宇宙総合学研究ユニット NEWS 2021 年 1 月号

第 14 回 宇宙ユニットシンポジウム

「人類は宇宙に居住できるか ―宇宙生物学を踏まえた教育と展望」

2/13（土）・2/14（日）開催

京都大学宇宙総合学研究ユニット(宇宙ユニット)では、文理を超えた幅広い領域を射程に、人類と宇宙に関わる諸問題の研究を推進しています。宇宙ユニットが主催する 14 回目のシンポジウムでは宇宙での居住に関する問題を議論します。

イーロン・マスク率いるスペース X 社が火星移住を掲げ、他惑星への移住の機運が高まっています。月面基地の構築を 2020 年代に始めようとする動きもあり、各国による火星探査機の打ち上げも進んでいます。しかし、地球外惑星への移住を実現するためには依然として高いハードルが存在します。果たして人類はこの難題をどのように解決できる可能性があるのか、最新の研究をベースに議論を行います。

さらに惑星移住を考える際には「宇宙に生命は存在するか」という点が問題になります。かつて海があったと目される火星や、間欠泉や内部海を持つ可能性がある木星衛星には生命の存在や痕跡が見つかる可能性はあるのでしょうか、また人類がこれまでに見つけた「ハビタブルな系外惑星」は居住に適した環境を持つのでしょうか。NASA のケプラー宇宙望遠鏡や TESS 宇宙望遠鏡、また 2019 年より運用が始まった日本のせいめい望遠鏡などが生み出してきた成果を踏まえ、様々な専門背景を持つ登壇者とともに、今後の展望について議論を行います。

シンポジウムに関する最新情報は特設ページ(https://www.usss.kyoto-u.ac.jp/symposium14.html)をご覧ください。 多くの皆様のご参加をお待ちしております。

開催概要

日時　　：　2021 年 2 月 13 日(土) 13:00-17:00、14 日(日) 10:00-17:30
開催形態　：　オンライン開催
参加費　　：　無料
申し込み　：　要申し込み、こちらから参加登録をお願いします

プログラム（敬称略、登壇者とタイムテーブルは変更の可能性があります）

2 月 13 日(土) 13:00-17:00

・e ポスター展示交流会

・基調講演　山崎直子　氏（宙ツーリズム推進協議会理事、元 JAXA 宇宙飛行士）

2 日目：2 月 14 日(日) 10:00-17:30

・シンポジウム講演

第一部 (司会: 浅井　歩　京都大学理学研究科/宇宙ユニット)
　講演 1：Vladimir Airapetian (NASA ゴダード宇宙飛行センター)
　講演 2：野上　大作 (京都大学大学院理学研究科)
第二部【宇宙探査と宇宙生物学のこれから】(司会: 田口　聡　京都大学理学研究科)
　講演 3：小野　雅裕 (NASA ジェット推進研究所)
　講演 4：佐々木貴教 (京都大学大学院理学研究科)
第三部【これからの宇宙教育】
　講演 5: 寺田　昌弘、田島　知之 (宇宙ユニット)、学生代表
第四部【有人宇宙開発のこれから】(司会: 磯部　洋明　京都市立芸大/宇宙ユニット)
　講演 6：金山　秀樹 (清水建設 フロンティア開発室　宇宙開発部)
　講演 7：瀧澤　美奈子 (科学ジャーナリスト)

・パネルディスカッション「人類は宇宙に居住できるか」

司会: 山敷　庸亮 (京都大学大学院総合生存学館　教授/宇宙ユニット・副ユニット長)
登壇者: 山崎　直子、柴田　一成 (京都大学名誉教授)、稲谷　芳文 (宇宙航空研究開発機構)、田島知之

国際宇宙ステーションから送信された画像を受信！

宇宙総合学研究ユニットでは 2020 年に「京大宇宙ユニット無線局」を開設してコールサイン”JL3ZLJ”を取得し、日本アマチュア衛星通信協会（JAMSAT）の石原正次さん（JH3BUM）ご協力のもとで衛星通信実験を進めてきました。低軌道人工衛星は 10 分程度で上空を横切るため、高速移動する衛星に合わせてアンテナが自動追尾するためのシステムを北部総合教育研究棟の実験室にセットアップしました（写真左）。2020 年 12 月 25 日から 2021 年 1 月 1 日の間に、ISS 滞在中の宇宙飛行士がアマチュア無線を使って地上と交信を行う ARISS（Amateur Radio on the ISS）事業の運用開始 20 周年を記念し、ISS から画像信号が送信されました。宇宙ユニット無線局で ISS を自動追尾しながら周波数 145.800MHz の FM モードで信号をキャッチし、Robot36 というアプリを使用して（粗いものながら）画像を復元することができました（写真右）。宇宙ユニット無線局では衛星通信に興味のある学生を募集しています。今年も一緒に衛星通信にトライしましょう！(田島知之記)

受信日時：2020 年 12 月 29 日(火) 10:04~10:12 ISS 145.800 MHz

(左) 人工衛星の自動追尾システム、(右) ARISS 20 周年記念イベントで受信した画像（もう少しクリアに受像したかったですが…）

地上から見る人工天体

木野 勝

(京都大学大学院理学研究科附属天文台)

2018 年に京都大学が中心となり開発し岡山県に設置した国内最大の光・赤外線望遠鏡である「せいめい望遠鏡」による観測が始まった。この望遠鏡は将来の超大型望遠鏡に必須とされる分割主鏡※を日本で初めて実現したことに加え、ガンマ線バーストの残光や重力波対応天体などの突発現象をいち早く観測するために、望遠鏡全体を軽量化し短時間で目標天体に指向できるという特長を持つ。天体望遠鏡の役割は遥か遠方にある微かな天体の光を大きな開口で集めるとともに、高い空間解像力を活かして、そこで起きている物理現象を解明することである。人類が宇宙に進出して半世紀が経つ

が、現在の技術で人自身が行けるのは月ないし近い将来まで含めても火星まで、無人の探査機を飛ばしても太陽系内が精一杯であり、より遠方の観測には望遠鏡が不可欠である。

望遠鏡の性能は口径の大きさや構成する光学素子の精度で決まるが、望遠鏡を設置する場所も重要である。地上からの観測では大気揺らぎ(温度差に起因する大気の屈折率分布のムラ)による空間解像度の悪化や、散乱された街灯りによる背景光の増加、大気分子による光の吸収などがおこる。せいめい望遠鏡は前述の技術開発や学生教育も重視しているため、アクセスの容易な日本国内の低い山に設置されているが、観測環境だけを求めるなら標高数千 m の高山の方が優れており、さらには大気がない宇宙空間に望遠鏡を打ち上げるのが理想である。とりわけ遠赤外線や X 線では大気の透過率が極めて低いため人工衛星や高高度気球に望遠鏡を搭載することが必須となる。このような宇宙開発技術のために開発されたロケットに望遠鏡を搭載しての科学観測は広く行われてきたが、近年では逆に、地上の望遠鏡による人工衛星や探査機の観測が注目されている。有人宇宙飛行においてリスクとなるスペースデブリの検出や、地上と人工衛星間での光通信のほか、人工衛星にトラブルが発生した時の確認手段としても期待されている。

せいめい望遠鏡でも人工天体の撮影をいくつか試みている。2020 年 12 月 5 日に、小惑星探査機はやぶさ２の地球帰還にあわせて探査機本体と再突入カプセルを撮影した。これは「はやぶさ 2 おかえり！2020 共同観測キャンペーン」として公開天文台やアマチュア天文家にも広く呼びかけられた観測の一環である。東京大学と共同開発中の可視光 3 色同時撮像 CMOS カメラ（TriCCS）をせいめい望遠鏡に取り付け、性能確認のための試験観測も兼ねて実施した。帰還カプセルの直径は 40 cm と大きめの中華鍋に例えられる程度であり、5 日夕刻の時点では地球から約 15 万 km の遠方にある。人工物の明るさの予測はその複雑な形状ゆえに難しく、本当に撮影できるのか懐疑的な見方もあったが、図 1 に示すように最初に撮影した画像から明確に認識できるほど明るく写っており、観測に携わったメンバーらはひと安心といった雰囲気であった。望遠鏡は飛行するカプセルを追尾しているため、5 分間の露光中に背景の星は流れて線として写っている。下の 4 枚のパネルは 5 分ごと時間経過であり、左側に写ったはやぶさ 2 本体が帰還カプセルから離れていくのが見てとれる。この結果には JAXA から「テレメトリやドップラーデータから分離したことを確認していますが、目で見えれば文句なし」との反応があったほか、公式の再突入ライブ中継での事前説明で取り上げられた。また複数のマスコミでも記事になり、宇宙開発に対する関心の高さもうかがえた。

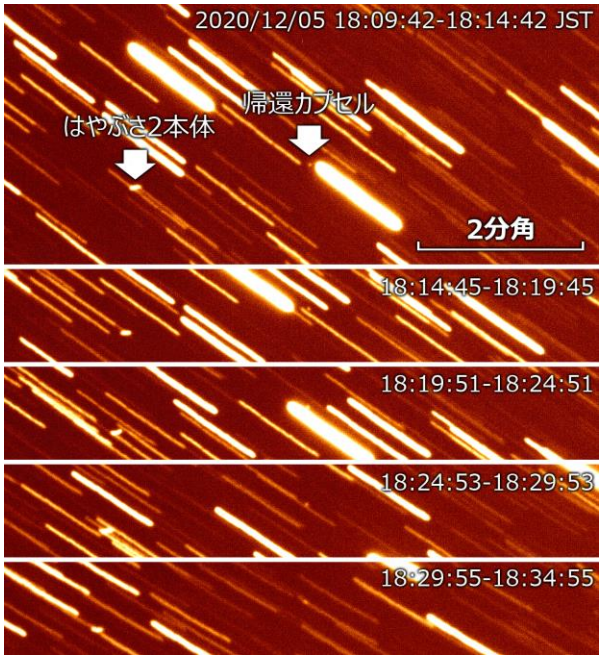

図 1 せいめい望遠鏡で撮影した「はやぶさ 2」と帰還カプセル（中央の暗い点）。帰還カプセルを追尾しているため背景の星は線として写っている。左側の本体はゆっくりと帰還カプセルから離れていくのがわかる。

宇宙空間を飛行する探査機の撮影は事前にその軌道要素＝見える位置が正確に分かっていれば実はそれほど難しくない。はやぶさ 2 の場合、帰還カプセルの撮影に成功した時点での移動速度は毎秒 1 秒角以下であった。天体望遠鏡は地球の自転による星の日周運動（最大で毎秒 15 秒角）を正確に追尾できるよう作られているので、はやぶさ 2 を追尾できるのは当然と言える。

一方で地球のすぐ近くを周回する低軌道の人工衛星は見かけの移動速度が毎秒数度に達するため観測するのは大変である。一般的な大型望遠鏡の駆動速度は毎秒 1 度程度であり追尾することが不可能なため、口径数 10 cm の望遠鏡がよく使われる。しかし小さなスペースデブリを探したり、高速な光通信を行う場合には大口径望遠鏡による集光力が意味を持つ。せいめい望遠鏡は突発天体を迅速に観測するため駆動速度が方位は毎秒４度、高度は毎秒 3 度と非常に速く、このような観測にも有用である。図 2 は 2020 年 8 月 27 日早朝にせいめい望遠鏡で撮影した国際宇宙ステーション(ISS)である。高速駆動による振動で解像度が若干悪くなっているが、各モジュールや太陽電池パネルの形状が明瞭に見える。さらに特筆すべきはこの画像は ISS に日光が当たらない夜間に撮影された点である。ISS を照らしているのは地球大気で散乱された太陽光（朝焼け）や街灯りと思われ、このような条件でも撮影できたのは 3.8 m という口径ならではと言える。

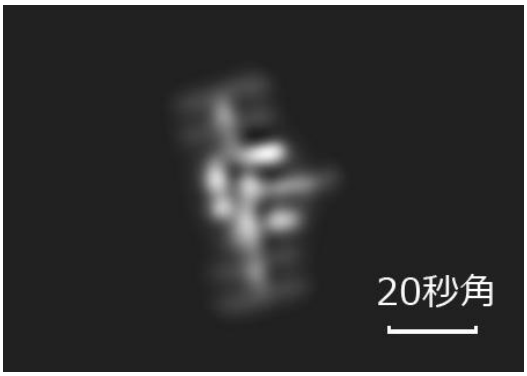

図 2 せいめい望遠鏡で撮影した夜間の国際宇宙ステーション。移動速度は毎秒 1 度ほど。

これまでは地上からの観測が苦手な点を補う形で宇宙空間からの観測が行われてきた。宇宙空間は天文観測において理想的な観測環境であるが、同時に高いコストや打ち上げ失敗のリスク、障害発生時のリカバリが困難という欠点を持つ。今後は地上の望遠鏡を人工衛星の維持・運用にも活用することで、相互に発展していけることを期待する。

※ 望遠鏡の上に大きさ 1 m 程度の鏡を多数並べて 1 枚の大きな鏡として機能させる手法

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

http://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 403 号室

編集人：平井颯

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