

宇宙倫理学教育プログラム

△ Space Ethics Education Program △

2023 年度 受講生募集要項

京都大学宇宙総合学研究ユニット（通称「宇宙ユニット」）では、2022 年度より「宇宙倫理学教育プログラム」（SEEP）を開始しました。京都大学で提供されている関連科目に、新たに開発した科目を組み合わせた独自のプログラムとなっており、修了者には宇宙ユニットから修了証が授与されます。

それぞれの専門性をもつ学内の学生に対して、いわば副専攻としての「宇宙倫理学」を学ぶ機会を提供するとともに、学外の学生や社会人にも広く開かれたプログラムとなっています。なお、プログラムの受講費用は無料です。

つきましては、下記の通り 2023 年度受講生を募集しますので、ふるってご応募ください。プログラムの概要については web ページ (<https://www.usss.kyoto-u.ac.jp/seep/>) でご覧いただけます。

応募資格

2023 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者に限る。

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

修了要件

以下の各コースの修了要件を原則として2年間で修了すること。

(ただし、1年間で修了することも可能。)

大学院コース

以下の必修科目5科目と選択科目2科目*1を受講し、最終成果*2を提出・発表すること。

- ・倫理学A(文学部「系共通科目(倫理学A)」、前期)
- ・宇宙学(理学研究科提供・大学院横断教育科目、後期)
- ・宇宙倫理学入門(前期)*3
- ・宇宙倫理学演習(後期)*3
- ・宇宙倫理学ゼミ(通年)*3

学部コース

以下の必修科目5科目と選択科目2科目*1を受講し、最終成果*2を提出・発表すること。

- ・倫理学A(文学部「系共通科目(倫理学A)」、前期)
- ・宇宙総合学(国際高等教育院提供・全学共通科目、前期)
- ・宇宙倫理学入門(前期)*3
- ・宇宙倫理学演習(後期)*3
- ・宇宙倫理学ゼミ(通年)*3

一般コース

以下の必修科目5科目を受講し、最終成果*2を提出・発表すること。

- ・倫理学講義(学習課題とレポート提出)
- ・宇宙総合学(学習課題とレポート提出)
- ・宇宙倫理学入門(前期)*3
- ・宇宙倫理学演習(後期)*3
- ・宇宙倫理学ゼミ(通年)*3

※ 宇宙倫理学入門・演習・ゼミについては、学期中毎週月曜日午後15時に京都大学(吉田キャンパス)で現地参加することが必要。(旅費補助:無)

*1 選択科目:当プログラムが指定するリストより選択。リストは別途公開する。

*2 最終成果:文章形式と口頭発表形式(年度末の発表会)による。

*3 宇宙ユニットの独自開講科目(履修登録・単位取得の対象外)

募集人員

- ・大学院コース:若干名
- ・学部コース:若干名
- ・一般コース:若干名

提出書類

以下の提出書類によって選考を行なう。

大学院コース／学部コース

下記1と2をA4用紙1枚にまとめたもの（様式自由）

1. 氏名・所属・学年・学生番号
2. 志望動機と抱負（計800字程度）

一般コース

1. 履歴書（写真不要、様式自由）
2. 自己紹介・志望動機・抱負（計2000字程度）をA4用紙2枚にまとめたもの（様式自由）

応募締切

2023年4月4日（火）

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（送付先アドレスは下記）。

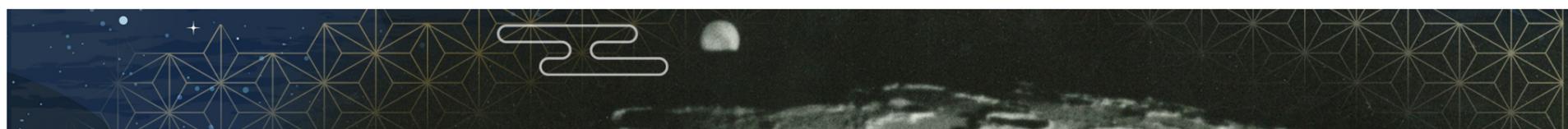
（フォームは3月中に宇宙倫理学教育プログラム web ページにて公開。）

採否通知

2023年4月14日（金）までにメールにて通知。

提出／問い合わせ先

seep.usss.ku [at] gmail.com



HOME » [宇宙ユニットシンポジウム](#)

第16回宇宙ユニットシンポジウム

テーマ：宇宙開発時代をどう生きぬくか——大学の役割を問い直す

2023年 京都大学宇宙総合学研究ユニット 第16回シンポジウム

宇宙開発時代をどう生きぬくか

—大学の役割を問い直す—

2.11(土) 13:00~17:00
 特別講演：はやぶさ2が切り拓いた宇宙探査の新時代
 講師：津田雄一（宇宙航空研究開発機構）
 ポスター展示交流会「宇宙研究の広場 2023」

2.12(日) 10:00~17:00
 講演セッション
 1. 宇宙科学技術開発の現場
 2. 有人宇宙開発における人への対応
 3. 宇宙開発をめぐる法と政治と倫理
 パネルディスカッション：宇宙開発と人材育成

◎登壇者
 永松愛子（宇宙航空研究開発機構）
 佐藤達彦（日本原子力研究開発機構）
 高橋昭久（群馬大学）
 青木節子（慶應義塾大学）
 鈴木一人（東京大学）
 中村正人（宇宙航空研究開発機構）
 ほか

参加無料・事前申込が必要です
 ポスター発表と参加の申し込みはウェブから
<https://www.usss.kyoto-u.ac.jp/symp/16th/>

主催○京都大学宇宙総合学研究ユニット
 共催○京都大学大学院理学研究科附属天文学、京都大学大学院総合生存学館 SIC 有人宇宙学研究センター
 後援○京都府教育委員会、京都市教育委員会、宇宙航空研究開発機構

当シンポジウムは文部科学省宇宙航空科学技術推進委員会「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」および「将来の有人宇宙活動を支える宇宙医学人材育成プログラムの創出」による支援を受けて開催されます。



アルテミス1号が打ち上がり、有人月探査「アルテミス」計画がいよいよ本格的に始まりました。一方で民間による宇宙開発も加速しており、宇宙がかつてないほど私たちに身近になってきています。その一方で、現実的な課題もみえてきました。そこで、宇宙技術開発や、宇宙開発に伴う諸問題の検討に従事する人材の育成が急務の課題となっています。大学の果たすべき役割は大きいといえます。

京都大学宇宙総合学研究ユニット（宇宙ユニット）は、理学、工学、人文学、社会科学などの幅広い領域にわたる総合的な宇宙研究の開拓を目指して発足し、JAXA/ISASや他大学と連携しつつ、人類の生存圏としての宇宙に関わる諸問題の研究、および宇宙開発利用や有人宇宙活動を担う人材育成のための教育を行っています。宇宙ユニットシンポジウムは、現在進行している宇宙開発の新たな局面について、学際的な研究・教育の視点から議論を発展させ、市民と研究教育者の対話を通じて交流を深め、宇宙関連分野を活性化することを目的とするものです。今年度のシンポジウムでは、初日にポスター展示交流会と特別講演、2日目に3つの講演セッションとパネルディスカッションを実施します。

新着情報

(2023.2.22) ポスター賞情報を更新しました。

(2023.2.09) NASAのネルソン長官による講演イベントへの参加申込受付を終了しました。

(2023.2.03) 一般参加の申込受付を終了しました。

(2023.2.02) NASAのネルソン長官による講演イベントへの参加申込受付を開始しました。

(2023.2.09) 登壇者プロフィールを更新しました。

(2023.1.10) ポスター発表の申込受付を終了しました。

(2022.12.13) ポスター発表・一般参加の申込受付を開始しました。

(2022.10.03) ウェブサイトを開設、最新情報は随時更新します。 [English](#)

ポスター賞受賞者

最優秀賞

▷ 「自作電波望遠鏡を用いたふたご座流星群の観測」

垂井千結（堀川高校）
秦みのり（堀川高校）
佐々木康介（堀川高校）
今井咲里（堀川高校）
藤野大毅（堀川高校）

▷ 「安価なガイガーカウンターの製作」

秦みのり（堀川高校）

▷ 「光ドップラー効果を考慮してみえる降着円盤の姿」

下橋以紗也（堀川高校）
松井志織（堀川高校）
福元望月（堀川高校）
五十嵐潤（堀川高校）

優秀賞（高校生以下の部）

▷ 「密閉空間における植物の生命維持」

佐藤翼（岡山白陵高校）

優秀賞（一般の部）

▷ 「オンライン教室で有効な宇宙教育教材」

馬淵正展（全国宇宙教材コンテスト/自由が丘サイエンスキッズ）
川喜多誠二
松川慎理

宇宙ユニット長賞

▷ 「FRONTIERで考えるジェンダー平等 #2」

宮本汐里（日本獣医生命科学大学獣医学部獣医学科）
植村優香（京都大学医学研究科人間健康科学系専攻）
斉藤良佳（京都大学医学部医学科）
三垣和歌子（筑波大学大学院人間総合科学学術院）
下結香（奈良県立医科大学医学部医学科）

ポスター発表・一般参加申し込みフォーム

※ 数に限りがありますので、お早めにお申し込みください。

ポスター発表申し込み（対面参加のみ） 応募×切: 2023年1月5日（木）※ **ポスター発表の申込受付は終了しました。**

※ 宇宙に関する内容であればどのようなテーマでも応募可能です。

※ 1日目の特別講演や2日目の講演セッションに参加される方は別途、一般参加の申し込みをお願いします。

一般参加申し込み（対面参加のみ） 応募×切: 2023年2月2日（木）※ **一般参加の申込受付は終了しました。**

日時と場所

日時：2023年2月11日(土)・12日(日)

場所：[国際科学イノベーション棟](#) 5階（京都大学吉田キャンパス）

NASAのネルソン長官による講演のお知らせ (2023/2/02 追加)

※参加申込受付は終了しました。(2023/2/09)

2月11日（土）の11時からビル・ネルソンNASA長官の講演が行われることになりました。

ポスター発表参加の方は追加登録をせずに、講演への出席が可能です。ポスター発表参加以外の方は、**京都在住（もしくは周辺）の学生に限り**、以下のリンク先ページから参加申込を行うことで出席が可能です。ポスター発表の準備は予定通り12時から可能です。ご興味のある方はぜひご参加ください。

NASAネルソン長官講演 参加申し込みフォーム

日時：2023年2月11日（土）11:00～12:00

主催：大学院総合生存学館SIC有人宇宙学研究センター 共催：宇宙総合学研究ユニット

場所：国際科学イノベーション棟 シンポジウムホール（西館5階）（※ポスター発表会場の隣の部屋です。）

※ 先着150名までの参加となります。ご了承ください。

※ 本イベントは先方の都合上、場合によっては直前でキャンセルになる可能性があります。ご了承ください。



1日目 2月11日(土) 13:00-17:00

ポスター展示交流会「宇宙研究の広場2023」 13:00-15:15

宇宙関連研究のポスター発表セッションです。宇宙に関係する内容であればどのようなテーマでも応募可能です。

一般市民・高校生・大学生・大学院生・若手研究者・大学教員・企業関係者が集い、宇宙に関する多様な関心を持つ人々の交流会として、また、研究活動成果の社会発信や新たな協力関係のきっかけ作りの場としてもお楽しみください。

※ポスター展示交流会につきましては、新型コロナウイルス感染防止の観点から、今回はポスター発表者のみの参加とさせていただきます。（感染症対策の施設規則により、ポスター発表者以外のご入場いただけません。）

特別講演：津田 雄一「はやぶさ2が切り拓いた宇宙探査の新時代」 15:30-16:30

小惑星探査機「はやぶさ2」は、小惑星サンプルリターンミッションの2号機であり、日本においても世界においても2例目となる惑星間往復航行を成し遂げました。本講演では、はやぶさ2の科学的意義、工学的な挑戦を振り返るとともに、リュウグウに関する最新の科学成果について紹介します。

ポスター賞表彰式 16:30-17:00

副ユニット長あいさつ（泉田 啓・本学工学研究科教授）

2日目 2月12日(日) 10:00-17:00

ユニット長あいさつ（嶺重 慎・本学理学研究科教授）

講演セッション1：宇宙科学技術開発の現場 10:00-11:15

本セッションでは、宇宙科学技術開発に携わる専門家の方々に実際の開発現場について講演していただきます。開発や研究に関わる内容だけでなく、宇宙科学技術開発だからこその困難や面白さ、日々の生活スタイル、キャリアパスなどについてもざっくばらんに論じていただきます。

講演

- ・尾崎直哉「宇宙工学分野における若手研究者の日常と夢」
- ・永松愛子「有人宇宙探査に向けた宇宙放射線環境の把握——国際協力の現場から」

司会：上ノ町水紀（本学宇宙総合学研究ユニット特定助教）

講演セッション2：有人宇宙開発における人への対応 12:30-13:45

本セッションでは、宇宙環境に滞在する宇宙飛行士や宇宙旅行者に生じる影響について、専門家を招き講演していただきます。地上と異なる宇宙という特殊な環境で、人の身体にどのような影響が生じ、どの様に対策していく必要があるのかを議論します。

講演

- ・高橋昭久「宇宙での放射線と重力変化の複合影響」
- ・佐藤達彦「宇宙飛行士を宇宙線被ばくから適切に護る——有人火星探査の被ばくリスクはどのくらい？」

司会：山敷庸亮（本学総合生存学館教授）

講演セッション3：宇宙開発をめぐる法と政治と倫理 14:00-15:15

本セッションでは、宇宙開発をめぐる国際的な法と政治の状況について、それぞれの専門家に講演していただきます。現在、アルテミス計画や民間企業による宇宙開発が盛んに進行する中、国際社会は新たな法的・政治的な課題に直面しつつあります。その現状と将来のあるべき展開について、倫理的問題にも目を向けつつ考えます。

講演

- ・青木節子「地球・月圏構築時代の国際宇宙法の現状と課題」
- ・鈴木一人「宇宙開発の国際政治」

司会：近藤圭介（本学法学研究科准教授）

パネルディスカッション：宇宙開発と人材育成 15:30-16:45

宇宙開発においては、JAXAと大学や企業、および大学間の連携がキーワードとなります。本セッションでは、上記3セッションの話題をふまえて、JAXA研究者も交えて、これからの人材育成のあり方、大学に期待される役割等について、参加者のご意見も交えて議論します。

登壇：青木節子、尾崎直哉、高橋昭久、中村正人

司会：浅井歩（本学理学研究科准教授）

閉会式 16:45-17:00

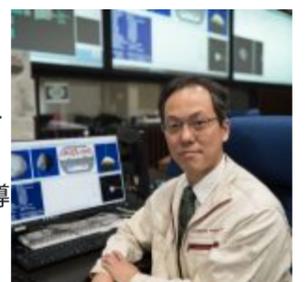
副ユニット長あいさつ（鶴剛・本学理学研究科教授）

登壇者プロフィール（随時更新します）

特別講演

津田 雄一 氏 (JAXA宇宙科学研究所 教授、はやぶさ2 拡張ミッションチーム長)

2003年東京大学大学院修了。博士（工学）。2003年JAXA宇宙科学研究所助教。2008-2009年、ミシガン大学およびコロラド大学ボルダー校客員研究員。2015年JAXA宇宙科学研究所准教授。2020年同教授。専門は、太陽系探査、宇宙工学、宇宙航行力学。「キューブサット」と呼ばれる10cmサイズの超小型衛星を世界で初めて開発、JAXAの「イカロス」ミッションでは世界初のソーラーセイル技術の実現へと導いた。「はやぶさ2」ミッションではプロジェクトマネージャを務め小惑星リュウグウのサンプル採取と地球帰還を成功させた。



講演セッション1：宇宙科学技術開発の現場

尾崎 直哉 氏 (JAXA宇宙科学研究所 テニュアトラック特任助教)

講演タイトル：「宇宙工学分野における若手研究者の日常と夢」

JAXA宇宙科学研究所 テニユアトラック特任助教・宇宙ミッションデザイナー・博士（工学，東京大学，2018年）。世界初の超小型深宇宙探査機PROCYON（プロキオン）の開発や深宇宙探査技術実証機DESTINY+（デスティニープラス）を含む多くの深宇宙探査ミッションに携わる。ESA・NASA・JAXAの3機関にて修行を積んだ軌道設計のスペシャリスト。

永松 愛子 氏（JAXA研究開発部門 研究領域主幹、高エネルギー加速器研究機構 客員教授）

講演タイトル：「有人宇宙探査に向けた宇宙放射線環境の把握——国際協力の現場から」

1999年NASDA（現JAXA）入社、博士（工学）。ISS日本宇宙実験棟「きぼう」の宇宙放射線被ばく線量計測（宇宙飛行士の個人被ばく線量計測、「きぼう」環境モニタリング、放射線生物影響研究）および宇宙放射線挙動解析シミュレーションを含む遮蔽防護技術に貢献。ワーク・ライフ変革推進室や広報部 報道・メディア課長の経験を経て、現在はJAXA研究開発部門にて、低地球軌道から国際宇宙探査に向けた宇宙環境計測（宇宙放射線、デブリ等）の研究推進、Gatewayの宇宙機関マルチ会合の Radiation Splinterの日本側POCを務める。



講演セッション2：有人宇宙開発における人への対応

佐藤 達彦 氏（日本原子力研究開発機構 研究フェロー）

講演タイトル：「宇宙飛行士を宇宙線被ばくから適切に護る——有人火星探査の被ばくリスクはどのくらい？」

京都大学工学研究科原子核工学専攻博士課程2001年修了。同年より日本原子力研究所研究員となり、組織改編等を経て現職。主な研究テーマは放射線挙動解析コードPHITSの開発とその宇宙線研究・医療分野への応用。2017年より国際放射線防護委員会（ICRP）の委員も務め、宇宙放射線被ばく防護に関する国際基準策定などに貢献。



高橋 昭久 氏（群馬大学重粒子線医学研究センター 教授）

講演タイトル：「宇宙での放射線と重力変化の複合影響」

1965年、東京生まれ。東京学芸大学・修士課程修了。大塚製薬大津研究所・技術職を経て、1995年、奈良県立医科大生物学教室・助手に。京都大学・論博（理学）を取得するとともに、スペースシャトル、ミール、ISSでの多数の宇宙生物実験に参画。2011年から群馬大学に異動し、テニユアトラックを経て、2015年から現職。専門は放射線生物学。「宇宙に生きる」ため、宇宙放射線だけでなく、地球と異なる重力環境との複合的な生物影響の研究を進めている。独自の宇宙環境模擬装置を開発し、再び、宇宙実験の準備中。

講演セッション3：宇宙開発をめぐる法と政治と倫理

青木 節子 氏（慶應義塾大学法務研究科（法科大学院）教授）

講演タイトル：「地球・月圏構築時代の国際宇宙法の現状と課題」

1983年慶應義塾大学法学部卒業。1990年、カナダ、マギル大学法学部附属航空・宇宙法研究所博士課程修了（法学博士（D.C.L.））。防衛大学校助教授、慶應義塾大学総合政策学部助教授、教授等を経て、2016年4月より慶應義塾大学大学院法務研究科教授。国際法、宇宙法専攻。宇宙空間の探査・利用問題について、国連内外の法規形成過程、各国の宇宙法、さまざまなアクターの活動実態などを参照して研究している。

鈴木 一人 氏（東京大学公共政策大学院 教授）

講演タイトル：「宇宙開発の国際政治」

2000年英国サセックス大学博士課程修了。筑波大学、北海道大学を経て、2020年から現職。地経学研究所長、内閣府宇宙政策委員、安全保障貿易学会会長なども兼任。2013年から2015年までは国連安保理イラン制裁専門家パネル委員。主著として『宇宙開発と国際政治』（岩波書店、2011年。サントリー学芸賞受賞）など。

パネルディスカッション: 宇宙開発と人材育成

中村 正人 氏（JAXA宇宙科学研究所 教授）

東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻卒。地球磁気圏での精密電場観測、地球プラズマ圏の撮像に注力した後、1999年より金星探査計画をリードした。2020年から宇宙科学研究所理工学委員会に設けられた大学連携強化タスクフォースの座長を2年間勤め、このTFで若手の育成の仕方を含めた提案書が纏められた。

主催・共催・後援

主催	京都大学宇宙総合学研究ユニット
共催	京都大学大学院理学研究科附属天文台 , 京都大学大学院総合生存学館SIC有人宇宙学研究センター
後援	京都府教育委員会 , 京都市教育委員会 , 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

宇宙ユニットシンポジウム実行委員会

お問い合わせ

本シンポジウムに関するお問い合わせは、uss-event_atmark_kwasan.kyoto-u.ac.jp までご連絡ください。（_atmark_の部分を@にかえてください。）

[▲ ページトップ](#)



KYOTO UNIVERSITY FUND

宇宙ユニット基金

パンフレット



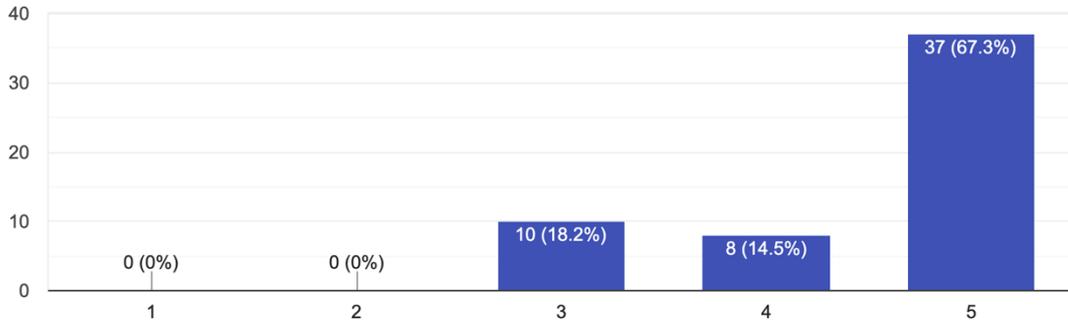
京都大学宇宙総合学研究ユニット
Unit of Synergetic Studies for Space, Kyoto University

© 2021 KYOTO UNIVERSITY UNIT OF SYNERGETIC STUDIES FOR SPACE. All Rights Reserved.

シンポジウムアンケート結果

Q1. 科学・技術に関心がありますか？

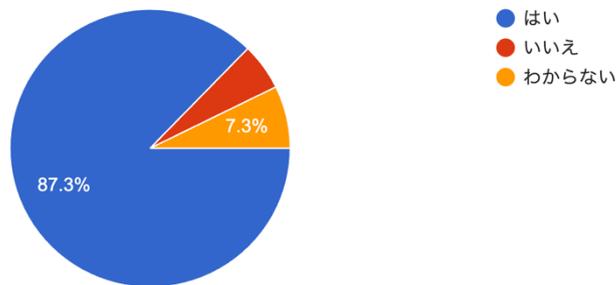
55件の回答



(1:特にない — 5:強い関心がある)

Q2. 科学・技術に関する情報を積極的に調べることはありますか？

55件の回答



Q3.

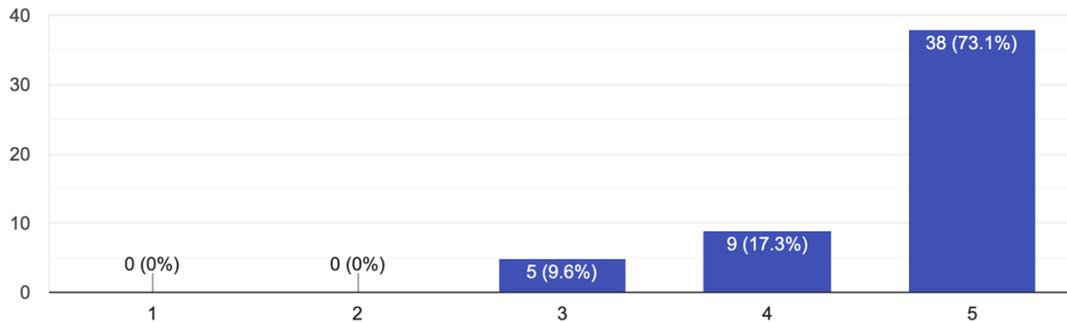
これまでに科学・技術に関する情報を調べた際に、探している情報を見つけることができましたか？

55件の回答



Q4. 講演会についてどう感じましたか？

52件の回答



(1:いまひとつ — 5:とても良かった)

Q5 (1). 特によかった講演はどれですか？

50件の回答

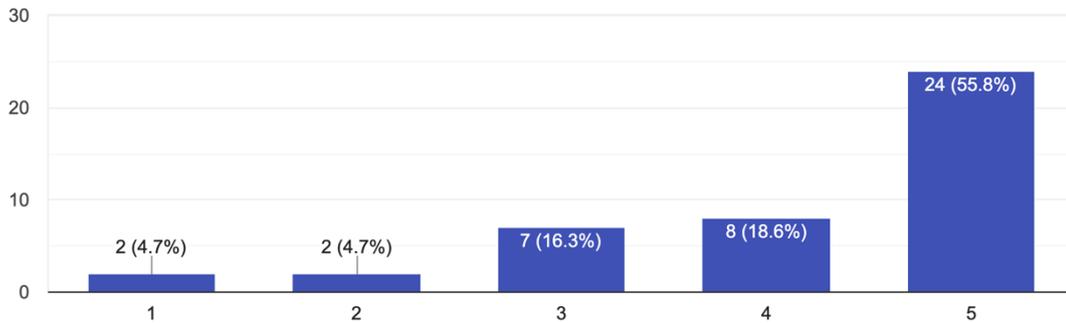


Q5 (2). 理由も教えてください。(一部抜粋)

- ・これまでの研究成果や、現在どのような検討をしているのかが非常に明瞭で、興味深かったから。
- ・宇宙法の講演を聞いたことがなかったため印象に残りました。
- ・なかなか京都大学では知ることのできない分野であったから。
- ・元々興味があったこともあるが、講演会後質問に答えてくださる時間を多く設けていただいたから。

Q6. パネルディスカッションについてどう感じましたか？

43 件の回答



(1:いまひとつ — 5:とても良かった)

Q7. シンポジウムの運営全体に関するご感想・ご意見をご自由にお書きください。(一部抜粋)

- ・内容や非常に各分野の最先端をいく講演者の方々とお会いできてこれ以上とない貴重な機会だったゆえなおさらもっと多数の学部生にも情報がいくように出来れば良いのではないかと感じました。
- ・貴重なお話を聞くことができとても面白かった
- ・まだまだ、宇宙産業の東京への一極集中という状況がある中で、関西でこのような場が設けられるのは、今後日本全体に宇宙開発の波が広がるために意義のある取り組みであると感じた。
- ・宇宙における政治、法律についてお聞きする機会があったのが非常に良かった。来年以降も科学系の講演だけでなく法政治系の講演があれば嬉しく思う。

以上

2023年2月12日
京都大学宇宙総合学研究ユニット
第16回シンポジウム

地球・月圏構築時代の国際宇宙法の現状と課題

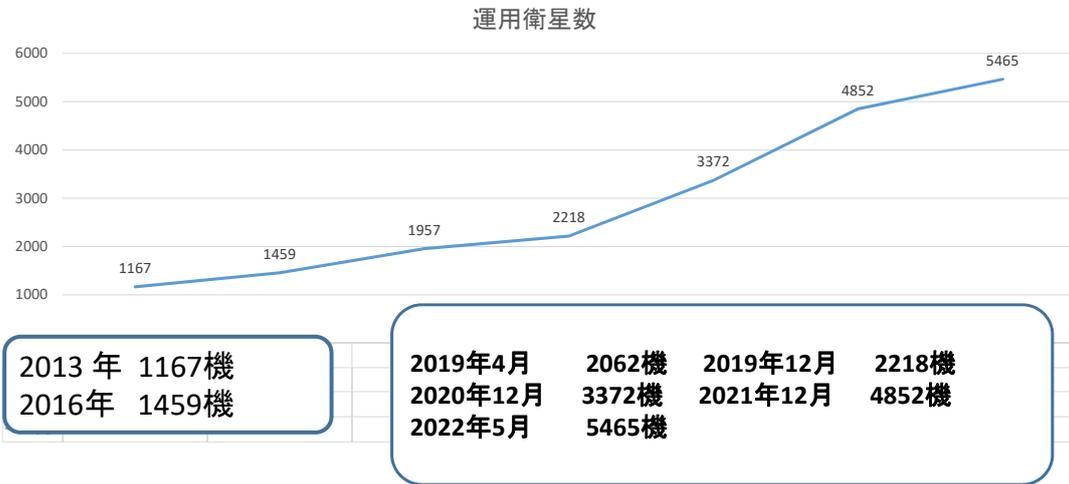
慶應義塾大学大学院 法務研究科
青木 節子

発表の概要

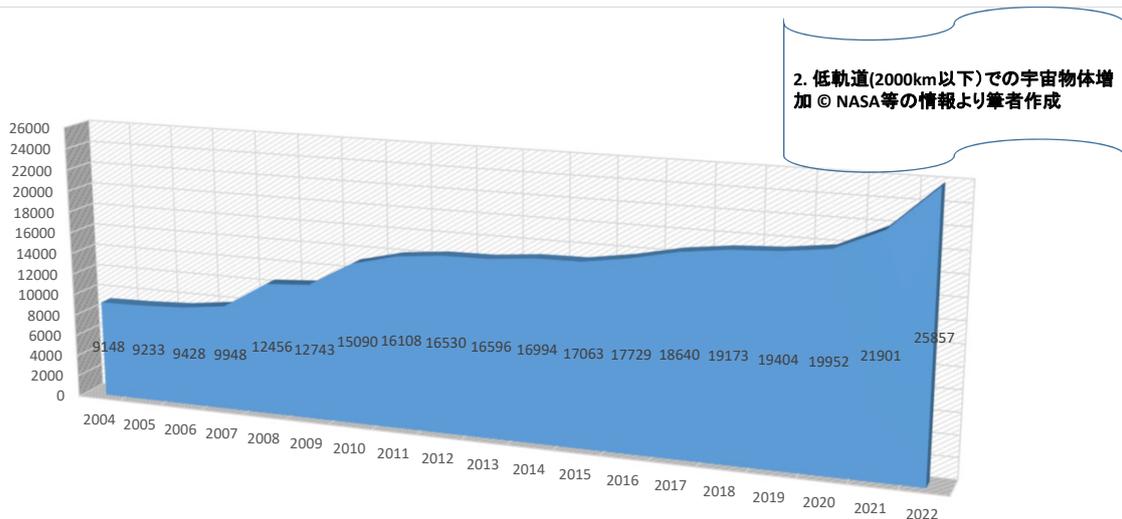
- I 運用衛星数、宇宙物体数、ロケット打上げ数の現状
- II 国際宇宙法の構造
- III 月の有人・無人活動
- IV 国際宇宙法の課題

I 運用衛星数、宇宙物体数、ロケット打上げ数の現状

1. 世界の運用衛星数 2013-2022 出典: Union of Concerned Scientists (UCS)情報を軸に公開情報に基づいて筆者作成



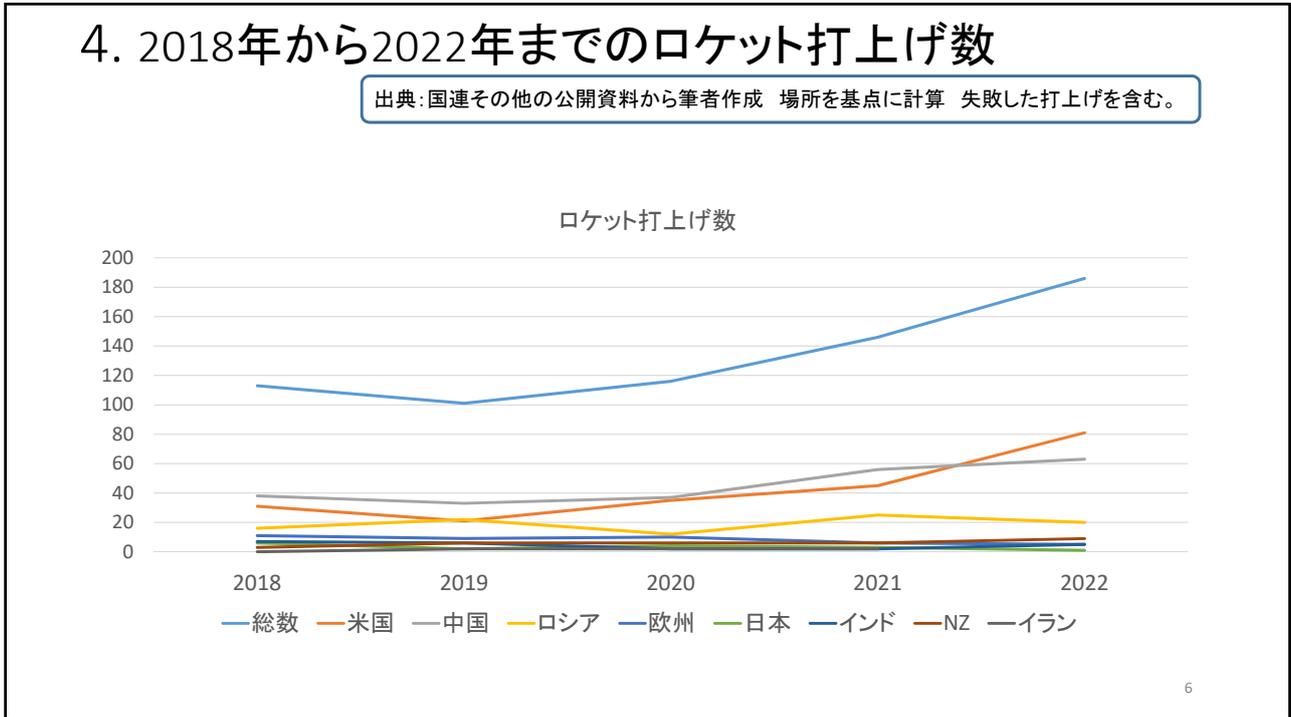
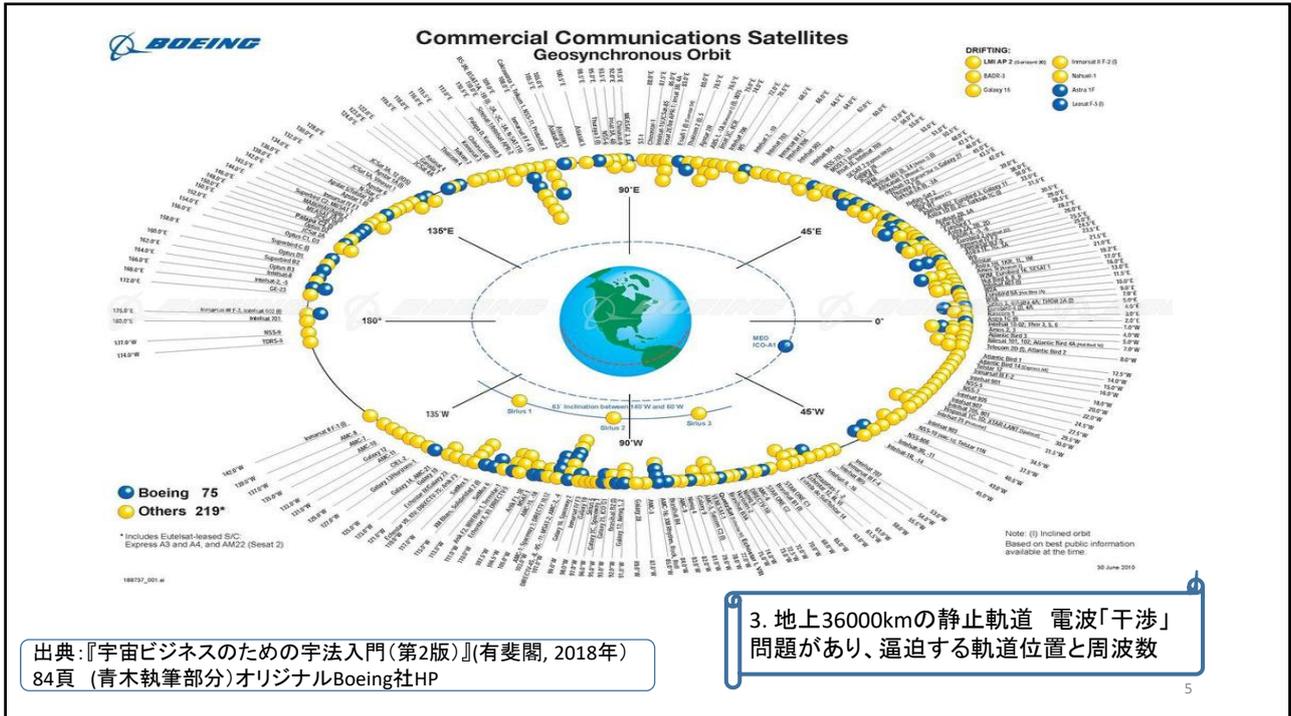
3



宇宙物体数 = 運用衛星数 + 宇宙ゴミ(スペースデブリ)の数

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
■ 系列1	9148	9233	9428	9948	12456	12743	15090	16108	16530	16596	16994	17063	17729	18640	19173	19404	19952	21901	25857

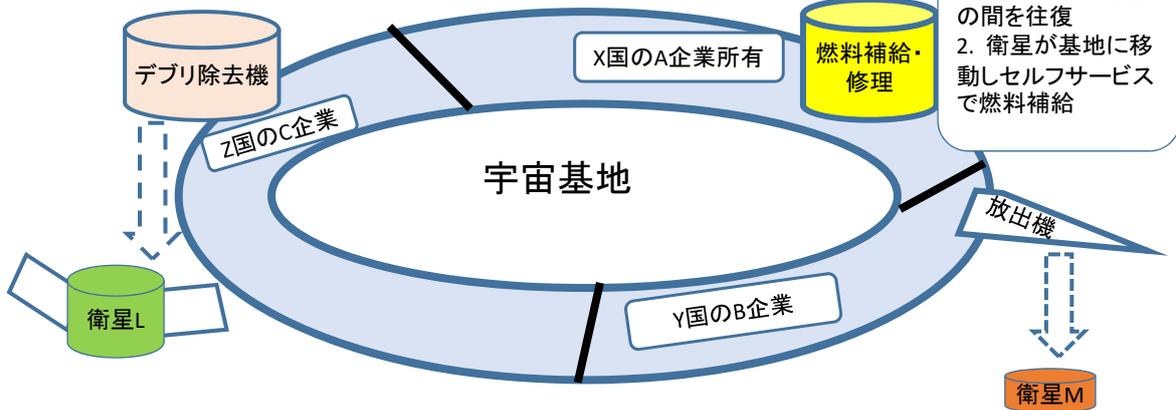
4



II 地球・月軌道上の有人・無人の宇宙活動

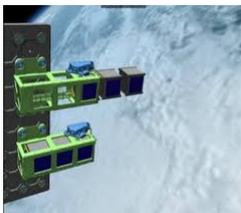
1. シナリオ

地球・月空間で民間宇宙基地から衛星の修理や燃料補給

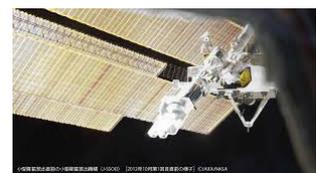


7

2. [参考] 国際宇宙ステーションの日本のきぼうモジュールからロボットアーム+小型衛星放出機構 (J-SSOD)で衛星配置



©JAXA/NASA



©JAXA



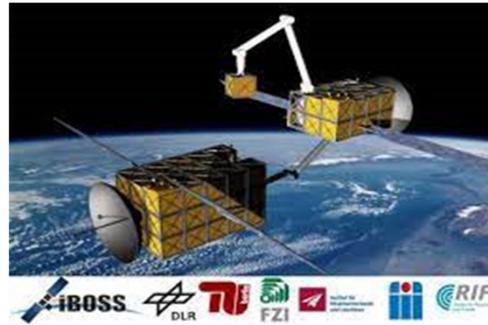
8

3. ランデブー・近接運用 (1) 概念図 (Rendezvous and proximity operations: RPO)

企業間/企業と国家の間の責任問題を超越して、宇宙交通管理、宇宙軍備管理の問題でもある。



Source:
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww2.peterson.af.mil%2Fasops%2FCESET%2Fasops%2Fcourses-SPD-OW_200-RPO.htm&psig=AOvVaw3_e3N7AITfwSMVNBf0bMvz&ust=1670755478310000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwj1cyn7-77AhUEzosBHVdnDX4Qr4kDegUIARCZAO



Source: https://unidir.org/sites/default/files/2019-12/Brian%20WEEEDEN%20-%20UNDC_RPO_Apr2019.pdf, p.8.

9

(2) 軌道上の衛星修理・燃料補給サービス(OOS)ビジネス例

- [第1世代OOS] 2020年 米国のスペースロジスティクス社はインテルサット社のインテルサット901号に燃料補給機MEV-1を結合させる(2つの衛星の結合) → 成功

- [第2世代OOS] 米国のスペースロジスティクス社は豪州の衛星通信運用オプタス社にミッション延長着脱式容器(MEP)提供の契約締結

方法

2024年 ミッションロボット機(MRV)がMEPをいくつか搭載した上で打ち上げられる。

2025年、MRVがMEPをオプタス社の衛星D-3に結合させる予定。

10

4. 国際宇宙法の特異な制度 (1) 国連条約リスト

署名年 発効年	条約名	日本の加盟	加盟国/機関数
1967	宇宙条約	1967	112/0
1968	救助返還協定	1983 加入	99/3
1972	損害責任条約	1983 加入	98/4
1975 1976	宇宙物体登録条約	1983 加入	72/4
1979 1984	月協定	未署名	18/0

出典: A/AC.105/C.2/2022/CRP.10 (28 March 2022), p.10.

11

5. 国際宇宙法の特異な制度

(1) 宇宙条約(6条)のみがもつ特異な国際責任制度

1. 国家と私人の行為を同一視し、国家の責任が重い

通常の状態責任 国家 + 国際違法行為 = 国家の国際責任

宇宙条約上の制度

国家
私人

+ 「宇宙空間における活動」(宇宙活動)に関する
国際違法行為 = 国家の国際責任

許可・継続的監督により私人が国際法に合致して行動するように確保する責任

12

(2) 「打上げ国」が起点となる管轄権、損害賠償制度

宇宙(天体と空間)はいかなる国も領有できない。

船舶・航空機のように、人間や貨物が搭乗する移動体＝「宇宙物体」を登録した国(1国のみ)が管轄権を行使するという仕組み

[宇宙物体(人工物であり、地球から宇宙に導入)は国籍をもたない]



登録可能な国は「打上げ国」(宇宙物体がもたらす損害について連帯責任を負う)という類型の国

13

(3) 宇宙商業化の進展とともに「打上げを行わせる国」の決定が困難→登録率低下

- ① 打上げを行う国
- ② 打上げを行わせる国(procures the launching)
- ③ 自国の領域から宇宙物体が打ち上げられる国
- ④ 自国の施設から宇宙物体が打ち上げられる国

賠償責任	地上	無過失完全
	宇宙空間	過失責任

打上げ国と登録の関係

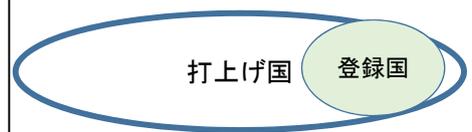
ルール1 打上げ国が宇宙物体を登録する。

ルール2 複数の打上げ国があるとき、そのうち1カ国が国連登録

ルール3 登録国は、打上げ国である。

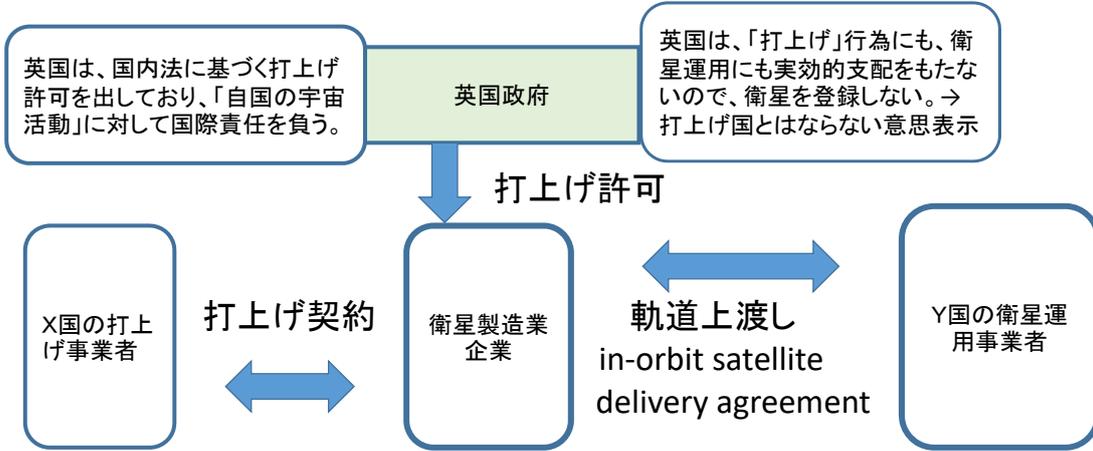
私企業が打上げを調達した衛星を国家が登録することにより、国は「打上げ国」と自認することになる。

登録国は打上げ国の真部分集合



14

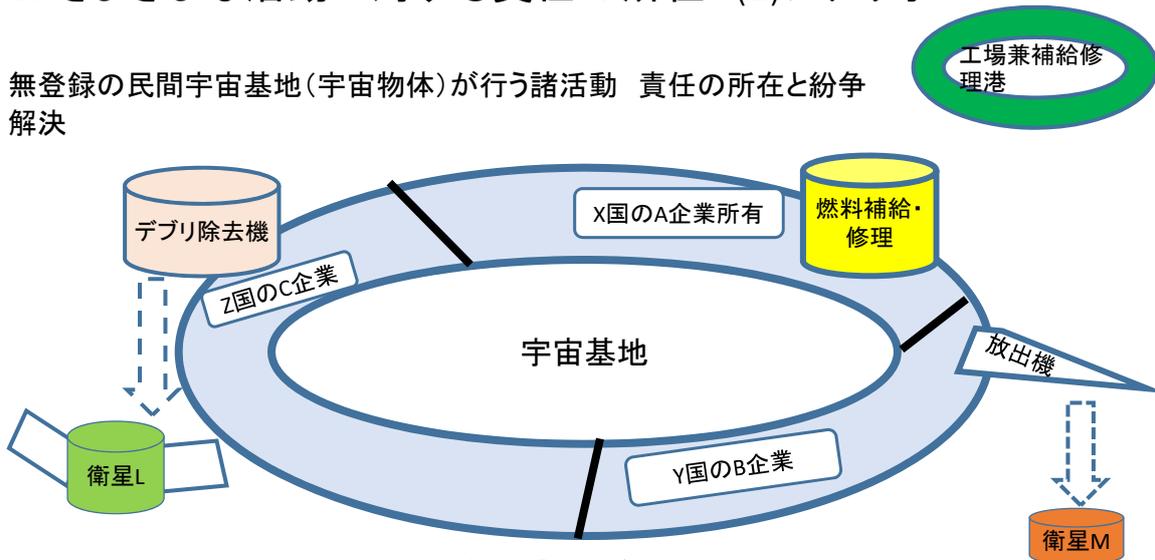
(4) 単純に企業の国籍国を「打上げ国」と想定できない理由



15

6. さまざまな活動に対する責任の所在 (1)シナリオ

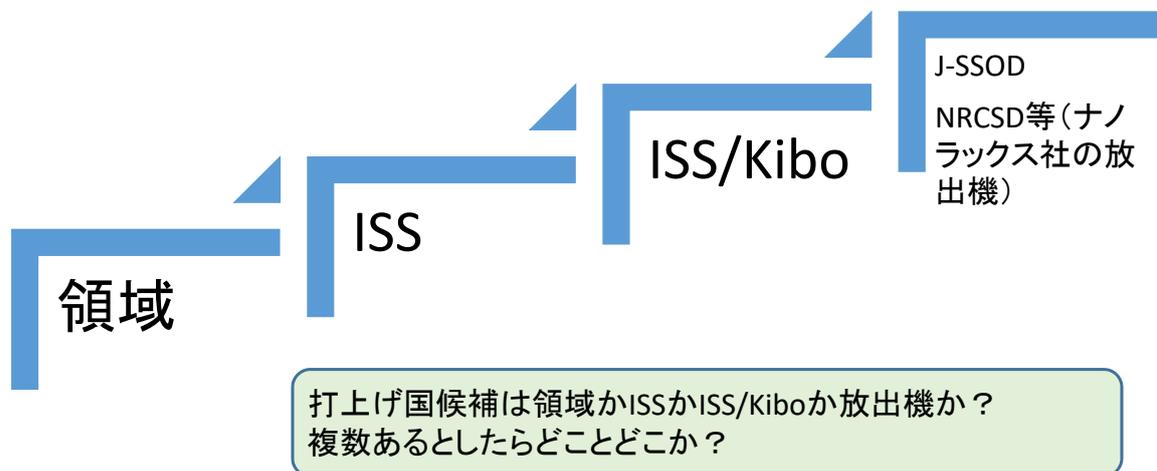
無登録の民間宇宙基地(宇宙物体)が行う諸活動 責任の所在と紛争解決



U国領域から運んだ衛星を宇宙基地から放出 「打上げ国」は？

16

(2) ISS/きぼうからの衛星放出と「打上げ国」の認定 「放出」は打上げか？



17

(3) デブリ除去機や補給・修理機の運用者と責任、賠償責任

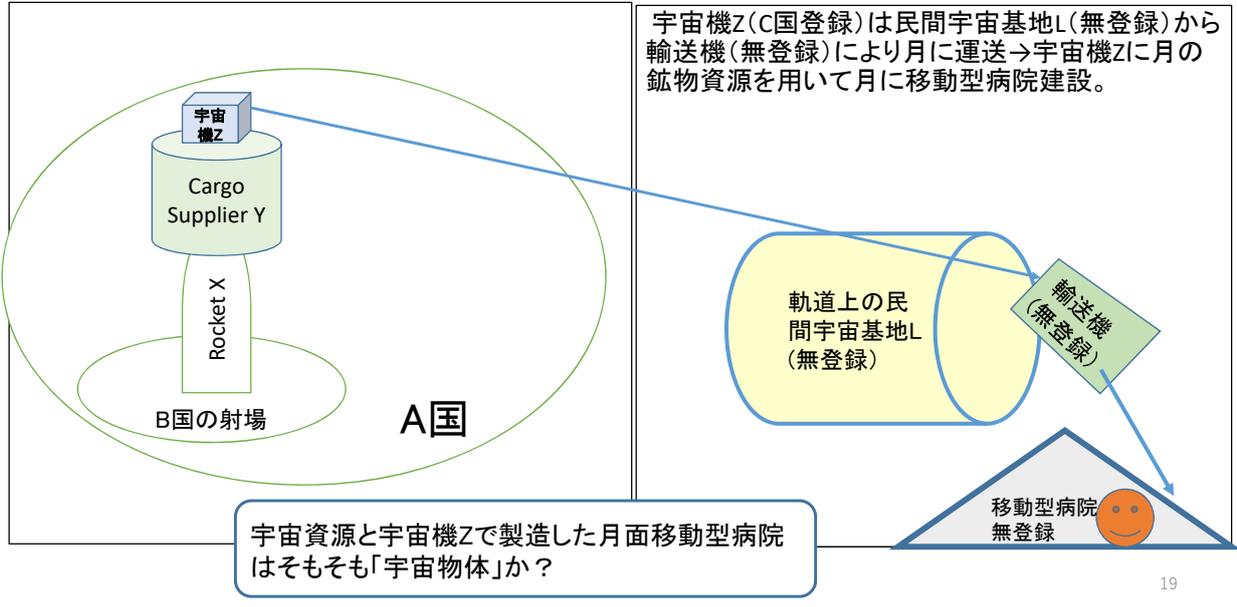
対象物体	登録国の同意	所有者の同意
政府の登録衛星、ロケット上段等	○	ミッション契約 ○
政府の未登録衛星	* 別の国が登録 or 無登録衛星 → 責任を有する国は識別可能	ミッション契約 ○
企業衛星で登録あり	登録国の同意必要	ミッション契約 ○
企業衛星未登録	別の国が登録/or 無登録衛星場合	ミッション契約 ○

所有者の同意のみでは不十分 登録国が管轄権・管理を保持するので登録国の同意が必要
対象物体に物理的損害が生じた場合、除去・補給・修理機の「打上げ国」が連帯責任を負う、という仕組み。
→この前提で打上げ機の領域国や施設国は打上げ国責任を負った場合の事後救済措置を考えておく必要がある。

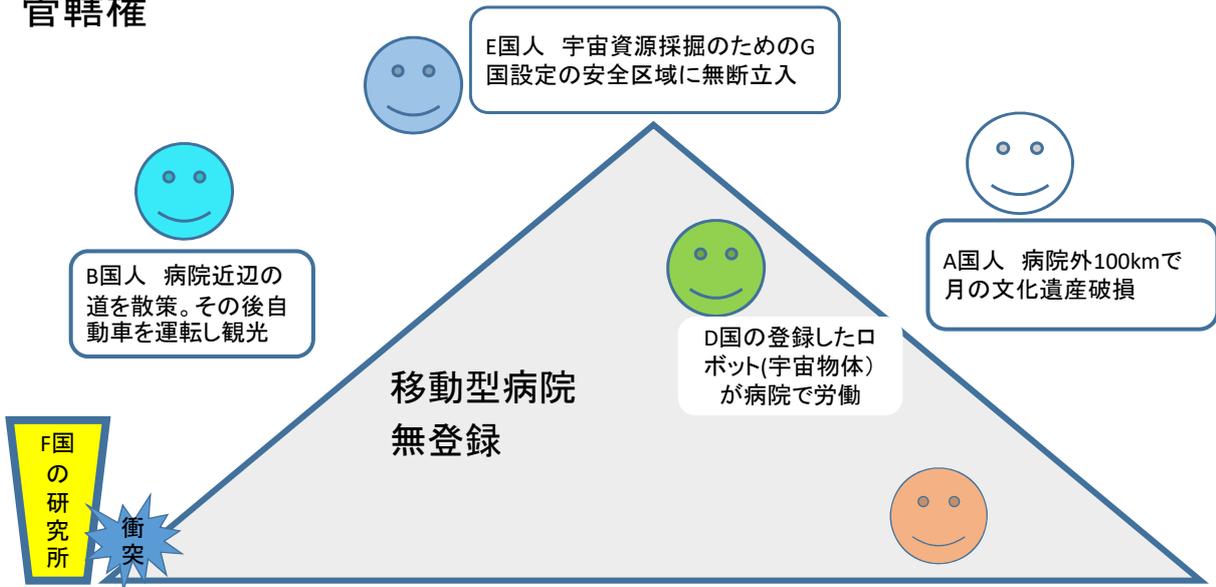
登録国が存在しなくても、最低限、責任を有する国を明確化しておくことで不十分ながら損害責任関係も対処可能

18

III 月の有人・無人活動 1. シナリオ 地上→宇宙基地→月



2. 月の病院(宇宙物体?)に対する管轄権と内外の人間に対する管轄権



IV 国際宇宙法の課題

[前提] 民間宇宙活動は、他の活動にも増して国際宇宙法に合致して行うことが要求される。

2. 2050年までに地球・月経済圏が形成されると予測

(予測) 地球・月の軌道上での有人・無人のIn-space servicing, assembly and manufacturing (ISAM)が多様な活動を支える。

(1) 無登録物体、登録と管理の実態が異なる物体が飛躍的に増加すると予測され、管轄権を行使する国が不明瞭となる。

(2) デブリ除去、衛星修理や燃料補給など2以上の宇宙物体が近接する業務には、登録国からの許可が必要。無登録物体が関与する場合は、宇宙活動に責任を負う国を同定することが次善の策

(3) 多国籍の複数企業が運用する民間宇宙基地の運用および基地からのサービスを購入する場合には、宇宙活動に責任を負う国を同定しておくことが有効

21

(続)

3. 月の有人活動

(1) 宇宙資源と地球人工物の合成物は宇宙物体か

(2) 宇宙物体の外にいる人間に対する管轄権行使国は？

-宇宙条約 宇宙物体の登録国

(人間が自動車(宇宙物体)で移動する場合、登録国管轄権の下にある。)

-近未来の解決法 人間活動の種類・態様と当該物体との近接性・一体性判断等により、登録国の場合、国籍国の場合などを決定することが有益だろう。

(3) 活動国/企業が、独自に月の文化遺産保護区や安全区域等を設定

→ 第三国や第三者はそれを尊重する必要があるのか？

(宇宙資源採掘等の場所設定が特に必要な活動について重要)

→ 他国の活動への「妥当な考慮」 → 国際ガイドライン → 条約？

22

宇宙開発を巡る政治とガバナンス

鈴木一人

東京大学公共政策大学院

k.suzuki@pp.u-tokyo.ac.jp

宇宙開発の第二局面

- 宇宙の「民主化」
 - 宇宙開発は一部の先進国のものではない
 - 衛星とロケットの小型化
 - 技術の成熟と技術者の世代交代
 - 途上国における「国家の象徴」としての宇宙開発
 - UAEによる火星探査機の打ち上げ
 - 衛星の小型化、廉価化による宇宙利用の拡大
 - 途上国の大学レベルでの開発が可能
 - 国際的な研究ネットワーク
 - 特定の目的に特化した小型衛星の調達
- 宇宙開発は誰でも参加できるようになった

2

宇宙開発の第二局面

- 宇宙の「商業化」
 - 宇宙はこれまで国家による事業であった
 - 巨額の投資と限られた市場→民間による投資は困難
 - 技術の陳腐化と廉価化
 - 低コストのロケット・衛星の開発・製造
 - 宇宙に関心を強く持つ富豪の登場
 - イロン・マスク(SpaceX)、ジェフ・ベゾス(Blue Origin)、リチャード・ブランソン(Virgin Galactic)
 - 金融緩和による余剰資金の投入
 - 宇宙ベンチャーによるファンドレイズ
- 国家間の交渉だけで宇宙の秩序は保てない

3

宇宙開発の第二局面

- 宇宙の「軍事化」
 - 通信、偵察、気象、測位など宇宙の軍事利用は以前から
 - 地上の軍事システムの高度化とそれを支える宇宙
 - ミサイル防衛→早期警戒衛星
 - ドローン→通信、測位 など
 - 宇宙能力の差＝軍事能力の差
 - 民間主導型の新興技術の導入
 - AIによる衛星オンボード解析 など
- 安全保障向けの研究開発の加速化

4

宇宙開発の第二局面

- 宇宙の「脆弱性の顕在化」
 - 人類が使える宇宙空間は有限 (LEO、MEO、GEO)
 - 宇宙の「民主化」「商業化」による混雑
 - 宇宙デブリの増大 (2007年の中国によるASAT)
 - 宇宙システムの社会経済的、軍事的重要性の増大
 - 宇宙機は軽量化するため防御機能を強化するにも限界
 - 壊れやすい宇宙機を標的にした攻撃
 - 物理的攻撃による破壊や機能停止
 - 電波妨害 (ジャミング) や誤情報による周波数乗っ取り (スプーフィング)
- 重要な宇宙インフラを攻撃する誘因が高まる

5

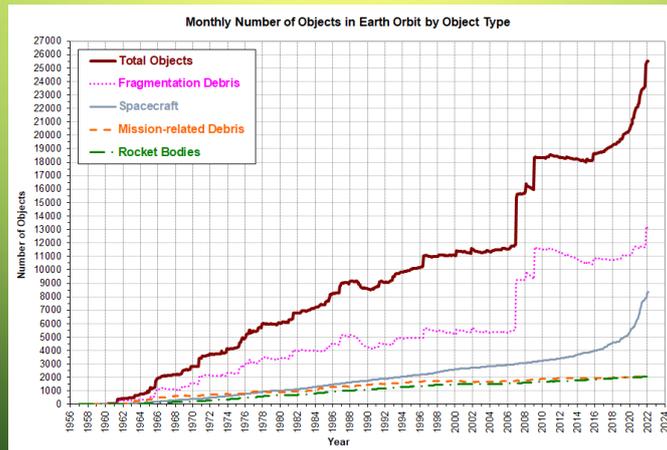
宇宙空間のガバナンス

- 地上とは異なるガバナンス
 - 軌道上の物体は常に移動している
 - 特定の空間を排他的に支配することができない
 - 自国の領域の上空を通過する衛星は不法侵入にならない
 - 自国の衛星の周辺に近づく衛星を排除することは難しい
 - 領域によって分割され、空間を支配する国家によるガバナンスとは異なる構造にならない
 - 制海権、制空権といった概念が通用しない
 - A2/AD (接近禁止・領域拒否) といった戦略もとれない
 - 領域を攻撃するものに対する報復といった抑止戦略もとれない

6

宇宙空間のガバナンス

- 非意図的なリスク
 - 宇宙空間には様々なリスクがある(脆弱性の顕在化)
 - 宇宙デブリとの衝突リスク
 - 宇宙状況監視(SSA)を行い、衝突回避運動で避ける



7

宇宙空間のルール作り

- 米中対立の中でのルール作り
 - 中露が主導する「宇宙空間兵器配備禁止条約(PPWT)」
 - 中露は宇宙に配備する米のミサイル防衛を警戒
 - EUが主導する「宇宙空間の国際行動規範(ICoC)」
 - EUは自らが主導権を握ろうとして途上国から批判を受ける
 - 法的拘束力の有無
 - 中露は拘束力が不可欠と論じ、EUは拘束力があるルールは合意が難しいとして規範作りを優先
 - 両者は膠着状態となり、結局どちらも成立せず
 - 2020年英国主導の国連決議が成立→規範作りの提案
 - 2022年「宇宙空間での責任ある行動」公開作業部会

8

アルテミス合意における安全保障

- Section 3: Peaceful purpose
 - 宇宙条約に基づく月面の平和利用を再確認
 - 軍事活動、軍事基地は認められない:防衛手段がない
 - 米宇宙軍による月面活動防衛は期待できないだろう
- Section 10: Space Resources
 - 宇宙条約に基づく活動:国家による領有は認められず
 - 主権が及ばない空間→所有権などを保護する仕組みはない
- Section 11: Deconfliction
 - Due regard and harmful interference
 - 妨害があった場合は同意国や宇宙条約参加国と協議

9

アルテミス合意における安全保障

- Section 11: Safety Zone
 - 妨害を防ぐための「安全地帯」を宣言
 - 活動に必要な規模で、その状況に合致したもの
 - 一般的に認められる科学的・工学的合理性の範囲
 - 活動の進捗に合わせて適的な規模とする
 - 活動が終了すればなくなる一時的なものである
 - 安全地帯に同意国の法律を適用することはできる
 - 宇宙条約に基づく自由なアクセスを保証する
- 月面での活動は限定的に保護されるが、同意国以外の行動を制限することは保証されていない

10

月面競争と安全保障

- 米中による月面着陸競争・資源獲得競争
 - 冷戦期における米ソ宇宙競争とは異なる文脈
 - 月面到着の「栄誉」ではなく、月面資源の「利益」の競争
- 競争の「目的化」
 - 実際の資源の発見とは別に、「どちらが先か」「どちらがどれだけの資源を占有できるか」という競争が生まれる
 - 実際の資源が十分に「利益」を生まなくても競争に勝つことが目的化する可能性あり
- 競争の激化による安全保障問題
 - 手段を選ばない対立
 - 米ソ宇宙競争よりも植民地獲得競争のニュアンスに近づく

11

月面活動への国家のインセンティブ

敵対的国家的領土領域における活動拡大の抑止、けん制

- 月周回軌道へのアクセスを含め、他国の行動を抑止する手段はない
- 先行して特定の軌道を使うことで他国の利用を妨げることはできる
- 月資源へのアクセス確保(重要ポイントへの先着等)
 - 月面へのアクセスの自由は宇宙条約で保障されている
 - 領有できないため先占の原則は適用されない可能性が高い
 - 先着をすることで他国の利用を妨げることはできる
- 宇宙資源探査に関するルールメイキングに関する主導
 - 資源探査のルール作りはハーグ宇宙資源部会などが行っている
 - 月面での宇宙資源探査に関与しなければ発言権は確保できない
- 月面での活動を保護するインセンティブはあるが、そのために必要な投資をどこまで行うかは不明

12

軍事利用に懸念

京大でシンポジウム開催

京都大で11～12日、「宇宙開発時代をどう生きぬくか」をテーマにシンポジウムが開かれ、政府の宇宙政策委員会委員の鈴木一人・東京大教授（国際政治学）は、宇宙開発のルール作りの重要性を訴えた。

鈴木教授は、衛星とロケットの小型化で「宇宙の民主化、商業化」が進む一方で、「宇宙空間は地上のように領域で区切ることができな

い」と指摘。軍事目的利用への懸念も示し、「米中が対立し、民間企業が台頭するなか、安定した宇宙空間のガバナンスを維持するためには、宇宙空間独自のルール作りが急務だ」とした。



講演後に学生らの質問に答える鈴木教授
(左)ら(12日、京都大吉田キャンパスで)

宇宙総合学研究ユニット

NEWS 2022年4月号



新たに着任した人文社会委託費リサーチアシスタント(RA)の紹介 高口和也

私はこの春から京都大学大学院文学研究科の博士後期課程に編入いたしました。専修は倫理学で主にAIやテクノロジーに関わる倫理問題を主軸に研究する予定です。修士課程では実践的な倫理問題を扱う学問分野である応用倫理学（その中でも生命倫理学）を中心に研究しておりました。

この度、本ユニットのアシスタントとして宇宙倫理学に携われることができ、とてもうれしく思います。私の好きな映画で「ガタカ」というSF映画があります。この映画の興味深い点は、個人の将来の健康状態や能力がDNAの情報を通して全て数値化され、その優劣が職業の選択に大きな影響を持つ様な近未来の世界が舞台となっている所です。主人公の男性は宇宙飛行士になりたいという夢を持っていますが、自身のDNAの数値が悪いため、優秀なDNAを持つ人間に成りすまして宇宙飛行士をめざす、といったストーリーです。このような自分のDNAの運命に抗う人間の葛藤劇が美しく描かれております。そしてこの映画は、DNAによる差別をはじめとして、誰が宇宙に行くべきか、宇宙に行く人間をエンハンスメントしてもよいのかといった宇宙に関わる倫理問題を考えさせられるものでした。



これらはごく一部の例ですが、このような宇宙開発の倫理問題を受講される皆様と講師の皆様と議論できるのを大変楽しみにしておりますし、このユニットが円滑に進行できるよう精一杯努めていきたいと思っております。どうぞよろしくお願いいたします。

今井慶悟

今春より宇宙倫理教育のRAを務めさせていただきます、京大文学研究科博士後期課程（科学哲学科学史専修）の今井慶悟と申します。

私の専攻は科学哲学で、その中でも特に物理学の哲学と呼ばれる分野を修士課程から研究しています。学部時代は京大総合人間学部にて物理学を主専攻とし、物性理論の研究室に所属しておりました。学部生時代から諸科学の方法論や、量子論・相対論をはじめとする物理学の概念的基礎などといった哲学的問題に関心があったことから、大学院より文学研究科に入学して科学哲学を専攻しています。修士課程では量子



力学的な粒子の識別可能性・同一性に関して存在論的な観点に注目しながら研究していました。

このようなバックグラウンドをもつ私ですが、自身の興味関心は必ずしも狭い領域だけに留まらず、むしろ哲学を通じて文理にわたるさまざまな領域の問題にアプローチすることに喜び・やりがいを感じております。こうした点からも、このたび本ユニットのRAとして宇宙倫理学という発展途上の分野に携わる機会を得られたことをうれしく思います。さまざまな知的背景をもつ受講生や研究者たちが結集しながら、人類の宇宙進出に伴う倫理的・社会的な諸課題に取り組むための人材の育成を趣旨とする本プログラムの始動に際し、人類がいよいよ新たな時代に向かおうとしているという機運を肌で感じつつあります。実際、宇宙倫理学を機に、倫理学で扱う対象がもはや地球上の問題だけには留まらなくなることからも、人文社会科学を含む諸学問のあり方すら問い直されることになるかもしれません。

こうした問題意識からも、アシスタントとして講義の受講者や教員のみならずぜひ議論に参加するとともに、本ユニットの事業を円滑に進められるよう努力して参ります。至らぬ点もあるかとは思いますが、どうぞよろしくお願いいたします。

宇宙ユニットガイダンス開催報告

2022年4月4日に2022年度第1回宇宙学セミナーとして宇宙ユニットガイダンスをZoom上で開催いたしました。今年度もこれまで同様、宇宙学セミナーや宇宙ユニットシンポジウムを開催いたします。今年から開始されるプログラムとして、宇宙倫理学教育プログラムがあります。また、各研究会活動も継続して行っております。さらに詳しい情報が知りたい方は、ぜひ宇宙ユニットHP

(<http://www.uss.kyoto-u.ac.jp/>) をご覧ください。また、ガイダンスの様子はZoom録画しておりますので、視聴希望される場合は、uss@kwasan.kyoto-u.ac.jp までお問合せいただければと思います。

【ガイダンスプログラム】

- 宇宙ユニット長挨拶
- 宇宙学拠点紹介 (授業、セミナー、シンポジウム)
- 宇宙倫理学教育プログラム紹介
- 各研究会紹介
 - 宇宙医学
 - X線天文学と検出器
 - BBT 宇宙天気
 - 歴史文献
 - 宇宙生物学

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. 受講生の決定

「宇宙倫理学教育プログラム」受講生募集は2022年4月7日に締め切られ、全部で70余名の応募がありました。複数の審査員で応募書類を精査し、学部コース5名、大学院コース5名、一般コースの3名の受講者を決定しました。多くの方に興味を持って応募していただいたことに感謝しています。しかしながら、受け入れ可能な数が限られていることから、多くの方のご要望におこたえできなかったことを心苦しく思っています。来年度も受講生を募集しますので、今回残念ながら受講が認められなかった方も、応募の準備が間に合わなかった方も、ぜひ応募してください。

2. 授業開始について

宇宙倫理学教育プログラムに関連した講義が次々と開講されています。基幹講義である「宇宙倫理学入門」（京大文学部提供科目）は4月11日から始まり、50名ほどの出席があります。「宇宙倫理学ゼミ」（宇宙ユニット提供科目）は来週4月25日から開始する予定です。

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
5月26日または27日 夕刻 (確定し次第、ウェブ等でお知らせします)	第2回 宇宙学セミナー 講師：上ノ町 水紀 氏 (宇宙ユニット特定助教、2022年5月から) 題名：核医学イメージング研究と宇宙観測への展開	未定

※宇宙学セミナーの詳細は随時 Web ページ (<http://www.uss.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 3 つ紹介します。「京野菜の桂うりを用いた宇宙スイーツの開発」、「電波望遠鏡の指向性における精度検証」、「光のドップラー効果を通して見えるブラックホール」です、お楽しみください。

宇宙ユニット長賞受賞ポスター

京野菜の桂うりを用いた宇宙スイーツの開発

井上 七菜子 上田 優花 岡部 奈月 佐竹 彩奈

(京都府立桂高等学校)

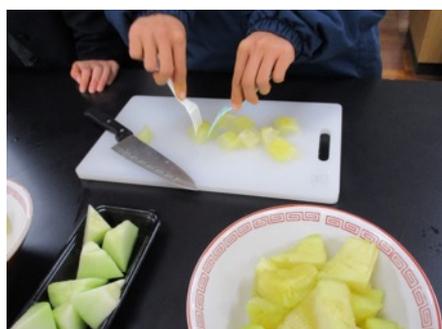
背景

宇宙への関心が高まっている中、私達に身近で欠かすことのできない「食」と宇宙との関係について興味をもち、宇宙食を自分たちで作れないだろうかと思い、その開発を目指した。また、地域の活性化もできればと思い、現在生産農家が一戸しか残っておらず、その種子を一部譲っていただいて本校の農場で栽培している京野菜の桂うりを使用した。

桂うりは糖分をほとんど含まないが、成熟するとメロンの芳香を放つことが知られている。この特徴を利用して、カロリーゼロの人工甘味料のパルスweetを使用し、糖尿病患者でも気兼ねなく食べられる糖質オフの疑似乾燥メロンを開発し、これを改良して宇宙スイーツにしようと考えた。

疑似乾燥メロン作成実験

グルコースを用いて疑似乾燥メロンが作成可能であることを確認したのち、グルコースの代わりに人工甘味料のパルスweetを加えて、疑似乾燥メロンを作成しようと考えた。3 cm にカットした桂うりに質量比 5%・10%・15%のパルスweetを加え、50℃・12 時間で恒温乾燥を行い、班員で食味調査を行った。その結果、質量比 5%のパルスweetを加えたものが最もメロンに近い風味であった。



フォークで穴を開けている様子



電子天秤で計量している様子



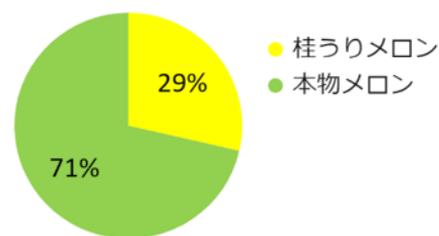
フードドライヤーに入れる様子

疑似乾燥メロン vs 本物乾燥メロン

質量比 5%のパルスweetを加えた桂うりを 3 cm 角にカットして乾燥したもの（以下、桂うりメロン）とオーストラリア産アンジェスメロンを 3 cm 角にカットして乾燥したもの（以下、本物メロン）を用意した。乾燥状態を合わせるため、両者の乾燥条件は異なる。10 人の生徒と 11 人の先生に目隠しをして桂うりメロンと本物メロンを食べ比べてもらい、どちらが本物メロンかを答えてもらった。その際に答え合わせはしていない。

その結果、全体の **29%が桂うりメロンを本物メロンだと答えた**。桂うりメロンを本物メロンと感じた人の感想の中には、「味がメロンだった」、「硬い感じがメロンぽかった」などがあった。本物メロンを選んだ人の感想の中には、「自然な甘みがした」、「食感がメロンだった」などがあった。

乾燥メロンだと思った食品 (N = 21)



考察・今後の展望

実験結果より、桂うりメロンは、本物メロンに比べると、やや風味が劣ると考えられる。しかし、約 4 人に 1 人が桂うりメロンを本物メロンだと答えたことから、現時点でも桂うりメロンを疑似「乾燥メロン」として扱うことができると考える。今回は恒温乾燥機で乾燥させたが、JAXA の規定に則って凍結乾燥機を用いても同様の人工甘味料の質量比で問題ないか、また、宇宙空間では味覚が地上とは異なるため、それを加味して人工甘味料の質量比をどの程度変更すべきか考える必要がある。

今後は JAXA の規定に則り、凍結乾燥機を用いて宇宙スイーツ試作品を作り、JAXA に認可していただけるよう開発を進める。また、宇宙空間ならではの無重力空間を逆に利用する工夫も考えている。さらに、開発した宇宙スイーツを宣伝し、桂うり農家の復興にも貢献したい。

(文責：福井堯 (指導教員))

優秀賞受賞ポスター

電波望遠鏡の指向性における精度検証

万庭結衣 垂井千結 秦みのり 若城彩 佐々木康祐

(京都市立堀川高校)

1. はじめに

本研究の最初の目的は銀河電波の観測だったが、解析ソフトやアンテナが不完全であったので今後の研究のために観測に使用する八木アンテナの精度検証を試みた。観測電波の周波数と受信周波数のズレによるなりを流星観測用ソフトで観測することでアンテナの指向性や観測可能な電波強度を検証した。

銀河電波の30MHz帯を増幅するアンプを作成

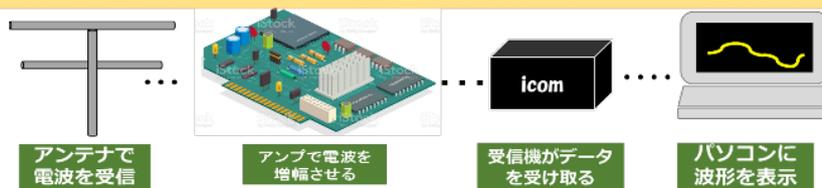


図1 アンプを介した電波観測の流れ

2. 実験方法

八木アンテナを、地面を反射器として北北東方向に設置した。アンテナが受信する電波の周波数を飛行機に反射する福井県からの電波より低い周波数に設定し、約 20 分間流星電波観測用ソフト MROFFT で飛行機エコーを観測し、観測可能範囲を予測した。そして観測結果を元にアンテナの指向角と利得を求めた。次に、無線受信で検証したがノイズとして扱われ観測できなかった。今後の研究において、無線より弱い銀河電波もノイズとして処理される恐れがあるためアンプを作成した。



図2 今回使用した3素子八木アンテナ

3. 結果

飛行機エコーが、6回 800Hz のうなりとして 15~35 秒程観測された。また、それらは主に東側や北側からの電波である。また指向角が約 1.34(sr)、利得が 10(dB)であった。

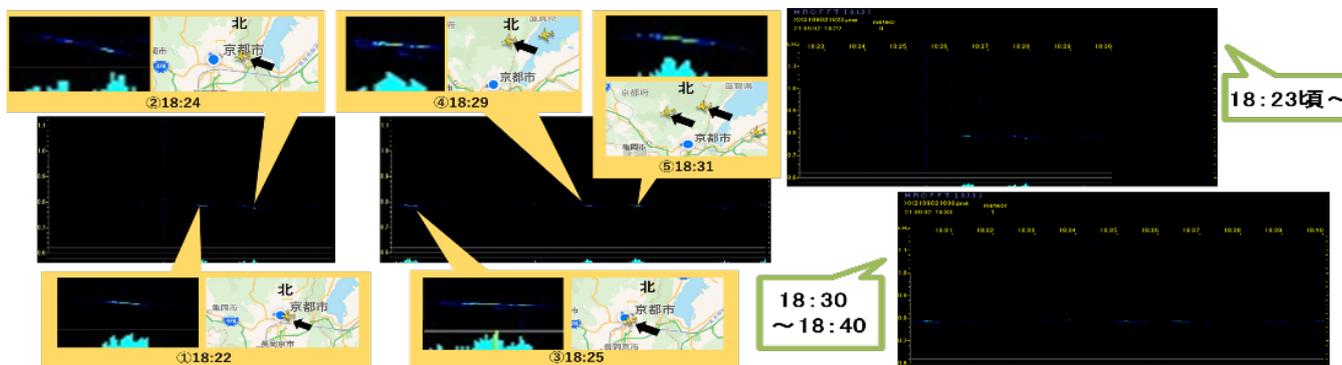


図3 飛行機エコー

4. 考察

飛行機エコーが右下がりなのは飛行機が観測点に向かい近づき遠ざかる際のドップラー効果が原因と考えられる。そして観測結果の 800Hz 帯に比較的強度の小さいエコーの帯が確認されるがこれはスポ

ラディック E 層という電離層に福井県からの電波が反射されているとためだと考えられる。また使用アンテナの利得とテレビ用アンテナの利得に大きな差はなく、アンテナの性能として大きな欠陥はないと考えられる。

5. 結論

指向性の精度は、向上の余地はあるが今後の研究において大きな問題はない。また銀河だけでなく電離層の詳細について探ることができる可能性がある。

6. 展望

本研究でアンテナとしての性能に大きな欠陥はなかったため、今回作成したアンプを用いて実際に銀河電波観測を試みる。

優秀賞受賞ポスター

光のドップラー効果を通してみえるブラックホール

西山真央 福元望月 下橋以紗也 松井志織

(京都市立堀川高校天文班)

抄録

見る角度の違いによって、あるブラックホールの像の見え方は、どのように変化するのかについて Excel を用いたシミュレーションで求める。

目的

近年、ブラックホールの写真撮影に成功したというニュースが話題になった。そこで、多くのブラックホールの周囲にある降着円盤が出す光が地球ではどのように観測されるかを知ることにより詳しいブラックホールの状態を研究できるようになると考え、降着円盤が出す光の波長について調べることにした。

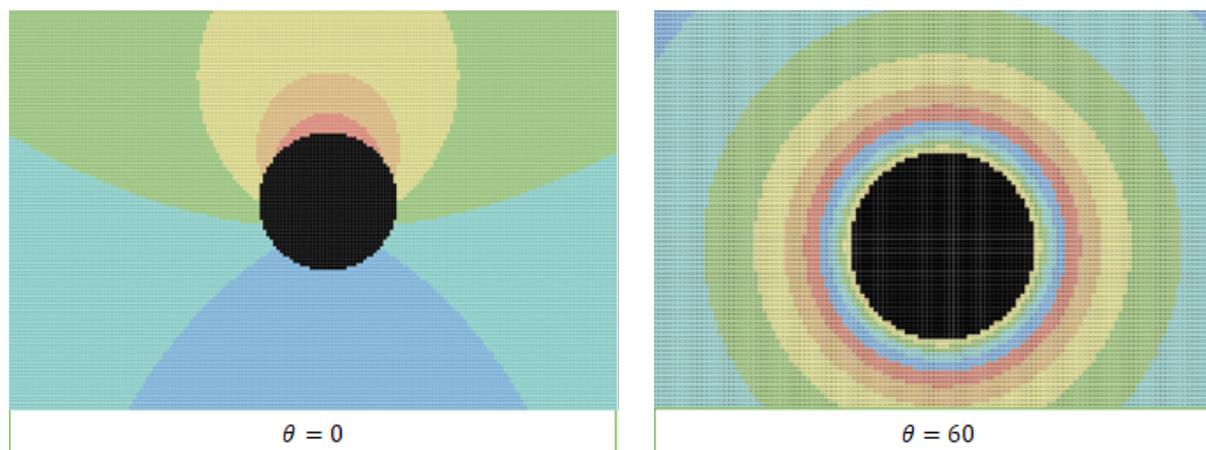
方法

降着円盤のガスの回転速度 v はケプラー回転しているものとして $v = \sqrt{GM/R}$ と表す。このとき、降着円盤には十分な量のガスがあり、全体から一様に $10^{(-10)} m$ の波長の x 線が放出されているものとした。そして、特殊相対性理論から、光のドップラー効果の式 (式 1) に降着円盤の各点の速度と速度ベクトルの地球に対する角度を代入して、降着円盤の各点での光の波長を求めた。

$$f = f' \frac{\left(1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}}}{1 - \frac{v}{c} \cos\theta} \quad (1)$$

結果

地球とブラックホールのなす角 θ について、 $\theta = 0$ のとき、同心円状に波長がみえた。 $\theta = 60$ のとき、図は左右対称になった。



考察

ブラックホールに近いほど重力の差が大きくなるので波長も大きく変化する。また、真上から見ると地球から見た速度が同じなので同心円状に見える。結果の画像において、上下で色の変化がそれほど見られなかったのは、速度が光速に対して小さかったからである。

結論

ブラックホールに近いほど重力の差が大きくなるので波長は大きく変化した。真上から見ると同心円状に見えた。

参考文献

「特殊相対性理論における光のドップラー効果」<[2006_Bthesis_emoto.pdf \(oit.ac.jp\)](https://www.ait.ac.jp/~emoto/2006_Bthesis_emoto.pdf)>
「光速」<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E9%80%9F>

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 に関する皆様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