

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

JUNO AI project

Project Name

JUNO AI project

グループ名

VR 班

Group Name

VR Group

プロジェクト番号/**Project No.**

16-B

プロジェクトリーダー/**Project Leader**

吉田一裕 Kazuhiro Yoshida

グループリーダー/**Group Leader**

吉田一裕 Kazuhiro Yoshida

グループメンバ/**Group Member**

吉田一裕 Kazuhiro Yoshida

西島圭亮 Keisuke Nishijima

尾形基記 Motoki Ogata

碓井飛芽 Hyuga Usui

三上晴也 Seiya Mikami

大崎敬太 Keita osaki

指導教員

ウラジミール リヤボフ 香取勇一

Advisor

Vladimir Riabov Yuichi Katori

提出日

2021 年 1 月 14 日

Date of Submission

January 14, 2021

概要

木星探査機 Juno (以下、Juno) は 2005 年 6 月 9 日にニュー・ホライズンズに続くニュー・フロンティア計画の一環として採択された木星の探査を行う宇宙探査機である。Juno は 2011 年 8 月 5 日に打ち上げられ 2016 年 7 月 4 日に木星に到着し木星の探査を開始した。Juno の目的は木星の誕生と現在までの過程を解き明かすことで太陽系についての理解を深めることである。具体的には木星の大気や磁力場、重力場を測定することで木星の内部構造などを明らかにし、他の惑星を理解するための知識を収集している。Juno が観測して得たデータは多くの発見をもたらし、その発見は Nature や Science などでも発表されている。しかし、Juno が発見した情報を発信している日本人向けの媒体は少なく、日本における Juno の認知度は低い。本プロジェクトは Juno が観測して得た情報の発信と、日本における Juno の認知度を高めることを目的とした。今年度の前期では Juno が取得した木星の数値データを用いて、時間と周波数ごとの振幅の強さをグラフ化した。後期からは A、B の二つのグループに分かれた。私たち B グループは VR を用いて Juno や木星について学ぶことが可能であるソフトウェア「ジュピコネ」の開発に取り組んだ。Oculus などの高価なゴーグルでの使用を想定せず、多くの人々が安価で使用できることを目指した。2000 円前後で購入できるスマートフォン用 VR ゴーグルを用いてプレイできるソフトウェアを開発した。結果、視覚的に楽しみながら Juno や木星について学ぶことができる成果物を開発することができたと考える。

キーワード Juno, 木星, Wikipedia, VR

(文責: 大崎敬太)

Abstract

Juno is a space probe to explore Jupiter that was selected as part of the New Frontiers program, which followed New Horizons on June 9, 2005. Juno was launched on August 5, 2011, and arrived at Jupiter on July 4, 2016, to begin exploring Jupiter. The purpose of Juno is to deepen our understanding of the solar system by revealing the birth and present-day processes of Jupiter. The data obtained by Juno has led to many discoveries, which have been published in Nature, Science, etc. However, there are few media for Japanese people to disseminate information on Juno's discoveries, and Juno's recognition in Japan is low. The purpose of this project is to disseminate the information obtained from Juno's observations and to increase the recognition of Juno in Japan. In the first semester of this year, we used the numerical data of Jupiter obtained by Juno and graphed the amplitude strength by time and frequency. From the second semester, we were divided into two groups, A and B. We, group B, developed a software called "JupiConne", which can be used to learn about Juno and Jupiter using VR. It is not intended to be used with expensive goggles such as Oculus, and we aimed to make it affordable for many people. We developed software that can be played using goggles. As a result, we believe that we were able to develop a product that allows people to learn about Juno and Jupiter while enjoying it visually.

Keyword Juno, Jupiter, Wikipedia, VR

(文責: 大崎敬太)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	目的	1
1.2	従来例	1
1.3	従来問題点	1
1.4	課題	2
第 2 章	プロジェクトの概要	3
2.1	問題の設定	3
2.1.1	該当分野の現状・従来例	3
2.2	課題設定	3
2.2.1	前期	3
2.2.2	後期	4
2.3	到達レベル	4
2.4	課題の割り当て	5
第 3 章	課題解決のプロセスの概要	7
3.1	前期	7
3.1.1	調査内容の概要	7
3.1.2	担当課題の解決過程	7
3.2	後期	8
3.2.1	課題の概要	8
3.2.2	担当課題の解決過程	9
第 4 章	課題解決のプロセスの詳細	10
4.1	各人の課題の概要とプロジェクト内における位置づけ	10
4.2	担当課題解決過程の詳細	11
4.2.1	碓井	11
4.2.2	三上	12
4.2.3	西島	12
4.2.4	吉田	13
4.2.5	大崎	13
4.2.6	尾形	14
4.3	担当課題と他の課題の連携内容	15
4.3.1	碓井	15
4.3.2	西島	15
4.3.3	吉田	15
4.3.4	三上	16
4.3.5	大崎	16

4.3.6	尾形	16
第 5 章	結果	17
5.1	成果物の内容	17
5.1.1	ジュピコネの概要	17
5.1.2	ジュピコネの仕様	17
5.2	成果の評価	20
5.2.1	成果発表会で受けた評価	20
5.2.2	良い点	21
5.2.3	悪い点	21
5.2.4	評価を受けて	21
5.3	担当分担課題の評価	22
5.3.1	碓井	22
5.3.2	吉田	23
5.3.3	三上	23
5.3.4	西島	24
5.3.5	大崎	25
5.3.6	尾形	26
第 6 章	今後の課題と展望	28
6.1	今後の課題	28
6.2	今後の展望	29
第 7 章	インターワーキングと今後の課題	30
7.1	碓井	30
7.2	吉田	31
7.3	三上	32
7.4	西島	33
7.5	大崎	33
7.6	尾形	34
参考文献		36

第 1 章 はじめに

1.1 目的

JUNO AI Project (B グループ) の目的は 2 つある。JUNO AI Project (B グループ) の目的の 1 つは、Juno や木星についての知識を深めることができるソフトウェアを制作することを目的としている。最新技術である VR 技術を用いることで多くの人が少しでも興味を持つことができるものを制作しようと考えてジュピコネを開発した。JUNO AI Project (B グループ) の目的の 2 つ目は Juno や木星を体験してもらうことである。木星の重力は地球の約 2.3 倍で、表面温度はマイナス 140 度ほどで中心にいくほど高温、高圧になり、3 万度を超える。そのため、木星での探査では Juno のような無人探査機でなければ木星に近づくことはできない。そのため、宇宙飛行士も容易に近づくことができないため、ジュピコネで疑似体験をしてもらうことを目的としている。

(文責: 碓井飛芽)

1.2 従来例

VR の活用事例として、注目すべき活用例が 2 つある。1 つ目の事例は教育である。教科書や文字で分かりにくいことが感覚的にわかりやすくなる。例えば、愛知県豊田市の中学校では地理の分野で実際に VR を使って授業が行われている。教育現場では試験的に導入されている。また、動画配信サイト YouTube では、人間の体内から見たような景色を映し出す映像も公開されている。今後の教育分野に対する活用が期待されている。2 つ目の事例は、観光である。時間や金銭的に実際に、現地へ行って観光することが難しい人にとって気軽に観光できる体制を整えることができる。実際に、London VR では、イギリスの首都であるロンドンでタワーブリッジやロンドン塔などの観光名所を 360 度動画で巡ることができる。

Juno や木星についての発信している活用例として、注目すべき活用例が 2 つある。1 つ目は NASA の公式 Web サイトである。この公式 Web サイトでは英文で Juno や木星について詳細に書かれている。2 つ目は NASA の公式 Youtube チャンネルである。基本的には宇宙という幅広い分野を紹介している Youtube チャンネルである。その中で、木星や Juno についての動画が配信されている。これらの動画では、木星や Juno が写真や映像などで木星や Juno が具体的にどのようなものかを理解するのに役立つと考えられる。

(文責: 碓井飛芽)

1.3 従来問題点

教育分野で VR 用ゴーグルを使うにあたって、コストがかかるということがあげられる。教育分野で活用するには観察するための個人のタブレットの用意や、VR 用のゴーグルを必要とする。これら一つ一つは、使うデバイスによっては非常に高価なものがあるため、教育に用いるには格差が生まれてしまう。

目への負担が大きく約 15 歳まで制限をかける企業がある。そのため、教育現場へ多用することが難しい。また、宇宙分野の教育の難しさがある。プラネタリウムなどの宇宙への関心を持つ場面は数多く存在しているがそれを深めるための教材が少なくプラネタリウムがない街ではそもそも宇宙への関心を持つ機会が少なくなる。

保護者が専門的な知識を持っていることが少ないため子供一人で学ぶことができる機会が少ないことがあげられる。

NASA の公式 Web サイトでは英文で書かれているため、日本人にとって理解することが難しいことがあげられる。加えて、インターネットでの検索をすると英文であるため、日本人が読むことをあきらめてしまう可能性がある。

(文責: 碓井飛芽)

1.4 課題

教育現場へ活用しやすくなるコストの実現と人間に対する健康への負荷の軽減が今後の課題となると考えられる。また、日本人向けに Juno の情報を発信している媒体が少ないと考えられる。そのため、日本人向けにソフトウェアを制作する場合、日本人が Juno や木星について理解することを容易にさせる必要がある。なので、日本語で紹介されているソフトウェアを制作する必要があると考えられる。また、本プロジェクトの 1 つ目の目的である木星、Juno への興味を持たせる必要がある。加えて、本プロジェクトの 2 つ目の目的である Juno や木星を疑似体験してもらうためジュピコネの映像を見て宇宙だと考えてしまうようなリアリティを追求する必要がある。

(文責: 碓井飛芽)

第 2 章 プロジェクトの概要

2.1 問題の設定

本プロジェクトにおける目的は、Juno が行っている太陽系探査に体感的に触れてもらうことで、Juno や宇宙に関連した認知度を向上させることで宇宙研究発展の手がかりとなることである。そこで、VR を活用した教育系アプリケーションの開発を試みた。本プロジェクトでは、VR 開発は初めての試みとなる。そのため、まず初めに開発手法を決める必要がある。今年度のプロジェクト学習はコロナ渦ということもあり、実際にあってコミュニケーションをとる機会が限られることが予想された。したがって、オンライン上で開発する際に使うソフトウェアやアプリケーションを決定する必要がある。次に、どのようなデバイスを使うか決める必要がある。また、一般的に知られている Oculus の値段は約 37,100 円と非常に高価なもので教育現場に導入することが難しい問題が挙げられた。また、ソフトウェア開発を行いながら教育機関への連携を行うには、我々のプロジェクト機関では導入に至らない可能性があると考えた。また、少なくとも一部の教育機関へのソフトウェアや VR 機器を提供するために必要な経済コストも発生してしまうという問題がある。そのため、VR の教育現場へ実際に導入していくことについては解決すべき問題に設定しないことに決定した。

(文責: 吉田一裕)

2.1.1 該当分野の現状・従来例

従来の成果物は、基本的に Web ページの作成やデータ分析を行ったものであった。そのため、今年度は、VR の発展や普及していることを鑑みた。実際に、2021 年には Juno のミッション終了が予定されている。したがって、我々は Juno や木星に関連した認知度を上げる最後のチャンスと捉えた。そのうえで、今年度は新しい技術やデバイスを用いることで Juno や木星に関して違う角度から認知度を高めることに試みた。

(文責: 吉田一裕)

2.2 課題設定

2.2.1 前期

前期はグループメンバー全員で Juno と木星について以下の課題を調べることにした。

1. 課題：電波天文学について
2. 課題：データ分析について

上記の課題を、先生の助言と生徒間の協力により行った。Juno は木星を公転している中で、木星の電磁波を計測している。NASA はその電磁波の数値データをホームページで公開している。

Juno が木星に一番近づいた際のデータを用いて、時間と周波数ごとの振幅の強さをグラフ化 (スペクトログラム化) した。3つのグループに分かれてグラフ化を試みた。各グループで Python や gnuplot のようなソフトウェアを用いてグラフ化を試みた。しかし、振幅の強さを色で表現するスペクトログラムの作成には至らなかった。その後、データ分析に特化した IDL という言語を利用して、スペクトログラムの作成に成功した。各自これを用いて 22 個のデータをグラフ化した。以下の画像は、グラフ化する前の Excel ファイルのデータとスペクトラムグラフである。

(文責: 吉田一裕)

2.2.2 後期

前期はグループメンバー全員で Juno と木星について以下の課題を調べることにした。

1. 課題：開発するうえでの知識について
2. 課題：開発プロセスについて
3. 課題：開発するうえでの、プログラムの共有方法について
4. 課題：アプリケーションの実装について
5. 課題：アプリケーションの動作確認について

上記で述べた課題をグループメンバー六人で分割して行った。今年は、リモートでの開発になったことで実際に会う機会が制限された。そのため、授業毎に一人一人に課題を振り分け、進捗を報告し合った。開発に問題が生じた場合は、SNS や GitHub を活用することで課題の解決に取り組んだ。加えて、2.1 節で述べた問題を以下の制約条件下で解決することとした。

1. 初めての試みとなるプロジェクトのため、多くの取り組むべき課題が想定される。それを解決に導くために効率的に作業を行う。
2. 前期では教員の助力をもとに活動を行ってきたため、後期からは学生主体の活動を行う。
3. 対面での交流の機会がなく連絡が不十分であったことによるタスク管理の難しさを前期で経験した。そのようにならないよう後期からは常にタスクを明確にする。

その結果、太陽系探査の認知度を向上させるための VR ソフトウェアをスクラムを用いて開発することに決定した。スクラムを導入することでチームの透明性を上げることと、定期的にレトロスペクティブを行うことで問題を早期発見し改善できるチームを作ることが狙いである。

(文責: 吉田一裕)

2.3 到達レベル

例年の成果物は Web ページの作成やデータ分析となっている。今年は VR ツールの開発を行うため、例年と比較して新しいものを成果物として残すこととなる。また、オンラインでのプロジェクト遂行であったため、前期ではメンバー間でのコミュニケーションは不十分であった。メンバー間の透明度を上げ、スケジュールリングを起点として効率的な技術の習得や共有を行えるようにすることがこのプロジェクトの一つの目標である。前文の通り、例年と比較して新しいものを制作することとなる。そのため、製作段階でのテストでは例年よりも多くの課題が発生する可能性がある。それを一つでも多く解消していくことや、それに伴うユーザにとっての障害の削減を可能な限り取

り組んでいくことが二つ目の目標である。

(文責: 吉田一裕)

2.4 課題の割り当て

後期からの活動を行っていく上で考えられる課題をメンバーの希望や得意分野、スクラムのロールを基準に割り当て、開発を行った。以下に記述される数字は、上記で述べた後期での課題での担当分野を意味する。

- 吉田
 1. Unity で開発するための知識をインターネット上で習得
 2. アプリケーション機能の考案
 3. GitHub の使用方法に関連した知識の習得
 4. 宇宙空間の再現、コントローラー操作の実装
 5. 使用端末へのビルド, 実機での動作確認
- 碓井
 1. インターネット上での、Unity で開発するための知識の習得
 2. グループメンバーと相談した上で、ソフトウェアの機能とアイデアの考案
 3. GitHub の使用方法に関連した、知識の習得
- 三上
 1. 実行環境に関する知識の習得とグループメンバーへの指導
 2. アプリケーション機能の考案, アプリケーションの要件定義
 3. GitHub の使用方法に関連した、知識の習得とグループメンバーへの指導
 4. 使用端末に含まれるジャイロセンサーを活用した視点移動の実装, VR モードの導入
 5. 実機での動作確認
- 西島
 1. Unity で開発するための知識をインターネット上で習得
 2. アプリケーション機能の考案、グループメンバーと相談することによるアプリに実装する機能の決定
 3. GitHub の使用方法に関連した、知識の習得, 手を加えた箇所の GitHub での共有
 4. 画面遷移、パネル及びボタンの配置、カメラの配置、スクリプトの作成
- 尾形
 1. 参考書を用いて、Unity や blender といった VR アプリケーション開発に関する知識の習得
 2. アプリケーション機能の考案
 3. GitHub の使用方法に関連した知識の習得、手を加えた個所の GitHub での共有
 4. 3D モデルの導入、カメラの投影範囲の設定、軌道表示を行うスクリプトの作成
- 大崎
 1. グループメンバーに対して、GitHub の使用方法の指導
 2. ソフトウェアの仕様の考案
 3. プログラムの共有とバージョン管理を円滑に進めるために Git/GitHub の導入

JUNO AI project

4. 各々が実装した機能のマージ作業
5. 実機での動作確認

(文責: 吉田一裕)

第 3 章 課題解決のプロセスの概要

3.1 前期

3.1.1 調査内容の概要

1. 毎週水曜日、金曜日に各日に 1 人ずつプレゼンテーションを行った。以下ではメンバーが行った発表の日程を示す。
 - 6/17 吉田：電磁波
 - 6/24 三上：電波のドップラー効果について発表
 - 6/26 大崎：高周波の放出源についての発表
 - 7/3 尾形：相対距離と SETI
 - 7/8 碓井：木星の軌道と木星の衛星について
 - 7/10 西島：シンクロトロン放射、サイクロトロン放射について発表以上の割り当てでそれぞれプレゼンテーションを行った。
2. Juno が木星から観測した電波をグラフ化するために以下 3 つのツールとプログラミング言語を利用した。
 - Python
 - gnuplot
 - IDL

(文責: 三上晴也)

3.1.2 担当課題の解決過程

課題 1 はリヤボフ先生から頂いた探査機 Juno に関連性がある 10 個の電波天文学に関する、それぞれ分野が異なる資料をもとに調査を行った。この資料をプロジェクトメンバー 10 人で分担して調査していくことにした。まず、上記概要の通りに担当する個所と発表する日程を決め、決められた日程までにプレゼンテーション資料を作成し、当日そのプレゼンテーション資料を基に調査内容をまとめて発表を行った。発表については毎週 2 人ずつ行いプレゼンテーション資料を元に発表した後、メンバーと教員が質問する時間を設けた。答えることができなかった部分については次週までに調査をして調査した内容を報告する、または調査しても分からなかったカ所については教員から教えていただく等をして理解を深めた。課題 1 では電波天文学について理解を深めるだけでなく、その知識が探査機 Juno において何処で利用されているのか、どのように関連しているのかについても調査をし、その情報を共有した。中でも電波のドップラー効果を担当したメンバーは、探査機 Juno に搭載されている Gravity Science において木星の内部構造を調査するために利用している等該当箇所を調査したメンバーが詳しく解説を行った。また、Juno は木星を公転している中で、木星の電磁波を計測している。NASA はその電磁波の数値データを CVS ファイル化したものをホームページで公開している。課題 2 では Juno が木星に一番近づいた際のデータを用いて、時間と周波数ごとの振幅の強さをグラフ化 (スペクトログラム化) した。3 つのグループに分

かれてグラフ化を試みた。各グループでデータ解析ができ、CVS や Excel ファイルの参照がしやすい Python やグラフを作成することに特化した gnuplot のようなソフトウェア等を用いてグラフ化を試みたが、振幅の強さを色で表現するスペクトログラムの作成には至らなかった。その後、IDL(Interactive Data Language) というデータ解析、可視化、クロスプラットフォーム対応アプリケーション開発に適したソフトウェア言語を利用して、先生の助言のもと、スペクトログラムの作成に成功した。各自これを用いて 22 個のデータをグラフ化した。全ての発表が終了し、スペクトログラムの作成も終え、必要な知識を得た後、今後の活動についてディスカッションを行い、Virtual Reality(以後 VR) アプリケーションを開発することに確定し、後期の活動目標にした。

(文責: 三上晴也)

3.2 後期

3.2.1 課題の概要

1. 課題：アプリケーションを開発する上で以下の知識を得た。
 - 開発プラットフォーム (Unity) に関する知識
 - 実行環境に関する知識
 - GitHub に関する知識
2. 課題：開発プロセスにおいて以下を行った。
 - スクラムの導入
 - アプリケーションの要件定義
3. 課題：共有手法において以下のソフトウェア開発のプラットフォームを用いた。
 - GitHub
 - Git
 - GitHub Desktop
4. 課題：アプリケーションに以下の項目を実装した。
 - VR 機能
 - ジャイロセンサーによる視点移動をする機能
 - 画面遷移及び UI
 - コントローラー操作機能
 - 宇宙空間
 - 木星等の 3d モデル
5. 課題：アプリケーションに以下の項目を実装した。
 - ビルドをし、対象プラットフォームでの動作確認
 - 開発プラットフォームでの動作確認
 - Unity Remote を利用した動作確認

(文責: 三上晴也)

3.2.2 担当課題の解決過程

後期ではアプリケーション開発グループとサイト作成グループに分かれて活動した。我々6人はアプリケーション開発グループとして課題1、課題2、課題3、課題4、課題5に取り組むことにした。VRアプリケーション開発する際、「Unity」というプラットフォームを利用することになった。Unityはマルチプラットフォームに対応したゲームエンジンであり、VRの開発にも対応している。以上の点からUnityはVRの開発が可能であること、動作対象のプラットフォームに対応していること、また様々なゲームエンジンやプログラム言語を比較した結果、VR環境の構築が比較的容易であり、視覚的にアプリケーションの構築をすることができるUnityを利用して開発を行うことが決定した。開発エンジンを決定した後、課題2についてディスカッションをし、開発手法においてスクラム手法を導入することにした。また2.1節で記載の通り、導入コスト等の問題があるため、一般的に普及しており、VRが機能するスマートフォンで特に普及しているプラットフォームAndroidとIOSを対象プラットフォームとする等のアプリケーションについて要件定義を定めた。課題3について、プログラムコードや、デザインデータを管理・公開できるGitHubと、GitHubにコードをプッシュする際に利用するGitとGitHub Desktopを利用して解決をした。課題4について、課題2において要件定義された機能を実装することで解決した。課題5について、動作確認をする方法として開発エンジン上での動作確認と、対象プラットフォームへビルドをし、そのプラットフォームで動作確認をする方法がある。しかし、ビルドをする方法ではビルドするのに時間がかかる、エラーが発生するなど動作確認が容易にできないこと、開発エンジン上での動作確認では前述のような問題点はないが、対象プラットフォームでどう動くのかの予測ができない等の問題があった。そこでUnityが提供しているUnity Remoteというアプリケーションを用いて動作確認を行った。Unity RemoteはIOS、Androidに対応したアプリケーションで、ビルドを実行することなくUnityで開発したアプリケーションの動作確認をIOS、Androidでできるアプリケーションである。このアプリケーションを利用することで、時間を要することなく比較的容易に動作確認をすることができた。

(文責: 三上晴也)

第 4 章 課題解決のプロセスの詳細

4.1 各人の課題の概要とプロジェクト内における位置づけ

前期ではグループに分かれずにプロジェクトメンバー全員で課題に取り組んだ。後期のプロジェクト学習は、11月までグループメンバー全員で開発の進め方の意思の共有や実装を行なった。11月からポスター、ホームページ制作班（2人）と技術班（4人）に分かれて本格的に開発を行った。以下に記したものが、各人の課題の概要とプロジェクト内における位置付けをである。

- 吉田（グループリーダー、開発）
 - 4月：オリエンテーション
 - 5月：資料のスライドへの要約と発表、prejove の分析
 - 6月：データ分析
 - 7月：データ分析（スペクトログラム化の成功）
 - 9月：後期に行う成果物の策定
 - 10月：ジュピコネ開発に伴う事前知識の習得、宇宙空間実装
 - 11月：ジュピコネの Dualshock4 でのコントローラー操作の実装
 - 12月：ジュピコネの動作確認、成果発表
- 三上（開発）
 - 4月：オリエンテーション
 - 5月：データ分析
 - 6月：資料のスライドへの要約と発表
 - 7月：データ分析、中間発表、成果物への考案
 - 8月：成果物の決定
 - 9月：後期に行う成果物（ジュピコネ）の機能考案、要件定義、ジュピコネ開発に伴い開発エンジン (Unity) の技術習得、コード管理ツール GitHub の使用方法を習得・知識共有
 - 10月：ジュピコネへの VR モード、ジャイロセンサーを導入
 - 11月：コントローラー操作、UI に関する知識の共有
 - 12月：VR モード・UI の改良、動作確認、成果発表
- 大崎（マネジメント）
 - 4月：オリエンテーション
 - 5月：データ分析と情報収集
 - 6月：データ分析と情報収集、Trello の導入
 - 7月：担当教員の指導によってスペクトログラム化の成功、成果発表会用の動画作成、miro の導入
 - 8月：B グループの制作物のアイデア出し、アイデアについてのプレゼン
 - 9月：成果物の仕様決め、Git/GitHub の導入
 - 10月：最低限必要な機能の決定、レイアウト決め
 - 11月：ポスターと Web ページ制作、動作確認
 - 12月：成果発表、グループ報告書の制作

- 西島（開発）
 - 4月：オリエンテーション
 - 5月：資料のスライドへの要約と発表、prejove の分析
 - 6月：データ分析
 - 7月：データ分析（スペクトログラム化の成功）、資料の要約と発表
 - 9月：後期に行う成果物の策定
 - 10月：ジュピコネ開発に伴う事前知識の習得、共有、ポップアップ機能の追加、タイトルメニューの追加
 - 11月：各項目におけるカメラ機能の追加
 - 12月：成果発表、グループ報告書の制作
- 碓井（プロダクトオーナー）
 - 4-5月：Juno や木星についての情報収集
 - 6月：Juno や木星についての発表
 - 7月：Juno が観測したデータをスペクトログラム化
 - 8月：B グループの制作物のアイデア出し
 - 9月：VR ソフトウェアの制作するための Unity の勉強
 - 10月：VR ソフトウェアの制作
 - 11月：後期プロジェクト発表会のポスターと Web サイトの制作
 - 12月：後期グループ報告書の制作
- 尾形（開発）
 - 4月：オリエンテーション
 - 5月：資料のスライドへの要約と発表、prejove の分析
 - 6月：データ分析
 - 7月：データ分析（スペクトログラム化の成功）
 - 9月：後期に行う成果物の策定
 - 10月：ジュピコネ開発に伴う事前知識の習得、共有、木星の 3D モデルの追加、Juno 軌道モデルの検討
 - 11月：Juno・エウロパ・イオの 3D モデルの追加、Juno 軌道モデルの検討
 - 12月：ジュピコネの動作確認、成果発表

（文責: 大崎敬太）

4.2 担当課題解決過程の詳細

4.2.1 碓井

私はプロジェクトメンバーと担当教員に Juno や木星について書かれたスライドを制作し発表した。担当教員が準備した Juno や木星についてのスライドを参考にして、スライドを制作した。プロジェクトメンバーを3つのグループに分けて、木星の電磁波の数値データを時間と周波数ごとの振幅の強さをグラフ化（スペクトログラム化）した。先生の助言のもと、ソフトウェアコンポーネント間のインターフェースを定義する IDL という言語を利用して、スペクトログラムの作成に成功した。私は IDL を用いて 2 個のファイルをグラフ化した。私はプロジェクト時間外で集まる時に、他のプロジェクトメンバーの予定を管理してプロジェクト時間外での活動を行った。

4.2.2 三上

私は前期、割り当てられた資料の中で電波とドップラー効果に関する資料の調査を担当した。調査していく中でこのドップラー効果を探査機 Juno の Gravity Science が利用して木星内部の構造を調査していること等が分かった。そして調査したもののプレゼンテーションにまとめて教員とプロジェクトメンバーに発表した。質問されたもので解答できなかったものは調べたものの分からず、教員に教えていただいたことで探査機 Juno と電波天文学について知識を深めることができた。また、今後の活動についてディスカッションした際に VR アプリケーションの開発をすることを提案した。

後期では、VR アプリケーション開発のために使用するツールや開発手法をディスカッションした。その後 Unity においてアプリケーションの開発をすることが決定したので Unity についての技術習得を行い、他メンバーへ習得した技術や情報を共有した。また、コードやデータ管理をするために GitHub を導入することになり、GitHub へコードをプッシュする際に利用するツールとして GitHub Desktop を用いた。GitHub Desktop を利用していなかったメンバーに対し使い方の指導をした。アプリケーションにおいてはジャイロセンサーによる視点移動機能の実装、VR モードの導入を行った。また、実機での動作確認を行うために Unity Remote を用いて動作確認を行った。

(文責: 三上晴也)

4.2.3 西島

前期のセミナーの中で、私は木星の放射線についての資料が割り当てられた。セミナーは、それぞれの学生に資料が配られ、その資料に記載されている内容を要約し、教員を含むプロジェクト全体に発表するという形で木星やそれに関する内容への理解を深め、知識を共有するというものである。発表のために配られた資料の読み込みだけでなくインターネットでも様々調べたが、イオが電磁場にもたらす影響を取り扱った記事への理解が浅く、うまく説明できずじまいで終わってしまった。教員から質問を受ける機会もあったが、所々発表者である私が理解できていなかったために十分な応答をすることができなかった。他の人の発表の際は、発表をよく聞き、質問をするなどして理解を深めるよう努力した。我々のグループが作成した VR ソフトウェアには、このセミナーで取り扱った内容が多く含まれており、他の人が行っていた発表の内容を十分に理解していたこともあり、スムーズに説明項目の設定や文章の作成が行えた。

後期からはグループでの活動が始まり、私は VR ソフトウェアの開発を行うグループ B の技術担当として、VR ソフトウェアの開発に尽力した。VR ソフトウェアの開発には Unity を利用した。グループでの活動が始まった当初はアプリケーションの開発などに関する知識が足りていなかったため、インターネットなどを通して開発に必要な技術を習得した。その際、課題解決に向けた最低限の知識だけでなく、さらに応用的な内容やある程度の見栄えになるようなデザインに関わる技術も習得し、VR ソフトウェアに実装した。また、開発状況の共有手段として GitHub を活用し、グループメンバーと連携を取り合いながら開発を進めていた。

(文責: 西島圭亮)

4.2.4 吉田

私は、担当教員によって配布された Juno と木星に関連した担当箇所の資料を読見込んだ。そして、その担当箇所の資料に関してスライドにまとめ、発表を行った。発表後、質疑応答を行い、答えることができなかつたところは後日説明を行った。プロジェクトメンバー 10 人を 3 つのグループに分けて、木星の電磁波の数値データを時間と周波数ごとの振幅の強さをグラフ化（スペクトログラム化）した。二週間程度、担当教員のアドバイスを受けずに、スペクトログラムの作成に試みた。しかし、進捗を生み出すことはできなかつた。そのため、担当教員の指導の下、ソフトウェアコンポーネント間のインターフェースを定義する IDL という言語を利用して、スペクトログラムの作成に成功した。私は、IDL を用いて二つのスペクトログラムの作成を行った。また、課題を行うだけでなくグループ間の連絡を取りやすい環境への整備を行った。

私は、プロジェクト活動後半で行うことになる VR アプリケーション（ジュピコネ）の提案を行った。開発プロセスでは、宇宙空間の再現や Dual Shock4 を活用した、コントローラー操作の実装を行なった。開発が進まないときは、グループメンバーと相談してプログラムの改良を行うことで問題を解決した。Android での動作確認が必要であった。Android を所有しているプロジェクトメンバーが少なかつたため、ビルドや実機での動作確認を担当した。Android 上で、ビルドを行う際に不具合が発生した。その影響により、一週間程度、開発作業を遅らせることになった。今後、チーム開発を行う際は、気を付けたい。

（文責: 吉田一裕）

4.2.5 大崎

本プロジェクトの目的である Juno や木星の情報を発信するという目的を達成するにあたり、まずは、自分たちが木星や Juno について知るために情報を収集する必要があると考えた。そのため、前期では教授から指定された論文をプロジェクトメンバーで分担し、プレゼンテーション形式で発表することで情報共有を行なった。発表後に質疑応答の時間が用意されていたが積極的に質問を行わず、活発なディスカッションを作り出すことができなかつた。木星や Juno の知識を深めるために NASA や JAXA などのサイトから情報を収集することも行なった。Juno に関する情報の収集以外には、NASA が公開している Juno が取得したデータをグラフ化には IDL を用いてグラフ化を行なった。

前期の終盤では後期に向けてどのような活動を行うかアイデアを出し合った。私はアイデアの価値を高め、有意義な会議を行えるように複数人で作業することが可能である miro を用いてマインドマップを作成することを提案した。グループメンバーは活発にアイデアを出してくれたためアイデアの発散は順調に進んだ。しかし、収束が思うように進まず時間がかかってしまった。後期からの活動ではスクラムを導入することが提案された。私はグループの透明性を高めるために Trello というタスク管理ツールの導入を提案した。今年度はコロナによってオンラインでの活動が中心となったため、全体のタスクと各々が取り掛かっている作業などを明確にする必要があると感じたからだ。また、開発を円滑に進めるために Git/GitHub を導入することを提案した。

後期の活動では開発ソフトウェアの仕様書の作成や開発に必要な技術知識の収集と共有、タスク管理、Web サイトの作成などを行なった。具体的には、ジュピコネの軸となる機能やデザインについて考え、仕様書の作成を行なった。この仕様書を元にメンバーとディスカッションを行うこと

でジュピコネをより質の高いソフトウェアにするための活動を行えた。他のメンバーと相談しながら各人へのタスクの割り振り、計画的に開発を進められるようにタスクの管理を行なった。11月では Web サイト作成とジュピコネの動作確認を行なった。Web サイトとデモ動画作成に携わったが自分自身が動作確認して感じたジュピコネの魅力や VR である必要性を効果的に伝える努力が足りなかったと反省した。

(文責: 大崎敬太)

4.2.6 尾形

私は前期において、宇宙空間における縮尺にかかわる相対距離の考え方と SETI と呼ばれる地球外生命体の探査について調査し、スライドを作成して発表を行った。担当教員が準備した資料も参考にしながらスライドを作成した。

プロジェクトメンバーを3つのグループに分け、木星の単位時間における電磁波の振幅の強さと周波数を表すグラフを作成（スペクトログラム化）した。自力で作成したグラフは非常に分かりにくいものであり、必要な要素を十分に備えることはできなかった。担当教員の指導の下、IDL という C 言語を用いたグラフ作成に特化したソフトウェアを利用して、スペクトログラムの作成に成功した。ここで私は、2種類のファイルをグラフ化し、メンバーに共有した。また、共有されたグラフにおいてどのような特徴があるのかを話し合った。このほかに、新しく有益であるだろうと判断した情報はすぐに共有し、意見交換を盛んに行った。

後期では、NASA が無償で提供している木星・エウロパ・イオ・Juno の 3D モデルを導入した。それを業発ソフトウェアである Unity に、インポート用のプラグインもインストールさせた。これらを GitHub に共有した。

夏季休暇の間に Unity についての知識を蓄えていたため、一部のメンバーが分からない Unity の機能について知識を共有するなどの手助けを行った。

線の描画が行えず導入には至らなかったが、機能の一つとして、Juno の軌道を表示させるという試みを行うために、軌道の楕円形の 3 次元座標の計算やアルゴリズムの考案を行った。計算に必要な資料として、NASA がホームページ上で公開している木星の情報 [2] や、JAXA がホームページ上で公開している Juno の近木点と遠木点の情報 [3] を得た。また、国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクトが提供している Mitaka という宇宙空間を再現したものを映し出すソフトウェア [4] より、時間における Juno や木星の位置関係を調べ、軌道がどの角度になっているかを推測した。私たちが作成しているジュピコネの Unity 上での大きさは、座標単位より判断すると、実際の約 6 分の 1 のスケールで作られていることが分かった。その結果、Unity スケールにおいて、以下の手順で Juno が座標上でどのように軌道を描くのかが分かった。

近木点、遠木点より、a-b 平面における楕円は Unity スケールで次のように表される。

$$\frac{a^2}{57042700^2} + \frac{b^2}{1100400^2} = 1$$

これを、3 次元上に木星の自転軸に対して 30 度の角度をつけ、z の値に対してそれぞれの座標を対応させた。

$$x = \frac{\pm \sqrt{\left(1 - \left(\frac{z^2}{57042700^2}\right)\right)}}{557900}$$

$$y = \frac{\mp \sqrt{\left(1 - \left(\frac{z^2}{57042700^2}\right)\right)}}{948500}$$

ただし、

$$-57042700 \leq z \leq 57042700$$

x,y については複合同順で、どの z に対してもこれと言えるようにした。

(文責: 尾形基記)

4.3 担当課題と他の課題の連携内容

4.3.1 碓井

私は GitHub の管理を行った。しかし、GitHub での使い方が複雑で理解することが難しかったため、グループメンバー同士で教え合った。

私はジュピコネのカメラ制御を担当したが、カメラ制御が難航したため他のグループメンバーに協力してもらい、ジュピコネのカメラ制御が完成した。

後期プロジェクト発表会での Web サイトの VR ソフトウェア (B グループ) の操作説明とデモ動画の編集を行った。操作説明の文章を担当した。また、デモ動画の編集ではテロップを担当した。

(文責: 碓井飛芽)

4.3.2 西島

VR ソフトウェアの制作を進めるにあたって、機能の実装は自らの手で行っていたが、外部との入出力の方法を考えていなかったため、グループの中でコントローラーでの制御について進めているメンバーや VR 出力について進めているメンバーと連携を取り、互いの構想が上手く実装できるようにコミュニケーションを取り合って開発を進めていた。コントローラーでの制御をする際のカメラの挙動や VR モードにする際の画面全体の様子やカメラの挙動に関しての相談をした際には、スクリプトをその都度変更し、可能な限りお互いが思い描いている構想に近いものになるよう他のグループメンバー共々試行錯誤を繰り返した。また、VR ソフトウェア内で表示される説明項目や説明の文章は、前期に行ったセミナーなどの内容も踏まえ、グループメンバー全体で意見を出し合い、決定および推敲した。

(文責: 西島圭亮)

4.3.3 吉田

私が担当した宇宙空間の作成は木星空間を再現する土台となっており、木星空間のリアリティーをより増大させた。また、Dualshock4 でのコントローラー操作は、ジャイロセンサーを認識して視点移動行う機能を実装した三上君のプログラムと連動している。この連動により、ジュピコネは

コントローラー操作のみ可能だったものがより体感的に、直感的に操作できるものとなった。そして、VR の強みを最大限引き出すことに成功した。

(文責: 吉田一裕)

4.3.4 三上

アプリケーション開発に必要な技術を習得した際に得た知識をもとにコントローラー操作に関わる機能を実現、画面遷移に関して新しい技術を提案する等して他の課題と連携を図った。

(文責: 三上晴也)

4.3.5 大崎

GitHub のプロジェクトボードを用いたタスク管理と issue の整理を行なった。また、ジュピコネに掲載する Juno や木星について解説する文の作成にも協力した。A グループが Juno のセンサーについて説明している文書を作成していたため、文書を提供してもらいジュピコネの説明欄に反映した。

機能の実装に関しては実装の参考になるコードや記事を探し自分で動作を確認してから情報の共有をした。

プロジェクト学習成果発表会用のデモ動画撮影と Web サイト作成を行なった。

(文責: 大崎敬太)

4.3.6 尾形

私が担当した 3D モデルの導入は、メインカメラで映し出す対象物であり、非常に精密なモデルの導入を可能とした。

また、導入には至らなかった Juno の軌道を描く線の表示や線を描く機能は、通常モードでの説明文をより鮮明に分かりやすくするものであり、より高度なソフトウェア開発を行える。

(文責: 尾形基記)

第 5 章 結果

5.1 成果物の内容

5.1.1 ジュピコネの概要

VR 空間上で木星やその衛星、木星探査機 Juno などを見ることができるソフトウェア「ジュピコネ」を制作した。これは、木星がガス惑星であることから有人での探査が不可能なため、探査機やそれに近い視点から木星やその周りの衛星などを見ることで、有人探査を疑似体験できるのではないかというアイデアから生まれたものである。低コストで利用できる木星や Juno についての興味を持ってもらえるようなソフトウェアの開発というこのグループの目的を達成するため、ゲーム制作エンジン Unity を用いて制作を行った。

このソフトウェアの名前は、利用する人の興味関心を木星に繋げるというイメージから、「ジュピターコネクト」と名付けられた。「ジュピコネ」はこれを略したものとなっている。

(文責: 西島圭亮)

5.1.2 ジュピコネの仕様

5.1.2.1 モード

このソフトウェアを利用する際、VR モードまたは閲覧モードのどちらかで利用することになる。

VR モードは専用の VR 空間上で木星を見ることができるモードである。このモードでは、VR ゴーグルでの視点移動だけでは見ることができない木星の裏側などもワイヤレスコントローラー (DUALSHOCK 4) を用いて見ることができる。

閲覧モードは木星や木星探査機 Juno についての情報が閲覧できるモードである。このモードを選択すると後述のタイトル画面からスタートし、見たい項目のボタンを押すことで画面が切り替わり様々な情報を見ることができるようになっている。

(文責: 西島圭亮)

5.1.2.2 タイトル画面

タイトル画面には木星のメニュー画面に移動するボタン、Juno のメニュー画面に移動するボタンの 2 つのボタンがあり、それら 2 つのボタンが大きな半透明の 1 枚のパネルに取り付けられている。パネルにはボタン以外にこのソフトウェアの名前と、最初の操作を促すテキストが書かれている。この画面では見栄えを重視し、木星が画面の中央下部に位置するようにカメラが設置されている。背景はこの画面を含むすべての画面において宇宙空間を模したものが使用されている

(文責: 西島圭亮)



図 5.1 ジュピコネのタイトル画面

5.1.2.3 木星のメニュー画面

この画面はタイトル画面で「木星を見に行く」のボタンを押した場合または Juno のメニュー画面で「木星」のボタンを押した場合に移動する画面である。この画面には「木星」、「大赤班」、「オーロラ」、「イオ」、「エウロパ」の 5 つの説明のボタンとタイトル画面に戻る「タイトルへ」のボタン、Juno のメニュー画面に移動する「JUNO」のボタンの計 7 つのボタンが配置されており、木星が画面の中央に位置するようにカメラが設置されている。

5 つの説明のボタンは、押されるとそれぞれの説明用の画面に移動するようになっている。例えば「大赤班」のボタンを押した場合、カメラは画面左側に大赤班を大きく映し出すように設置されたものに切り替わり、右側のスペースに大赤班の簡単な説明の文章が表示されるようになっているのだ。このようにして「木星」のボタンには木星の説明が見られる画面への移動、「イオ」のボタンにはイオの説明が見られる画面への移動といったように 5 つのボタンそれぞれに画面を移動する機能が割り当てられている。

また、この画面で「イオ」、「エウロパ」のボタンを押した際に見ることができるイオとエウロパについては大きさと位置が計算されているため、木星に対して正しい縮尺に設定されており、なおかつ木星周りの正しい軌道上に配置されている。

この画面の 5 つの説明のボタンの項目は、前期のプロジェクト学習で行ったセミナーにて取り扱った内容から選ばれている。そのため、これらの説明の画面で表示される文章はセミナーにて学習した内容を要約したものになっている。

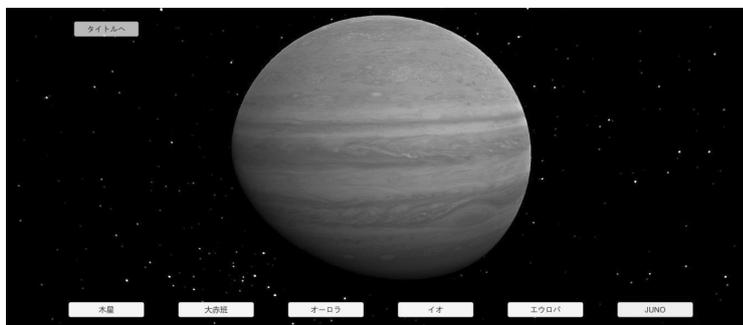


図 5.2 木星のメニュー画面



図 5.3 大赤斑

(文責: 西島圭亮)

5.1.2.4 Juno のメニュー画面

この画面はタイトル画面で「JUNO を見に行く」のボタンを押した場合または木星のメニュー画面で「JUNO」のボタンを押した場合に移動する画面である。この画面には「JUNO」、「ソーラーパネル」、「重力測定装置」、「磁力計」、「マイクロ波放射計」の5つの説明のボタンとタイトル画面に戻る「タイトルへ」のボタン、木星のメニュー画面に移動する「木星」のボタンの計7つのボタンが配置されており、木星探査機 Juno が画面中央に位置するようにカメラが設定されている。

5つの説明のボタンについては木星のメニュー画面と同様の機能が割り当てられており、Juno やその特徴的な観測機器の説明を見ることができる。また、これらの説明の画面で表示される文章は、グループ A(Wikipedia 編集グループ) から提供された文章であり、グループ A のメンバーがプロジェクト学習の活動として Wikipedia を編集した際に執筆したものとなっている。

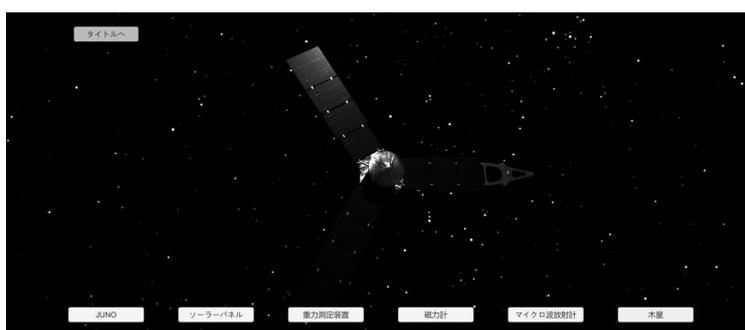


図 5.4 JUNO のメニュー画面



図 5.5 マイクロ波放射系

(文責: 西島圭亮)

5.1.2.5 VR モードでの操作

VR モードではワイヤレスコントローラー (DUALSHOCK 4) でカメラの位置や木星の角度を操作することができる。操作は以下のように割り当てられている。

- 左スティック上下：カメラの前進/後退
- 左スティック左右：カメラの左移動/右移動

(文責: 西島圭亮)

5.1.2.6 画面移動の実装方法及びデザイン

閲覧モードでの画面の移動はすべてカメラの制御とパネルのオン/オフのみによって行う。カメラ及びパネルはタイトル画面用のもの、木星及び Juno のそれぞれのメニュー画面用のもの、木星及び Juno のそれぞれの 5 つの説明項目の画面用のものの合計 13 個ずつ配置してある。これらの 13 個ずつあるカメラとパネルを、ボタンのみでオン/オフを切り替えるスクリプトによって制御してある。木星及び Juno のそれぞれのメニュー画面で用いられているパネルは透明で、パネル自体は見えないがこのパネルに 7 つのボタンが埋め込まれており、木星や Juno を視覚的に邪魔しないようなデザインとした。また、カメラの切り替えには Cinemachine というカメラワークを滑らかなものにする Unity のアセットを使用したため、木星とイオ及び木星とエウロパといったような惑星と衛星の間の距離感などが掴みやすいようなデザインにすることができた。

(文責: 西島圭亮)

5.2 成果の評価

5.2.1 成果発表会で受けた評価

2020 年 12 月 4 日 (金) に行われたプロジェクト学習成果発表会にて、我々のプロジェクトは 38 名の評価者から評価を受けた。この章ではこのプロジェクト学習成果発表会にて受けた評価及びコメントの内、発表内容に対する評価及びコメントを取り扱うこととする。発表内容に対する評価は 10 点満点中平均 7.55 点 (小数点第三位を四捨五入) であった。

5.2.2 良い点

発表内容に対するコメントの内、以下のような良い点が挙げられた。

- VR 技術を惑星という大きな規模のものに対して使うのは他にあまりない点。
- 新しい技術を用いて既存の技術を認知してもらうという試み。
- 多くの人が利用できるソフトウェアの制作というテーマが素晴らしい。
- 昨今のコロナ禍の環境でも利用できるソフトウェアであること。
- このソフトウェアを制作することになった動機が具体的である。

(文責: 西島圭亮)

5.2.3 悪い点

発表内容に対するコメントの内、以下の点が良い点として挙げられた。

- VR 技術に敷居の高さを感じる。
- VR 技術ならではの機能が少なく、VR である必要性を感じにくい。
- VR 技術を用いた利点が分かりにくかった。
- 今後の課題や展望といった点がもっとあってもよいと思われた。
- Juno についての学習で得られた新たな知見を取り入れられるとよかっただろう。
- どんな点がアピールポイントの VR ソフトウェアなのかが分かりにくかった。

(文責: 西島圭亮)

5.2.4 評価を受けて

前述のコメントをまとめると、良かった点として VR 技術を宇宙空間という非常に大きな空間に対して使っているという高い唯一性や、木星や Juno を多くの人に知ってもらうというこのソフトウェアを制作した動機が分かりやすく、かつその目標を達成するのに適したデザインであることなどが多く挙げられていた。それに対し、悪かった点として、VR 技術を用いる必要性が感じられないという点や VR 技術を用いたソフトウェアが本来持っているであろう利点や強みを生かし切れていないという点が多く挙げられていた。これらのことから、VR 技術を用いて本来できない有人探査を疑似体験するといった当初のテーマやこのソフトウェアを利用した人に木星や Juno に対して興味を持ってもらうといった目標に対して適したデザインではあったが、ソフトウェア自体の機能が少ないことなどから発生する利用者 (実際に利用したのではなくデモ動画を視聴してもらうという形ではあったが) の満足度の低さが問題となっていることが明らかになった。

(文責: 西島圭亮)

5.3 担当分担課題の評価

5.3.1 碓井

- スライド発表

担当教員が準備したスライドをプロジェクトメンバーと担当教員に発表するために、担当分野を発表した。担当分野は木星の性質や木星の周りを回っている衛星などであった。そして、発表スライドを作成した。しかし、発表で必要な情報であった Juno との関係性の説明が欠けていた。また、発表での説明が理解しづらい発表になった。そのため、スライドには何が必要なのかをメモする必要があると考えられる。加えて、自分の説明がその分野を知らない人が聞いてもわかるように自分自身でより理解する必要があると考えられる。

- 木星の電磁波の数値データのグラフ化

木星の電磁波の数値データを時間と周波数ごとの振幅の強さをグラフ化した。個人で作成した際は gnuplot や Python を用いてグラフの作成に取り掛かっていた。しかし、スペクトログラムと呼ばれるグラフ化を個人で作成するには難しかった。担当教員の指導の下 IDL を用いることでグラフの作成を可能とした。グラフの特徴についても担当教員とプロジェクトメンバーのおかげで理解することができた。

- プロジェクト時間外の会議の日程調整

プロジェクトメンバーの空いている日を調べるため、「調整さん」という Web サイトを使った。効率的に日程を調整することができた。

- GitHub の管理

JUNO AI Project (B グループ) では、VR 技術を使ったソフトウェアの開発をした。ソフトウェアのプログラムのバージョン管理を GitHub で行った。GitHub は複数の担当者が共同開発を快適に進めることができるアプリである。GitHub を使うことにより、単に情報を共有するだけではなく、プロジェクト進行や課題、コードレビューなど、チームでの作業における管理をより確実に、そしてスムーズに行うことができたはずだった。しかし、GitHub の使い方が難しくうまく活用できなかった。そのため、これからの共同開発のために GitHub について学び、慣れていく必要があると考えられる。

- 後期プロジェクト発表会でのポスターの制作

後期プロジェクト発表会での B グループのポスターの内容を制作した。B グループの活動内容をですます調に注意して制作することができた。しかし、助詞の使い方や言い回しが理解しにくい文章になり、担当教員に添削をもらった時に訂正が多くもらった。そのため、理解しやすく文法が正しい文を作成する能力を向上させる必要があると考えられる。

- 後期プロジェクト発表会での Web サイトの制作

Web サイトでは、ジュピコネの操作説明やデモ動画の動画編集を行った。ジュピコネの操作説明は写真を使うことでわかりやすく説明することができた。デモ動画ではテロップを入れることで、ジュピコネの操作者が理解しやすくなるように制作した。しかし、ジュピコネをプロジェクトメンバー以外で動かした者がいないため、ジュピコネの操作者が動かすにあたって理解しやすかったかどうかはわからないため、改善の余地があると考えられる。

(文責: 碓井飛芽)

5.3.2 吉田

- スライド発表

指導教員から配布された資料の自分の担当箇所を調べた。その後、スライドにまとめて発表を行った。翻訳が上手にできず、完全に理解できた状態で発表に望むことができなかった。そのため、他のグループメンバーへの説明が思うようにできなかった。また、質疑応答に関しても、すぐに答えることができなかった。そのため、質疑応答で予想される質問に対する答えをあらかじめ用意しておく必要があった。

- 木星の電磁波の数値データのグラフ化

木星の電磁波の数値データを時間と周波数ごとの振幅の強さのグラフ化を行った。指導教員に与えられた期間内に、グラフ化どころか何一つ課題の達成に近づくことができなかった。原因として、一つの方法でしか考えていなかったことがあげられる。改善点としては、課題解決がうまくいかない場合、その課題に多面的に取り組むことが必要であると考えた。

- 情報共有

プロジェクトにおける成果物に対して、どの知識を習得すべきかを調査して共有した。

- ジュピコネの提案

木星と Juno で何か他の人の注意を引くことができるものはないかと考えた。また、何かアプリケーションを開発したいメンバーが多かった。そのため、これらの条件を満たすジュピコネの基となるアイデアをグループメンバーである三上と共に提案した。

- ジュピコネに関する機能の実装

私が実装した機能は二つある。一つ目は、宇宙空間の再現の実装を行った。木星空間を再現するには、どこまで移動しても星の空間が見える景色を再現する必要があった。初めての Unity での実装経験ということもあったが、グループメンバーと連絡を取り合うことで、土台となる機能を実装することに成功した。二つ目は、VR を動作させているときに使うコントローラー機能の実装を行った。VR を購入した際の付随のコントローラーはボタンが少なく、Android のみの対応だった。これらの理由により、グループメンバーと相談して、Dual shock4 を用いることを決定した。この、コントローラーは iOS にも対応しておりボタンも多いため、今後の汎用性が高い。実際に、アプリケーションの操作はかなり快適になった。

- ジュピコネの動作確認

Android を所持しているグループメンバーは少なかった。そのため、ビルドと実機での動作確認を担当した。ビルド時、Android と PC の間で不具合が生じた。その際、動作確認を行うまで約二週間経った。動作確認をしなければ、次の開発へ進めることができなかった。グループメンバーに対して、迷惑をかけてしまったことに対して、深く反省した。

(文責: 吉田一裕)

5.3.3 三上

- プレゼンテーション

電波とドップラー効果に関する資料の調査を担当し、調査したものをまとめて発表を行ったが資料が英語で分かりづらかったことや、調査時間が不十分で解答できない質問が発生した。

- 実行環境に関する知識習得とメンバーへの指導
Unity についての知識を習得し、他のグループメンバーへ習得技術の共有などを行った。しかし、知識が少なく実現したい機能を実装することができなかった。
- アプリケーション機能の考案、アプリケーションの要件定義
アプリケーション開発を行う前に実装する機能や、対象とするユーザー、想定する利用方法などを決定してアプリケーションの開発を行った。しかし、考案する時間が不十分だったためか成果発表で指摘された際に非常に興味深い機能に関するアイデアを提供されることになった。
- GitHub の使用方法に関連した、知識の習得とグループメンバーへの指導
GitHub を利用する際に GitHub Desktop を用いた。その知識をグループメンバーへ共有したが、GitHub Desktop や GitHub に関する知識が乏しく有効的に活用することができなかった。
- 使用端末に含まれるジャイロセンサーを活用した視点移動の実装、VR モードの導入
使用端末のジャイロセンサーを活用した視点移動の実装、VR モードの導入を行った。しかし、ジャイロセンサーにおいて起動時のカメラ方向が想定していた方向と異なる問題が発生し、修正ができていない。起動後に修正は可能であるが、今後起動時に想定する方向を向くために機能の修正を行う必要がある。
- ジュピコネの動作確認
Unity Rmote を利用して動作確認を行った。しかし、このアプリケーションは IOS、Android を対象としたアプリケーションであるため少なくとも一度はビルドして動作確認する必要があると考える。

(文責: 三上晴也)

5.3.4 西島

- Unity で開発を行うための知識をインターネット上で習得
今回の VR ソフトウェアの制作の活動の中に限って言えば、自分に割り振られたタスクを完了させるのに十分な知識を身に着けることができたと思う。しかし、VR ソフトウェアの出来栄が満足いくものでなかったことや、今後とも深めていく必要がある知識であることを考慮すれば、もっと積極的に習得しておくべきであったと考えている。
- アプリケーションの機能の考案
成果発表会でのフィードバックで、VR ソフトウェアの機能に関するコメントをたくさんいただいた。その中で多かった意見が、VR 技術を用いているにも関わらず VR 技術の強みを生かしていないという意見や VR 技術を用いた必要性が感じられないという意見だった。これは偏に私がこの VR ソフトウェアの機能の拡張や追加を考えていなかったことが原因だと考えられる。グループメンバーと話し合っただけ追加機能を考えるなどいくらでも選択肢はあったため、この失敗を次に繋げられるよう尽力していきたい
- GitHub に関する知識の習得と GitHub を用いた開発状況の共有
大まかな使い方を習得することができたことや、自分の作業で更新があった度に GitHub を用いての開発状況の共有ができていたことから、この課題についてはおおむね満足した結果が得られていると考えられる。

- GitHub の使用方法に関連した、知識の習得とグループメンバーへの指導
木星と Juno で何か他の人の注意を引くことができるものはないかと考えた。また、何かアプリケーションを開発したいメンバーが多かった。そのため、これらの条件を満たすジュピコネの基となるアイデアをグループメンバーである三上君と共に提案した。
- 画面遷移、パネル及びボタンの配置、カメラの配置、スクリプトの作成
ここに挙げた作業はほぼすべて一人で行い、成果物の VR ソフトウェアにもそのまま実装されたので私個人としては非常に満足している。最低限の機能だけでなく、Cinemachine という Unity のアセットを用いて高クオリティなカメラワークを実装したりなど、情報を集めて自分で使えるようにするというプログラマーにとってぜひとも習得しておきたいスキルを習得する第一歩を踏み出すこともでき、かなり有意義なものになったと考えられる。
- ジュピコネの動作確認
Unity Remote を利用して動作確認を行った。しかし、このアプリケーションは IOS、Android を対象としたアプリケーションであるため少なくとも一度はビルドして動作確認する必要があると考えた。

(文責: 西島圭亮)

5.3.5 大崎

- プレゼンテーション
電波の発生源についての論文を担当し、プレゼンを行うことで担当分野の情報を共有した。しかし、電波の発生源という単元の論文を読むために磁場やプラズマ、オーロラなどの知識が必要で読解するのに時間を要してしまい、電波の発生源と Juno の関係性について情報をまとめることができなかつたことが反省点である。
- ツールの提案、導入
プロジェクトを円滑に進行するために以下のツールの導入した。
 - Trello
 - miro
 - Discord
 - Git/GitHubTrello を導入することでタスクを明確にでき、管理が容易になった。Trello には Chrome の Elegantt というガントチャートを作成することでプロジェクトのタイムラインを可視化することが可能であったがタスク管理を後述する GitHub のプロジェクトボードに移行してしまったため用意はしたが使われることはなかった。自分が有用だと思うツールや機能が他のメンバーやグループにとって必ずしも有用であるとは限らないのだと学んだ。後期にどのような成果物を開発するかの話し合いで質の高いアイデアを生み出すために miro の導入を提案した。miro は複数人での作業が可能であるオンラインホワイトボードサービスでマインドマップの作成に用いた。オンラインの活動が中心だったため、複数人で同時に作業することができる miro はプロジェクトの進行を円滑なものにしてくれた。メンバーの開発環境をより良い環境に整えたいと考え、Discord を導入した。Discord は zoom と比較して開発時では有用であった。ボイスチャンネルとテキストチャンネルを複数作成可能で担当ごとに分かれて作業が容易であることとメンバーのステータスが表示されるため作業状況を確認す

ることが可能であったからだ。また、画面共有を複数人同時で行えるので共有したい情報がある場合の作業が容易になる。Discord を導入した結果、コードやデモの共有が容易で開発を捗らせることができた。ソースコードのバージョン管理に Git を導入し、共同開発とプロジェクト管理のために GitHub を導入した。同時に複数の機能の実装、コードの共有で有用であった。また、GitHub のプロジェクトボードを利用したことで開発するサービスの機能をプロジェクトボードで管理し、各機能の優先度やメンバーが取り掛かっているタスクを可視化したため、グループの透明性を高めるのに有用であった。以上のことから私は自分の課題であるプロジェクト活動をツールやフレームワークを提案することで円滑に進めることを達成できたと考える。

- Git/GitHub の使用方法の指導

Git/GitHub の導入を提案し、日頃から Git/GitHub を使用しているメンバーが私だけだったため、使用方法についての指導を行なった。勉強会は実際に Git/GitHub を使用しながら指導する形式で行なった。メンバーの習得が早く、メンバー間で教えあっていたため開発時には Git/GitHub を活用することができていた。

- アプリケーションの仕様の考案

ジュピコネのレイアウトやジュピコネの画面下にある説明ボタンを押した時に大赤斑などの対象が画面に映し出されるように画面を遷移させる機能などの提案した。反省としては VR であることを活かした機能の提案ができなかったことである。

- ジュピコネの動作確認

VR ゴーグルと Iphone を利用して動作確認を行なった。当初、想定していたメインの機能を実装することができていたがビルド時に不具合が発生してしまい Unity Remote を利用しての動作確認だったことが反省点である。

(文責: 大崎敬太)

5.3.6 尾形

- スライド発表

相対距離の考え方については難しい内容でないため支障はなかったが、SETI という取り組みについて初めて知ったものであり、調査や理解が不十分となったため、教員たちの求める内容での発表が行えなかった。教員のアドバイスにより、Juno との密接な関係が存在したことを知った。それを知ったうえで後日調査した際は十分な量の情報が得られたため、自身の調査の仕方に問題があったと考えられる。

- 木星の電磁波のグラフ化

自力で作成した際はエクセルや gnuplot といった IDL とは別のソフトウェアを使用していたが、スペクトログラムと呼ばれるものを作成するには困難な技術力であったため、担当教員の得意とする IDL を用いて指導の下グラフ化を可能とした。これについては例年成功する人が限りなく少ないため、あまり問題ではなかった。グラフの特徴についても教員のアドバイスのもと、話し合うことができた。前提知識が少なかつたため、教員のアドバイスが非常に役立つとわかる。

- 情報共有や意見交換

これを行ったことで、メンバーへの積極性を評価されるなど、前期の活動においてメンバー

同士の交流の良い先駆けとなったと考える。

- 3D モデルの導入とプラグインのインストール

3D モデルやプラグインのインストールの方法はすぐ調べられるものであるため、難しいものではなかったが、Unity へのインポート後の操作についてはいくつか試行が必要であった。NASA 以外でのフリー素材でここまで鮮明なテクスチャがなかったため、これらの導入は再現性の高い制作物への可能性を見出せたと考える。

- Unity の知識の共有

Unity についてわからないことがあったメンバーが積極的に共有してくれたおかげで、自分も素早いレスポンスができたため、効率的な情報共有が可能となった。Unity についての技術の事前習得の課題を前期のうちに数人に割り振ったことは非常に有効であったと感じる。

- Juno の軌道の検討

開発環境における縮尺での楕円形の 3 次元関数の作成及び座標を計算するアルゴリズムは作成することができた。しかし、それを Unity に反映させるための線を表示する C# スクリプトの作成ができず、導入ができなかった。自力での反映方法の調査が不十分であったため、有識者の手助けが必要であると感じた。

(文責: 尾形基記)

第 6 章 今後の課題と展望

6.1 今後の課題

本プロジェクトの VR 開発は 10 月より新たに始まったものであり、機能についてはいくつか不完全なものがある。それらを今後の課題として以下に挙げていく。

1. ジュピコネのモードの統合

本プロジェクトで作成したジュピコネは、閲覧モードと VR モードの 2 種類に分かれて作成を行った。現在はそれぞれのモードが独立して動く状態であるため、閲覧モードでの場合に視点の移動が自由に行えず、VR モードでの場合に視点の操作以外の機能が備わっていないという欠点がある。そのため、あらゆる角度からオブジェクトを閲覧しながらその情報を見ることができない。よって、これらのモードの統合を行う必要がある。しかし、この統合を行うためにはそれぞれのモードでのカメラ移動に使われるアルゴリズムや機能性も統合する必要があるため、発表会までに行うことができなかった。ジュピコネをよりリアリティのある作品とするならば今後この統合が重要となるだろう。

2. 木星の内部構造の追加

発表内容のコメントや発表中の質問にて、木星の内部構造を閲覧できる機能があるとよいという意見をいただいた。今回作成した木星のオブジェクトは NASA が無償で提供している 3D モデルを使用しており、こちらは球体のオブジェクトに精密なテクスチャを張り付けたものとなっている。そのため、内部構造を表す機能を追加していなかった。しかし、木星を学習するデバイスとして内部構造を閲覧できる機能は必要であると考え。今後作成するにあたって、この機能の追加がより高度な学習システムの構築となるであろう。

3. VR の機能としての活用

NASA の提供する、PC で利用可能な”NASA eye’s”というソフトウェア [1] において、木星に関する項目を VR でも再現できるように考えたのが本プロジェクトのきっかけの一つである。5.2 節で記載した、VR 技術ならではの機能の搭載が少なかったという評価も、そのソフトウェアに近づけようとしたために VR ならではの機能の搭載をおろそかにしてしまっていたからであると考え。今後は、VR 技術ならではの機能として、視点操作の拡張性や新しい機能について考案していきたい。

4. 対象物の明確化

現在の閲覧モードでの説明表示のために視点が移動された際、説明対象が見える位置まで視点が移動するが、どれが対象なのかが表示されない。そのため、どの部分について説明しているのかが分かりにくいという障害があった。これまで線を描画する機能をつけようと試みていたが、それを行うことはできなかった。また、評価コメントにてこの問題についての指摘があり、加えて色で対象物の見た目を変更するというアイデアも提供していただいた。2 つ目の課題で述べたように、現在はテクスチャを張り付けた状態となっているため、これを行うことができないが、対象物に色を付けたテクスチャを新たに張り替えて表示することで、このアイデアを実行できると予想される。

6.2 今後の展望

今後の展望として、この VR デバイスがより改良され完成することができれば、私たちが最大の目的とする、教育機関への導入をおこなっていきたい。そこでも新たな課題が発生されると考えられる。またそれを改善していき、より学習効率が高く、関心を抱くことのできるようなデバイスの開発が行われてほしいと願う。また、これが行われることにより、木星をはじめとする、宇宙への興味をわく人が増えてほしいと思う。

(文責: 尾形基記)

第7章 インターワーキングと今後の課題

7.1 碓井

前期のプロジェクト活動では Juno や木星について学んだ。まず、プロジェクトメンバーは担当教員からの Juno や木星の講義を受けた。講義後、疑問に感じるところを質問した。私はそれぞれの発表会でわからないことが多々あったがあまり質問をすることをしなかった。なので、私はわからないことがあるなら質問するべきだったと考えている。次に、担当教員から Juno や木星についての論文とスライドが配布された。Juno と木星についての知識を深めるため、前期のプロジェクト活動では各々 Juno と木星について書かれた論文やスライドをプロジェクトメンバーと担当教員に発表を行った。このプロジェクト活動では、発表でのスライドを各々作成してプロジェクトメンバーとの情報の共有を行う活動であった。また、論文を読んでわからなかったところなどは、インターネットを用いて調べたり、担当教員からの説明を受けて理解するようにした。私が読んだものは木星の軌道と木星の軌道を回る衛星について書かれたものを担当した。私はこの活動での反省すべき点がたくさんあったと考えている。1つ目は発表で必要な情報を説明することができなかった。発表では Juno との関係性を説明する必要があったが、私は説明し忘れてしまった。なので、今後の課題として発表を行うときに発表に必要な情報が入っているかどうかを調べる必要があると考えられる。私の発表ではプロジェクトメンバーや担当教員にあまり理解してもらえなかった。この原因としては、難しい情報をそのまま難しい情報として紹介してしまったことが原因であったと考えられる。配布された資料が英文で書かれていたため、理解するのが難しかった。そのため、インターネットで資料を見てわからなかったところなどを検索したが、Juno や木星についての資料は英文の資料が多いため、よく理解することができなかった。加えて、配布されたスライドの読み込みが少なく、またどのように情報を伝えれば理解してもらえやすいかあまり考えてなかった点あげられる。今後の課題として、聞き手の気持ちになり、理解しやすい発表を心がけ、発表内容をしっかりと理解する必要があると考えられる。また、発表会での私が聞き手であるときあまり質問することができなかった。主な原因としては、発表会前に発表する論文やスライドの情報を概ね理解していないことであると考えられる。加えて、質問する意識の低さが考えられる。今後の課題として、意識を高く持ち、事前知識の収集があげられると考えられる。また、前期でのプロジェクト活動でのグラフ化では、私は一人ではうまくグラフ化することができなかった。主な理由としては、担当教員の説明が英語での説明であったため、よく理解できなかったことがあげられる。今後の課題として、私は英語力の向上が必要であると考えられる。加えて、私はプログラミングが苦手なため、理解が難しかった可能性がある。なので、プログラミングにさらに慣れる必要があると考えられる。しかし、プロジェクトメンバー同士で話し合うことにより理解することができた。その結果、IDL でのファイルからデータを参照する方法、スペクトログラムの特徴などを理解することができた。また、前期でのプロジェクト活動では、NASA's Eyes というアプリケーションを使い、様々な点から Juno や木星についての知識を深めることができた。また、後期のプロジェクト活動での制作物であるジュピコネを制作するにあたって NASA's Eyes を参考にして制作した。しかし、NASA's Eyes のようにクオリティーの高い宇宙を制作することができなかった。今後の課題として、クオリティーの高いものを制作できるプログラミング技術を習得する必要があると考

えられる。

後期のプロジェクト活動では本格的にグループに分かれて制作物を作成した。私はBグループに所属した。Bグループでは、VR技術を使ったソフトウェアの開発をした。まず、どのような制作物にするかの話し合いを行った。制作物の機能のアイデアを出し合い、できないものや作りたくないものなどを切り捨てた。この作業を通して、アイデアを出すことの難しさを知ることができた。私はアイデアを出していくうちに、新たなアイデアあまり思い浮かばなかった。今後の課題として、たくさんの知識を身に付け、たくさんのアイデアが思い浮かぶようにする必要がある。ソフトウェアの開発を円滑に進めるため、プログラムのバージョン管理をGitHubで行った。しかし、GitHubの使い方が難しくうまく活用できなかった。Webサイト等で調べたが、使い方をよく理解できなかった。しかし、グループメンバーに教えてもらいながら使うことができた。私はチーム開発に必要なアプリケーションを知ることができたので、私にとっては有益だったと考えられる。今後のチーム開発を行うにあたって役に立つと考えられる。また、ジュピコネの開発はUnityというアプリケーションを使用した。私はUnityを使用して、VRソフトウェア内のカメラ制御を担当した。しかし、私はカメラ制御をUnityで行うことが難航したため、グループメンバーに協力してもらった。私はUnityを初めて使用して、使い方がわからなかったため、インターネットで調べながら作業を行った。そのため、わからないことを調べる時間が多く、作業を進める時間が少なかった。加えて、プロジェクト活動の時間内でできなかったことをプロジェクト活動の時間外で行う時間が少なかったのも原因の1つであると考えられる。この作業を通して、私はUnityの使い方を理解することができたため、この作業は私にとって有益だった。加えて、プログラミングをするうえで、わからなかったことが多かったためエラー等の検索力が向上した。また、チーム開発で問題になることなどを知ることができた。1つ目の問題は、無駄な雑談で活動が円滑に進まない状況があった。それぞれがその日に何をすべきなのかなどを明確にするために、議題をメモしてメンバー内で共有すべきであったと考えられる。2つ目の問題は、意見またはアイデアを出さないと開発が進まないことがあった。メンバーそれぞれが意見またはアイデアを出さなければ、よい制作物を作成できないと考えられる。加えて、意見またはアイデアを出さないとどのような制作物を作るのか決まらないため、時間が過ぎ、制作時間が減る。今後の課題として、チーム開発をより良くするために意見またはアイデアを出さないとより良いものは開発できないという意識を強く持つことが重要だと考えられる。3つ目の問題は、メンバーそれぞれに仕事をうまく割り振ることです。うまく割り振れないと、作業が遅延して次の作業ができなかったりする。加えて、メンバーの能力を考えて仕事を割り振ることが大事なので、ほぼ初対面の人とチーム開発を行うという点ではうまく仕事を割り振ることは難しかった可能性がある。そのため、作業をあまりしていない人と作業をたくさんしている人がいたように考えられた。今後の課題として、メンバーそれぞれの能力を知る術を身に付ける必要があると考えられる。加えて、メンバーで作業が難航しているのかの現状報告を毎回の会議で行う必要があると考えられる。

(文責: 碓井飛芽)

7.2 吉田

前期では、前述した通り指導教員により配布された資料を要約し、オンライン上で発表した。コロナによる影響があることで前期はすべての授業がオンラインとなったことで、発表は画面共有のもと行われた。しかし、電波が悪い時間帯もありうまく聞き取れない場面が多々あった。聞き手

の質が低下するため、来年度からは事前に発表動画を録画して、Slackなどで共有する。その動画を、次の授業までに視聴しておくことで改善されるだろう。データ分析では、共有事項が多い。そのため、画面共有のみならず、事前に教科書のようなスライドが用意されているとより、時間の効率化を図ることができる。また、他のことに取り組む時間ができらるだろう。ジュピコネでは、完成したアプリケーションの説明動画が上手いかなかった。VRの臨場感が表現できなかったからである。VRが伝わってこないとのコメントを成果発表会の際に、指摘を受けた。来年も、VRによる成果物を作る際には、VRの臨場感を伝える工夫をすることが好ましい。

(文責: 吉田一裕)

7.3 三上

今回のシステム情報科学演習(プロジェクト学習)では例年とは異なり、コロナという特別な事情の中従来のシステムとは大きく変化したことにより様々な経験をする事ができた。このようなチームで行う活動はこれまでも講義などで経験はあったものの、1年という長期間での活動は初めてだったこと、チームで開発を行うことが初めてだったこと、そもそも木星や探査機 Juno に関する知識が乏しかったため大変だった。前期の活動では初めてのプロジェクト学習だったこともあったのか受動的な態度になり、教員とのコミュニケーションがうまく取れず Juno や木星に関する知識を得るために指示されたことがよく理解できず、電波天文学についての勉強をすることになったこと、IDL を利用することになった際はソースコードを理解するのに教員に質問をすることがなかったで時間がかかってしまい、前回と同じ活動をしてしまうこともあった。そのため、勉強やコードを理解する作業をしているときは何か疑問があったら積極的に質問するまたはインターネットなどを利用して調査して効率的に学習していくようにしたい。

後期ではプロジェクトメンバーがそれぞれのグループに分かれ、活動を行った。私は VR アプリケーションを開発するグループとして活動をしていた。しかし、グループの活動を開始するのが遅くなってしまったため、使用したゲームエンジン Unity に関する技術と、コードの管理に利用した GitHub に関する知識を習得する時間とアプリケーションに関して実装する機能や画面設計などの要件定義を行うことが十分にできなかった。また情報共有などコミュニケーションを取る機会も少なく、作業の分担が上手くできなかったこと、分担した部分の内容をメンバーに分かりやすく伝えることができず、他メンバーがその作業を担当した際に状況を理解するのに時間がかかってしまい、新しい機能を実装するのに時間がかかってしまったことにより成果発表で VR を利用する意義を理解してもらえなかったり、拝聴者から機能面に関する興味深いアイデアを頂いたりなど機能等に課題が残る結果となった。そのため、アプリケーションの開発をする際はアプリケーションの機能や画面設計、UI 等についてディスカッションする要件定義の時間やアプリケーション開発に必要な知識を習得するための時間、その知識を他メンバーと共有する時間を十分に確保すること、作業分担した際はコードであればコメントアウトでこの行が何をしているのかを記述するなどをして担当者以外にも容易に理解ができるようにすること、定期的に進捗や現在の問題点を共有しディスカッションする機会をより多く設けることでより効率的にアプリケーション開発を行っていききたい。

また、個人的に成果物に関する今後の課題としては機能面に対して未完成の状態である。なかでも VR モードを使用する際は PS4 のコントローラーを使用して操作するものだが、他の Oculus や nintendo switch、xbox 等のコントローラーでは現状操作ができない。なので、今後は主要な

コントローラーでも操作が可能になるように機能の改変をしていきたい。VR モードでの視点移動では、スマートフォンのジャイロセンサーを利用してアプリケーションを起動したときのスマートフォンのジャイロセンサーを初期値とし稼働中もジャイロセンサーを取得しながら初期値との差を常に反映して視点の移動を可能にしている。しかし、現状では VR アプリケーションではないが、三人称視点または一人称視点のシューティングゲームで出来る視点のリセットを行うことができない。これは、初期値をリセットした時のジャイロセンサーの値に変更することで実現できるかもしれないが、まだ改良ができていないので今後改良していきたい。他にも今回作成したアプリケーションには木星の衛星であるイオやエウロパの 3D モデルを搭載している。しかし、現状は木星付近を見ることが可能ではあるのだが、イオやエウロパを見るためにはある程度の距離を移動する必要があり、また木星や Juno 等以外にモデルを配置しておらず、距離があり、木星付近からイオやエウロパを見ることができないためイオやエウロパを見に行くことが難しい。そのためカメラの表示距離を拡大する、イオやエウロパ付近に移動できる機能を実装する等で解決を図っていきたい。また、成果発表会で聴講者から頂いた意見で木星にはとても特徴的なもの例えば、オーロラのようなものがあるが、それを視覚的に楽しむことができたら良いのではという意見があった。私はその意見を踏まえてオーロラ等の木星の特徴的な現象をジュピコネに実装することでより面白くリアリティがある VR アプリケーションにしていきたい。

(文責: 三上晴也)

7.4 西島

前期は大まかにセミナーとデータ分析の 2 つの活動を行った。セミナーでは木星の放射線についての資料をまとめ、完全に理解することができなかつたながらもプロジェクト全体に発表するところまではこぎつけることができた。データ分析では IDL を用いてスペクトログラムを作成した。前期の終わりごろにスペクトログラムのわずかな違いについて分析するという目標を立てたが、後期からは VR グループとして VR ソフトウェアの制作に取り掛かることになったので、スペクトログラムの分析はデータ分析グループ(グループ A)に任せることになった。後期は成果発表会までひたすらに VR ソフトウェアの制作に尽力した。カメラやボタン、パネルの配置に加えてスクリプトも全て一人で記述し、まずまずの出来に仕上がったと思っていたが、VR 技術の特性を生かしきれておらず、満足のいく評価は得られなかつた。今後の展望として、問題視されていた VR 技術の特性を生かしきれていないという点を克服するために、今よりも VR 技術を用いた機能を増やすといったことや VR 技術ならではの強みになるようなポイントを作ることが挙げられるだろう。

(文責: 西島圭亮)

7.5 大崎

本プロジェクトは日本における Juno や木星についての認知度を高めることを目的に活動した。前期では Juno と木星についての知識を深めるセミナーと NASA が公開している Juno が観測したデータのグラフ化を行なった。セミナーでは担当教員から指定された論文を分担して読解し、プレゼンテーションすることで情報の共有を行なった。質疑応答の時間が設けられていたが見当違いなことを発言してしまうことを恐れて質問を積極的に行えなかつた。活発な活動を行うために積極

的に質問をし、メンバー全員が質問を投げやすい雰囲気を作るべきであったと後悔した。セミナー以外のプロジェクト活動時間はデータ解析を行っていた。具体的には NASA の Web ページに置かれているデータをダウンロードし、IDL を用いてスペクトログラム化した。データのスペクトログラム化は難易度が高く、担当教員が講義のような形で指導を行った。後期、開発が始まってから上がった問題の一つに前期活動中に後期活動に向けての準備が不足であったというものがある。夏休みに開発する成果物について考え機能の割り出しなどを行なったが Unity やモデリングなどの技術習得するための時間が少なく開発に手間取り、夏休み序盤に急いで成果物を考えた弊害で開発中に仕様や機能に悩まされる事態が発生していた。後期活動で前期に行なったデータ分析が活かされることはなかったため、データ分析の時間を削って成果物についてのアイデアソンや勉強会に時間を使えないか相談すべきであったと反省した。前期の後半では miro を用いてマインドマップを作成し、グルーピングすることでアイデアの質を高めようと試みたがアイデアを发散、収束させるフレームワークについてメンバーにフレームワークについて理解するための活動を行えず、アイデアの質が高まったがスムーズにアイデアソンを進めることができなかった。後期の活動では、Git/GitHub などのツールの導入やジュピコネの仕様の考案、会議のファシリテーター、タスクの管理と各人へのタスクの割り振りなどを行った。前期ではタスク管理ツールとして Trello を導入していたが夏季休暇中からは GitHub のプロジェクトボードというタスク管理ツールに移行した。タスクを GitHub の issue に紐づけることができるので個人のタスクの状況や問題を把握しやすい利点がある。Trello はガントチャートを作成できる拡張機能があり、プロジェクト全体のタスク管理では有能であったがグループ単位で開発となると GitHub に軍配が上がった。グループ単位での透明度はオンライン中心での活動という制約がありながらも高く維持することができたが、あくまで学生のグループという枠では透明度は高かったが、担当教員への透明度に関しては低かったと反省している。活動日には一度、進捗報告を行っていたが仕様のドキュメントや現状の各個人の活動状況、プロジェクトの進行方法などを密に共有することができなかった。この問題に関しては GitHub のプロジェクトボードを担当教員も確認できるようにするか各活動日の記録をドキュメント化し、共有すれば防ぐことができた。最後の反省としては、成果発表会用に作成した動画でジュピコネの価値を伝えきれなかったことである。VR 時のゴーグルを装着しているユーザーが見ている映像はスマホの画面を VR ゴーグルを通して視認しているものであってスマホ画面を収録しても VR であることを伝えるのが大変難しく、動画を視聴した方達から VR を使っているのか分かりづらい、VR を使う意味が分からないとの評価を得てしまった。自分たちの成果物の魅力を伝えきれなかった。開発に時間をかけすぎて動画作成の優先度を下げってしまった。開発だけでなく自分たちの成果物を聞き手にいかに効果的に伝えるか考えることにも時間をかける必要があったと反省した。

(文責: 大崎敬太)

7.6 尾形

前期では、Juno や木星についての前提知識を得るために、まず担当教員によるセミナーを受けた。その後、教員から配布された資料を参考に、スライドを用いた発表を行った。事前に 10 人で 10 個の資料を用いて発表を行うが、発表の仕方や日程については学生が話し合って決める形となっていた。その際に一人一つの資料を用いて発表を行うこととしたが、私は調査のやり方が悪かったために不十分な情報量での発表となってしまっていた。2 人で 1 つの資料を用いて一人当た

り2回の発表を行う形式であると、より詳しく正確性の高い調査をしたうえでの発表が可能となったかもしれない。来年度でもこのようなスライド発表の機会がある場合は、2人以上での調査・発表を行ってほしいと思う。次に、木星の電磁波データのスペクトログラム化を行った。IDLと呼ばれる、C言語を利用したデータ解析に特化したソフトウェアを用いてスペクトログラム化を行い、NASAが無償で提供をしている木星の電磁波データを扱った。初めてIDLを使用し、難しい説明の中作成を行った。基本的に説明のあったものをそのまま写した形となってしまったため、理解できた部分は非常に少ないと考える。このカリキュラムでは非常に短い期間でのスペクトログラム化であり、IDLの理解も全然できていないため、効果は薄かったと思う。また、膨大な量のデータを用いた作業であったため、pcのスペックによってはグラフの表示が非常に時間のかかる作業であった。このカリキュラムが来年度でもある場合は、pcのスペックについてももう少し考える必要があった。

後期では、Unityを用いたVRデバイスの作成に取り組んだ。NASAの提供する3Dモデルを見つけるまでは、blenderを用いて、自力で採したテクスチャを張り付けるのみの3Dモデルを使用しようとしていた。NASAの3Dモデルがなければ、非常に解像度の低い木星であったほか、Junoやエウロパなどの衛星の導入も不可能であっただろう。今後の課題に記した木星の内部構造の表示を行うには、この提供された3Dモデルの構造自体を理解し、木星の内部構造も理解しなければならない。非常に難しい作業となるかもしれないが、このVRデバイスの発展には大きく貢献できると思う。私が直接導入できた部分はこの3Dモデルのみとなっており、作業の時間と成果物の割が合わなく、非常にもどかしく感じる。来年度は木星の内部構造の表示や、私のできなかった線の描画を可能とし、より分かりやすい項目の表示を可能とする必要があると考える。

全体を通して、私は積極的に情報の共有や報告を行ってきたが、それに伴って必要ないこともたくさん話してしまっていたと反省している。自分ではなごみながら作業が行えていたが、客観的に見ると無駄話をしながら作業をしているような状態となっていたと感じる。オンラインでの作業ということもあり、少し雑になってしまったため、改善していきたい。

(文責: 尾形基記)

参考文献

- [1] NASA's eye's. <https://eyes.nasa.gov/>, (2020/7 アクセス).
- [2] NASA が提供する木星の情報. <https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter/by-the-numbers/>, (2020/9 アクセス).
- [3] JAXA が提供する Juno の情報. <http://www.isas.jaxa.jp/j/forefront/2014/yoshioka/03.shtml>, (2020/9 アクセス).
- [4] Mitaka 公式サイト. <https://4d2u.nao.ac.jp/html/program/mitaka/>, (2020/9 アクセス).