかったです。 周りに火があると火事の怖さを体験できると思いました。
7	VR というものを初めて体験したが酔いがひどい、 だが考えはいいと思った。
8	こっちのほうが火事の想定がしやすくいいと思った

(文責: 水谷祐太)

7.2.3 考察

事前アンケートと事後アンケートを函館高専専門学校の生徒 8 人に回答してもらった。質問はそれぞれ、避難の仕方を理解するために有効だったか聞く質問を質問 1 として、火事に対する危機意識が変化したか聞く質問を質問 3 とした。回答をそれぞれ、とてもそう思うを 5 点、そう思うを 4 点、どちらともいえないを 3 点、そう思わないを 2 点、とてもそう思わないを 1 点とした。また、避難訓練に関する知識を聞く質問を質問 4 として、回答をそれぞれ避難の仕方を理解し、人に説明できるほどの自信がついたを 3 点、避難の仕方を理解したが、人に説明できる自信はないを 2 点、避難の仕方が理解できなかったを 1 点とした。現実の避難訓練と「VFD」どちらの方が移動は面白い興味あるかという質問を質問 2 とした。次に事後アンケートで避難訓練が火事体験ゲームになったとき、避難訓練は現実の避難訓練とゲームの避難訓練どちらが良いかという質問を質問 5 とした。

質問 1, 質問 3, 質問 4 を事前アンケートと事後アンケートの平均点に差はないという帰無仮説を立てて有意水準 5% で t 検定を行った。表 7.1 から、 $p < .05$ より、避難の仕方が分かりやすいかという質問に対して、事前アンケートと事後アンケートでの平均点に差はないという帰無仮説が棄却され対立仮説である事前アンケートと事後アンケートで平均点に差があることがわかり、有意であることが示された。このことから、「VFD」は生徒に対し避難訓練の際に避難の仕方が「VFD」を扱ったことで分かるようになったと考える。これは、現実で火事が起きても避難の仕方を理解し最適な行動が「VFD」を扱うことによって理解できたことが示唆された。

7.2 から、 $p > .05$ より、火事が怖いと感じるかという質問に対して事前アンケートと事後アンケートによる平均点に差はないという帰無仮説が成立し、有意ではなかったことが示された。このことから「VFD」は火事に対する恐怖を伝えることはできなかったことが示唆された。しかし、火事はもともと恐怖の対象であり、どちらにせよ火事は恐怖と考える人は多いのではと考える。表 7.3 から、 $p < .05$ より、避難の知識について聞く質問に対して、事前アンケートと事後アンケートでの平均点に差はないという帰無仮説が棄却され、対立仮説である事前アンケートと事後アンケート

ケートで平均点に差があることがわかり、有意義であることが示された。このことから、「VFD」を扱うことによって火事からの避難するための知識が深まったことが分かる。あらかじめ火事を体験することによって実際火事に立ち会った時により「VFD」で遊んだ人は最適な行動がとれるようになると思う。次に、現実の避難訓練とVFDどちらの方が移動は面白い興味あるかという質問を質問2とした。図7.4より、現実の移動方法が面白いかという質問に対してとてもそう思うが0票、そう思うが1票、どちらともいえないが2票、そう思わないが1票、とてもそう思わないが4票となった。それに対し図7.6より「VFD」の移動方法が面白いかという質問に対してとてもそう思うが3票、そう思うが3票、どちらともいえないが2票、そう思わないが2票、とてもそう思わないが0票となった。このことから「VFD」は現実の移動より興味を持ってもらえたと考える。現実の避難訓練は退屈で受動的に受ける生徒がいる場合も、「VFD」を用いることによって興味を持ってもらうことで主体的に学んでもらえる可能性があると考えられる。次に避難訓練は現実の避難訓練とゲームの避難訓練どちらが良いかという質問に対して図7.4からゲームの方が良いと考える生徒が多いことが分かった。さらに、表7.2.7から「VFD」を改良することによって避難訓練の教材として適したゲームが作成できると考える。

(文責: 水谷祐太)

第 8 章 中間発表

中間発表では開発を行うゲームの中でも動画とともに開発の背景、目的、制作するゲームでできることについて発表を行った。中間発表では来訪者にアンケートを行っていただいた。アンケートの内容は発表技術と発表内容について、各々 10 段階の評価とコメントを頂いた。発表技術についての平均点は 8.14 点で、発表内容についての平均点は 8.17 点であった。以下がアンケートのコメントである。

(文責: 坂原龍輝)

8.1 発表技術について

ポジティブな意見について

- 発表はわかりやすかったです。
- 動画による親切で丁寧な説明が分かりやすかったと思います。
- 非常に質問がしやすい環境を作っていました。
- とても聞きやすく興味を引く発表の仕方で良かったです。
- 序盤で簡単に説明していて改めて内容が頭に入ってきた。
- 質疑応答がしっかりしていて、食いついてくる質問者を上手くさばっていた。
- AI チャレンジチームの火災を想定したゲームの完成度がとても高かった。
- 各グループ内容説明がわかりやすかった。
- ポスターがとても分かりやすかった。
- デモ動画も用意しており、作りたいものがわかりやすく説明されていた。
- One student showed his face on Zoom - it made a difference.
- 実機を用いたテストプレイ動画などがあり非常にわかりやすかった。
- 質問への回答がていねいでした。
- 実際のデモ画像やイメージ図などがあり発表がわかりやすかった。
- 画像やイメージが多くて非常に分かり易かったです。
- 図やデモ動画などを使ってわかりやすく説明されていた。
- VR と AI を組み合わせた新しい形のゲームという点が興味深かったです。
- 質問の対応が的確にできていた。
- スライドの表現が統一されているのと実際のプレイ動画があり伝わりやすかったです。
- 時間調整なども上手で段取りもしっかりしていてよかったです。
- スムーズに進行していて良かった。
- 質問に丁寧に答えていたのでわかりやすかったです。
- 聞き取りやすかった。
- 中間発表の段階でデモが動いていて理解しやすかった。
- 実際の VR などの動画があったのでわかりやすかったです。
- ポスターが見やすかったです。

- 質問に対する回答者がカメラ ON にして質問に答えるのはとても良い方法だと思った。
- しっかりと聞き取れた。
- 質問に回答してくれた人がビデオオンにしてくれて、明るく回答してくれたのでありがたかったです。声もはっきり聞き取りやすく、的確な答えをいただけたて勉強になりました。

指摘・アドバイスを含む意見について

- ポスターの文字が多いため、重要なメッセージを掴むのが少々難しかった。
- もっと火災現場の臨場感を出すことができればとても素晴らしいゲームになると思いました。
- AIで複雑性を持たせるのって難しいと思うから頑張ってください。
- ポスターの文字が見にくかったので Zoom の会議でも別でポスターを表示させなければならぬことが手間であった。
- 具体的なポイントまで絞っていない感じがした。
- 軽い説明だったので割愛します。

(文責: 坂原龍輝)

8.2 発表内容について

- 災難での避難訓練がどのようなゲームになるかはとても期待できますねえ。今はただ AI の表現しかないため、どのようなゲームに発展されるか今後頑張ってください。
- 具体的な計画が練られていたため、非常に良いと思う。
- 中間発表まで期限が短い中でレベルの高い作品ができていて良いと思いました。
- 各グループの説明が端的でわかりやすく、質問がしやすかった。
- 質問に対してしっかり回答が用意されていて、計画や今後についてしっかり考えられていると感じた。
- すべての疑問点について満足できる返答をしていました。
- 早い段階で質疑応答に移っていたのが好印象でした。回答も簡潔でわかりやすいものでした。
- 各チーム作りたいもの（問題も含めて）が良く考えられており、最終的なビジョンも持っているように感じられた点を評価した。
- These are interesting.
- プレゼンがわかりやすかったです。
- 目的が人間として必要な知識を中心に考えられていてよいと思った。
- 実際に映像で VR 機器を見せてくれたので、わかりやすかったです。
- 原因や目的が明確でどれも実用的で素晴らしい課題だった。
- ある程度質問に対する回答が用意できていたのかなと思う。
- 実際に動いている映像があるのはすごいと思いました。
- 受け答えがしっかりしていて、わかりやすかったです。
- 火災といういつ起きてもおかしくないことを題材にしておりわかりやすかった。
- プロトタイプなどの例があり内容が理解しやすかったです。
- 現時点で作られており、今後の計画までしっかりと練られている点が良いと思った。

- VR や脱出ゲームが面白そうでした。
- スライドが見やすくとても分かりやすかった。
- これから何をするか、なぜその問題に取り組もうとしているのかを詳しく説明されていて、とても分かりやすかった。
- わかりやすいようにスライドづくりがされていた。
- 動画でデモを流してくれていて、クオリティが高くてびっくりしました。

指摘・アドバイスを含む意見について

- AI との関連がやや判り辛かったです。
- 現状でのアイデアがまだ決定してなく、ブラッシュアップしきれてないのが期限内に開発まで間に合うのかどうか気になりました。
- 質問者の質問の意味をあまり理解できていないような印象が見られた。
- It seems that the VR simulation ends at the fire exit, not the assembly area, where students should gather. If this is the case, perhaps the VR experience could end there, or the participant could be asked where the Assembly Area is.
- 「ゲーム化によってでしか伝えられないこととは何か」、について明確に書いていただけると、作成物の根拠が明確になって良いかと思いました。
- AI チャレンジと AI チームの「今後のゲーム作成」のスライドがあればいいなと思いました。
- 火災が起きたことによる脱出ゲームというこのゲームというコンセプトはとてもいいと思うが、なぜ脱出ゲームというテーマにしたかがわかりませんでした。最終的に何を伝えたいかがわかりませんでした。

(文責: 坂原龍輝)

8.3 発表内容について

中間発表では、ゲーム内容について多くの質問、意見が挙げられた。この理由として私たちはゲーム内容についてまだ具体化が不十分であると考えた。特に話し合いが不十分だと痛感したものは2つあった。1つめは Virtual Fire Drill がゲーム性が強い遊ぶ感覚で取り組んでもらうものなのか、リアリティを追及して火事に対する恐怖を体験してもらうのかというゲームの主軸についてである。これは楽しさを追及しすぎると避難訓練ゲームとして危機感を得にくくなってしまわないかという懸念があるが遊んでもらいやすくなると考えられ、リアリティ重視では避難訓練ゲームとして危機感を得やすくなるが、主体的にゲームに取り組んでもらいにくくなるのではないかという懸念があり、このバランスについては慎重に話し合うべきだと考えた。もう1つは AI とゲームの接続が曖昧であった点である。これについては実際にどのようにゲームに取り入れるかをブラッシュアップしきれていなかったためである。以上のことから後期活動にてゲーム内容についてより詳細な内容を議論し、設計書作りを行った。

(文責: 坂原龍輝)

第9章 最終発表

最終発表では開発を行った成果物の発表及びワークショップでのフィードバックについての発表を行った。最終発表では来訪者にアンケートを行っていただいた。アンケートの内容は発表技術と発表内容について、各々10段階の評価とコメントを頂いた。発表技術についての平均点は7.56点で、発表内容についての平均点は7.92点であった。以下がアンケートのコメントである。

(文責: 坂原龍輝)

9.1 発表技術について

ポジティブな意見について

- 実際にゲームをプレイしている動画を発表スライドに載せていたのすごく分かり易かったです。
- 全チーム何を作り、何を実装したのかがわかりやすかったです。
- The presentation is overall good!
- 質問がない時間を作らないように発表が工夫されていた。
- 質問に対しても丁寧に返答してくれた。
- 早口で聞き取りづらい人がいましたが、その部分以外は聞き取りやすくわかりやすかったので良かったです。
- ポスターが文章量もしっかりあるのにとっても見やすかったので良いと思った。発表のスライドも実際のプレイ画面を各チームで写してくれているので見やすかったし、わかりやすかった。
- 聞き取りやすかった。
- わかりやすかった。
- 製作したアプリの動画が含まれており、成果を具体的にみることができ良かった。
- AI チャレンジチームの開発した避難訓練をモチーフにしたゲームが、遊びにすることで子供たちに触れやすく、さらに実際に起きた際に適切に行動ができるよう分かりやすく作られていたのがとてもいいと思いました。
- 上手く回答をまとめられて良かったと思います。
- 質疑応答が聞き取りやすく、内容への理解を助けられていたように思う。
- 初めにグループごとの概要を説明していて分かりやすかったです。
- AI チャレンジチームの火事が起きた際の避難訓練、消火を体験できる VR ゲームは実用性の高さを感じました。
- 取り組まれていたサービスについて知ることができた。
- 動画やポスターから各チームの内容がよくわかりました。
- 内容がわかりやすかったと思います。
- 聞き取りやすかったです。
- デモ動画の解説が分かりやすかった。

- 回答してくれる方がカメラをオンにして話してくれるのが良かったです。表情が分かるので雰囲気伝わりやすかったです。
- それぞれのグループのやったことが分かりやすくてよかったです。
- 質問に的確に回答してもらった。

指摘・アドバイスを含む意見について

- 動画の音声少し聞き取りづらいところがありました。
- もう少しポスターを大きく見せてほしかった。
- 確認のための発表をプレゼンテーションで発表していたわけではないので言葉だけではわかりづらかった。
- 何人もの人が交代で発表していて、発表者によっては早口で聞き取りづらいことがあった。
- 動画では急に説明が早口になってしまい聞き取りづらい部分がいくつか目立った。
- スライドについて、強調したい部分があるなら色を変えたり、フォントサイズを変えたりしたらいいと思いました。あと環境音やボリュームで聞き取りづらくなったりするので、発音者はなるべく少なくした方がいいと思います。
- はきはきしていてよいと思いましたが速く話す人がいて聞き取りづらい部分がありました。
- プロジェクト内で三つチームがあるので動画とポスターだけでなくサイトがあればわかりやすかったと思います。
- 画像が全画面でなく、端にメニューなどが表示されていて、少しだけきになった。
- 簡単に動いている映像を見せた方がわかりやすかったと思いました。事前に動画を見てとてもよかったので、バックグラウンドでも流してみてもいいかと思いました。
- 一部表現が曖昧に感じられたため、もう少し詳しく書いてもらいたいと思いました。
- 図とかを使って説明するともっとわかりやすかったと思います。

(文責: 坂原龍輝)

9.2 発表内容について

- プロジェクトで作られたものをうまく伝えていた。
- 活動内容が分かりやすく伝わった。
- どの内容もすぐ実際に使えるようなレベルでした。これからの発展に期待しています。
- 将来性があると思います。
- 3チームとも今後の課題も見据えられていて良いと思いました。
- 成果物のゲームがとても分かりやすくだれでも楽しめるゲーム内容になっていてとても良いと思った。
- VR を使い実際に体験することは身に付きやすいと思うので問題解決に役立つと思いました。
- デモ動画があり良かった。
- 困難な状況の中でよく頑張ったと思う。消火器の位置を普段から知っておくことや、災害時の避難を経験することに、VR や AR は有効だと思った。
- ゲームの SE の音量が大きくて動画内の声が聞き取りづらい部分があったので音量をもう少しだけ小さくするといいと思いました。

- AI チャレンジチームは勉強会から実装まで限られた時間で良く作ったと思います。
- すでに実用的なレベルまで行けていると個人的におもった。修正する点はまだあると思うが、普及できるいい内容と思った。
- 様々な活用方法を指向することで、AIの可能性を探っていくような意義があり、学習としてとてもよいものであると感じた。
- 各グループのゲームの作りこみがすごく、デモ動画もありとても分かりやすく作られてるなと思いました。
- 質問に丁寧に対応してくれた。疑問点をわかりやすく説明してくれた。
- 高専生対象に検証されたのは分かりました。ただサービスが対象としているユーザーに高専生を含んでいないサービスがいくつかあるように感じられました。対処としていないのであれば、満足な成果が得られたと言えないように感じました。
- コロナ禍で想定していた利用者に体験してもらうことができなかつたのが残念でしたが、身近な学校で実験を行っておりフィードバックをもらえており良かったと思いました。
- ゲーム画面が出ていてどんなものを作ったのかよくわかった。
- 目標を達成するための活動が十分に行われていると思いました。
- プロジェクトの目標に沿った成果になっていていいと思いました。
- 目標の設定がきちんとしてあり、計画性もあってとてもよかったと思います。今後の計画まで考えられていることが特によかったと思います。
- わかりやすかったです。
- コロナウイルスという大きな障害があり、プロジェクトの進行が難しい中、しっかりと作品を完成させていて素晴らしいと思いました。

指摘・アドバイスを含む意見について

- 概要だけなのでよくもなく悪くもないという感想です。
- 応答の間に時間がありすぎてどのような応答なのか伝わりづらかったです。
- 質問した際に、「時間が足りなくて実装できなかった」と回答していただきましたが、そういったことは展望に書くべきだと思いました。
- ゲームのSEの音量が大きくて動画内の声が聞き取りづらい部分があったので音量をもう少し小さくするといいと思いました。

(文責: 坂原龍輝)

第 10 章 考察

10.1 活動のまとめ

10.1.1 では前期, 10.1.2 では後期の活動についてまとめて述べる.

(文責: 中田史紀)

10.1.1 前期

プロジェクトの開始時に各技術の基本的な使い方を学ぶべく勉強会を行った. AI チャレンジチームでは Unity, AI の技術を勉強会で扱った. Unity 勉強会には Unity チュートリアルと Unity 機械学習を用いた. Unity チュートリアルは Unity が公式に用意しているアセットで基本的な操作や VR のパッケージの導入方法等を学ぶことができる. Unity 機械学習では, 本プロジェクトでは各自が自由にアセットを選んで発表する形式をとった. Unity 勉強会の内容は全チームで共有されるものであり, 各々が持ち寄った知識を共有した. AI 勉強会では「PyTorch による発展ディープラーニング」という本を用いた. Unity 勉強会と同様に全チームに共有されるものであった. 全 9 章を 9 人で 1 章ずつ担当した. 内容は物体検出, 画像分類, 動画分類など多様でその後の活動に活かされた. テクノロジー調査としては Blender と火事についての調査を行った. Blender の調査はメンバーの坂原を中心に行われた. 導入方法をはじめに, 基本的な操作方法や, はこだて未来大学構内に設置されている椅子を例に, オブジェクトの制作の練習を行った. 実際に, 既存のアセットで補えないオブジェクトは Blender を用いてオブジェクトの制作を行ったこともあり, 非常に有益なものとなった. 火事の調査では火の燃え広がり方や避難する際の注意点などについて議論が行われた. どの動きをゲームに反映するかや, 火災発生後の流れをイメージすることで, 本ゲームの開発において何を軸に開発していくかが明確になった. また中間発表に向けてデモの動画の作成を行った. この段階では開発の進捗が進んでいなかったため, 避難役や誘導役など最終発表で扱う内容を疑似的に再現したものを用意し, 実際に VR 機材を使って撮影を行った. 中間発表ではデモ動画とともに開発の背景, 目的, 制作するゲームでできることについて発表を行った. 来訪者にはアンケートに回答していただき, 発表技術, 発表内容について各々 10 段階の評価とコメントをいただいた. 発表技術についての平均点は 8.14 点で, 平均点は 8.17 点であった.

(文責: 中田史紀)

10.1.2 後期

後期からは本格的に開発が行われた. 後期の初めには仕様書を作成し今後の作業内容を明確にする作業が行われた. 仕様書の内容としては, ゲーム時間, イベントパターン, AI の使用方法, 火災発生タイミング, 操作方法, ゲームシステム, ゲームの流れであった. その後システム班, AI 班, UI 班に分かれて作業を行った. システム班では炎のパーティクルやその当たり判定, 軽量化処理, VR の操作など本ゲームにおけるシステム全般を担った. AI 班はステージとなる学校の土台作成

と NPC の動きのもととなる AI のシステムの構築を行った。ステージ作りでは既存のアセットをもとに赤川小学校のモデルを作成した。モデルの作成前にはメンバーの水谷が赤川小学校に赴き、学校の全体図の入手や学内の様子を撮影することで、消火器の位置や教室の配置などを忠実に再現した。AI は学習エージェントを NPC に搭載し模範解答や反面教師となる動きを表現し、火災時の人の移動を再現することができた。UI 班はゲームプレイ時の各種画面の UI やロゴの作成等を行った。ゲームの狙いやプレイヤーの目線でゲームがどう見えるかを考え様々な工夫を凝らした。各班の作業を共有し少しずつ統合していくことでゲームの完成を目指した。11 月には赤川小学校でワークショップを行った。新型コロナウイルスの影響から、児童に向けてのワークショップ開催は不可能となり、少人数の教員に向けて行われた。得られたフィードバックは貴重な意見として最終発表までの開発に反映された。12 月には函館高専でワークショップを行った。火事に関する意識について事前アンケートを取り、ゲームをプレイしてもらったあと意識の改善が見られたかの事後アンケートを取った。

(文責: 中田史紀)

10.2 今後の課題

Virtual Fire Drill では火災を疑似体験できる避難訓練の教材として開発を進めてきた。今期の活動を終えるにあたり、このゲームには、教材としての観点と機能実装としての観点で改善点が残されている。この 10.2.1, 10.2.2 ではこれらの改善点について述べていく。10.2.3 ではこれらの改善点を踏まえた今後の展望を述べていく。

(文責: 古本蒼)

10.2.1 全体

赤川小学校ワークショップ、函館工業高等専門学校来訪ワークショップ共に挙げられた課題点として、酔いやすいという点がある。原因として、利用者には VR を初めて使う人が多く、慣れていないためである。このゲームは教材として利用者には初めてでも快適にプレイしてもらう必要がある。そのため、VR に慣れることができる VR としてのチュートリアルモードを搭載すべきだった。このモードは赤川小学校ワークショップで教員にプレイしてもらった際、コントローラの操作がわからず、最初の教室から出ることに苦戦している人がいたことに対する改善案としても必要なモードである。具体的には、空間内を自由に動き回れ、視点操作の頻度を少しずつ増やすことで酔わずに VR に慣らすようなモードである。赤川小学校ワークショップの時に挙げられた指示を受けながらの避難ができない、しゃべらないと言ったことを教えられないという課題点に対して、ゲームプレイ中に指示を音声で入れる、ゲームプレイ前にマニュアルを見ることができる画面を導入するといった改善案が挙げられたが、実装は間に合わなかった。

(文責: 古本蒼)

10.2.2 機能実装

開発当初は停電や地震といった特殊なケースの避難ができるモードや、赤川小学校以外のステージの実装を予定していたが、実装は間に合わなかった。今回作ったゲームはプレイヤーが避難するのを目的として作成したゲームである。しかし、赤川小学校ワークショップで先生にプレイしてもらった際、避難誘導を行おうと体育館に向かっていたことがあった。また、成果物発表会で誘導側の疑似体験が合っても良いといった意見をいただいた。このことから、保護者となる人物を対象に避難誘導のモードを追加することで様々なシチュエーションの訓練ができるのではないかと考えている。疑似体験としての幅を広げるためにも、様々なステージ、モードの実装をしたいと考えている。

(文責: 古本蒼)

10.2.3 今後の展望

2つのワークショップ、進めてきた開発を振り返ることで、このゲームの改善点を見つけ出すことができた。見つけた改善点の改良、未実装の機能の実装で、より効率的かつ充実したゲームにしたいと考えている。今年はコロナウィルス感染拡大の影響で、zoomを用いて遠隔で開発を行っていた。当初の予定では開発環境の共有方法としてGitHubを使うつもりだったが、ファイル容量が大きく使うことができなかった。そのため、今期の活動では開発環境の共有は開発したデータをGoogle Driveへアップロードし、そのデータをインポートすることで共有していた。この時、インポートに時間がかかり、非効率なことが何度かあった。インポートは別の時間に行い、作業の効率化を図るべきだった。また、プロジェクト開始時の目的であった赤川小学校ワークショップを当初の予定通りに行うことができなかった。結果として、赤川小学校の児童にはプレイしてもらえずに終わっている。そのため、このゲームが小学生に対してどういった効果があるか分かっていない。このゲームがVR対象年齢の全ての人が遊べるように、機会があれば小学生にもプレイしてもらいたいと思っている。

(文責: 古本蒼)

付録 A アンケート

AI チャレンジチーム 12/3 函館工業高等専門学校授業

函館工業高等専門学校授業事前アンケート

学籍番号：

このアンケートは私たちが作ったゲームが教材として適しているか調査するものです。回答結果は今回の調査以外では使いません。ご協力をお願いします。

1. 今の避難訓練に対してどう思うか当てはまるものに○をつけてください。

1-1. 避難の仕方はわかりやすい。

・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない

1-2. 避難訓練はただ移動しているだけに感じて面白くない、興味が出ない。

・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない

2. 火事に対して怖いと感じますか。次の中から当てはまるものに○をつけてください。

・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない

3. 避難の知識について当てはまるものに○をつけてください。

・避難の仕方を知っていて、人に説明できるくらい自信がある。

・避難の仕方を知っているが、人に説明できるほどの自信はない。

・避難の仕方を知らない。

図 A.1 函館高等専門学校ワークショップで使用した事前アンケート

AI チャレンジチーム 12/3 函館工業高等専門学校授業

函館工業高等専門学校授業事後アンケート

学籍番号：

このアンケートは私たちが作ったゲームが教材として適しているか調査するものです。回答結果は今回の調査以外では使いません。ご協力お願いします。

1. 火事体験ゲームをやってみてどう感じたか当てはまるものに○をつけてください。
 - 1-1. 避難の仕方がわかりやすい

・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない
 - 1-2. 実際に火事を体験しているような感覚で興味が湧いた

・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない
 - 1-3. 火事が怖いと感じた。

・とてもそう思う ・そう思う ・どちらとも言えない ・そう思わない ・とてもそう思わない
2. 火事体験ゲームのプレイ後、避難の知識がどう変わったか当てはまるものに○をつけてください。
 - ・避難の仕方を理解し、人に説明できるくらい自信がついた。
 - ・避難の仕方を理解したが、まだ人に説明できるほどの自信はない。
 - ・避難の仕方を理解できなかった。
3. 避難訓練が火事体験ゲームになったとき、避難訓練は今とこのゲームのどちらが良いですか。
4. この授業の感想で何かあれば書いてください。

図 A.2 函館高等専門学校ワークショップで使用した事後アンケート

参考文献

- [1] 文部科学省. “防災教育支援に関する懇談会 中間とりまとめ (案)”. 現在の防災教育における課題. 2019-11-15.https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/kaihatu/006/shiryo/attach/1367196.htm, (参照 2021-01-06)
- [2] マイナビ 「PyTorch による発展ディープラーニング」 小川雄太郎 閲覧日：2020年6月
- [3] J. Schulman, F. Wolski, P. Dhariwal, A. Radford, and O. Klimov “Proximal Policy Optimization Algorithms” , arXiv:1707.06347 (2017)
- [4] Bengio, Y., Louradour, J., Collobert, R., and Weston, J. “Curriculum learning” , ICML (2009)