宇宙総合学研究ユニット NEWS 2022年3月号

宇宙倫理学教育プログラム（人文社会委託費）のお知らせ

2021年10月に発足した人文社会委託費プロジェクト「倫理学を基盤とした宇宙人材育成プログラムの開発と実践」について、定期的に、準備状況や活動内容などをお知らせしています。

1. 受講生募集

受講生募集要項を公開しました。以下のサイトでご覧いただけます。

webサイト：https://www.usss.kyoto-u.ac.jp/seep/

概要は以下の通りです。応募をお待ちしています。

【応募資格】

2022 年 4 月 1 日時点で以下のいずれかを満たしていること。

1. 京都大学に学部生または大学院生として在学している。（入学予定者を含む。）
2. 高校卒業または同等の資格を有している。

（ただし、京都大学吉田キャンパスで実施される授業に参加できること。）

【コース】

受講者は以下の 3 コースのいずれかに所属する。

（宇宙倫理学演習や宇宙倫理学ゼミは全員共同で実施する）

- 大学院コース（京都大学大学院生）
- 学部コース（京都大学学部生）
- 一般コース

【募集人員】

- 大学院コース／学部コース：計 10 名程度
- 一般コース：若干名

【応募締切】

2022年4月7日（木）

【応募方法】

Google フォームより登録の上、提出書類をメールにて送付。

なお、フォームは 3 月中に宇宙倫理学教育プログラム web ページにて公開します。

また応募書類などの詳細は上記ウェブでご確認ください。

2. 来年度RAについて

今年度から継続の1名に加えて、来年度新しく2名のRAを雇用し、学部生のチューターとして、また教育プログラム運営全般のサポートスタッフとしてご活躍いただく予定です。RAは以下の方々です。

名越　俊平さん（継続）　理学研究科・宇宙物理学分野（来年度Ｄ３）
今井　慶悟さん（新規）　文学研究科・科学哲学専修　（来年度Ｄ１）
高口　和也さん（新規）　文学研究科・倫理学専修　（来年度Ｄ１）

今後の宇宙学セミナー・関連イベントなど

日時	内容	開催方法
3月30日（水） 20:00-21:30	第10回宇宙学セミナー 講師：宇田 侑平 氏 （Boston University, PhD. Candidate） 題名：「海外留学/宇宙実験体験記」（仮題）	Zoomによる事前申込制のオンライン開催です。下のURLからお申し込みください。 https://kyoto-u-edu.zoom.us/meeting/register/tZUvfu2urD0uGNZSUHOssVJCEC1S9YgwZEZM
4月4日（月） 17:00-18:30	2022年度第1回宇宙学セミナー 内容：宇宙ユニットガイダンス 主な対象：京都大学新入生	Zoomによる事前申込制のオンライン開催です。宇宙ユニットHPを参照してください。

※宇宙学セミナーの詳細は随時 Web ページ（http://www.usss.kyoto-u.ac.jp/seminar/）で公開いたします。

第 15 回宇宙ユニットシンポジウムポスター紹介

今月号の研究紹介では、第 15 回宇宙ユニットシンポジウムで出展されたポスターの中から 2 つ紹介します。「月に桜を咲かせましょう！」と、「Space Camp at Biosphere2 に向けた国内実習での成果」です。お楽しみください。

最優秀賞受賞ポスター

月に桜を咲かせましょう！

向井絢菜・濱本海裕・辻真由美・森口絢乃・矢澤琴音

（済美高等学校）

済美高校では、これまで自然科学部の活動や理科の授業で宇宙コロニー計画について考える探究活動に取り組んできました。本年度から統一して実施されるようになった「総合的な探究の時間」の授業において、約半年間 PBL（Project Based Learning；プロジェクト型学習）として、「宇宙居住を考える」というプロジェクトテーマでグループ毎に探究活動を行いました。このポスター発表はその中の一つです。

研究目的

月に移住した際、花が咲くことで月でもたくさんの人々の心が癒されればいいなと思い研究を始めた。お花見の定番の花「桜」を月に移植したら咲くのか？咲かないのか？実際に咲くかどうかの探究を行った。

植物を育てる上で必要なもの

1. 太陽光
2. 水
3. 酸素
4. 二酸化炭素
5. 土

光・水・酸素・二酸化炭素について

植物の光合成に必要な光は可視光線の赤と青だけである。そのため、人工的に赤や青の光を当ててあげることで、植物は光合成をおこなうことができ、LED で代用できる。

水は、月の南極と北極に存在するといわれる氷を溶かし、その水を電気分解して酸素と水素ができる。電気分解に使うための電気は、月面に降り注ぐ太陽光発電で得る。

月面の南極付近は表面温度がマイナス 210℃以下で、二酸化炭素が固化した状態で存在するコールドトラップが総面積 204m3 確認されており、これを二酸化炭素源とする。

桜(ソメイヨシノ)は、水はけや水持ちが良く、栄養分豊富な土壌を好むが、月の土はほとんどが水はけの悪い玄武岩で構成されているため、桜を育てることは不可能だと考えた。そこで、岩で育つ「岩桜（イワザクラ）」が候補に挙がりました。

> **イワザクラ**（*Primula tosaensis*） サクラソウ科サクラソウ属の多年草。
> 本州の岐阜県と紀伊半島、四国、九州に分布し、花期は 4 月～6 月。
> 山地の石灰岩に生える。日本では環境省により準絶滅危惧種の指定を受けている。

アイスランド二酸化炭素貯蔵プロジェクトについて

産学パートナーシップ企業「CarbFix」は、CO_2を水中で回収し、地下玄武岩へ注入することによってCO_2を貯蔵するための新しいアプローチを開発した。地下に注入されたCO_2は母岩と反応して安定した炭酸塩鉱物を形成し、CO_2の安全で長期的な貯蔵を提供している。約 2 年で、CO_2ガスが玄武岩内のカルシウムやマグネシウム、鉄などと化学反応を起こして石灰岩のような炭酸塩鉱物に変化するという。

（玄武岩） ＋ CO2 ＝ （石灰岩）

結論

これらの研究から、イワザクラなら月でも栽培できることが考察できる。水と空気の材料は月に元から存在するもので生産し、太陽光の代わりは赤や青の LED を使う。月の土のほとんどは玄武岩からできているが、その玄武岩を利用し、二酸化炭素を石化するとイワザクラが育つ石灰岩を作ることができることが分かった。そのため、イワザクラは月で栽培することに適していると言える。

Q&A

以下、シンポジウム当日にいただいたご質問とご回答を掲載致します。

Q1　どうして桜を咲かせようと思ったのか。

A　月に住めるようになったら、月でもお花見ができたらいいなと思ったから。

Q2　どうしてイワザクラを育てることにしたのですか？

A　ソメイヨシノを育てるのが難しいことがわかったとき、担任の先生から、こんなサクラもあるよと教えていただいた。

Q3　玄武岩に CO2 を注入して石灰石を作るというアイディアはどのように繋がったのですか？

A　月の海と呼ばれるエリアの土は玄武岩が中心ですが、イワザクラは石灰岩に咲くため、玄武岩が石灰石に変えることができないかと思い、調べるとアイスランド二酸化炭素貯蔵プロジェクトにたどり着きました。そして記事を読んで CO2 を注入すれば石灰石を作れるのではないかという考察にたどり着きました。

Q4　この探究をしてみての感想を教えて下さい。

A　最初は不安もありましたが、みんなで研究しているうちに、ソメイヨシノではなくイワザクラなら咲くかもしれないという期待に変わり研究がとても楽しくなって行きました。zoom での発表や質疑応答は初めてで質問に答えられない部分もありましたが、対話は楽しくやりがいを感じることができました。賞をいただいた時はとてもうれしく、達成感を感じました。ありがとうございました。

参考

Wikipedia、「イワザクラ」、閲覧日 2022.1.31、
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A4%E3%83%AF%E3%82%B6%E3%82%AF%E3%83%A9

Wikipedia、「ソメイヨシノ」、閲覧日 2021.12.27、
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%BD%E3%83%A1%E3%82%A4%E3%83%A8%E3%82%B7%E3%83%8E

財経新聞、「月面で初めて二酸化炭素のコールドトラップを確認 米国での研究」、閲覧日 2022.1.31、
https://www.zaikei.co.jp/article/20211118/647693.html

山野草記事、「イワザクラ（岩桜）の育て方――山野草を育てる」、閲覧日 2022.1.28、
https://www.sanyasou-sodateru.com/saibaisousyun/iwazakura-s.htm

JAXA、「もっと知りたい！ 「月」ってナンだ!?――宇宙航空研究」、閲覧日 2021.12.27、
https://www.jaxa.jp/countdown/f13/special/moon_j.html

Aquarium Favorite、「LED ライトだけで水草は光合成できるのか？見落としがちな青色と赤色の波長」、
https://www.aquarium-favorite.com/entry/led-photosynthesis/

月探偵情報ステーション、「月は空気がないということですが、呼吸をするための酸素は地球から持っていく必要があるのでしょうか？」、閲覧日 2022.2.1、https://moonstation.jp/faq-items/f614

WIRED、「「二酸化炭素を石に変える」プロジェクトが、本格的に動き始めた」、閲覧日 2022.1.19、
https://wired.jp/2017/10/31/first-facility-grabs-co2-from-the-air-and-stores-it-underground/?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=onsite-share&utm_brand=wired-jp&utm_social-type=earned

宇宙飛行士賞受賞ポスター

Space Camp at Biosphere2 に向けた国内実習での成果

伊藤河聞(早稲田大学先進理工学研究科修士 1 年)

生方紗貴(慶應義塾大学医学部 3 年)

佐野愛華(京都大学工学部物理工学科 2 回)

平嶺和佳菜(東京理科大学薬学部 3 年)

紺谷昌平(筑波大学医学群 1 年)

序文

Biosphere2 は、地球以外の惑星や宇宙空間で長期間生存できるかを検証するために建造された、アリゾナ州オラクルにある巨大な密閉の人工生態系である。内部には人工の海洋、熱帯雨林、砂漠などの環境が再現されている。京都大学をはじめとする国内の複数の大学の日本人学生 5 名は、これら Biosphere2 の設備を通して将来の有人宇宙ミッションに必要な知識を学ぶプロジェクトである SCB2 に参加した。

まずは事前学習として、国内の複数のバイオームでフィールドワークを行った。その後、2022 年 2 月には 5 人のうち 3 名が米アリゾナに渡航し、アメリカ人学生 5 名とともに、Biosphre2 内で様々な実習と講義の受講をした。他の日本人学生 2 名は屋久島に渡航し、海洋や森林での実習を行った。

以下では国内のバイオームでの実習と、アリゾナ及び屋久島での実習内容について記述する。

無線実習

地球上の遠距離間通信は大気の電離層反射を利用して行われているが、火星は大気が希薄であるため同原理を用いることができない。代替方法として有効なのが、人工衛星を用いた宇宙無線通信である。宇宙無線通信について理解を深めるため、8/6 に京都大学北部キャンパスにて無線実習を実施した。本実習では電波に関する物理学的な基本知識から衛星通信の種類・手法、衛星の軌道計算について学んだ。また、八木アンテナを用いて ISS、SO-50 からの電波受信を試みるなど実践的な内容にも取り組んだ。

海洋実習

8/7-8 に白浜にて海洋実習を実施した。京都大学防災研究所白浜海象観測所にて海洋で行われている様々な調査の概要について講義を受けた後、実際に河口で海洋サンプリングとそのデータの解析を行い海洋循環について学んだ。また、京都大学白浜水族館では海洋における生物の多様性について学んだ。実習後、海洋による熱塩循環、保温、宇宙線吸収など地球環境において海洋が果たす役割について講義を受け、生態系を維持するうえで海洋がいかに重要であるか、理解を深めた。

森林実習

10/8-10 には、京都大学芦生研究林での森林実習を行った。火星基地などの閉鎖空間では二酸化炭素をはじめとする炭素循環が非常に重要となる。本実習では、森林内の全ての木の幹の直径を測ることで、その炭素蓄積量を明らかにする毎木調査の一部を体験することで、森林における炭素循環の基本的な考え方を学んだ。さらに、火星基地を想定した場合にどれ程の量の森林を持ち込む必要があるかなど、考察を深めた。

また、高い生物多様性が維持され古くから生態学研究が盛んである芦生研究林において、生物多様性の維持方法とその重要さについて学習した。

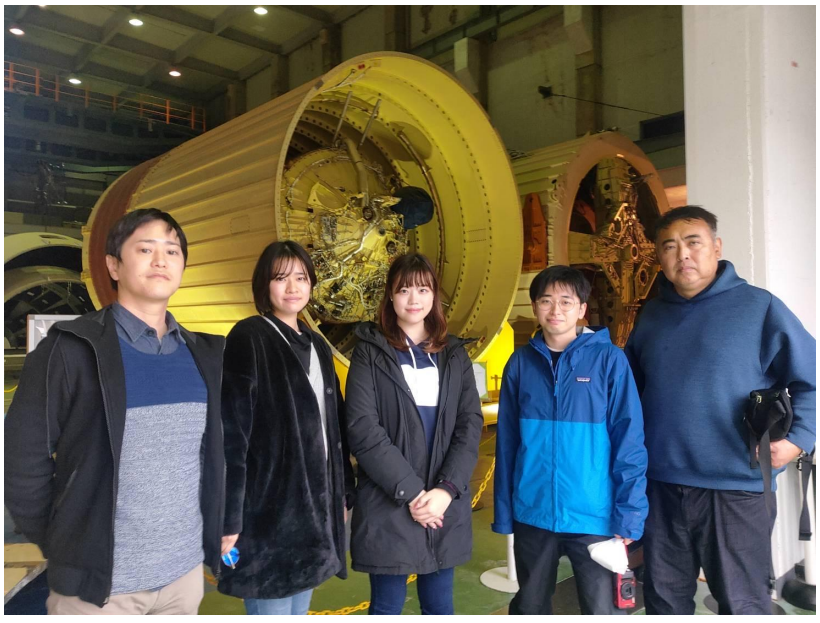
砂漠実習

11/18-19 に鳥取砂丘にて砂漠実習を実施した。鳥取大学乾燥地研究センターにて砂漠と砂丘の違いや乾燥地と人との関わりについて講義を受けた。その後、鳥取砂丘に赴き、土壌中の呼吸をどのように測定しているかの見学を行い、鳥取砂丘の砂の水分量を測定するため砂のサンプリングを行った。

夜に与えられたデータより水分量を計算した。二日目には鳥取砂丘ビジターセンターで鳥取砂丘のでき方、砂紋のでき方についての講義を受けた後、鳥取砂丘で植生や尻なし川などを学ぶフィールドワークを行い、さらに鳥取砂丘についての理解を深めた。

屋久島・種子島実習

屋久島・種子島班は地球及び B1 を構成する主要生態系である海洋、森林を深く学び、世界自然遺産の屋久島を準隔離生態系と見立て共に学んだ。屋久島では往復 8 時間かけ縄文杉までトレッキングを行った。標高に伴い、海浜植物群、照葉樹林、スギ樹林帯と環境にあわせて植生が変化する垂直分布を視察した。また、「絞め殺し木」と呼ばれる独自の成長方法を持つガジュマルとアコウの大樹について、着生植物など特徴的な様子も観察することができた。種子島では、種子島宇宙センターを訪問し、科学技術館やロケットガレージ、本物の H-Ⅱロケット、大型ロケット発射場などを見学した。我が国のロケット開発の歴史を学び、JAXA 種子島の方々の長年の努力に大変感銘を受けた。



アリゾナ実習

2/13-18 の 6 日間、米国アリゾナ州の Biophere 2 において日米学生 6 人によるスペースキャンプを実施した。英語によるコミュニケーションを通じて国を超えたチームワークを高めることができたと感じている。Biosphere 2 には熱帯雨林や海洋、砂漠などの人口生態系が再現されており、それぞれのバイオームについての講義を受け、フィールドワークを行った。閉鎖環境で気温や気圧、湿度などの条件の調節や生態系の維持など、地球以外の惑星への移住を考察するために必要な知識を学ぶことができた。フィールドワーク後には集めたデータを分析し、これまでの国内実習で学んだことを活かしながら Biosphere 2 の環境について考察することもできた。また、砂漠の中心という天体観測に持って来いの環境で天体観測を行い、データ分析を通して 3 つの系外惑星の軌道や半径や表面温度をなどの数値を導き出すことに成功した。嗚呼、素晴らしき SCB2 かな。

宇宙ユニットの活動やイベントについては、下記サイトをご覧ください。また、宇宙ユニットや本 NEWS に関する皆さんのご意見等も気軽に下記メールアドレスまでお送りください。

京都大学 宇宙総合学研究ユニット

https://www.usss.kyoto-u.ac.jp/

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 吉田キャンパス北部構内 北部総合教育研究棟 507 号室

編集人：名越俊平(宇宙ユニット RA)

Tel＆Fax: 075-753-9665 Email: usss@kwasan.kyoto-u.ac.jp