公立はこだて未来大学 2021 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University-Hakodate 2021 System Information Science Practice

Group Report

プロジェクト名

心に響く情報の杜

Project Name

Jouhou-no-Mori resonating with us

グループ名

天気ぐーチーム

Group Name

Team Guu Weather

プロジェクト番号/Project No.

3

プロジェクトリーダ/Project Leader

細野嵩人　Takahito Hosono

グループリーダ/Group Leader

貴舩怜士　Reiji Kifune

グループメンバ/Group Member

小林稜　Ryo Kobayashi
西野倖生　Kosei Nishino
樫原翔馬　Syoma Kashihara
越田修平　Shuhei Koshida

指導教員

佐藤仁樹 教授　新美礼彦 教授

Advisor

Prof. Hideki Satoh Prof. Ayahiko Niimi

提出日

2022 年 1 月 19 日

Date of Submission

January 19, 2022

概要

本プロジェクトで作成するアプリケーションは、ユーザが雲を発生・成長させることで様々な気象現象が発生し、その勢力（スケール・力）による被害額を競うコマンドバトルゲームである。現実の気象モデルを組み込み、再現することで、ゲームを楽しみながらユーザーの気象についての興味・関心を引き出し、加えて知識も獲得することができるようになることを目標としている。また、雲の特徴を活かしゲームを進めることで雲をはじめとする災害などの気象現象について知識を深め、今後起こり得る気象現象を予測する力を養うことができると考えており、災害時などに迅速な判断と行動、万が一の際に迅速な判断と行動ができると考えている。このような知識を得られるようなアプリケーションを開発した。成果発表会では、作成したアプリケーションについて参加者から肯定的な意見をいただき、このアプリケーションが気象について興味・関心を引くことができた。また、このアプリケーションは日本気象協会様の連携のもと、開発を行なった。日本気象協会様からは、アプリケーションについて肯定的な意見をいただくことができた。しかし、知識を得られたかどうかを確認できなかった。以上の評価をもとに、知識を獲得でき、その知識が気象現象を予測する力を養うことにつながるのかをより多くの方にフィードバックして頂くことが必要であると結論づけた。

キーワード　　気象, 災害, ゲーム，ゲーミフィケーション

（文責: 越田）

Abstract

The application to be created in this project is a command battle game in which the user compete to generate and grow clouds to generate various weather phenomena and their amount of damage (scale and force). By incorporating and simulating a real climate model, the goal is to draw out the user's interest in weather while making the game fun, and also to enable the user to acquire knowledges. In addition, we believe that the game's use of the characteristics of clouds will deepen users' knowledges of clouds and other weather phenomenas, such as disasters, and develop their ability to predict possible future weather phenomenas, enabling them to make quick decisions and take actions in the event of a disaster. We developed an application that can get knowledges. At the presentation of the results, we received positive comments from the participants about the application. we were able to attract their interest and concern about weather. This application was developed with the cooperation of the Japan Weather Association. The Japan Weather Association gave us positive feedback on the application. However, we were not able to confirm whether they had gained knowledges or not. Based on the above evaluation, we concluded it was necessary to get feedback from more people on whether they could acquire knowledges.

Keyword Weather, Disaster, Game, Gamification

（文責: 越田）

目次

第 1 章　はじめに　1
1.1　背景 1
1.2　従来の取り組み 1
1.3　現状における問題点 2

第 2 章　到達目標　3
2.1　問題の設定 3
2.2　到達目標 3
2.2.1　前期 3
2.2.2　後期 3
2.3　課題の設定 3
2.3.1　前期 4
2.3.2　後期 4
2.4　プロジェクトスケジュール 5
2.4.1　前期 5
2.4.2　後期 6
2.5　課題の割り当て 6
2.5.1　前期 7
2.5.2　後期 7
2.6　企業との連携 8

第 3 章　課題解決のプロセス　9
3.1　前期 9
3.1.1　グループリーダーの決定 9
3.1.2　テーマの検討・決定 9
3.1.3　アプリケーション開発技術の習得 9
3.1.4　開発アプリケーションの検討・決定 10
3.1.5　アプリケーションに使用するデバイスの選定 10
3.1.6　ゲームシステムの決定 10
3.1.7　プロトタイプの作成 10
3.1.8　開発アプリケーション名の決定 10
3.1.9　中間発表会の準備 10
3.2　後期 11
3.2.1　キャラクターの作成 11
3.2.2　アニメーションの作成 11
3.2.3　アプリケーション「vill air」の開発 11
3.2.4　成果発表会の準備 12
3.3　各人の課題の概要とプロジェクト内における位置づけ 12

3.4 担当課題解決過程の詳細 13
3.4.1 貴舩怜士 13
3.4.2 小林稜 14
3.4.3 西野倖生 15
3.4.4 樫原翔馬 16
3.4.5 越田修平 17

第 4 章 アプリケーションの概要 19
4.1 ゲームアプリケーション「vill air」 19
4.1.1 概要 19
4.1.2 仕様 19
4.1.3 キャラクター 20
4.1.4 バトルの概要 20
4.1.5 プラットフォームの実装 21
4.2 プロトタイプ作成 21
4.3 完成品 21

第 5 章 結果 25
5.1 プロジェクトの結果 25
5.1.1 中間発表会 25
5.1.2 成果発表会 26
5.2 日本気象協会様の評価 27

第 6 章 今後の課題と展望 29
6.1 前期活動のまとめ 29
6.2 後期活動のまとめ 29
6.3 全体の活動まとめ 29
6.4 プロジェクトとしての問題と解決 30
6.5 今後の展望 30

参考文献 31

第 1 章　はじめに

この章では、本プロジェクトと関連のある技術や事例について述べる。また、それらの問題点を挙げる。

（文責: 貴舩）

1.1　背景

近年、国内外で異常気象が頻発している。世界気象機関（WMO）よると、これらの異常気象は長期的な地球温暖化の傾向と一致していると発表している。日本では、真夏日・猛暑日の日数が増加しており、将来的にも増加すると予想されている。また、短時間強雨が増加している一方、降水日が減少している。将来的に、短時間強雨の回数の増加、大雨時の降水量の増加、降水日の減少も予測される。このような気候変動が自然災害・沿岸域に及ぼす影響として、短時間強雨や大雨の強度・頻度の増加による河川の洪水、土砂災害、台風の強度の増加による高潮災害等が懸念される [1]。 地球温暖化などの気候変動により、このような様々な影響が出ることを知っていたかどうかの調査では、「知っていた」と答えた者の割合が 93.6 %であった [2]。このことから、私たちのほとんどが現在の気候変動を感じていることが分かる。しかし、私たちが気象変動、気象災害が起こる要因やメカニズムについて焦点を当てて考える頻度は多くない。そこで本プロジェクトでは、様々な気象現象とつながりがある、雲をメインテーマとした。次に、気象現象に対して興味を持ってもらう方法をグループで考えた。結果、スマートフォン向けゲームアプリケーションを使えば能動的に学べ、目的を達成できるのではないかと考えた。よって、私たちは Unity を用いて、スマートフォン向けゲームアプリケーションを開発する。そして、気象のメカニズムや気象の特徴を、ゲームアプリケーションを通して知ってもらい、気象に対しての興味・関心を引き出すきっかけを与え、災害時に対処できる方法を学ぶことを目的とすることにした。特に、私たちのような若い世代の人に気象に対する興味・関心を持ってもらうには、ゲームアプリケーションを媒体とすることは効果的ではないかと考えた。実際に、スマホゲーム四半期報告書 [3] から、10 代 20 代のユーザの割合が大きいことが分かる。よって、ゲームアプリケーションを媒体とすることで、若い世代の人たちに、気軽に利用してもらえると考える。

（文責: 貴舩）

1.2　従来の取り組み

雲をテーマに扱ったスマートフォン向けアプリケーションとして、神戸大学が開発した雲識別アプリケーション「くもろぐ」[4] がある。「くもろぐ」は、カメラで撮影した雲の画像をそのままアプリケーションに読み込ませ「この雲なあに？」で尋ねると、搭載している雲識別 AI の KMOMY（くもみ）が雲の形と雲の状態を教えてくれるアプリケーションである。加えて、撮影した時の日時、雲の画像を自動的に保存する機能を持ち、アプリケーションユーザ内で撮影した画像を共有することができる。また、雲を取り扱ったゲームで「レインパレード」[5] がある。これは、プレイ

ヤー側が雲になり、街で生活している人々を邪魔するといったゲームだ。雲は雨を降らせたり、風を降らしたりすることができたり、爆弾や独雨も降らせることができるなど、かなりコメディ寄りになっている。空想上の雲が多く実装されているため、現実に存在する雲については少ししか学べないということがわかる。他に、ゲーミフィケーションの例としては「野菜の達人」[6] がある。これはアプリケーションを使って本物の野菜をお世話し、完成したら自宅にお世話した野菜が届けられるといったゲームだ。プレイヤーの操作した内容は、本物の農家の方が野菜にしてくれる。これにより、ユーザはアプリケーション内の操作だけで、農業についての正しい知識を深めることができる。

（文責: 貴舩）

1.3 現状における問題点

従来の例から、他分野ではゲーミフィケーションを使った学習が行われてる中、気象に関して本格的に学べるようなゲーミフィケーションが存在していないため、気象について気軽に学ぶことができないとわかる。また、防災気象情報の利活用状況等に関する調査結果によると、気象災害の危険度が分かりにくい。どこが危険な場所なのかわからない。どのような行動をとればいいのか分からない [7]。気象に関しての情報は難しい、わかりにくいといったものが多いといったことがわかる。 気象災害へとつながる、異常気象が起こる頻度や地域が増えている近年、気象現象に対しての知識の不足や意識の低さが見て取れる。そのため、興味・関心が低いこともわかる。また、天気予報では天気、降水量、気温、風速などの情報が提供される。しかし、天気や気温などは想像しやすいが、降水量、風速、気象現象の強さ、などは与えられる数字から想像しづらい。また、それらについて気軽に学ぶことのできるようなコンテンツも存在していない。

（文責: 貴舩）

第 2 章　到達目標

2.1　問題の設定

本プロジェクトでは、1.3 で挙げられた問題点のうち、気象や災害の対しての知識不足、気象に関する情報の取得、気象の興味の促進、気象現象によって引き起こされる災害の被害を予測する力を養うことのできるようなアプリケーションの作成を目標とする。

（文責: 樫原）

2.2　到達目標

本プロジェクトでは、気象に対して興味・関心を引くきっかけを与える、ゲームアプリケーションを開発する。開発したアプリケーションのゲームシステムを活用し、雲の種類や特徴、発生する気象災害の危険性の学びを誘導し、知識を得ることで、実際に気象現象に対応する力を養うことが目標である。

2.2.1　前期

本プロジェクトは、雲に着目し、種類や特徴、発生する気象災害の危険性を学ぶことができるアプリケーションを開発する。そのために、Unity を用いたアプリケーション開発の技術を習得する。アプリケーションの構成について話し合いを行い、ゲームシステムの確認のために紙のカードを使ったプロトタイプとプログラムを使って UI を再現できるか確認するために Processing を使用して UI を再現したプロトタイプの作成を行う。

2.2.2　後期

前期で作成したプロトタイプを元にアプリケーション開発を行う。Unity を使用して開発を行う。前期で話し合いを元にユーザにより興味を持ってもらいやすいように改良したバトルシステムの実装、ゲームとして成り立つようなバランス調整、愛着がわきやすいようなキャラクターの作成、気象現象がどのようなものなのか想像のしやすいアニメーション、雲の種類や特徴、発生する気象災害の危険性を学ぶことのできるようなギャラリーの実装、ユーザの興味を惹かせるような UI の実装を行う。これらすべてが実装され、問題なく動作するようなアプリケーションを作成する。また、アプリケーションを作成した後に、ユーザに評価実験を行うことまで目標とする。

（文責: 樫原）

2.3　課題の設定

この節では 2.2.1、2.2.2 で設定した到達目標を達成するために設定した課題の概要を述べる。

2.3.1 前期

1. グループリーダーの決定
   課題: グループをまとめるグループリーダーの決定。
2. テーマの検討・決定
   課題: 気象に関する制作物の方向性を決めることを目的とした、テーマの検討・決定。
3. アプリケーション開発技術の習得
   課題: アプリケーションを開発していくうえで必要となる Unity を用いたアプリケーションを開発する技術、GitHub を用いたデータを共有する技術の習得。
4. 開発アプリケーションの検討・決定
   課題: 開発するアプリケーションの仕様の決定。
5. アプリケーションに使用するデバイスの選定
   課題: 本プロジェクトで開発したいアプリケーションに求められる仕様を満たすデバイスの選定・決定。
6. ゲームシステムの決定
   課題: 雲の特徴や発生条件、気象や災害の発生条件、被害の大きさを表現したコマンドバトルシステムに決定。
7. プロトタイプの作成
   課題: ゲームを開発するうえで最低限必要となる機能や、ルールを確認するためのプロトタイプの開発を行う。まずはキャラクターの作成を行い、それを紙のカードにして作り、バトルシステムを再現。ゲームアプリケーションで使用する画面のデザインを Processing を用いて再現。
8. アプリケーション名の決定
   課題: 気象と建物を組み合わせたアプリケーション名の決定。
9. 中間発表会の準備
   課題: 中間発表会で使用する資料の準備。

（文責: 西野）

2.3.2 後期

この項では 2.2.2 で設定した到達目標を達成するために設定した後期の課題の概要を述べる。

1. キャラクターの作成
   課題: アプリケーションの世界観を考え、それぞれの雲と特徴を捉えたキャラクターをデザイン。
2. アニメーションの作成
   課題: キャラクターのイメージに合うスキルアニメ―ションと、キャラクターの挙動に合ったアニメーションの作成。
3. ギャラリーの作成
   課題: 雲の種類や特徴、気象災害について学ぶことができ、ゲーム内の雲のステータスやスキルを確認できるギャラリ－の作成。

4. アプリケーション「vill air」の開発
   課題: 前期に作成したプロトタイプを元に、パラメータの改善、ゲームバランスの調整、実装するプラットフォームの決定、UI の作成を Unity を用いてアプリケーションとして再現。
5. 成果発表会の準備
   課題: 成果発表会で使用する資料の準備。

（文責: 貴舩）

2.4 プロジェクトスケジュール

2.4.1 前期

2021 年 4 月
グループ結成・話し合い
- グループリーダーの決定、制作物のテーマ決定を行った。

2021 年 5 月
Unity 勉強会
- ゲーム開発のために、Unity が必要であったため、「ドットインストール」、「Udemy」などを活用して学習した。

GitHub 勉強会
- 書いたプログラムの管理に GitHub が必要であったため、昨年の資料に沿って学習した。

テーマを「雲」に決定
- 見上げると一面に広がる「空」「雲」に注目してもらおうとしたため、テーマを「雲」に決定した。

2021 年 6 月
ゲームシステムの決定
- 当初、XR をゲームに組み込む予定だったが、バトル要素のあるアプリケーションと相性が悪いことから、使わないことになった。
- ゲームシステム設計のために、気象について調べた。

日本気象協会様との Zoom 会議
- これまでに出た案や、ゲームシステムについての意見をいただいた。

発表会用の Web サイトの作成
- 前期の活動を Web サイトにまとめた。

プロトタイプの作成
- キャラクター作成をし、それを紙のカードを使って表現した。また、Processing を使い、ゲームの UI を再現した。

2021 年 7 月
中間発表会
- 作成した Web サイトをもとに発表を行った。

提出物の作成
- グループ報告書、学習フィードバック等の提出物の作成を行った。

提出物の訂正、提出
- 担当教員からいただいた訂正案をもとに訂正した後、提出した。

※協力：日本気象協会　様

協力内容：グループ内で出た案に対する意見の提供、気象に関する資料、データの提供。

2.4.2　後期

2021 年 10 月

キャラクターイラスト、挙動のアニメーション作成

- ゲームに登場するキャラクターのイラストの作成と、ゲーム内のキャラクターの挙動のアニメーションの作成をした。イラストは、「CLIP STUDIO」を用いて作成した。アニメーションは Unity を用いて作成した。

バトルシステムの実装

- 考案したバトルシステムのコーディングを行った。後に、スコア計算の方法やキャラクターのステータス内容などの変更点もあったため、長期にわたり開発を続けた。

2021 年 11 月

日本気象協会様にプロトタイプの送付

- 制作途中のものを見ていただき、改善するために日本気象協会様より意見をいただいた。

スキルアニメーションの作成

- キャラクターが使用するスキルに対応するアニメーションの作成を行った。これは Unity を使用し実装した。

ギャラリーの実装

- ゲーム内だけでも、雲の種類や特徴、気象災害について学ぶことができ、ゲーム内のスキルやステータスを確認できるギャラリーを作成した。

発表会用の Web サイトの作成

- 前期、後期の活動を Web サイトにまとめた。

2021 年 12 月

アプリケーション「vill air」の完成

- 雲や気象災害を利用し、建物を壊すことで発生する被害額をもとに、ユーザが競い合うことのできるコマンドバトルゲームが完成した。これにより、ユーザの興味・関心を引き出し、加えて知識を得ることができると考える。

成果発表会

- 作成した Web サイトをもとに発表を行った。

提出物の作成

- グループ報告書、プロジェクト報告書等の提出物の作成を行った。

2022 年 1 月

提出物の訂正、提出

- 担当教員からいただいた訂正案をもとに訂正した後、提出した。

（文責: 樫原）

2.5　課題の割り当て

この節では 2.3 で設定した課題を解決するために行った各課題の割り当てを前期と後期に分けて述べる。

2.5.1 前期

この項では 2.3.1 で設定した前期の課題の割り当てを述べる。

1. グループリーダーの決定
   担当: 全員
   グループをまとめるグループリーダーを決定する。
2. テーマの検討・決定
   担当: 全員
   気象に関する制作物の方向性を決めることを目的とした、テーマの検討・決定を行う。
3. アプリケーション開発技術の習得
   担当: 全員
   アプリケーションを開発していくうえで必要となる Unity を用いたアプリケーションを開発する技術、GitHub を用いたデータを共有する技術を習得する。
4. 開発アプリケーションの検討・決定
   担当: 全員
   開発するアプリケーションの仕様の決定する。
5. アプリケーションに使用するデバイスの選定
   担当: 全員
   本プロジェクトで開発したいアプリケーションに求められる仕様を満たすデバイスの選定・決定を行う。
6. ゲームシステムの決定
   担当: 全員
   雲の特徴や発生条件、気象や災害の発生条件、被害の大きさを表現したコマンドバトルシステムに決定する。
7. プロトタイプの作成
   担当: 全員
   ゲームを開発するうえで最低限必要となる機能や、ルールを確認するためのプロトタイプの開発を行う。まずはキャラクターの作成を行い、それをカードにして作り、バトルシステムを再現。ゲームアプリケーションで使用する画面のデザインを Processing を用いて再現する。
8. アプリケーション名の決定
   担当: 全員
   気象と建物を組み合わせたアプリケーション名を決める。
9. 中間発表会の準備
   担当: 全員
   中間発表会で使用する資料の準備を行う。

2.5.2 後期

この項では 2.3.2 で設定した後期の課題の割り当てを述べる。

1. キャラクターの作成
   担当: 小林
   アプリケーションの世界観を考え、それぞれの雲と特徴を捉えたキャラクターのデザインを行う。
2. アニメーションの作成
   担当: 貴舩、西野、樫原
   キャラクターのイメージに合うスキルアニメ―ションとキャラクターの挙動のアニメーションを作成する。
3. ギャラリーの作成
   担当: 樫原
   雲の種類や特徴、気象災害について学ぶことができ、ゲーム内の雲のステータスやスキルを確認できるギャラリ－の作成を行う。
4. アプリケーション「vill air」の開発
   担当: 樫原、越田、小林、西野
   前期に作成したプロトタイプを元に、ステータスの改善、ゲームバランスの調整、実装するプラットフォームの決定、UI の作成を Unity を用いてアプリケーションとして再現する。
5. 成果発表会の準備
   担当: 全員
   成果発表会で使用する資料の準備を行う。

（文責: 西野）

2.6 企業との連携

アプリケーションを開発するうえで雲の種類、発生条件、特徴、気象や災害の発生条件、被害状況を学ぶ必要があった。また、現実の気象をゲーム内で再現するために、雲の特徴や気象現象、それによって引き起こされる災害について知る必要があった。そのため、2021 年 6 月 25 日に日本気象協会様と、アプリケーションの質の向上のため、ゲームシステムについての意見交換を行った。この場では、アイデアに対してのフィードバックをいただいた。日本気象協会様では、ゲームの内容で建物を壊すという行為にあまり賛同はいただけなかったが、災害の規模を知るには自分たちが災害になったほうが学びが深まるといった意見もあり、最終的には建物を壊すといった方向性に日本気象協会様も納得していただいた。その後、雲についての情報がまとめてあるおすすめの Web サイトを教えて頂いた。他に、前期後期通して、発表会用 Web サイト、プロジェクトポスター、報告書などの訂正案もいただいた。

（文責: 越田）

第 3 章　課題解決のプロセス

3.1　前期

この節では 2.3.1 で設定した課題の解決プロセスの詳細を述べる。

3.1.1　グループリーダーの決定

グループリーダーはグループメンバーと話し合って決定した。

3.1.2　テーマの検討・決定

対面活動の際にグループメンバーと意見を出し合った。話し合った結果、雲をテーマにした制作物を作ることに決めた。そして、AR を使ったアプリ開発と、XR 技術を使わずにスマートフォンゲームアプリ開発の 2 案に絞ったが、さらなる話し合いの結果、スマートフォンアプリゲーム開発をすることとなった。

3.1.3　アプリケーション開発技術の習得

スマートフォンゲームアプリを開発する。開発には Unity を用いてゲームアプリを開発するための技術、大人数で協力してゲームアプリの開発を行うためにグループでゲームアプリを共有する技術を習得する必要があった。以下ではこれらの技術の概要を述べる。

Unity を用いたアプリケーションの開発

Unity [8]

Unity は Windows、Mac、Linux、iOS、Android などのマルチプラットフォームに対応しているので Unity で作成したアプリケーションはほぼすべてのデバイスで利用することが可能である。また、Unity にはアセットストアというユーザが作成したプログラムや素材や 3D モデルなどを登録して公開することができ、他のユーザがそれを利用することができる仕組みがある。Unity を習得するために班員全員でドットインストール [9] と Udemy [10] を参考にして Unity の開発環境の実装から 3D モデルを用いた簡単なアプリケーションの開発を行い Unity の操作方法を習得した。

データ共有

GitHub [11]

GitHub はプログラムやデータをオンライン上で共有できるアプリケーションである。複数人が同時に開発をしていると様々な修正が加えられるが GitHub を使うことで「誰が、いつ、どのような目的で」行った修正なのかという情報も一緒に記録されるため「バグの修正、機能の追加、フィードバック」を素早く、簡単に行うことができるようになる。Google Drive [12] GoogleDrive は Google が提供するオンラインストレージサービスであり、多数でファイルの管理・共有を行うのに適している。本プロジェクトでは開発に使用する資料、アプリケーション案、スケジュールなどを班員間で管理・共有するために用いた。各自担当分野で作成した資料を共有するために、Google Drive にアップロードするという作業を行った。

（文責: 貴舩）

3.1.4　開発アプリケーションの検討・決定

本プロジェクトでは気象に対する興味・関心を高め、気象現象に対処できる力を養うことが目的となっている。そのため、普段気象に関りが薄い人々の層にアプローチできるアプリケーションを模索した。天気ぐーチーム全体で話し合った結果、若年層がペルソナであり、ゲームアプリケーションがこのペルソナに合致したアプリケーションだと結論付けられた。

3.1.5　アプリケーションに使用するデバイスの選定

3.1.4 で示したように本プロジェクトのペルソナに適しているデバイスを検討した。令和 2 年度情報通信白書｜情報通信機器の保有状況によると、2019 年時点での個人におけるスマートフォンの保有率は 67.6 % [13] であり、近年のスマートフォン所持率を鑑みてスマートフォンをアプリケーションに使用デバイスに選定すると、ユーザが本プロジェクトで作成したアプリケーションの利用が始められやすいと考えられる。以上の理由から、スマートフォンを本プロジェクトで作成するアプリのデバイスに決定した。

3.1.6　ゲームシステムの決定

3.1.4 で示したペルソナにとって興味・関心が高まりやすいゲームシステムを班全員で案を出し決定した。ゲームシステムは災害被害額スコアアタックとした。ステージごとに制限時間が設けてあり、操作プレイヤー側は雲をランダムに配られたカードを選択し、雲の行動を決定する。雲の行動の組み合わせによりステージ中の建造物へのダメージを算出する。建造物へのダメージの蓄積値に応じてステージ全体での被害額を算出し、これをゲームのスコアとする。

3.1.7　プロトタイプの作成

制作物のイメージが掴みにくかったため、ゲームシステムの一連の流れをイメージするための紙媒体を用いたゲームのプロトタイプを作成した。キャラクター、スキル、ステージの建造物の内容を記したカードを作成し、ゲームの内容を確認した。また、アプリケーション画面のボタンの位置などを確認するため、Processing を用いて再現を行った。

3.1.8　開発アプリケーション名の決定

「vill air」ゲーム内容が、雲目線で、敵とみなした様々な建物を壊すというものなので、villain(敵)、air(天気、雲を連想させる)、vill(郊外住宅) という単語から「vill air」となった。

（文責: 小林）

3.1.9　中間発表会の準備

中間発表会で前期に開発したアプリケーションの目的と概要を説明するために、プロジェクト紹介文、メインポスター、発表用スライド、Web サイトを分担して作成した。また、発表用スライド

は、ポスター、プロジェクト全体の目的、各グループごとの前期の活動内容と後期に向けての課題を記載した。他に、アプリケーション開発のために活動をし、できた制作物を紹介するために、各自 Web サイトにまとめた。その他にプロジェクト内で当日の質疑応答に向けたリハーサルを行ったほか、質問内容を予想し解答例をグループ間で共有し、他のグループにも質問を共有しあったり質問をもらうなどした。

（文責: 樫原）

3.2 後期

この節では 2.3.2 で設定した課題の解決プロセスの詳細を述べる。

3.2.1 キャラクターの作成

本アプリケーションでは、雲 8 種類・建物 6 種類をキャラクター化することとした。3.1.4 で示したペルソナから支持を得られるように、受け入れやすいキャラクターをデザインした。一目で各キャラクターがどの雲・建物と表しているのかが判断できるように、雲・建物の特徴をブラッシュアップした。その後、各特徴を取り入れたキャラクターを作成した。

（文責: 小林）

3.2.2 アニメーションの作成

前期では雲の種類を 7 種類としており、後期ではスーパーセルという種類の雲を追加した計 8 種類でアニメーションを作成した。アニメ―ションは 3 種類作成し、それぞれ雲のキャラクターのイメージとその特徴を参考にした。1 つ目は、積乱雲のような激しい雨をもたらし、災害を引き起こす雲をベースとした、円を描いて強さを表しているアニメ―ション、2 つ目はキャラクターの体が揺れているような可愛らしいアニメーション、3 つ目は雲が浮いているようなアニメーションをそれぞれ作成した。初めは、画像を切り貼りしてアニメーションを作成した。その後、その動きをもとにスクリプト上でアニメーションを再現した。また、スキルアニメーションは、雲はスキルを 1 体につき 2 つ持っている。また、状況によってアニメーションが変わる場合もあるため、合計で 18 種類作成した。これらのアニメーションは共通して、実際の天候をもとにして作成した。雷を引き起こす雲には、雷が発生するようなアニメーションにするなど、アニメーションを見ただけで、どのような気象現象なのかユーザがわかるように再現した。アニメーションはすべて、Unity を使用し、画像や音をスクリプトを使って制御することで再現した。

（文責: 西野）

3.2.3 アプリケーション「vill air」の開発

前期に作成したプロトタイプを元にアプリケーション開発を進めた。まず、味方である雲については、事前に大まかなステータスは考えられていたが、細かい数値などが決まられていなかったので、グループで話し合いを行い決定した。また、実際にゲームをプレイしたときに、想定していた

より敵の体力が多い、ダメージが与えられないといったことがあったため、ゲーム全体の数値の見直しを行った。次にプラットフォームについては、本来はスマホアプリケーションゲームを想定していたが、多くの人に遊んでもらいたいと思ったので、Web 版も実装した。また、ゲームを行うだけで雲についての知識を得られるかといった意見に対し、ギャラリーといったコンテンツを実装した。そこでは、雲のゲーム内のスキル効果と実際の雲の特徴が掲載されている。

（文責: 樫原）

3.2.4 成果発表会の準備

前期から開発を進めてきたアプリケーション「vill air」の披露、また目的と概要を説明するために、プロジェクト紹介文、発表用スライド、メインポスター、Web サイトを作成した。Web サイトメインページでは、「vill air」についての簡単な説明を記載し、プレイ動画、実際に閲覧者が「vill air」をプレイできるリンクを張った。Web サイトサブページでは、「vill air」の詳細、これまでの活動内容を各月ごとに記した。また、前期と同様に、プロジェクト内で発表用スライドを用いて、当日の質疑応答に向けたリハーサルを行った。質問内容を予想し解答例をグループ間で共有し、他のグループにも質問を共有しあったり質問をもらうなどした。

（文責: 貴舩）

3.3 各人の課題の概要とプロジェクト内における位置づけ

この節では 2.5 で設定した課題の割り当てを元に各自が担当した課題の概要を述べる。

5 月までは班員全員が Unity の使い方、Unity で AR,VR を扱う方法を習得する課題に取り組んだ。また、6 月も班全員で制作物の構成決め、アプリケーション開発の準備を行った。

5 月の班員全員の担当課題は以下のとおりである。

- Unity 演習
- AR 演習
- VR 演習

6 月の班員全員の担当課題は以下のとおりである。

- ペーパープロトタイピングの作成
- GitHub 演習
- 日本気象協会様との意見交換会に向けての発表用スライド作成、発表準備

6 月以降のメンバーの課題について

1. 貴舩怜士の担当課題は以下のとおりである。
   6,7 月 使用キャラクターの決定。Web サイトの作成と記述。タスク・スケジュールの管理、議事録の記録、発表会の進行、Zoom の管理、各グループ間のやりとり。
   8,9 月　Unity でアニメーション作成する方法を学習
   10 月　キャラクターのアニメーション作成
   11 月　タスク・スケジュールの管理、成果発表会の準備（Web サイト, 発表用スライド, 発

表用原稿, ポスターの作成）

12 月　タスク・スケジュールの管理、成果発表会、Zoom の管理、発表会の進行

2. 小林稜の担当課題は以下のとおりである。

   6,7 月　気象について学べるスマートフォン向けゲームアプリケーションの考案、ゲームシステムの構成、全体のゲームデザインの考案、アプリケーション名の考案

   8,9 月　キャラクター作成技術の習得

   10 月　キャラクターデザイン・作成、バトル背景の作成

   11 月　ゲームデザイン・システムの調整、キャラクターのパラメータ調整

   12 月　Web サイト、報告書の作成、成果発表会

3. 西野倖生の担当課題は以下のとおりである。

   6,7 月　作成するゲーム内で必要となる雲の特徴、雲が引き起こす災害、災害を引き起こす条件の構成

   8,9 月　Unity の操作を学習

   10 月　BGM の選定、アニメーションの作成

   11 月　キャラクターのパラメータ調整

   12 月　Web サイト、報告書の作成、成果発表会

4. 樫原翔馬の担当課題は以下のとおりである。

   6,7 月　アプリケーションの UI の構成、ストーリーボードの作成・バトルシステムの作成、文字化、発表用スライドの作成

   8,9 月　Unity の熟練度をあげる。

   10 月　シーンの作成、ボタンデザインの作成、天気情報の取得

   11 月　スキルアニメーションの作成

   12 月　デバッグ、ギャラリーの完成

5. 越田修平の担当課題は以下のとおりである。

   6,7 月　ゲームシステムの作成、プロトタイプの作成

   8,9 月　Unity の習熟度をあげる

   10 月　制作物の基盤作成、GitHub のリポジトリ作成、バトルシーンの作成

   11 月　制作物の作成、バグ修正、アプリケーションビルド

   12 月　制作物の作成、成果発表会準備

（文責: 越田）

3.4　担当課題解決過程の詳細

この節では 3.3 で説明した課題の解決過程の詳細を述べる。

3.4.1　貴舩怜士

各グループメンバーと気象現象について調べ、ゲーム内で活用するキャラクター（雲）を 7 種類決めて作成した。また、ゲームでは倒す標的となる、建築物についても調べた。7 月 9 日の中間発表会に向けて、Web サイトの作成と記述を行った。各グループのリーダーと、何を記載するか、どのようなレイアウトにするかを相談し決めて、メンバーに役割を振った。以上の作業と並行して雑務の面では、タスク・スケジュールの管理、議事録の記録、発表会の進行、Zoom の管理、各グ

ループ間のやりとりなどを担当した。特に、提出物を担当教員や本プロジェクトに協力して頂いている日本気象協会様にチェックをお願いする際のタスク・スケジュール管理に苦戦した。提出締め切り日と、相手方に送ってからの返信を頂けるまでの日数などを考慮して余裕のあるスケジュールを組むことが出来なかった。解決策として、今後は自分とグループメンバーの進捗情報の確認休み共有をより行うことにする。

10 月、夏季休暇の 8 月 9 月中に学習して獲得したアニメーション作成スキルを活かして、キャラクターのアニメーションを Unity 上で作成した。雲の特徴を動きで表現するために、各雲ごとにサンプルアニメーションを作成した。

11 月、12 月 10 日の成果発表会に向けて準備を行った。使用する資料として Web サイト、発表会に使うスライドの作成、成果発表会時に使用、共有する発表用原稿の作成を担当した。資料を作成するとき、必要な情報の取捨選択と同時に自分たちが見せたい内容を考えること、初めて見る閲覧者に内容を分かりやすく伝える方法を考えることが難しかった。何度もメンバーや先生へ点検してもらうことで良い資料を作成できた。また、各グループのリーダー、先生とのやりとりを綿密に行った。共有した情報を整理して、スケジュール調整をすることに苦戦した。

12 月、成果発表会では前期の中間発表時と同様に Zoom 管理者となり、同時に成果発表会の進行を担当した。成果発表会以降から 1 月は、提出物の作成と締め切りに間に合わせるためのスケジュール調整を行った。

3.4.2　小林稜

前期の活動では、本グループのテーマである、気象について学べるスマートフォン向けゲームアプリケーションを考案した。加えて、アプリケーションのゲームシステムの構成、全体のゲームデザインの考案、ゲーム名の考案を行った。また、中間発表の際に用いた Web サイト全体のレイアウト・コンテンツを作成した。

7 月　本グループのテーマを議論した際に、気象モデルを再現したゲームアプリケーションを考案した。ゲーミフィケーションの要素を取り入れ、気象に関して知識獲得を促すために、「バトル」に焦点を当ててアプリケーションの構想を練った。バトルシステムでは、ユーザが雲を操作し、建物（人）を襲うという構図を考案した。コマンドバトル方式にすることや制限時間を設けて被害額を競うスコアアタックについても考案した。考案の際には、ゲームシステムのそれぞれの狙いについて、メンバーへ共有した。コマンドバトル形式にすることで、単純な操作でバトルを展開することができ、多くのユーザに触れやすいと考えた。スコアアタックについて、他ユーザへの競争意識を掻き立てることができ、ゲーム意欲の向上につながると考えた。ゲーム内の画面デザインに関して、既存のさまざまなスマートフォン向けゲームアプリケーションを元にデザイン班で議論し、ゲーム内イメージを作成した。アプリケーションの画面イメージを元に、Processing を用いたプロトタイプの制作を開始した。プロトタイプでは、主に画面遷移の確認・アプリケーション上でのサイズ感の確認を図るために作成を行なった。前期でホーム画面の作成が完了し、後期開始までに完了することを期限とし、今後も制作を行った。作成したプロトタイプを元に、後期に本格的にアプリケーションの作成を行った。また、バトルシステムの「ユーザが操作する雲が建物（人）を襲う構図」について、日本気象協会様へプレゼンを行った際に「襲う構図について、一般的には攻撃的なため、守る方向でゲームを作成してほしい」とコメントを頂いた。その際に私が、このバトルシステムの狙いについて補足で説明を行った。その結果、「バトルシステムについて、バランス調整をしてほしい」とコメントを頂いた。作成にあたって、どのようにバランス調整を図るのか、後期

の課題となっている。中間発表の際には、Web サイト全体のレイアウトを作成した。Web サイトには、「Google サイト」を用いて作成した。ページはプロジェクト全体の説明と各グループのページ、併せて４ページのレイアウトを構成・作成した。また、Web サイトで掲示する画像や文章も担当した。

後期では、キャラクターデザインの作成、ゲームシステムのブラッシュアップとゲームロジックの考案、ゲームバランスの調整などを行った。

10 月　キャラクターデザイン・作成を行った。キャラクター作成にあたって、前期に日本気象協会様へプレゼンした際のコメントより、“雲（災害）が建物（人）を攻撃するというゲーム構造であるため、なかなか良いイメージを思い浮かべられない” という課題があった。この課題を解決すべく、アプリケーションの世界観を “ゆるキャラ” のようなファンタジーなものにすることにした。リアルな作画にすると、反社会的・攻撃的な見え方が強調されてしまう懸念や、アニメーションや描写の面での作業工数が足りないこともあり、全体的に可愛く単純な描写にすることにした。デザインするにあたって、かわいいキャラクター・ゆるキャラの書き方とそれぞれの雲・建物の特徴を調べあげた。そしてスケッチブックに下書きを行った。キャラクター作成では、「一目でそのキャラクターがどの雲と対応しているのかを判断できる」ことを目標に試行錯誤した。実際の描画には、ペンタブレットとイラストツール「CLIP STUDIO」を用いて描画した。また、同時並行して、バトル画面の背景についても作成した。背景作成では、ボタンを配置する位置、キャラクターを配置する位置を念頭に入れて作成した。

11 月　ゲームデザインやゲームシステムの調整、各キャラクターの持つスキルと効果、パラメータの設定を行った。ゲームデザイン・システムでは、主にバトル画面での構成について作業を行った。バトル画面に配置するボタン、キャラクター、被害金額（スコア）などの位置を指定し、バトル画面のイメージ画像を作成し、メンバーへ共有した。スキル・パラメータ設定について、雲キャラクターでは、各雲の持つ特徴と関連する災害について調べた。その後、ゲーム性を考えて、スキルを割り当てた。スキル内容が重複していないか、バランスが崩れてしまうようなスキルがあるか、ゲーム性と気象現象との関連を持たせられるかなどを考慮し、設定した。コマンドバトル方式であることを生かすために、各スキルによる相互作用を生み出せる仕組みを意識して、スキルの効果を設定した。建物キャラクターでは、一方的に攻撃され続けることを回避すべく、“修復力“のパラメータを追加した。これにより、定期的に回復を行う仕様となり、一方的なバトルの構図を脱することができると考えられる。それぞれのキャラクターが持つ、攻撃力やクールタイム、耐久力などのパラメータについて、バトルの制限時間や雲キャラクターの持つスキル効果の相互作用、ゲームバランスを考慮して設定した。その内容をスライドにまとめて、メンバー間に共有・確認を行った。加えて、ロゴの作成を行なった。「vill air」の由来とゲームの世界観をもとに、デザインした。キャラクター作成時同様に、ペンタブレットとイラストツール「CLIP STUDIO」を用いて作成した。

12 月　成果発表に向けて web サイト・資料の作成を行った。Web サイトのレイアウトやキャラクタースライドを作成した。Web 上で本アプリを起動し、実際に遊んでもらえるように Web 上にボタンを配置したり、見やすいようにサブページを作成して内容を整理したり、工夫を凝らした。

3.4.3　西野倖生

前期の活動では、作成するゲーム内で必要となる雲の特徴、雲が引き起こす災害、災害を引き起こす条件について調べた。

7 月　雲の種類は 10 種類あり、巻雲、巻積雲、巻層雲、高積雲、高層雲、乱層雲、層積雲、層雲、積雲、積乱雲と分類されている。その中で、前期ではゲーム内で使用する雲として巻雲、乱層雲、層積雲、積雲、積乱雲の 5 種類と雄大積雲という積雲が発達して出来る雲と乳房雲という積乱雲の底に現れ、出現したら嵐の前触れと言われている雲の計 7 種類について調べ、特徴をまとめた。雲が引き起こす災害として土砂崩れ、地盤沈下、冠水などの雨による災害や高波、雪害、吹雪、雹などの風による災害が挙げられる。それらを引き起こす条件は、低気圧の発達や、季節風、大気中の水分などが関連する。ゲーム内では現実の災害が起きる場面を想定しているため、これらの条件をゲーム内でどのように再現するかが今後の課題となっている。加えて、前期で調べた 7 種類の雲以外の雲についても調べることが課題となっている。ゲーム内で条件を再現するため、紙を媒体としたプロトタイプを用いてバランスの調整を図ることを想定している。

後期の活動では、作成するゲームに必要な素材集めや調整を行った。

10 月　BGM の選定とアニメーションの作成を行った。BGM の選定では、まずインターネット上でゲーム内で使用しても問題がないもの、著作権を侵害しないものとして検索をかけた。いくつか BGM として利用できる Web サイトを見つけ、その中から「魔王魂　無料で使える森田交一の音楽」という Web サイトから BGM として利用できる楽曲をいくつか選定した。アニメーションの作成では、初めに画像を切り貼りし、どういうアニメーションにするかをサンプルとして作成し、その後、Unity 上のスクリプトでそのサンプルの動きを再現した。作成したアニメーションは雲の特徴に合わせ、上下に揺れて、雲が浮いているような動き、円を描くような動き、キャラクターの体が揺れているような動きの 3 種類を作成した。

11 月　ゲーム内のバトルで使用するキャラクターのスキル、建物の HP などを調整した。初めに設定した建物のパラメータでデモプレイしたところ、建物側の強度が高すぎることが判明したため、建物の HP、カット率、修復量を調整した。例として、最も HP が低い建物が制限時間 90 秒のうち 30 から 40 秒ほどで HP を 0 にできるよう調整するなど、主に制限時間を意識してパラメータの調整を行った。その他に被害金額を調整する必要があった。建物ごとに 1 ダメージで算出される被害金額を設定し、各ステージで金額に差がつくようにした。被害金額の設定は大まかに素材の値段とその建物を建築する工費などを加味して作成した。

12 月　前半は Web サイトと、成果発表会の資料を作成した。Web サイトは前期に作成したものをもとに後期で作成した成果物をサイト上にまとめた。本プロジェクトは 3 グループ構成になっているため、仕様などを詳しく書く必要があるが、それを読む時間が少ないと判断したため、3 分ほどでゲームの概要を理解できるスライドを作成した。スライドだけでは実際のバトル画面のイメージがつきにくいと判断したため、アプリを操作している動画を作成した。動画を編集できなかったため、操作が伝わりにくい問題が発生し、Web サイト上で注意書きを書く必要があった。事前に動画を編集できる計画性を持つ必要があったため、今後はその点を気をつけていきたい。

3.4.4　樫原翔馬

前期の活動では主にアプリケーションの UI の構成とバトルシステムの作成、文字化、発表用スライドの作成を行った。

7 月　まず初めにアプリケーションのスタート画面、ホーム画面、ギャラリー画面、バトル画面、ステージ選択画面、キャラ選択画面の UI の作成、そしてそれらをまとめた、ストーリーボードの作成を行った。スタート画面は、タイトルのロゴを作ることを想定し、ゲームを始めるボタンとロゴを配置するというシンプルなものにした。ホーム画面はスマートフォンで行われるソーシャル

ゲームの配置をモデルとし、作成を行った。画面下部に、ホーム画面、クエスト画面、ギャラリー画面、設定画面に移行できるボタンを配置した。また、画面中部にもクエスト画面やギャラリー画面に移行できるようにした。画面上部には、現実の天気の状態が表示されるようにした。日付、時間、天気、温度、湿度、降水確率、天気に関する注意書きが書かれるようにした。また、ボタンを押すことで日本気象協会様のサイトに飛ぶことができ週間天気予報を確認できることを想定して作成した。また、ホーム画面の背景にはユーザの好きな雲や気象に関する画像を選択できるように想定した。ギャラリー画面では、雲や気象、災害について記載する。画面に一覧を表示させ選択をすることで選択した雲などの特徴や発生条件を閲覧できるようにした。バトル画面では２ D を想定した。タイムアタック制のコマンドゲームにしようとしてるため、画面下部にはキャラクターの持つスキル、中部には自軍のキャラクター、上部には敵を表示する。また、各地に一時停止ボタン、タイム、キャラの詳細を見れる画面を作成した。ステージ選択画面では、現在 10 個のステージの作成が想定されているため、それらを選択できるようにした。また、キャラ画面も、10 キャラを想定してるため、それらを選択できるようにした。そして、作成した UI 画面の移行の仕方、画面ごとの説明を加えたストーリーボードの作成を行った。次にバトルシステムの作成、文字おこしを行った。雲が引き起こす雨などの現象やそれに連動して引き起こされる気象現象や災害を駆使し、建物にどれほど被害を与えられるか、という流れにした。一連のバトルの流れやゲーム中にできることを言葉や図を使い説明を行った。これら全て Illustrator を使用し作成した。また、発表用スライドについては、質疑応答の時間を作るため、プロジェクトの目的や、各グループごとの前期の活動内容や後期の活動についての課題を記載した物を作成した。

10 月　アプリケーションに登場するシーンの作成を行った。主に、ホーム、ギャラリー、ステージ選択、キャラクター選択を作成した。また、リアルタイムで 47 都道府県の中の選択をした場所の天気を取得できるシステムを作成した。これは特定のボタンを押したときに、特定の URL に飛び、Web 上から天気情報を取得し Unity 上に表示させるといったことをした。他にも BGM や SE の実装、アプリケーション内で使用するボタンなどを Illustrator を使用して作成を行った。

11 月　主に味方である雲のスキルが発動したときに流れるアニメーションの作成を行っていた。全部で 18 種類のアニメーションを作成した。これらは C ＃を使って実装した。はじめに作ったものは指定した座標に動くようなアニメーションを作成していたが、端末によって画面サイズが変わると、アニメーションが大きく変わってしまうため、遊ぶ端末の画面に合わせてアニメーションが動くようにした。

12 月　デバッグやギャラリーの記載を行った。デバッグは、SE が流れない、端末によって文字の表示が変わるといったバグを直した。ギャラリーについては、味方である雲には、現実の雲の特徴、ゲーム内の雲のスキルを記載し、敵である建物には、現実の建物の特徴、ゲーム内の建物の能力を記載した。

3.4.5　越田修平

前期活動では、主にゲームシステムの作成、ゲームのプロトタイプの作成を行った。

7 月　ゲームシステムの作成にあたって、他のソーシャルゲームを参考にした。まず初めにゲームシステムの核となるゲームのゴールをスコアの数値を高めることに決めた。次にスコアの算出方法を他のゲームを参考にして考案した。スコアは被害額をステージ上の建造物のダメージの蓄積値に応じて算出することを想定しているが今後実際にゲームを開発していくうえで変更することも想定している。雲をユーザが操作するキャラクターとした際に、ユーザがキャラクターを操作する方

法を他のソーシャルゲームの方法を候補に挙げ、本プロジェクトで作成するゲームアプリに適している方法を策定してコマンド選択方式に決定した。次に、中間発表や、アプリケーション製作段階でアプリケーションを聴講者に理解してもらうために使用するゲームのプロトタイプを紙媒体を用いて作成した。今後のゲーム開発を行う際にも作成したプロトタイプを参考にしていく事を想定している。

後期活動では、主にアプリケーション開発全般を行った。

10 月　まず、アプリケーションを作成するために GitHub のリポジトリを作成した。この時は、あまり GitHub の知識が十分でなく苦労した。Unity のプロジェクトフォルダ全体を ignore 設定せずにリポジトリの対象に設定してしまったため、マージのためのプルリクエストがファイルのパスがローカルであることによりコンフリクトを延々と解消することができないままプロジェクトが進行してしまった。リポジトリの対象とするファイル・フォルダは適切に設定する必要があった。バトルシーンの内部実装を考案し、実装を開始した。スマホ向けアプリケーションをビルドするために、アンドロイドスタジオの環境と MacOS に Xcode の環境を用意し、別アプリをビルドしビルドができることを確認した。

11 月　引き続き、アプリケーションの開発・実装を続けた。整合性を整えつつ、チーム作成シーンを作成した。バトルシーンでのキャラのアニメーションを追加した。スマートフォンに仮ビルドした際に画面サイズが想定とは違う形であったのでその他のプラットフォームでも動くように改善した。成果発表会用に、WebGL プラットフォーム向けにアプリケーションをビルドした。その際に日本語フォントを表示できるようにすべてのフォントを変更した。その他さまざまな実装上の問題を解決した。

12 月　成果発表会に向けて、バグ取りを行った。急遽仕様変更された部分を実装した。成果発表会後は報告書作成を行った。

第 4 章　アプリケーションの概要

4.1　ゲームアプリケーション「vill air」

2.2 では、開発したアプリケーションを用いて、気象現象に関する知識を身につけることを到達目標とし、ゲーミフィケーションを重視した若者向けコマンドバトルゲーム「vill air」を作成することに決定した。この節では、2.2 や 3.1.4 で決定したコマンドバトルゲーム「vill air」について詳細を述べる。

（文責: 小林）

4.1.1　概要

このアプリケーションは、ユーザが雲を操作し、様々な気象現象を発生させることで、人や家屋を攻撃し、被害額を競うコマンドバトルゲームである。現実の気象モデルを組み込み、再現することで、ゲームを楽しみながらユーザの気象についての興味・関心を引き出し、加えて知識も獲得することができるようになることを目標としている。また、雲の特徴を活かしゲームを進めることで雲をはじめとする気象現象や災害などの知識を深め、現実での気象変化に対する予測を養うことができると考えており、災害時などに迅速な判断と行動、その後の対応を誘発することができると考えている。なお、 本プロジェクトは一般財団法人 日本気象協会 様 監修のもと、開発を進めた。6 月 25 日に日本気象協会 様と会議を行った際、人や家屋を攻撃するバトルの構図が良いイメージを持ちにくく、社会的に受け入れられにくいのではないかと指摘を受けた。そのため、バトルのバランスを調整する必要があるとコメントを頂いた。頂いたコメントをもとに、ゲームシステムを再度検討し、開発を行った。

（文責: 小林）

4.1.2　仕様

このアプリケーションは 3.1.4 で検討した内容をもとに、以下にゲーム構成を記載する。ゲーム形式はコマンドバトル方式で遊べるようにした。現実の気象モデルの「雲」に焦点を当て、雲の種類と特徴をキャラクターに取り入れた。ユーザは、このキャラクターを操作する。キャラクターはそれぞれ 2 種類のスキル（技）を所有している。スキル（技）は、実際に対応する雲が発生・関連する気象現象をスキルとして設定した。ユーザはコマンドを押すことで、それぞれのキャラクターが持つスキルを使用する。バトルでは、3 体のキャラクターを選択してパーティを編成し、バトルする。スキルを使用することで、建物を攻撃し被害を与える。その被害の度合いに対して、被害額を算出し、時間内にどれだけ被害額を出せるかを競う。また、パーティにすることで、キャラクター同士の相互作用を生み出している。ここでいう相互作用とは、現実の気象モデルを軸とした気象現象を指す。攻撃する対象である建物キャラクターを 6 種類を作成した。建物には、それぞれの素材を生かしたデザインを施し、実際の強度とゲームバランスを考慮してパラメータを設定した。

建物の特性と雲キャラのスキルが多種多様であるので、多様なバトルを展開できると考えている。そのため、キャラクターのスキル組み合わせを考える必要があり、スキルについて理解することが求められる。スキルを理解する場として、ギャラリーの画面を設けており、スキルの説明、それぞれのキャラクターが現実ではどのような特徴を持ち合わせているのかを知ることができる。スキルを理解し、組み合わせを思考することで、よりゲームとしての面白さを引き立たせ、雲の特徴・知識を得るきっかけを与えられると考えている。画面設計について、スマートフォンアプリを想定し、単純な UI にデザインすることで直感的な操作を可能にしている。

（文責: 小林）

4.1.3　キャラクター

3.2.1 で検討したキャラクター方針をもとに雲 8 種類（積乱雲・スーパーセル・巻雲・積雲・雄大積雲・層積雲・乳房雲・乱層雲）・建物 6 種類（段ボール・藁・木造・レンガ・鉄骨・鉄筋コンクリート）をモチーフとしたキャラクターが登場する。雲キャラクターはそれぞれの特徴と対応した「スキル」と呼ばれる技を２種類保有している。スキルには「攻撃」・「バフ（味方を強化）」・「デバフ（敵を弱体化）」・「進化要素（指定回数発動後、進化する）」の４種類に分けられる。「攻撃」について、物理的なものは耐久力へそのままダメージを与え、カット率を低下させる。雨系スキルの場合はカット率によって攻撃力を減衰したダメージを耐久力へ与える仕様となっている。それぞれのスキルにはクールタイムが存在し、使用後、一定時間そのスキルを発動することが出来ない。また、スキル使用後は、スキルのアニメーションの関係で３秒間はスキル操作することができない。バトル画面では、３種類のキャラクターアニメーションを用意し、設定している。加えてスキルアニメーションをそれぞれ用意し、設定している。

建物キャラクターはそれぞれ「耐久力（体力）」・「カット率（雨系スキルに対するダメージを減衰させる）」・「修復時間（回復するまでの時間）」・「修復量（回復量）」のパラメータを有する。建物キャラの耐久力を０にすることでステージクリアとなる。建物キャラは攻撃することはなく、耐久力の回復をそれぞれ設定した時間毎に行う。また、建物キャラは「通常時」、「被ダメージ時（攻撃を受けた時）」、「敗北時（耐久力が０になった時）」の３種類のイラストを用意し、設定している。

（文責: 小林）

4.1.4　バトルの概要

バトルではユーザがキャラクターとなる雲を操作し建物に被害を与えていくものとなっている。制限時間が 90 秒と設定されており、時間内に建物の耐久力である HP を 0 にするとステージクリアとなり、被害金額に撃破ボーナスが付与される。HP を 0 にできなかった場合、その時点の被害金額がスコアとなる。最終的に算出された被害金額のスコアでユーザ同士が競えるゲームとなっている。ユーザはキャラクターが所持している 2 つのスキルを駆使して、建物への攻撃、天候の操作などを行う。建物は緑のバーで表示されている HP、青のバーで表示されているカット率、一定時間ごとの修復量の計 3 つで構成されており、それぞれ建物の強度に由来している。カット率は、ダメージを減少させる割合、修復量は、一定時間ごとに建物の HP が回復する量を表している。建物が固い素材であればカット率が高いが修復に時間がかかり、回復量が少なく、逆に、もろい素材であればカット率が低いが、修復が速く、回復量も多いとしている。建物に被害を与えていく度に、

被害金額が算出され、与えるダメージが大きいほど被害金額が大きくなるよう設計した。

（文責: 西野）

4.1.5 プラットフォームの実装

3.1.5 で示したように本プロジェクトではスマートフォン向けアプリケーションを作成した。また、成果発表会でアプリケーションのダウンロードを行う手間を省くために web 上でアプリケーションをプレイすることができる WebGL プラットフォームに対応した実装を行った。実装に際しては、Unity の各プラットフォームをビルドできる機能を用いた。この機能はスマートフォン向けアプリをビルドする際には iPhone と Android 向けに分かれており、iPhone にビルドするためには MacOS 専用のアプリケーションである Xcode が必要だった。そのため、MacBookAir を用意し、Android と WebGL 用のアプリケーションは WindowsOS の PC でビルドを行い iPhone 用のアプリケーションは MacOS の PC を用いてビルド行い、それぞれの実装を行った。

（文責: 越田）

4.2 プロトタイプ作成

3.1.7 で作成した画面デザインを元にプロトタイプの作成を、Processing を用いて制作した (図 4.1)。主に Processing ではバトル画面以外の画面デザインを再現することを想定している。画面遷移やサイズ感等の把握を目標に後期までに終了させる予定である。また、バトルシステムの理解を深めるため、紙媒体で、カードゲームを作成した。その結果、バトルシステムをより現実に近づけた形で調整することができた。図 4.2 ではバトル画面を想定し、実際に扱った様子である。奥に建物を配置し、手前ではユーザが操作するキャラクターとそのキャラクターの特徴にあったスキルを配置する。スキルにはクールタイムを設定した。建物には耐久値を表した HP、キャラクターには建物への被害規模を表す ATK というステータスを書いている。

（文責: 小林）

4.3 完成品

4.2 で作成したプロトタイプを元に、「vill air」を作成した。このゲームは味方である雲を利用して様々な災害を引き起こす。その災害で敵である人間が住んでる建物を攻撃し、被害を与える。その被害額によってプレイヤーを競わせるといったコマンドバトルゲームである。このアプリケーションは、Unity、GitHub を使って開発を行った。ゲームのルールは、制限時間 90 秒の間に味方である雲を使って、敵である建物の HP を 0 にすることでステージクリアとなる。そこでスコアが算出されユーザ同士で競い合えるものになっている。味方である雲について、キャラクターごとに 2 つのスキルを所持している (図 4.3)。このスキルは実際の雲の特徴を反映している。スキルを駆使して建物への攻撃、天候操作、雲の進化、バフ、デバフを行う。敵である建物は、カット率と修復量という要素を所持している。これは建物の強度やコストを参考にし、設定している。カット率は受けるダメージが減少する割合を示している。修復量は一定時間に耐久力の回復する量を示している。本アプリはスマートフォンアプリを想定し作成した。主な画面は、「ホーム画面」、「ス

テージ選択画面」、「キャラ選択画面」、「ギャラリー・キャラ一覧画面」、「キャラ説明画面」、「バトル画面」(図 4.4) を用意している。バトル画面の左側に、プレイヤーが操作する雲を 3 体配置し、右側に敵である建物を配置している。画面下の 6 つの並んでいるボタンを選択することで、各雲がもつスキルを使用することができる。完成した「vill air」を使用することで、雲に対する知識を獲得し、気象発生のメカニズム、災害時のシチュエーションケースを連想させ、正しい行動を促し、ゲームの面白さを利用し気象に興味を抱かせることができるといった結果が得られると考える。

「vill air」WebGL バージョン

`https://unityroom.com/games/tenki_gu`

（文責: 樫原）

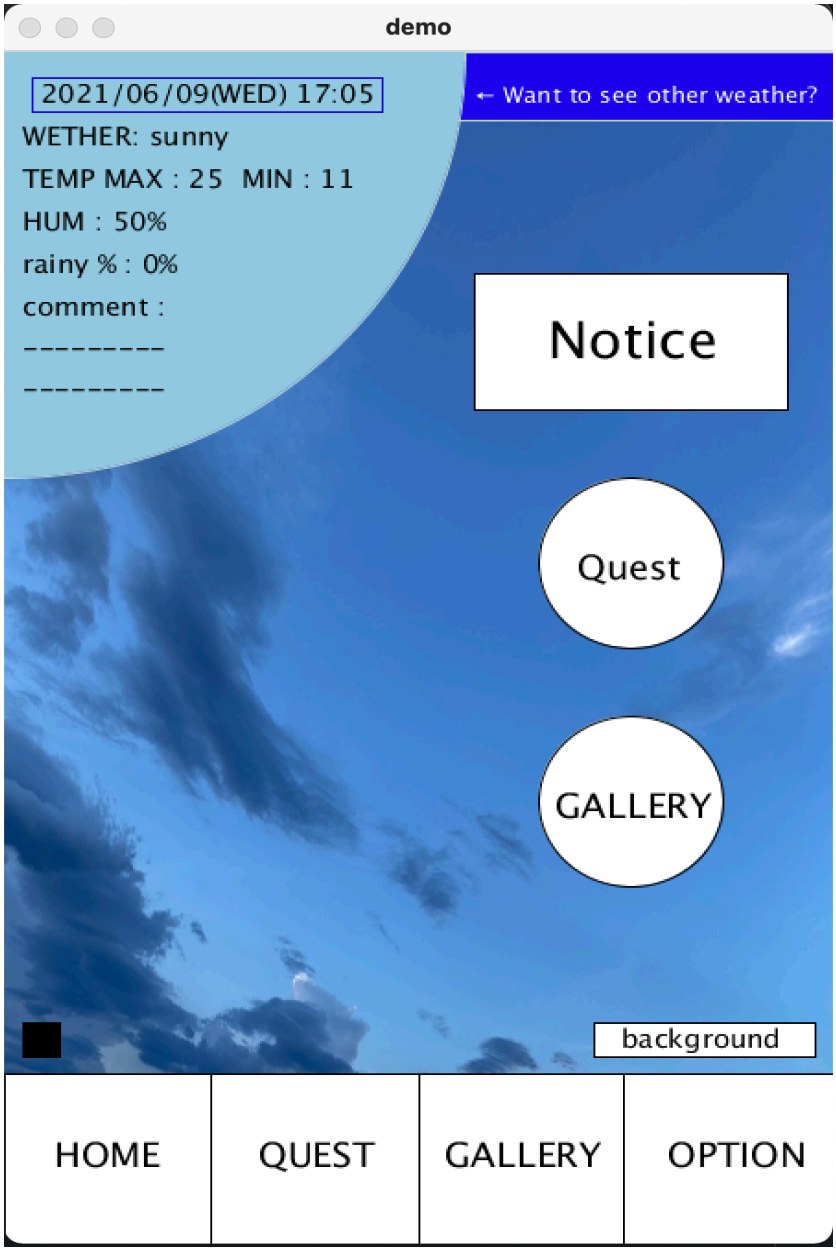

図 4.1　アプリのホーム画面イメージ

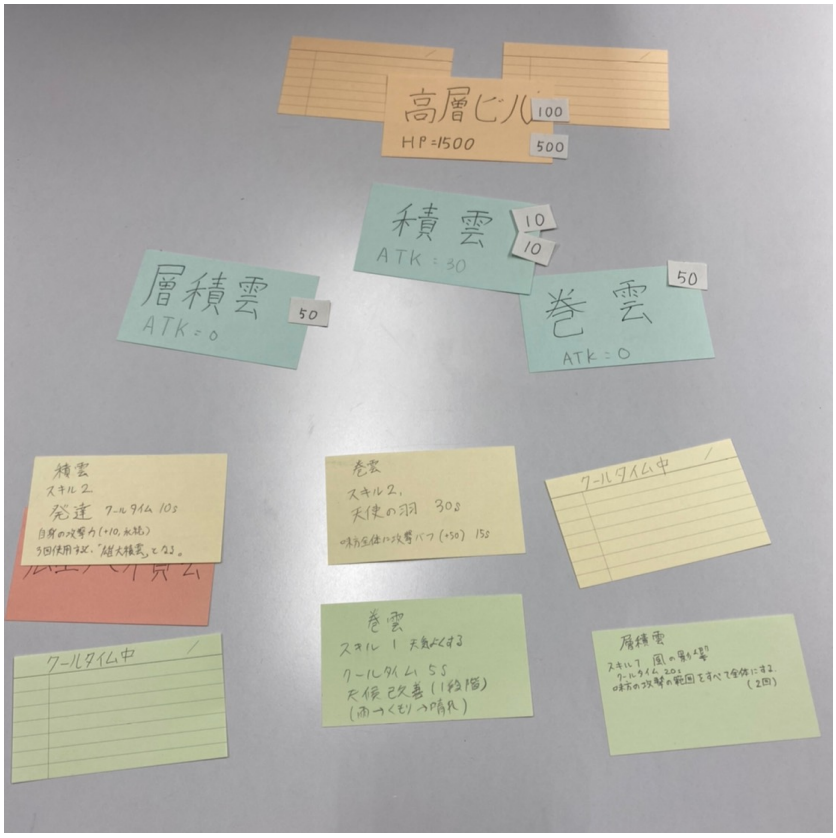

図 4.2　カードゲームを用いたゲームシステムイメージ

	スキル1	スキル2	特徴
ニンバス (積乱雲)	雷雨 雷を伴う雨を降らせる。	増幅 勢力を拡大する。	強い上昇気流によって、鉛直方向に著しく発達した雲。
スーパーセル (スーパーセル)	テンペスト 雷と突風を伴う集中豪雨。	ダウンバースト 重く冷たい破壊的な下降気流。	巨大積乱雲。大量の雹、集中豪雨、ダウンバースト、竜巻を引き起こす。
シーラス (巻雲)	天使の羽 味方の攻撃力をあげる。	気象伝承 天候を悪化させる。	絹のような光沢も持つ繊維状の細い雲。
キュムラス (積雲)	応援 味方全体のクールタイムを短縮。	発達 むくむくと発達する。	晴れた日に発生する綿のような雲。
Mr.キュムラス (雄大積雲)	にわか雨 にわか雨を降らせる。	見間違い 建物の修復時間延長	積雲の発達系。大気が不安定で、規模が大きく、高いことが特徴。
ストラ (層積雲)	強風 強い風で物を吹き飛ばす。	天使の階段 敵カット率を下げる。	曇りの日によく見られ、雲塊が層状になっている。
マータス (乳房雲)	雷 雷を引き起こす。	竜巻 竜巻を発生する。	雲の底からこぶ状で垂れ下がっているのが特徴。
ニンボ (乱層雲)	遮光 敵の修復時間をリセット。	地雨 敵の修復量を減衰させる。	空全体を覆い、厚さ・色にムラなく一様で、暗灰色をした雲。

図 4.3　雲のスキル、特徴のまとめ

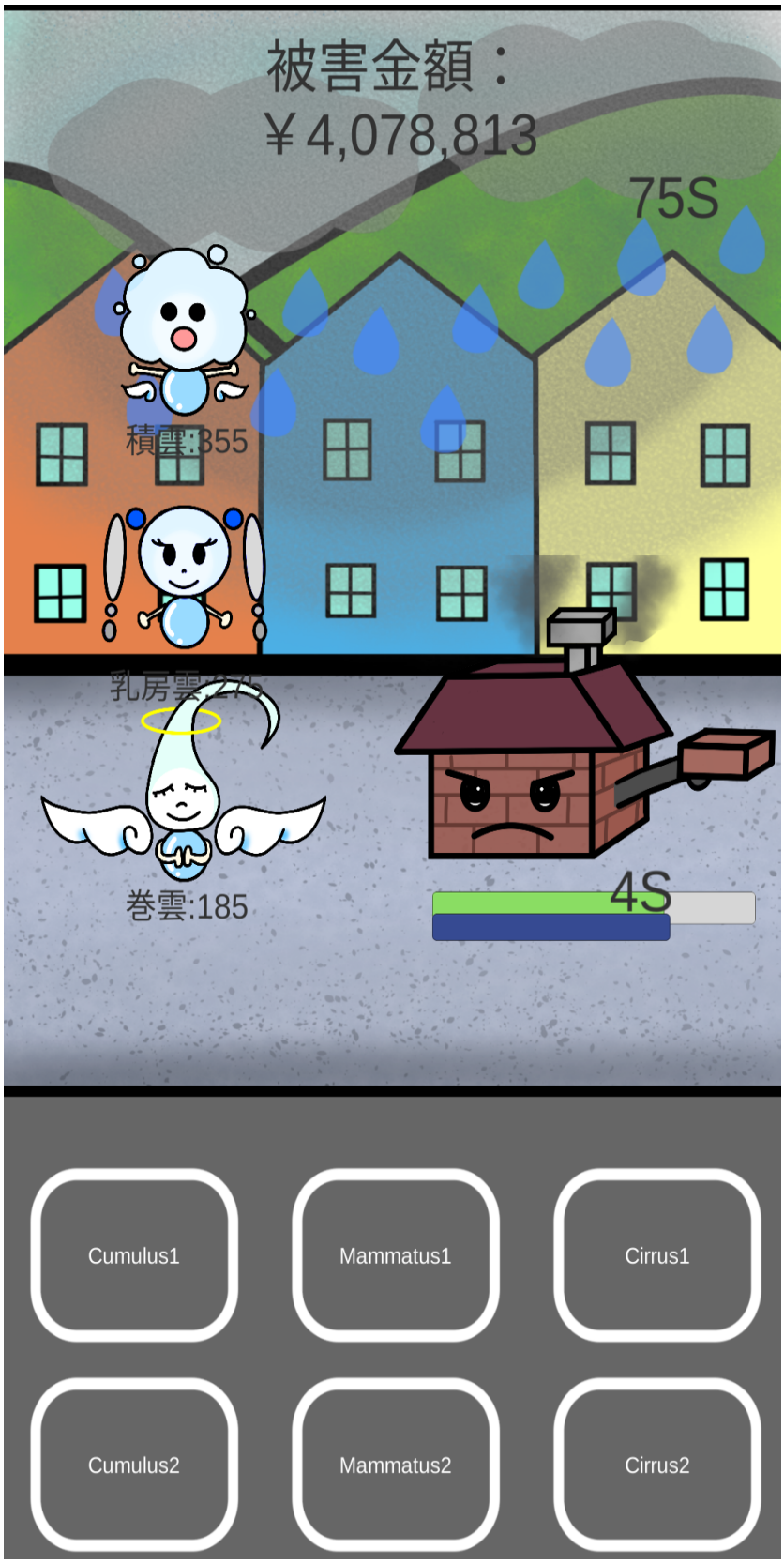
被害金額：
￥4,078,813
75S
積雲:355
乳房雲:270
巻雲:185
4S
Cumulus1
Mammatus1
Cirrus1
Cumulus2
Mammatus2
Cirrus2

図 4.4　バトル画面

第 5 章　結果

5.1　プロジェクトの結果

この節では中間発表会と成果発表会の概要と結果・評価について述べる。

（文責: 樫原）

5.1.1　中間発表会

この項では中間発表会の概要と結果・評価について述べる。

1. 日時と開催場所
   2021 年 7 月 9 日金曜日、オンライン上で行った。
2. 展示物
   Web サイト上で展示を行った。プロジェクトを説明するポスター 1 枚、300 字程度の紹介文、Web ページの計 3 つの資料を展示した。
3. プレゼンテーション
   参加者には事前に Web サイトを閲覧してもらい、その内容を踏まえたうえで質疑応答を行った。質疑応答には Zoom のミーティングルームを用いた。発表は前半と後半に分け、それぞれを各 3 回 15 分で計 6 回行い、発表の最初にはプロジェクトの簡単な説明をしてから残りの時間は質問に対応した。
4. 結果・評価
   はじめに、来場者に 1 時間の時間が与えられ、その時間にプロジェクトごとに作成したポスターと Web サイトを見てもらった。各プロジェクトの Web サイトに評価シートのリンクが貼ってあり、来場者にはそれを利用し評価してもらった。評価内容について発表技術と発表内容についてだ。評価シートは発表技術と発表内容について 1(非常に悪い) から 10(非常に優秀) までの 10 段階で評価してもらい、それぞれの項目についてコメントを書いてもらった。評価シートを集計した結果、発表技術・発表内容について以下のような結果が得られた（図 5.1)。発表技術は、平均が 7.4、評価の最大値は 10.0、最小値は 3.0、最頻値は 7.0 という結果になった。来場者のコメントは、「Web サイトが見やすかった」、「質問の返答が聴いたことをしっかりと返してくれてよかった」などの評価もあれば、「面白そうなことをやっていると思うが、発表に関しては準備不足」、「質問の間の無言の時間があった」、「グループごとの紹介のスライドが簡素に感じた。」などの評価をいただいた。発表会の進行をスムーズにでき、Web サイトやポスターも前期の活動がわかりやすいという評価をいただくことができ、質疑応答と制作物の事前準備はよかったとわかった。しかし、来場者に Web サイトとポスターの閲覧だけでは私たちの制作物の作る目的やゲームシステムについて理解してもらうのは難しく、発表の場を用いて前期の活動をより詳しく話す必要があると感じた。発表内容は、平均が 7.4、評価の最大値は 10.0、最小値は 4.0、最頻値は 8.0 という結果になった。来場者のコメントは、「前期の活動でやってきたことがわかりやすかった」、「作

る内容は面白いと思った」という意見もあれば、「スライド以上の内容を得られなかった」、「雲をどのように発生させれば天候が変わるか、具体例が欲しかった」、「ゲームの押したい部分を発表内でほしかった」などの評価をいただいた。内容に関して、アイデアがおもしろいという意見が多く、私たちが作りたいものを来場者に理解してもらえるような発表ができたのでよかった。しかし、発表技術と同様にゲームシステムを伝えるのが難しく感じた。そのため、私たち自身の目的が来場者に正確に伝わっていないとわかった。今後は、プロトタイプなどを使用し、より具体的に来場者が理解できるように発表の仕方に変える必要があるとわかった。そのためにも、後期では早めに作品を完成させ、来場者がゲームシステムを体験できる動画やアプリケーションを作る必要がある。

	平均値	最大値	最小値	最頻値
発表技術	7.4	10.0	3.0	7.0
発表内容	7.4	10.0	4.0	8.0

図 5.1　得られた評価について

（文責: 越田）

5.1.2　成果発表会

この項では成果発表会の概要と結果・評価について述べる。

1. 日時と開催場所

   2021 年 12 月 10 日金曜日、オンライン上で行った。

2. 展示物

   Web サイト上で展示を行った。プロジェクトを説明するポスター 1 枚、300 字程度の紹介文、Web ページの計 3 つの資料を展示した。

3. プレゼンテーション

   参加者には事前に Web サイトを閲覧してもらい、その内容を踏まえたうえで質疑応答を行った。質疑応答には Zoom のミーティングルームを用いた。発表は前半と後半に分け、それぞれを各 3 回 15 分で計 6 回行い、発表の最初にはプロジェクトの簡単な説明をしてから残りの時間は質問に対応した。

4. 結果・評価

   はじめに、来場者に 1 時間の時間が与えられ、その時間にプロジェクトごとに作成したポスターと Web サイトを見てもらった。各プロジェクトの Web サイトに評価シートのリンクが貼ってあり、来場者にはそれを利用し評価してもらった。評価内容について発表技術と発表内容についてだ。評価シートは発表技術と発表内容について 1(非常に悪い) から 10(非常に優秀) までの 10 段階で評価してもらい、それぞれの項目についてコメントを書いてもらった。評価シートを集計した結果、発表技術・発表内容について以下のような結果が得られた（図 5.2)。発表技術は、平均が 7.2、評価の最大値は 10.0、最小値は 3.0、最頻値は 8.0 という結果になった。来場者のコメントは、来場者のコメントは、「表用のスライドを的確に用いて、その中に信用度の高い映像やデータを用いていてとても分かりやすかった」、「動

画などを用いて、自分たちの成果物を上手く説明できていると感じた」、「実際にゲームプレイできてよかった」、「質問に対しても的確に回答してくれて有意義でした」などの評価もあれば、「あまり発表資料にコストをかけていない感じがした。」、「web ページが見やすかった。しかし web ページを制作するのであれば、詳細なことを書くといいと思う。（質問にもあった被害額の計算法など）」、「ネット環境の関係であまり聞けなかった。」などの評価をいただいた。動画や実際にゲームを使用できる環境を用意して発表したことで説得力を持たせて発表できたこと、質問対応にも満足いただけたことがわかった。しかし、より詳細が分かる文章を求められていたことや、ネット環境が悪く上手く伝わらない部分があったことを知った。そのため、相手が求めている情報を考え、ネット環境の事前確認が必要であると感じた。発表内容は、平均が 7.3、評価の最大値は 10.0、最小値は 2.0、最頻値は 8.0 という結果になった。来場者のコメントは、「酸性雨や雹などを実装してほしい」、「分析した情報のアウトプットがうまく、ゲームや体験に落とし込んでいることがすごいと感じた」、「実践的な活動で実用性がありそうだなと思う。しかし、客観的な評価がないためどのような効果が与えられるか確証がないところが惜しいなと思った」、「ゲームという広い入口から気象状況についての知見を得られるというのが良かった。」、などの評価を頂いた。気象にゲーミフィケーションを結び付けることで、気象に対して興味を持つことができた参加者もいるとわかった。しかし、意見の中にもある通り、客観的な評価というものは、一部の参加者からしか得ることができなかった。この点に関しては、我々が参加者に簡単なアンケートを受けてもらう、または、発表会前に評価実験などを行って客観的評価をいただく必要があると思った。今回の発表会では点数としては前期と変わらず高い評価を得ることができた。

得られたコメントから、開発したアプリケーション「vill air」の評価について、一部ではあるが、目標である気象に興味・関心を持ってもらうことができ、目標を達成することができた。加えて、改善して欲しい部分についても意見を頂いた。最も、気象にゲーミフィケーションの要素を組み込んだことについて、前向きな評価を多く得ることができた。今後の展望として、より多くの方にアプリケーションのフィードバックを行い、気象についての興味・関心を引き出せているのか、知識・理解の促進に繋がったかなどの客観的評価をしてもらう必要があると考える。その評価をもとに、現状のアプリケーションが真に目標を達成できているかを明確に把握し、頂いた意見から問題点を改善していく必要があると考える。

	平均値	最大値	最小値	最頻値
発表技術	7.2	10	3	8
発表内容	7.3	10	2	8

図 5.2　得られた評価について

（文責: 西野）

5.2　日本気象協会様の評価

2.6 で記述したように、日本気象協会様と連携して開発を行った。前期に行われた意見交換会で、アイデアに対してのフィードバックをいただいた際には一部賛同を得られなかったが、こちらの考えを具体的に提示することで賛同を得られた。後期では、成果発表会にて「vill air」は、「気象を

楽しく学習できるアプリケーションである」という評価を頂いた。目標の一部である、気象に対して興味・関心を引き、知識・理解の促進につながるアプリケーションができたと考える。発表に対しての評価では、「簡潔に発表出来ていてよかった。質疑応答もスムーズでした。」という評価をいただいた。

（文責: 西野）

第 6 章　今後の課題と展望

6.1　前期活動のまとめ

前期は、まず作成するアプリの検討を行い、作成するにあたって使用する Unity・GitHub の演習を行った。作成するアプリは雲をキャラクターとした被害額タイムスコアアタックであり、このゲームを通して災害の脅威・気象の知識をユーザに獲得させることが目標となっている。プロトタイプを作成することにより、ゲームシステムの確認、アプリケーションの UI を再現することができた。よって、2.3.1、2.4 で示した前期の設定した課題は完了した。今後、後期活動ではキャラクターの考案、Unity によるアプリケーションの開発を行い、本プロジェクトの目標に到達できるアプリの開発を目指す。

（文責: 越田）

6.2　後期活動のまとめ

後期は本格的にアプリケーションの開発・実装を開始した。アプリケーション内で使用する素材を作成・収集したり協力をしていただいている日本気象協会様との連絡を取る役割などに分担しアプリケーションの開発を進めた。成果発表会にアプリケーションが完成・動作できるような状態を目指した。Android スマホ、iPhone と、WebGL の各プラットフォーム向けのアプリケーションをビルドした。

（文責: 越田）

6.3　全体の活動まとめ

本プロジェクトでは、開発したアプリケーションを用いて、雲の種類と特徴、それによって引き起こされる気象災害の危険性と防災対策を学んでもらう。そして、今まで気象に興味を持たなかった人々に気象について知るきっかけを与え、興味・関心を持ってもらい、加えて知識も得ることが目標である。また、その知識から、気象災害時に即座に対応できる力を養うことも見込み、開発を行った。これらの目標を達成するアプリケーションを作成するために、「vill air」のプロトタイプを作成した。その後、雲は大きくなると別の雲に変化するといった特徴を利用した味方の雲の進化要素、雲によって引き起こされる災害によって、別の災害をもたらせてしまうといったものを利用したスキルの組み合わせ、ゲームとして楽しく遊んでもらえるようにコマンドバトルの実装、スコアの実装を行い、雲や災害について学び、人びとに関心を与えることのできるアプリケーションを開発した。今回のプロジェクトでは、アプリケーションの起動まではできたが、ユーザに対して評価実験を行うことができなかった。スケジュール管理が甘かった結果だと考える。今後の活動でユーザに評価実験を行いたい。

（文責: 樫原）

6.4 プロジェクトとしての問題と解決

本プロジェクトは、天気ぐーチーム、津波と VR チーム、食事と日本酒チームの 3 つのグループで行った。従来の情報表現では特徴を把握しにくい、実感の伴う理解が困難であることを問題にした。この問題を解決するため、情報の新たな表現方法を課題とした。プロジェクトのまとめとして、グループ間で分野や手法の違いはあったものの、情報をわかりやすく表現する点において目標を達成することができた。課題としては、発表会において、制作物をなぜ作成したのかという目的が説明不足であった。そのため、来ていただいた人たちに、制作物の意図が見えにくい発表になってしまった。発表会に来ていただいた人たちへの発表方法が課題として挙げられる。課題の解決方法として、閲覧者がどのような情報を求めているのかを事前に考慮することが必要であった。

（文責: 貴舩）

6.5 今後の展望

本プロジェクトの、ユーザの気象についての興味・関心を引き出すという点では目標を達成できたと判断できるコメントが、成果発表会での評価シートから得られた。しかし、知識を獲得するという目標が達成できたかどうかは成果発表会の評価シートからでは判断することができなかった。このような結果を省みて、私たちの活動の記録や反省点などについてまとめた資料を残すことで、来年度以降のプロジェクト学習を行う学生たちの参考になるようにしたいと考えている。

（文責: 貴舩）

参考文献

[1]「気候変動影響への適応」（環境省）
https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r01/html/hj19010201.html
（参照: 2021/7/13）

[2]「気候変動影響に関する世論調査」（内閣府）
https://survey.gov-online.go.jp/r02/r02-kikohendo/2-2.html（参照: 2021/7/13）

[3] 日影耕造（フラー株式会社）.“「スマホゲーム四半期報告書（2020 年 4〜6 月分）」を掲載。セルランの上位タイトルを男女比や年代別の分布などを交えて解説”.4Gamer.net. (2020/8/13).
https://www.4gamer.net/games/522/G052249/20200804038/ (参照: 2021/7/13)

[4] Research at Kobe. 「スマホアプリ『くもろぐ』リリース！〜雲を撮影＆共有して雲日記を始めませんか？〜」.
https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/collaborations/2018_10_30_01.html (参照: 2021/6/29)

[5] ファミ通『レインパレードイタズラ雲の冒険！』が発売。雨や突風で人間たちが困る様子を眺めて楽しむシミュレーター
https://www.famitsu.com/news/202104/15217857.html (参照: 2021/1/5)

[6] nonoconnect 野菜の達人
https://www.nanoconnect.co.jp/results/yasatastu/ (参照: 2021/1/5)

[7] 気象庁 (2017)「防災気象情報の利活用状況等に関する 調査結果（概要）」
https://www.jma.go.jp/jma/press/1703/10b/28manzokudo_kekka.pdf
(参照: 2021/7/14)

[8] Unity Technologies (2019), “すべての人に Unity を”,
https://unity.com/ja (参照: 2021/7/12)

[9] ドットインストール, “Unity 入門 (全 26 回) プログラミングならドットインストール”,
https://dotinstall.com/lessons/basic_unity_v2 (参照: 2021/7/12)

[10] Udemy,“ユニティちゃんが教える!初心者向け Unity 講座”,
https://www.udemy.com/unity-chan-tutorial-01/ (参照: 2021/7/12)

[11] GitHub Inc. (2021), “開発者のためのプラットフォーム”,
https://github.co.jp (参照: 2021/7/12)

[12] Google (2021), “すべてのファイルをどこからでも”,
https://www.google.com/intl/drive (参照: 2021/7/12)

[13] 令和二年度版情報通信白書・情報通信機器の保有状況
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/html/nd252110.html (参照: 2021/7/12)