

# Juno AI Project

1017136 小池仁 Hitoshi Koike

## 1 プロジェクト概要

### 1.1 背景

NASA ではニューフロンティア計画の一環である JUNO Project が進められている。ニューフロンティア計画とは、惑星科学会によって最重要とされたミッションを実行に移すというものである。JUNO Project は、ニューフロンティア計画の第二弾であり、Juno を用いて木星を調査し、木星型惑星の誕生から、惑星として形成されるまでの過程を解明することを目的としている。また、Juno は木星の重力場、磁場、磁気圏などを調査している。そして、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 などの学術雑誌で発表されている。また、Juno の観測データは十分に蓄積されており、これを解析することは様々な現象の物理的性質を理解する上でとても重要である。

### 1.2 目的

1 節で述べられた背景を踏まえ、本プロジェクトの目的を二つ定めた。それらを以下に示す。

1. Juno が観測した木星のデータを解析し、新しい発見や知見を得る
2. 多くの人を楽しめる Juno に関するコンテンツを制作し、日本における Juno の認知度を高める

1 で得られた知見や発見を 2 のコンテンツ制作で活用することも念頭においた。また、2 の目的を達成することにより、最終的に宇宙研究に対する関心を高めることが目的である。

### 1.3 従来例

現在、木星や Juno の情報はウェブサイトで発信することが多い。NASA のウェブサイトでは Juno が観測して得たデータを無料で公開しており、そのデータは様々な研究機関で活用されている。学術雑誌には、Juno の観測データを活用した研究成果が論文として多数掲載されている。また、Youtube では NASA が運営するチャンネルに、観測機器の解説動画がアップロードされている。日本では、JAXA や国立天文台などのウェブサイトで木星の情報が掲載されている。木星と宇宙に関する情報は言語を問わず、多数存在する。しかし、Juno に関する情報をまとめて掲載しているウェブサイトは少なかった。日本語で Juno の観測機器について情報を掲載しているサイトは、2017 年度に本学で発足した JUNO watch プロジェクトによって制作されたウェブページ以外確認できなかった。

### 1.4 従来の問題点

Juno の観測データを活用した研究成果は主に Nature 誌や Science 誌などの学術雑誌で公開されているが、それらの情報は専門用語が多く、専門家以外の人にとって難しい内容である。これにより、木星や Juno に関心があっても、学習意欲が制限されてしまっている。また、日本語で Juno の情報を扱うウェブサイトは少なく、また、どのウェブサイトも同じ内容を掲載しているだけであった。JUNO watch プロジェクトが制作したウェブサイトは Juno に関する情報量が不十分であった。また、このウェブサイトへのアクセス手段はインターネットからの検索のみであったため、閲覧者を増やすことは困難である。

## 1.5 課題

以上を踏まえ、本プロジェクトでは Juno の認知度の向上、および情報発信を目的とし、次のような課題を設けた。

- 木星や Juno の最新情報を収集し、それをまとめる
- 木星や Juno の情報まとめたウェブページを制作する
- Juno のデータを使った研究活動を公開する
- ウェブページ以外の手段でも情報を発信する

多くの人が木星や Juno の情報に触れられるように、作成したコンテンツを SNS などでインターネットに公開し、ワークショップなどを開催することでフィードバックを得ることも課題の一部とした。

## 2 プロジェクトの概要

### 2.1 問題の設定

本プロジェクトでは 1.4 節で述べた問題の改善を目指す。まず、一点目の問題は、本プロジェクトのメンバーが論文から情報を収集する際に明らかになった。論文に出てくる専門用語を本やインターネットで調べ、専門用語の意味が把握しても、調べた専門用語の意味では論文の内容が繋がらないことがあった。また、木星に関する論文では、論文を読むために、自然現象に対する多くの知識が必要であった。そして、担当教員に論文の解説を受け、論文の内容を理解することが多々あった。このことから、専門家以外の方が、論文を読み、内容を理解することは難しく、またその論文に関連する論文を読むことや、自ら論文の内容を検証することは容易ではないという考えた。そのため、我々は、論文の内容を解説し、多くの人が論文の内容を理解できる環境を作ろうと考えた。しかし、我々が知識を確実に獲得していない状態で論文を解説することは、誤った内容を発信

する恐れがあるので、論文に記載された発見と論文の概要を発信することにした。

二点目の問題も、情報を収集する際に明らかになった。Juno の情報を日本語で掲載するウェブサイトはいくらか存在した。その多くのウェブサイトは、Juno の観測装置である JunoCam と呼ばれる可視光を捉えるカメラが撮影した木星の画像を掲載していた。我々が確認した範囲では、JUNO watch プロジェクトが制作したウェブサイト以外に Juno の情報をまとめて掲載しているサイトはなかった。また、JUNO watch プロジェクトが制作したウェブサイトに掲載されている情報量は十分とは言えない。そこで、新たに Juno の情報をまとめて掲載するウェブサイトを制作する必要があると考えた。

最後の問題は、ウェブサイトを制作すると決定した後、プロジェクト内で話し合いをしている時に議題に挙がった。それは、我々が制作したウェブサイトを閲覧する人は元々 Juno のことを知っている人であろうという議題であった。我々が JUNO watch プロジェクトが制作したウェブサイトを閲覧したのも、Juno を知っていたからである。本プロジェクトで制作する閲覧者数を増やすためには、インターネットの検索以外でウェブサイトにアクセスできる手段を取る必要があると考えた。そこで、ウェブサイトにアクセスできるコンテンツを制作することにした。

### 2.2 課題の設定

2.1 節で述べた問題を、解決する方法を以下の制約条件下で考えた。

- 収集した情報は必ず一次資料を引用先として掲載する
- 制作したウェブサイトに誘導するコンテンツは楽しく、親しみの持てる内容にする
- Juno 観測したデータを解析し、それをウェブサイトに掲載する

まず、1つ目の条件は閲覧者が自らさらに情報を収集するための手掛かりを提供するために課した。一次資料とは、元の文献そのもののことである。この条件を課した理由として、JUNO watch プロジェクトのウェブサイトでは一つのページに引用先がまとめられており、情報をどこから仕入れたか不明確であった。さらに、引用している情報を明確にして、ウェブサイトを信頼できる情報源にする狙いがあった。また、この時の、情報収集や引用先の書き方は、本学の授業である情報科学リテラシが役に立った。

2つ目の条件は、Juno の認知度を向上させるために課した。この条件から恋愛をテーマにしたゲームを制作することにした。そして、ゲームに登場する人物を Juno 本体と Juno の観測機器し、親しみを持たせるために、これらを擬人化させた。

3つ目の条件は、実際に Juno が観測するデータから得られる情報を提示するために課した。提示した解析結果は木星に対する Juno の位置情報や木星から発せられる電波の発生確率を木星の経度ごとに求め、ヒストグラムにした画像である。内容はこの報告書の 5.1.3 節に記載した。Juno により関心をもってもらうためにこの条件を課した。データ解析では、本学の授業である信号処理基礎と信号処理応用で学んだ、信号処理の方法、フーリエ解析が役に立った。

以上の条件から、ウェブサイトの制作と追加してゲームの制作とデータ解析を行うことが決定した。

## 2.3 到達レベル

.3 到達レベル 2.2 で述べた課題をクリアすることで、NASA のウェブサイトや NATURE 誌などの学術雑誌を読み、研究活動する人を増やすことが最終的な到達目標である。しかし、我々の学習期間が必要であることや成果の品質を考慮して、以下の到達レベルを設定した。

- JUNO watch プロジェクトのウェブサイトを基盤にした魅力的でわかりやすいウェブサイトを

制作することで、閲覧者の理解を促進する

- Juno を知らない人に基本的な情報を広める

## 3 成果物

### 3.1 ウェブサイト

本プロジェクトで制作したウェブサイトの目的は、Juno の認知度を向上させることである。画面の簡潔化と利便性の向上について話し合い、メニューバーをサイドに置き、画面に追従する形にした。また、論文の解説と論文に使用された画像とその説明文を掲載した。

### 3.2 ゲーム

本プロジェクトでのゲーム制作目的は、Juno の認知度を向上させることである。ゲーム内で出てくる情報は、NASA や JAXA のサイト、公開されている論文を基本として正確なものとなるようにした。クイズでは、ゲーム攻略のための鍵としての情報を自力で獲得してもらうことを狙いとしているため、木星の基礎知識や調べればすぐわかる内容にとどめた。クイズで間違えた場合、ゲームが終了し、次のプレイのヒントとなる情報や我々のウェブサイトへの紹介文を提示するようにした。

### 3.3 データ解析

本プロジェクトでのデータ解析の目的は、Juno 軌道における近木点周辺で Juno が観測したコーンウェーブの発生確率を求めることである。近木点とは木星を周回する衛星が木星に最も近くなる位置のことである。そして、コーンウェーブとは、木星特有の電波であり、地球でも観測が可能なほど強力である。また、地球で観測されたコーンウェーブの発生確率を求めた研究がある。これは 1996 年に発表された LEONARD NORMAN GARCIA の LONG-TERM

PERIODICITIES IN THE JOVIAN DECAMETRIC EMISSION にまとめられている。これには、1957年から1994年の間に地球で観測されたコーンウェーブが用いられている。図1はその論文に掲載されているグラフであり、横軸が木星の経度で、縦軸がコーンウェーブの発生確率を示している。

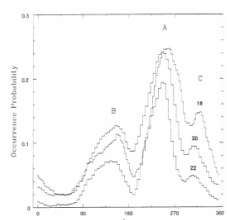


Figure 1.1: Occurrence probability versus System III (1965.0) Central Meridian Longitude for data spanning the years 1957-1994. The three histograms are from the 18, 20 and 22 MHz Yagi antennas. Of the three frequencies, the highest overall occurrence probability is at 18 MHz. The three strongest decametric sources A, B, and C are labeled.

図 1: 地球で観測されたコーンウェーブの発生確率 [1]

これに対して、本プロジェクトでは Juno が観測したコーンウェーブを解析し、木星の経度におけるコーンウェーブの発生確率を求め、図2を作成した。地球で観測したコーンウェーブのように3つの山が見られなかった。解析するために作成したアルゴリズムが間違えている可能性がある。今後は、アルゴリズムを改善させたい。

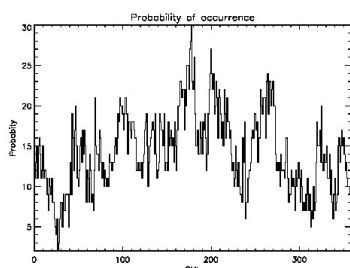


図 2: 地球で観測されたコーンウェーブの発生確率

## 4 プロジェクトの成果

本プロジェクトの目的は Juno が観測した木星のデータを解析し、新しい発見や知見を得ることと、多くの人を楽しめる Juno に関するコンテンツを制作し、日本における Juno の認知度を高めることである。特に、難しい情報をわかりやすく、受け入れられやすい形で発信することに重点を置いて活動を行った。中間発表の時点では私たちは得られた情報の解析、論文を読んで得られた知見の共有を行った。それを踏まえて、最終成果発表までの活動は、一般の人にもわかりやすく、受け入れられやすい形で発信するため、ゲームとウェブサイトを作成し、発信することを目標とした。我々の最終成果はウェブサイトとゲームの制作で終わった。

### 4.1 今後の課題と展望

本プロジェクトの今後の課題としては、制作物の発信、ゲームとウェブサイトの未完成部分の作成、最新の論文の読解と解析があげられる。未達成となってしまった制作物の発信は当然ながら、ゲームとウェブサイトでもまだ作り切れていない部分があったのでより作りこむ必要がある。また、中間発表以降はゲームとウェブサイトの作成で忙しくなってしまう、解析があまりできなかったことも課題としてあげられる。今後の展望としては、ゲームの別ストーリーの作成や、それに伴ってウェブサイトの更新を行いたいと考えている。ウェブサイトにはゲームの攻略情報、論文の情報、解析のデータを掲載するので、自分たちで解析したデータや、最新の論文についても情報を更新していきたいと考える。

## 参考文献

- [1] LEONARD NORMAN GARCIA  
 “LONG-TERM PERIODICITIES IN THE JOVIAN DECAMETRIC EMISSION”  
<https://archive.org/details/longtermperiodic00garc/page/n12>  
 (2019/11/06 アクセス)