

SIC 有人宇宙学研究センター NewsLetter 2024年4月号 No.28

クラウドファンディング寄附者見学会開催報告

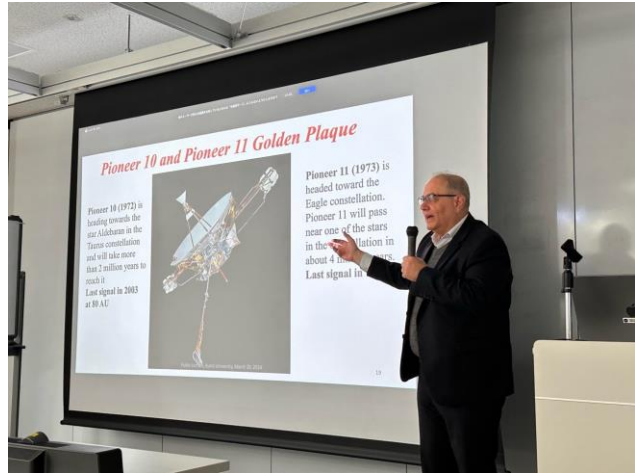
3月22日(金)にクラウドファンディングに寄附していただいた方をご招待して宇宙木材研究室見学会を開催しました。当日は、寄附者の方々のお子様含め6名と高校生の見学者2名、合計8名の方が見学会に参加されました。まず、本部構内総合研究16号館の宇宙木材研究室に集合し、参加者全員自己紹介をし、その後土井隆雄先生よりスライドにて研究室の紹介、その後実験室を2室見学していただきました。実験室では真空チャンバーやクリーンブースなどの実験装置の説明、試作品からエンジニアモデルまで歴代の木造人工衛星の実物も手に取って見ていただきました。その後、北部構内に移動し、農学部総合館にある真空木材実験室にて6年間真空木材実験を続けている真空装置内の木材を観察していただきました。真空木材実験室の後は、同じ北部構内にある北部総合教育研究棟に移動し、ポプラ育成実験中の低圧植物実験の様子と木造人工衛星を打ち上げた後管制室となる無線装置を見学していただきました。その後北部総合教育研究棟の屋上に設置しているアンテナも見ていただき参加者全員で記念写真を撮りました。宇宙木材研究室では今年度も、クラウドファンディングを行う予定です。引き続き皆様のご支援を何卒宜しくお願い致します。



EXOKYOTO セミナー・宇宙学セミナー開催報告

3月20日、「Are We Alone in the Universe」と題して、EXOKYOTO セミナー・宇宙学セミナーが開催されました。

まず、Vladimir Airapetian 氏 (NASA/GSFC)が、山敷センター長の通訳で、現在の太陽系外惑星観測によって明らかになった世界に、どのように観測技術を切り込み、他の惑星での「生命のシグナル (Biosignature)」を探すのか、JWST などの成果をもとにお話がありました。さらに、仮に宇宙に知的生命体が存在する場合、どのような「テクノシグニチャー」が見えるのか？ また人類の未来の姿はどうなるのか？ について議論が進みました。



次に、佐々木貴教氏 (理学研究科) による太陽系外惑星の観測技術の歴史とその手法について講演がありました。どのようにして、現在の技術で太陽系外惑星がこれだけ見つかるようになってきたかについて報告がありました。



次に、山敷氏が、太陽系外惑星データベース EXOKYOTO の開発の歴史と現在の状況を報告しました。

次に、清水海羽氏 (大学院総合生存学館博士課程) によって、EXOKYOTO ホームページの紹介と、滋賀県立守山高等学校のメンバーによる絵などについての詳しい報告がありました。また、白樫聖夢氏 (医学部3年生) が、太陽系外惑星データベースを用いての被ばく量推定について報告しました。



最後のディスカッションタイムには、山崎直子宇宙飛行士 (特任准教授) がオンラインで加わり、ISS の背景から Airapetian 氏の講演に対してメッセージを述べました。宇宙での知的生命体探査についてのコメントは大いに盛り上がり、会場からも質問が出ました。(山敷庸亮 記)

地球外生命体は存在するのか

3.20 (水・祝) 15:00 ~ 18:00

場所：京都大学大学院 総合生存学館 2階大講義室 201

- 15:00~16:00 Searching for Signatures of Life
登壇者：Vladimir Airapetian (NASA/GSFC・京都大学特別招聘教授)
- 16:10~16:40 太陽系外惑星発見の歴史と観測手法
登壇者：佐々木貴教 (京都大学大学院理学研究科宇宙物理学教室)
- 16:40~17:20 太陽系外惑星データベース EXOKYOTOの活用方法
登壇者：山敷庸亮 (京都大学大学院総合生存学館)
- 17:20~17:40 太陽系外惑星の想像図
登壇者：清水海羽 (京都大学大学院総合生存学館1年)、白樺聖夢 (京都大学医学部医学科3回生)
滋賀県立守山中学校高等学校ハビタブル研究会
- 17:40~18:00 ディスカッション



参加無料・学生のみ参加可・事前申し込みが必要です

参加申し込みは左のQRコードまたは下記リンクから

<https://forms.gle/4cdiXeZAXb36ZkE97>



SIC 有人宇宙学研究センター
Human Spaceology Center

主催：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
共催：宇宙総合学研究ユニット

FM 熱真空試験

LignoSat 開発チームでは、3月5日から3月8日にかけて、FM (フライトモデル、実際に宇宙へ行く衛星) の熱真空試験を九州工業大学で行いました。熱真空試験とは、衛星を宇宙環境を模した高真空かつ激しい温度変化の状況下に置き、正常に稼働するか確認する試験です。今回の試験では、気圧を 10^{-4} Pa 程度に、温度を -15°C ~ 60°C (図1) に設定し、2日間かけて実施しました。

試験前の準備として、衛星内部の温度変化を計測するため熱電対と呼ばれる温度センサを組みこむ必要がありますが(図2)、超小型衛星であるため衛星内部は既にほぼ隙間なく埋まっており、組み立てに非常に時間がかかってしまいました。そのため試験初日は組み立てと機能チェックに専念することになりました。2日目には衛星を熱真空チャンバーに入れ(図3)、真空にするためポンプで吸引する作業を行ったのですが、前日が雨だったことによる木材の吸水の影響もあってか、なかなか目標の気圧値まで到達せず、結局試験開始は3日目の午前までもつれることとなりました。

試験は4日目に無事終了し、衛星は異常をきたすことなく稼働

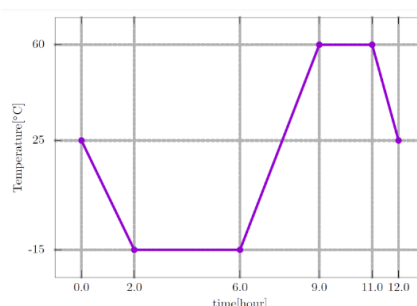


図1 温度スケジュール

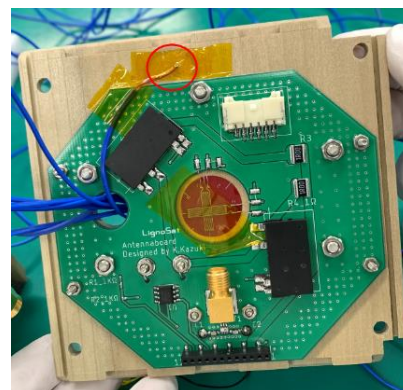


図2 熱電対 (赤丸)

しました。熱電対で取得した温度データは図4の通りです。-Yex となっている温度が衛星外部の基準温度となるのですが、衛星の温度変化はそれと比べて穏やかであり、木材の断熱性の高さが伺えます。また、試験後の衛星分解時に、木板が真空中に晒されたことで大きく湾曲する事象も確認されましたが、LignoSatの木板は釘やネジ等を使用しない伝統工法で作られているため、割れが生じることはなく、再使用可能な状態でした。

熱真空試験を終えたことにより、衛星は宇宙環境での使用に耐えうる事が証明されました。今後は通信機能試験や打ち上げ時の振動を模擬する試験を行い、打ち上げに備えてまいります。

(山本陽大 記)



図3 チャンバーに設置したFM

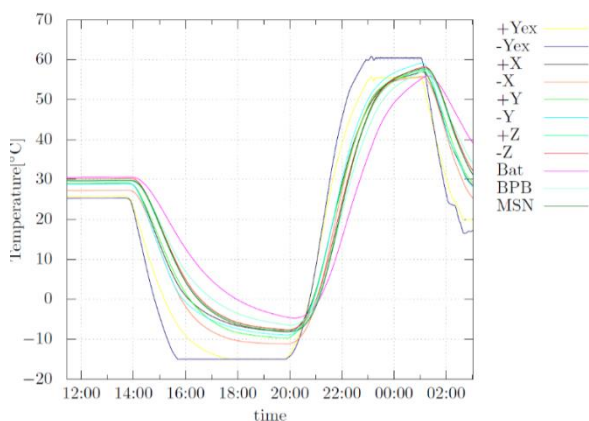


図4 衛星の温度変化

【学ント】「火星に住もう！ Season4」紹介

SIC 有人宇宙学研究センターとよみうりカルチャー-OSAKAの連携講座「火星に住もう！ Season4」(全6回)の最終回が3月17日、読売京都ビル(京都市中京区)で開かれ、「火星移住の最大の障壁は!? 小惑星・磁場・大気・砂嵐?」をテーマに、京都大学大学院総合生存学館教授で SIC 有人宇宙学研究センター長の山敷庸亮先生が登壇した。

火星とはどういう惑星か？

火星の半径は地球の半分(0.53)、金星は0.95で地球と変わらない。火星の表面積は地球の4分の1、体積は8分の1ぐらいになり、さらに比重を考慮すると質量は地球の10分の1程度になる。これらの基本的な数字が全てにおいて後々、地球人にとっては困難さを与える。地球に何かあった時にどこに移住するのかを考えると火星になる。しかし火星で大丈夫なのか？ 水星、金星に住むことができない理由を説明し、太陽系において火星に替わる惑星はない。地球が住むのに適しているのは自転周期が0.997で、公転周期に比べ自転周期が短いこと、これによって地球は昼面と夜面が分かれず温度が均等になる。その点においては火星の自転周期は地球と類似しているといえる。

火・金星にも過去に水(海)があったと考えられており、火星は太陽風と極紫外線の影響、金星は暴走温室により海がなくなったと考えられており、地球の良いところは、コールドトラップにより水(海)が蒸発してもある一定の高さで止まり再び地球に降り注ぐので水(海)が守られていることなどを紹介した。

火星移住の障壁（小惑星）

プラネタリーディフェンス（惑星防御）を研究する JAXA の吉川真先生によると、今見つかっているだけでも地球の軌道をクロスする小惑星は 2 万個で火星は 5 万個で、2.5 倍にのぼる。すぐに小惑星が地球に衝突することはないが、仮に 6500 万年前に巨大隕石が衝突し、恐竜たちを絶滅に追い込んだチクシュルーブ隕石は直径が 15 km でエベレスト山が直接宇宙から降ってきた。その威力は地球上にあるすべての核兵器爆発の数万倍以上の破壊力という。INSIGHT 火星震計によって確認されたクレータ群では、火星には 2020 年 5 月、2021 年 2 月、2021 年 8 月に直径 100m ほどのクレーターが形成されたと考えられている。

火星移住の障壁（磁場）

地球はダイポール磁場（磁力線）で地球を守っているが、火星は局所的な地場しかなく太陽嵐が防げない。火星に住む一番の問題は、磁場がないことでプラズマが直撃することである。なお、宇宙にはガンマ線バーストという現象があり、数千万光年彼方の銀河からもガンマ線が飛来しているが、このガンマ線バーストがもし我々の住む天の川銀河系で発生すると大変なことになり、発生する距離にもよるが地球の大気、特にオゾン層に非常に大きな影響を与えられるリスクがある。

火星には過去には地球の半分程度の大気圧があったが剥離されている。仮に深さ 5 km に存在する石灰岩からすべての CO₂ が大気中に出れば 1 気圧ほどになるが、現実には無理だと考えられる。火星で温暖化を作る方法として、火星の極冠のドライアイス（CO₂）を溶かし、温室効果ガスを火星中に放出すればテラフォーミングできると考えられる学者もいるが、絶対量が足りないという研究成果もある。

テラフォーミングの問題

仮にテラフォーミングをしたとして、①火星のコアは冷えているため磁気圏がなく、太陽風により大気と水が剥ぎ取られるため「人工磁場」が必要。②重力が弱い（地球の 0.38 倍）ため「人工重力」が必要。③小惑星帯に近く、大気が薄い。隕石衝突の確立が高く、かつ燃え尽きない。④火星には水の絶対量が少ない。地球は海のお陰で熱輸送があつて赤道付近の熱が海流によって極地方に運ばれ全体として安定した気候となる。海のない火星は気候が安定しない。

テラフォーミングだけでは限界があり、地球環境を再現したテラウィンドウズ（閉鎖的施設）で①酸素濃度制御 ②生物多様性制御 ③物質環境制御 ④境界条件制御 ⑤エネルギー制御 ⑥重力が必要となることなど、火星に移住するための問題と可能性を交え解説した。

オンライン視聴を含め約 40 人が受講した。

「DMG MORI presents 火星に住もう！ SEASON 4」は今回で終了となった。火星に住もう！ SEASON 5 は準備が整い次第開催する。（よみうりカルチャー大阪 今井文能 記）

次月以降の講義・イベント予告

(1)ILAS セミナー：有人宇宙学実習

科目ナンバリング	U-LAS70 10001 SJ50						
授業科目名 <英訳>	ILASセミナー：有人宇宙学実習 ILAS Seminar :Exercise on Human Space Activities			担当者所属 職名・氏名	総合生存学館 特定教授 土井 隆雄 総合生存学館 教授 山敷 庸亮		
群	少人数群	単位数	2単位	時間数	30時間	授業形態	ゼミ
開講年度・ 開講期	2024・ 前期集中	受講定員 (1回生定員)	5(5)人	配当学年	主として1回生	対象学生	全学向
曜時限	集中	教室				使用言語	日本語
キーワード	森林実習 / 天体観測実習 / 模擬微小重力実験 / 宇宙無線通信実験 / 閉鎖環境実習						
[授業の概要・目的]							
有人宇宙活動は高度な工学、理学のみならず、医学、倫理学、法学等、幅広い分野の有機的連携を必要とする総合科学であり、「有人宇宙学」は有人宇宙活動に関わる全ての分野を学問として大系的にまとめていく新しい学問である。実習では、集中講義形式を用いて、森林生態系を学ぶ森林実習、種々の天体を観測する天体観測実習、生命（植物）に対する重力の影響を観察する模擬微小重力実験、人工衛星を使った宇宙無線通信実験、宇宙滞在の特殊な環境について体験を通じて学ぶ閉鎖環境実習を行う。宇宙ミッションを模擬したスケジュールに沿って計7日間で体験してもらい、分野横断型学習から有人宇宙活動に関する包括的な視点と基礎知識を身につける。							
[到達目標]							
森林実習では京都大学芦生研究林を訪問し森林の生態系を学び、宇宙での樹木・木材の利用を考える。天体観測実習では天体に関する正確な知識を獲得するとともに、自分の力で観測するための基礎的な技術を身につける。模擬微小重力実験では、重力に対する植物の応答を観察することで微小重力状態が生命に与える影響について好奇心と探究心を持てるようにする。宇宙無線通信実験では、無線の原理を理解して人工衛星を使った通信技術を習得する。実験閉鎖環境実習では宇宙での生活環境について体験を通して理解し、人間が宇宙に展開する意義・問題点を考える。							
[授業計画と内容]							
オリエンテーション#1：2024年5月11日 合宿概要講義 オリエンテーション#2：2024年6月8日 合宿準備-ハンズオン訓練（体験訓練） オリエンテーション#3：2024年7月6日 合宿準備-ハンズオン訓練（体験訓練） オリエンテーション#4：2024年8月17日 合宿準備-ハンズオン訓練（体験訓練） オリエンテーション実施場所：北部総合教育研究棟506号室							
有人宇宙学実習：2024年8月18日-24日 実施場所：京都大学吉田キャンパス 8月18日・20日－24日 京都大学芦生研究林 8月19日－20日 実施内容：8月18日：実習開始、各種講義 8月19日－20日：森林実習/閉鎖環境実習 8月20日－24日：天体観測実習/模擬微小重力実験/宇宙無線通信実験/ 閉鎖環境実習） 8月24日：成果発表、実習終了							
1. 森林実習 森林生態系の講義を受けた後、芦生研究林を歩き実際の森林について学ぶ。芦生研究林で測定された樹木のデータを使い、森林の炭素貯蓄の能力を解析する。宇宙における樹木・木材の利用を考える。							
ILASセミナー：有人宇宙学実習(2)へ続く↓↓↓							

ILASセミナー：有人宇宙学実習(2)

2. 天体観測実習

天体の講義の後、星雲・星団・惑星の夜間観測を行う。夜間観測では、3人ずつのチームを作り、1チーム2-3時間の観測をする。全観測終了後、チームごとに観測結果を解析する。

3. 模擬微小重力実験

重力の生物に与える影響の講義の後、クリノスタット（模擬微小重力発生装置）を使い、植物の初期成長実験を行う。初期成長実験では、3人ずつのチームを作り、1チーム毎に1台のクリノスタットを使用する。初期成長実験終了後、チームごとに実験結果を解析する。

4. 宇宙無線通信実験

無線の原理及び人工衛星の軌道についての講義の後、実際に小型アンテナとトランシーバーを使って衛星からの電波を受信することを試みる。小型アンテナの向きや無線周波数を変化させることによって、電波強度がどのように変化するかを調べる。

5. 閉鎖環境実習

宇宙環境が人間に与える影響の講義の後、与えられたスケジュールに沿って各実習・実験を行う。時間経過に従って増大するストレスによって、仕事能率がどのように変化するかを体験する。また、チームワークを作る努力をするのと同時に、自分及びチームの行動を解析する。

[履修要件]

宇宙総合学の履修を推奨する。

[成績評価の方法・観点]

オリエンテーション#1・2・3・4及び森林実習、天体観測実習、模擬微小重力実験、宇宙無線通信実験、閉鎖環境実習に積極的に参加したかで各10点（計60点）、各実習をまとめたレポートで40点を与える。独自の知見・工夫が見られるものについては、高い点を与える。オリエンテーション#1・2・3・4及び全実習期間に参加できることが単位取得の条件となる。

[教科書]

授業中に指示する

[参考書等]

(参考書)

土井隆雄他『人類が生きる場所としての宇宙』（朝倉書店、2019）ISBN:978-4-254-15521-1
山敷庸亮編『有人宇宙学』（京都大学学術出版会）ISBN:978-4-8140-0494-2

[授業外学修（予習・復習）等]

実習前に参考資料を配布する。実習までに読んでおくこと。

[その他（オフィスアワー等）]

京都キャンパス及び芦生研究林で行われる7日間の実習である。
森林実習は芦生研究林で1泊2日で行う。
交通費・合宿費は自費である。
合宿中は、携帯電話の使用不可（緊急時を除く）。
学生教育研究災害傷害保険等の傷害保険へ加入すること。
採点報告日（8月中旬）以降に実施するため、成績報告が遅れる場合がある。

(2)水惑星地球

(科目ナンバリング) G-LAS15 80004 LB58

(科目名) 水惑星地球 (英訳) Earth, the Water Planet	(所属部局) 総合生存学館 (職名) 教授 (氏名) 山敷 庸亮
(群) 院横断 群 (分野) 複合領域系 (分類) (種類)	(使用言語) 英語(日本語)
(単位数) 2 単位 (週コマ数) 1 コマ (授業形態) 講義 (対面授業科目)	
(開講年) 2024・前期 (配当学年) 大学院生 (対象学生) 全学向 度・開講期)	
(曜時限) 水 3 (教室) 東一条館 201 大講義室	
(総合生存学館の学生は、全学共通科目として履修できません。所属部局で履修登録してください。)	
<p>(授業の概要・目的)</p> <p>(授業概要)本講義においては地球が水惑星として誕生した地球惑星科学的条件について焦点をあて、他の地球型惑星との比較、放射平衡温度(黒体温度)と惑星探査機による惑星表面温度との比較からそれぞれの惑星の大気による温室効果の比較、また暴走温室効果や雪玉地球形成条件から水惑星として存在しうる条件について学ぶ。また地球史の学習を通じて海洋と大気の形成条件と、海洋循環や水文循環プロセスがもたらす気候安定効果について学び、そのシステムが機能しなくなった際の極端事象について学ぶ。また大量絶滅事象を学習することにより、地球生態システムを維持するための要因について学ぶ。また同時に、地球と類似の環境を持ちうる太陽系外惑星についてその分類方法とハビタブルゾーンの定義について太陽系外惑星データベース ExoKyoto を用いて学ぶ。</p> <p>(Outline) This lecture will focus on physical background on the formation and development of Planet Earth as the Water Planet. The critical condition for the formation of ocean and presence of hydrological cycle on the Earth will be discussed by introducing basis of planetary physics and the history of the Earth. After introducing global scale issues, this lecture will also focus on catchment scale hydrology by introducing the concept of Sustainable Catchment Management aiming for better protection of lakes, reservoirs and surrounding ocean area/coastal zone. In addition, we'll study classification of extrasolar planetary system by learning definition of Goldilocks (Habitable) zone by using Exoplanetkyoto exoplanetary database.</p> <p>(学習目標)地球システムの太陽系における特異性と共通性について深く理解し、かつ地球史の学習を通じて海洋や水文循環が地球の気候システムの安定や生態系システムを育ててきたその原因を理解し、過去の大量絶滅事象を深く考察することにより完新世の我々が直面している大量絶滅の危機をどのように回避することができるかについて、講義毎の小レポートをもとに受講者との討論を交えながら、一人一人深く考察する力を育むことを目標とする。</p> <p>(Learning goal) This lecture aims for all students to comprehend basic knowledge of our planet earth as "Water Planet" in the solar system by learning specific characteristics of inner / outer planets through mutual comparison, by learning several extinction events throughout history of the earth, and by considering the mission of our "Human being" as creature living in this planet.</p> <p>【研究科横断型教育の概要・目的】</p> <p>本講義においては、地球環境問題を考えてゆく上で基礎となる地球型惑星の形成と地球環境の維持、および地球の歴史について、様々な研究成果や映像を交えながら学び取ることを目標とするが、特に地球惑星科学を専攻していない方々、また人文系の方々も対象としている。また、英語/日本語を交えた講義により、この分野における英語能力の向上にも務める。</p>	
<p>(到達目標)</p> <p>地球環境問題を考えてゆく上で基礎となる地球型惑星の形成過程と、地球のみが水惑星として生命を育むことができた条件を理解し、また地球自体の変遷過程の学習を通じて、豊かな海洋資源と短水資源に育まれた現在の人類を取り巻く環境を今後どのようにして維持してゆくべきかについての解決策を探求することができる大学院生としてふさわしい知見を身につける。</p> <p>(Learning goal) This lecture aims for all students to comprehend basic knowledge in the following: (1) formation process of the planet earth as Water Planet, comparing other planets with less / no water in its surface (2) concepts of "Goldilocks zone" through learning extrasolar planets (3) celestial bodies that induce potential threat to human being, and (4) necessary skills and knowledge required to design Earth's future environment.</p>	

(授業計画と内容)

(山敷 庸亮 15 回 講義)

【第 1～2 回】 地球型惑星それぞれの比較を通じて水惑星地球の形成について学ぶ。地球型惑星それぞれについての太陽定数・惑星アルベドを利用した放射平衡温度(黒体温度 Blackbody Temperature)算定を通じて、各惑星における大気の組成比較とその温室効果の違いについて学ぶ。

【第 3～4 回】 海洋形成の条件1-金星を例にとり暴走温室効果(Runaway Greenhouse Effect)と射出限界(Critical Flux)について学ぶ。同時に、太陽の影響についても学ぶ。

【第 5 回】 海洋形成の条件2-雪玉地球(Snowball Earth)を例にとり、水文プロセス形成条件について学ぶ。

【第 6 回】 大気海洋相互作用-エルニーニョ南方振動(ENSO)とインド洋ダイポールモード(IOD)について学ぶ。

【第 7 回】太陽面活動現象が地球に与える影響(宇宙天気)について学ぶ

【第 8 回】太陽の長期変動が地球気候に与える影響(宇宙気候)について学ぶ

【第 9～10 回】 地球惑星形成の歴史1-月誕生過程について、ジャイアント・インパクト説をもとに解説する。

【第 11 回】 地球惑星形成の歴史2-雪玉地球(Snowball Earth)時代の証拠とその大気組成への影響(過酸化水素の生成による酸素濃度増加説),海洋凍結による海洋循環停止の影響について学ぶ。

【第 12 回】 地球惑星形成の歴史3-ペルム期末大量絶滅(P-T 境界事変)と海洋無酸素事変(Oceanic Anoxic Events - OAEs)について学ぶ。

【第 13 回】 地球惑星形成の歴史4-白亜紀末大量絶滅(K-Pg (K-T) 境界事変)と隕石衝突説, またその証拠とされる K-Pg(K-T)境界層のイリジウムについて学ぶ。

【第 14 回】 地球惑星形成の歴史5-新生代・完新世の大量絶滅の可能性について学ぶ。

【第 15 回】 ExoKyoto を利用して太陽系外惑星、ハビタブルゾーンについて学び、水惑星を守り、生命を維持してゆくための仕組みについて学ぶ。

【第 16 回】 フィードバック

講義期間中の晴天日の夜に、望遠鏡や双眼鏡を用いた太陽系の惑星および天体観測を行っている。場所は大学キャンパス、大学周辺および花山天文台である。

First & Second : Overview of the course; Introduction of the Planet Earth as Water Planet through intercomparison with other (Terrestrial and Jovian) planets in the solar system. .

Third & Fourth : Critical condition for the formation of ocean and hydrological cycle on the Earth; Introduction of the basis of planetary physics and history of the Earth, throughout comprehension of Critical fluxes and runaway greenhouse effect. Learning also important effect of solar radiation and solar activities.

Fifth: Interaction of near land surface atmospheric processes with catchment hydrologic and geomorphic processes as well as land cover effects, examples from rain and snow dominated environments. Evaporation and transpiration, and potential threat of shutdown all processes throughout Snowball Earth.

Sixth : Oceanic-continental mutual interaction. Introduction of ENSO and IOD as ocean-atmosphere interactions.. Introduction of basic physical oceanography focusing on surrounding ocean area and coastal zone.

Seventh & Eighth : Introduce Solar - Earth Interaction, space weather (Seventh) and impact of Solar activity on Earth's long term climate.

Ninth & Tenth : Formation of the Moon based on the hypothesis of Giant Impact and its important effect on creating current Earth's environment.

Eleventh : Learning the root cause and its effect of Snowball earth and complete shutdown of hydrological processes on the Earth.

Twelveth: Introducing Permian-Triassic (P-Tr) Extinction Event and potential threat of Oceanic Anoxia Events (OAE).

Thirteenth : Learning historical extinction event induced by large asteroid attack through introducing Cretaceous-Paleogene (K-Pg) (or Cretaceous-Tertiary (K-T)) Extinction Event and K-Pg (K-T) boundary.

Fourteenth: Learning Cenozoic and Holocene catastrophic events by introducing several hypotheses of asteroid impacts and volcanic eruptions.

Fifteenth: Learning concepts of "Goldilocks zone" by introducing solar and extrasolar planetary system using ExoKyoto, an extrasolar planetary database system.

Sixteenth: Feedback

Astronomical observation events for inner/outer planets are scheduled in Kyoto (at Kwasan Observatory, and surrounding area etc.) using refracting telescope and binocular telescope for those who wish to join.

(履修要件)

特になし

(成績評価の方法・観点)

講義中に行う簡単なレポートと、最終回に提示するレポートにより評価する。

An examination will be given at the conclusion of the course; students will also be asked to submit a "final report". Grades given in these two components will determine the grade assigned to each student.

(教科書) 資料を配布。 To be recommended during the lecture
(参考書等) シリーズ現代の天文学 第一巻 人類の住む宇宙 及び 第九巻太陽系と惑星・京大学術出版会 総合生存学概論 ExoplanetKyoto- ExoKyoto www.exoplanetkyoto.org
(授業外学修(予習・復習)等) 宇宙関連の情報をできるだけ収集する。 It is strongly recommended for all student to constantly browse information concerning spatial science update and educational program available both internet and television program.
(その他(オフィスアワー等)) 望遠鏡や双眼鏡を用いたフィールドでの天体観測を講義期間中に随時案内する予定であるが、京大吉田キャンパス内で実施する場合以外は小人数での移動を伴うので、参加希望の学生は学研災(学生教育研究災害傷害保険・付帯賠償責任保険)に加入する必要があります。また、移動交通費は希望者多数の場合、学生の実費負担にて行う場合があります。* H26-H30 年度は大学周辺にて受講生とともに火星・木星・土星の観測を行った。 As astronomical observation events for inner/outer planets are scheduled in Kyoto (Kyoto university's surrounding area etc.) using refracting telescope and binocular telescope during the semester, those students who wish to join must participate necessary student insurance recommended by the university. We anticipate all students both with and without Earth & Planetary science background. 地球惑星科学を専攻する学生と、広い分野の学生の受講を期待する。 事前に e-mail でアポを取る。メールアドレスは yamashiki.yosuke.3u@kyoto-u.ac.jp Please contact through e-mail at Yamashiki.yosuke.3u@kyoto-u.ac.jp

(3)ILAS セミナー：ハビタブル・アースー生命を育む地球史

(科目ナンバリング) U-LAS70 10001 SJ50	
(科目名) ILAS セミナー：ハビタブル・アースー生命を育む地球史 (英訳) ILAS Seminar :Habitable Earth - History of our Home Planet	(所属部局) 総合生存学館 (職名) 教授 (氏名) 山敷 庸亮
(群) 少人数 群	
(単位数) 2 単位 (週コマ数) 1 コマ (授業形態) ゼミナール (対面授業科目)	
(開講年度・開講期) 2024・前期 (受講定員) 12(12) 人 (1 回生定員) 1 人	(配当学年) 主として1 年生 (対象学生) 全学向
(曜時限) 水 5 (教室) 東一条館 201 大講義室	(使用言語) 日本語及び英語
(キーワード) ハビタブルゾーン / 地球惑星系 / 太陽系 / 太陽系外惑星 / ExoKyoto	
(授業の概要・目的) 地球が誕生した後、長期にわたってハビタブルゾーン(ゴルディロックスゾーン)に位置し、様々な生命の発展を支えた事実を、太陽系の他の惑星群の放射平衡温度(黒体温度)と惑星探査機による惑星表面温度との比較、大	

気組成や自転・公転周期、衛星(月)の形成と存在などを考慮しながら考察する。同時に、現在までに発見された太陽系外惑星について様々な知見をもとに分類し、様々な恒星系での複数のハビタブルゾーン定義について考察し、生命が存在する可能性のあるハビタブル惑星の条件を考察する。

また、シュミットカセグレン望遠鏡を用いた天体観望を通じて太陽系の惑星と主な一等星や星座・メシエ天体について学習する。NASA の JWST、HST や、岡山せいめい望遠鏡などについても解説を行う。

また地球史の学習を通じて海洋と大気形成条件と、海洋循環や水文循環プロセスがもたらす気候安定効果について学び、そのシステムが機能しなくなった際の極端事象について学ぶ。また大量絶滅事象を学習することにより、地球生態システムを維持するための要因について学び、人類の生存のための重要な惑星的条件について考慮する。同時に、太陽フレア・恒星フレアによる生命・宇宙開発への影響についても考察する。

本 ILAS セミナーは、2015 年度にポケットゼミとして開講されて以来、9 年目の開講となるが、2016-2023 年度には太陽系外惑星データベース ExoKyoto を ILAS セミナー受講生が中心となって開発・公開を行ない、現在様々な分野で利用されている。また総合生存学館環境災害研究会、SIC 有人宇宙学研究センター、宇宙生物学ゼミらと連携しつつ観望会や系外惑星セミナー・観測を開催するなど、活発な交流活動を行っており、そのようなアウトリーチ活動の開催や ILAS セミナー終了後の相互連携も目標としている。

(到達目標)

ハビタブル・ゾーン(ゴルディオロックゾーン)についての理解を深め、地球の特殊性を理解し、生命が存在する惑星についての基礎的条件について考察する。身近な天体に親しみ、天体観測についての基礎的スキルを身につける。さらに、人類および生命の維持のために必要な惑星の条件について学び、太陽系外惑星の分類に応用したのち、人類と生命の生存のために我々が何をなすべきかについて知見を育む。

天体観望会の開催や、系外惑星データベースの開発、ワークショップや合宿を通じての人材交流を通じて、「市民に開かれた大学」として、積極的に情報発信できる学生となることをもう一つの目標とする。

(授業計画と内容)

以下のテーマについて授業を行う予定である。なお、2コマ相当を京都大学防災研究所白浜海象観測所での実習に充てる。

1. 地球型惑星それぞれの比較を通じて第三番惑星の特殊性について学ぶ。地球型惑星それぞれについての太陽定数・惑星アルベドを利用した放射平衡温度(黒体温度 Blackbody Temperature)算定を通じて、各惑星における大気の組成比較とその温室効果の違いについて学ぶ。
2. ハビタブル惑星の条件1ー金星を例にとり暴走温室効果(Runaway Greenhouse Effect)と射出限界(Critical Flux)について学ぶ。さらに、地球と金星の比較とそれぞれの磁気圏とその作用、またビーナス・エクスプレスによる磁気リコネクションの証拠などをもとに惑星磁場の重要性について学ぶ。
3. ハビタブル惑星の条件2ー雪玉地球(Snowball Earth)を例にとり、水文プロセスの重要性について学ぶ。これらから、Kopparapu et al.2013 によるハビタブルゾーン設定について学ぶ。
4. 地球惑星形成の歴史1ー月誕生過程について、ジャイアント・インパクト説をもとに解説し、月の存在と地球環境の安定、自転軸の安定について学ぶ。
5. 地球惑星形成の歴史2ー雪玉地球(Snowball Earth)時代の証拠とその大気組成への影響(過酸化水素の生成による酸素濃度増加説)、海洋凍結による海洋循環停止の影響について学ぶ。
6. 地球惑星形成の歴史3ーペルム期末大量絶滅(P-T 境界事象)と海洋無酸素事象(Oceanic Anoxic Events - OAEs)について学ぶ。
7. 地球惑星形成の歴史4ー白亜紀末大量絶滅(K-T 境界事象)と隕石衝突説、またその証拠とされる K-T 境界層のイリジウムについて学ぶ。
8. 地球惑星形成の歴史5ー新生代・完新世の大量絶滅の可能性について学ぶ。
9. 太陽系外惑星1ー系外惑星発見の歴史とその手法(視線速度法)、ケプラー宇宙望遠鏡とトランジット法について学ぶ。
10. 太陽系外惑星2ー系外惑星の分類・愛称(ホットジュピター・ホットネプチューン、スーパーアースなど)を学び、系外惑星の居住可能性の分類方法について学ぶ。
11. 太陽系外惑星3ー系外惑星データベース“ExoKyoto”を用いて、ハビタブルな惑星を探り、その居住可能性について議論を行う。
12. <フィードバック>以下のフィールド見学会および、望遠鏡の基本操作、主な星座と一等星、メシエ天体について解説する。

* 防災研究所白浜海象見学と惑星の観望会実施予定 7 月 6 日-7 月 7 日(土曜日・日曜日)

【場所】京都大学防災研究所白浜海象観測所

<http://rcfcd.dpri.kyoto-u.ac.jp/frs/shirahama/index.html>

白浜水族館

【現地協力教員(予定)】馬場 康之(准教授)

<p>【予定費用(受講生実費)】交通費 プラス宿泊代(1万円前後)+食事代(参加人数によって変化) (昨年度は、バスにて全員で移動・今年度もバス移動であれば交通費は不徴収)</p> <p>* 白浜海の家宿泊が可能となれば、安く宿泊可能です。</p> <p>http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/about/facilities/outside/fa_sirahama.html</p> <p>【内容】白浜海象観測所の見学 ポートによる観測実習(海象次第)望遠鏡を用いた惑星観測(天候次第)</p> <p>* 受講生には基本的に全員参加いただく予定ですが、参加できない学生は特別措置を講じます。</p> <p>* 2023年度は有志での串本実習も実施しました。</p>
<p>(履修要件)</p> <p>宇宙や地球・他の惑星系について興味のある学生であること。</p>
<p>(成績評価の方法・観点)</p> <p>講義の後の短いレポートと最終レポートによる。 講義の理解、惑星系と宇宙についての興味などを評価する。</p>
<p>(教科書)</p> <p>授業中に指示する</p>
<p>(参考書等)</p> <p>岡村定矩他編『シリーズ現代の天文学 第一巻 人類の住む宇宙』(日本評論社) 岡村定矩他編『シリーズ現代の天文学 第九巻 太陽系と惑星』(日本評論社)</p>
<p>(関連 URL)</p> <p>http://www.exoplanetkyoto.org (初めての日本語での太陽系外惑星データベース。本 ILAS セミナー担当者と ILAS セミナー受講生有志が中心になってこのデータベースを作成している。) http://www.gwrlab.org (担当教員の研究室ホームページ)</p>
<p>(授業外学修(予習・復習)等)</p> <p>NASA や ESA のホームページ、NHK 教育などでの宇宙関連番組、講義で紹介する英語での教育番組等を積極的に学習する。</p>
<p>(その他(オフィスアワー等))</p> <p>望遠鏡や双眼鏡を用いたフィールドでの天体観測も講義期間中に随時案内する予定であるが、京大吉田キャンパス内で実施する場合以外は小人数での移動を伴うので、参加希望の学生は学研災(学生教育研究災害傷害保険・付帯賠償責任保険)に加入する必要があります。また、移動交通費は希望者多数の場合、学生の実費負担にて行う場合があります。</p>

(4)「現代の教養講座-宇宙移住に向けた社会構築-」 受講生募集

公益財団法人 大学コンソーシアム京都が開講するリカレント教育プログラム。そのひとつ「現代の教養講座」では、2022 年は「宇宙移住の現在・未来について」、2023 年は「宇宙移住に向けた最先端研究と企業技術」というテーマで開講してきました。本プログラムは、京都大学大学院総合生存学館 教授および京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長の山敷庸亮先生がプログラムを構築し、最先端の知を学ぶことができるプログラムとなっています。また、喜一工具株式会社 代表取締役の石川武氏がコーディネーターを務め、3 年目を迎える 2024 年は「現代の教養講座-宇宙移住に向けた社会構築-」というテーマで、実社会における宇宙移住に向けた取り組みについても知ることができる実践的な内容となっています。宇宙で社会を構築するという課題に対して、宇宙での生存、人体への影響といった科学的な側面だけでなく、資源の活用、物流・金融といった経済システムの構築、法の整備といった社会的な側面からも多くを学ぶことができます。講義では、教育・研究・ビジネス、あらゆる業界の第一線で活躍されているスペシャリストの方々に、宇宙移住という共通テーマのもと語っていただきます。理系・文系、

学生・社会人を問わず受講いただける唯一無二のプログラムです。(大学コンソーシアム 佐藤 記)



2024年度京カレッジ
リカレント教育プログラム

前半プログラム 6.6千- 7.25千

後半プログラム 10.3千- 11.14千

18:30-20:00 全5コマ

現代の教養講座

—宇宙移住に向けた社会構築—

プログラム概要

2022年「宇宙移住の現在・未来について」、2023年「宇宙移住に向けた最先端研究と企業技術」と、宇宙移住を想定した最先端の研究成果や企業技術について、様々な分野の専門家の方々に語っていただく「現代の教養講座」。2024年度は「宇宙移住に向けた社会構築」と題し、宇宙に行く、宇宙で生活する、宇宙でビジネスをする、宇宙で社会を作るといった、さらに現実化する新たな取り組み・視点・課題を紹介し、文系・理系の知を駆動員して未来を考えましょう。

参加方法

オンライン(Zoom)

※講義終了後、受講者に限定して、見直し配信視聴のご案内を差し上げます。

受講料

前半プログラム
後半プログラム

各5,000円

定員

前半プログラム
後半プログラム

各100名 申込多数の場合は抽選

講師紹介

				
山敷 広亮 氏 <small>京大大学院総合生命学専攻 教授、京大SIC有人宇宙学研究所センター長</small>	片山 俊大 氏 <small>一般社団法人Space Port Japan 共同創業者&理事</small>	大野 琢也 氏 <small>新興株式会社 インベーション推進室 室長部長</small>	大貫 美鈴 氏 <small>宇宙ビジネスコンサルタント</small>	稲谷 芳文 氏 <small>宇宙航空研究開発機構 名誉教授</small>
				
寺田 昌弘 氏 <small>京大宇宙航空学研究所ユニット 特定准教授</small>	森 裕和 氏 <small>宇宙ビジネスコンサルタント、The Alpha Challenge and IP of Business Developer</small>	青木 節子 氏 <small>慶應義塾大学 大学院法務研究科 教授</small>	足立 健磨 氏 <small>京大宇宙長観測研究所 准教授</small>	石川 武 氏 <small>第一工業株式会社 代表取締役</small>

申込から受講までの流れ

申込締切 前半プログラム:2024年5月16日(木) 23:59、後半プログラム:2024年9月12日(木) 23:59 までに、下記よりお申し込みください。

STEP1 下記をスマートフォンで読み取り、お申し込みください。すべての項目をご入力の上、送信ボタンを押すと、お申し込み時のメールアドレス宛に「お申し込み手続き完了メール」が自動配信されます。

※ @ (google.com) のドメインからメール受信できるよう設定をお願いします。
*メール不達などのトラブル防止のため、登録時のメールアドレスには、携帯キャリアメールアドレス @docomo.ne.jp, @softbank.ne.jp, @softbank.jp, @ucom, @nifty.ne.jp, @nifty.com などにはなるべく使用しないでください。
*お申し込みいただくメールアドレスは、GmailやYahoo!メールなどのフリーメールアドレス、もしくはインターネットサービスプロバイダが提供するもの、その他ドメインドメインの範囲を強く推奨します。



◀前半プログラム
お申し込みフォーム

▶後半プログラム
お申し込みフォーム



STEP2 申込締切日以降に受講可否通知をメールにてお知らせいたします。

STEP3 (受講可となった方) 受講可否通知メールに添付の案内に沿って期日までに受講料をお支払いください。

STEP4 受講料の入金が確認できた方を対象に講義前日までに、事務局から参加方法等(ZOOMご入室用URLを含む)を記載したメールをお送りいたします。

■期日までに支払手続きが完了していない場合は、お返しの意思がないものと判断し、申込を無効とします。
■申請中止の場合を除いて、受講料の返金はいたしませんのでご了承ください。

京カレッジ 会員について

お申し込み時に希望された方は、受講料のご入金確認後に京カレッジ会員証(会員費:無料)を発行いたします。京カレッジ会員の特典として、京カレッジ募集ガイドに記載されている各大学・各短期大学の御座館が利用可能となります。(利用については、各館の規程や掲示に従ってください)
*会員証発行にはお時間を要する場合がございます。予めご了承ください。

- 13 -

講義概要

前半プログラム

第1回 2024 | 6/6 18:30-20:00

宇宙移住に向けたコアソサエティの条件(I)

宇宙社会を構築するにあたって、社会構築の前提条件となる、宇宙での生存基盤の確立を、コアバイオーム・コアテクノロジーの移転状況から評価し、必要とされる法整備と医療などを考慮し、どのような手順と規模で宇宙社会が構築可能であるか検討します。

講師 山敷 龍亮氏

第2回 2024 | 6/13 18:30-20:00

超速でわかる!宇宙ビジネス

現在、すべてのビジネスが宇宙へと急拡大しています。旅行・物流・通信・金融・不動産・商社・広告・アート・エンターテインメント・ビッグデータなど、これまで宇宙産業と関係がなかった産業が、次々と宇宙産業へと進出しています。「なぜ、今、宇宙ビジネスなのか?」「宇宙ビジネスは、どこから来て、どこへ向かうのか?」をテーマに、歴史・政治・経済・地政学・テクノロジーなど様々な切り口により、「超速で」宇宙ビジネスの全体像を語ります。

講師 片山 俊大氏

第3回 2024 | 6/27 18:30-20:00

宇宙居住のための人工重力研究

将来、月面や火星といった地球外で生まれる子供たちは、自ら望んだわけでもないのに、その環境での生活を強いられる。さらに、自力では地球に立てない体になるかもしれません。これでは人類の分断を招く可能性があります。そこで、地球に耐れる体の完成と保持のための人工重力施設をご紹介します。

講師 大野 琢也氏

第4回 2024 | 7/18 18:30-20:00

サーキュラーエコノミーが拓く宇宙移住

宇宙3Dプリンティングとともに宇宙滞在にも3Rの概念が入ってきました。廃棄社会は5R(廃棄物の再資源利用)が前提として成立しますが、資源の効率的・循環的な利用、付加価値を最大化する社会経済システムを目指すことになります。宇宙移住に向けたサーキュラーエコノミーについて一緒に考えましょう。

講師 大貫 美鈴氏

第5回 2024 | 7/25 18:30-20:00

宇宙環境での人体への影響 ～宇宙医学から宇宙居住を考える

宇宙飛行士だけでなく民間人が宇宙に滞在する機会も増えています。宇宙滞在は地上とは異なり、微小重力・宇宙放射線・閉鎖環境といった特殊な環境下で生活することになります。本講演では宇宙環境における人への影響についてご紹介します。

講師 寺田 昌弘氏

後半プログラム

第1回 2024 | 10/3 18:30-20:00

宇宙移住に向けたコアソサエティの条件(II)

宇宙社会を構築するにあたって、宇宙において起こりうるさまざまな危機的事象を検討し、これらに対する危機管理能力の構築と宇宙社会のレジリエンスについて議論します。

講師 山敷 龍亮氏

第2回 2024 | 10/17 18:30-20:00

月に持続的な社会をつくる…人類の宇宙進出について考える

人類の宇宙進出の第一歩として、月に持続的な有人活動が行われ、地球外に「社会」とでもいえるべき集団を作り運営することを考えます。有人宇宙活動を実現するための技術の話題にとどまらず、経済活動としての持続性やビジネスの視点、社会運営の方法、宇宙滞在における人体への影響および文化人類学的な視点などを色め、宇宙を拠点とした有人活動や人類の宇宙進出の将来などという大きな視点で考えます。

講師 稲谷 芳文氏

第3回 2024 | 10/24 18:30-20:00

民間が続々参入する有人宇宙分野の世界トレンド

近年、宇宙ビジネスという単語が一般的なメディアでも取り上げられ、米国や日本を含む多くの国でスタートアップなどの新規企業が生まれ、幅広い業種の企業も宇宙分野に参入しています。世界中で複数の企業や社団法人の役員、理事、アドバイザー等を担う講師による商用宇宙による有人宇宙開発の概観と今後のトレンド予測を講義します。

講師 森 裕和氏

第4回 2024 | 11/7 18:30-20:00

宇宙移住に向けた国際宇宙法

人間が月や火星などの天体に移住した場合に構成される社会を規律する国際法の内容についての講義です。具体的には、天体の土地や資源の所有権問題、宇宙基地、ホテル、病院などに管轄権を行使する国の発見方法、天体での人権や環境保護の基準、宇宙の平和利用の意味などについて学びます。

講師 青木 節子氏

第5回 2024 | 11/14 18:30-20:00

こころの進化と宇宙

ヒトは地球上に現存する数百万種のうちの一種で、その身体や心の働きは35億年の生物進化の歴史の中で紡がれてきたものです。そこにはヒト進化の歴史があるとともに、生物学的な制約も課せられています。本講義では、ヒトという種を生物学的にとらえなおし、その心の働きの変化を探ること、宇宙環境に生きるヒトを考えます。

講師 足立 幾穂氏

都合により講座の延期や中止、内容変更等が生じる場合がございます。変更の際には、大学コンソーシアム京都ホームページの「重要なお知らせ」及びお申し込み時のメールアドレス宛にご連絡いたします。

■お問合せ先



公益財団法人 大学コンソーシアム京都 京カレッジ担当
The Consortium of Universities in Kyoto

〒600-8216 京都市下京区西洞院通堀小路下るキャンパスプラザ京都内
TEL:075-353-9140 FAX:075-353-9121
【お問合せ受付時間】火～土曜 9:00～17:00
<https://www.consortium.or.jp/> 京カレッジ 検索



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



主催:京都市・公益財団法人 大学コンソーシアム京都
発行:京都市総合企業戦略総合政策室
京都市環境部 第054984号 令和6年2月
※この印刷物が不潔になれば「雑がみ」として古紙回収等へ

第2回宇宙木材利用シンポジウム開催報告①

2024年3月21日に京都大学益川ホールにて、第2回宇宙木材利用シンポジウムを開催しました。今月号から複数回連載して、ご紹介していきます。



(1)宇宙空間での木材の物性変化 ～宇宙曝露試験(ExBAS)と地上試験～

京都大学大学院農学研究科森林科学専攻 村田功二

1. 木材の宇宙曝露試験

宇宙木材プロジェクトでは2024年度に木造人工衛星(LignoSat)の打ち上げを計画している。人工衛星を投入する軌道に対する木材の耐性を実証するために、2022年に木材の宇宙曝露試験を実施した。試験に供した木材は、人工衛星に構体に使用することを検討している樹種(ホノキ、ヤマザクラ、ダケカンバ)とした(図1)。56×9×5mmの小さな試験体を各2本用意して、アルミニウムパネルで固定した試験体をJAXAに納品した(図2)。



2022年2月20日(日)午前2時40分(JST)に米国バージニア州NASAワロップス飛行施設から打ち上げられ、翌日には補給船は国際宇宙ステーション(ISS)に到着した。木材の宇宙曝露試験の経過は以下である。

2021/9/21 : 曝露試験体をJAXAに納品

2022/2/20 : アンタレスロケットで打ち上げ

2/21 : シグナス補給船17号機(NG-17)がISSに到着

- 3/4 : ISS 船外曝露開始
- 12/23 : ISS 船内に回収（曝露期間 294 日）
- 2023/1/11 : ドラゴン補給船 26 号機（SpX-26）がフロリダ半島沖へ着水
- 3/27 : JAXA から引き渡し



図 1 曝露試験に供した木材
（上からヤマザクラ、ダケカンバ、
ホオノキ） ©京都大学



図 2 宇宙曝露試験体
©京都大学、©Space BD

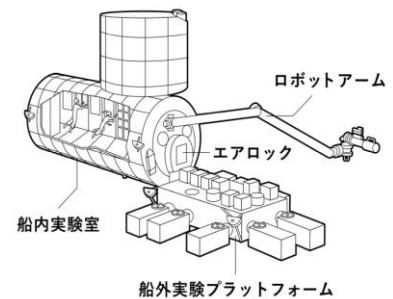


図 3 「きぼう」船外実験プラットフォーム
 ©Space BD

2. ExBAS 試料マクロ分析結果

外観観察: JAXA から引き渡された宇宙曝露後の試験体と、打ち上げ前の未曝露試験体の比較を図 4 に示す。目視では木材の表面に劣化は確認できなかった。

質量分析: 木造人工衛星を投入する予定の地球低軌道(LEO)で有機材料の劣化について、最も心配されるのが真空紫外線(VUV)や原子状酸素(AO)である。特に AO による浸食(erosion)での表面の消失が考えられる。しかし、各樹種ともに重量変化はごくわずかしく、樹種間の違いもほぼなかった。さらに詳しい解析は、岡山大学惑星物質研究所で進められている。

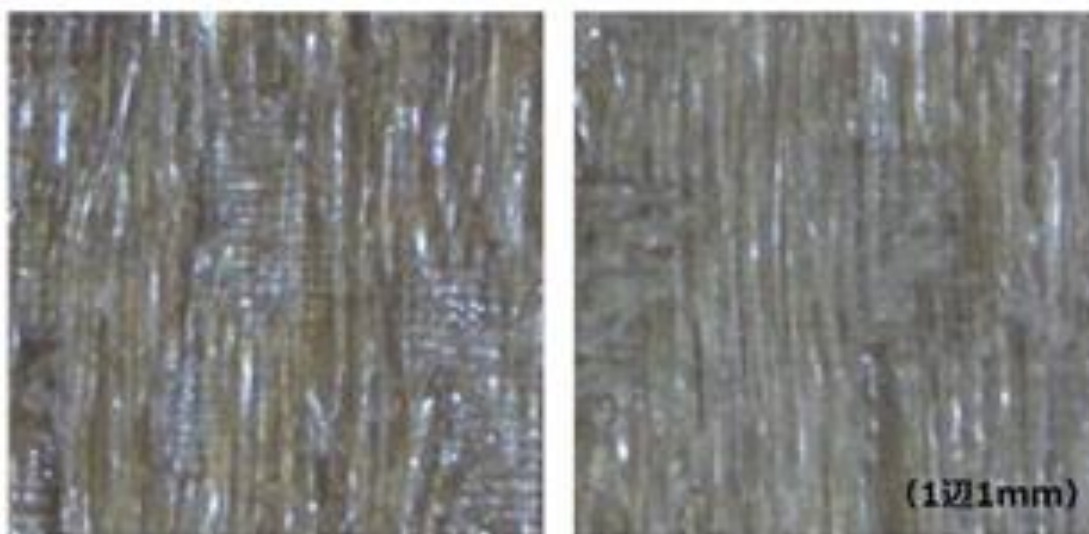


図 4 宇宙曝露試験後の木材試験体表面（ホオノキ）の拡大写真
左 宇宙曝露試験体 右 未曝露試験体

3. 木造人工衛星に使用する樹種の決定

宇宙曝露試験の結果から、木材の約 300 日間低軌道に曝露しても重大な劣化は生じないことが確認された。2017 年から継続している地上での真空曝露試験では寸法安定性では 3 樹種に大きな違いは確認されていない。曝露実験に供した樹種の密度は、ホオノキ：445 kg/m³、ヤマザクラ：594 kg/m³、ダケカンバ：799 kg/m³であった。また、木材の割れにくさの指標に「衝撃曲げ吸収エネルギー」というのがあり、ホオノキ：11 J/cm²、ヤマザクラ：8 J/cm²、ダケカンバ：10 J/cm²(マカバ)とされる(出典：木の百科)。密度や割れにくさの点から、木造人工衛星の構体にはホオノキを使用することとなった。

4. 放射線が木材の物性に与える影響(地上試験)

ExBASでの宇宙曝露試験は地球上に比べるととても強い放射線を浴びることになる。地上では1年間に自然放射線から世界平均で2.4ミリシーベルトの放射線を受けているとされる。一方、ISS滞在中の宇宙飛行士の被ばく線量は、1日当たり0.4~1ミリシーベルト程度となり、1日で地上での約半年分に相当する放射線を被ばくしている。さらに月面では銀河由来の放射線量は1年間に161~416ミリシーベルトでされ、さらに厳しい条件である。そこで放射線が木材の物性に与える影響を確認するため、地上でガンマ線照射試験を実施した。

樹種はホオノキとし、照射試験は京都大学複合原子力科学研究所コバルト60ガンマ線照射試験装置で実施した。予備試験から照射線量が1kGy未満ではほとんど変化を観察できなかったため、1kGy、10kGy、100kGy(200kGy)の線量とした。室温は約20度で、照射時間は24時間(48時間)とした。試験体は絶乾とし、含水率変化を防ぐためポリエチレンフィルムで封入した。照射試験後の試験体についてX線解析(WAXD,SAXS)、破壊力学試験、クリープ試験、吸着等温線解析を実施した。解析結果の一例を以下に示す。

広角X線回折(WAXD)：ガンマ線を照射した結果、100kGyも結晶径の変化は見られなかった。セルロースは放射線に強く、文献では1000kGyを超えると強度と低下するとされる。また結晶化度が若干上昇することから、非結晶構造は何かしらの影響を受けていると考えられる。

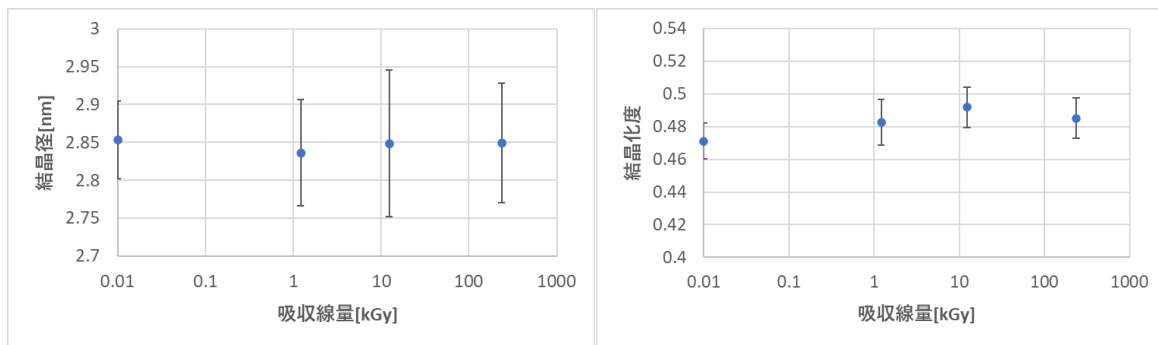


図5 ガンマ線曝露木材のWAXD解析結果(左:結晶径、右:結晶化度)

0.01kGyは未曝露試験体(コントロール)を示し、ガンマ線では1Gyは1シーベルトに相当する。

破壊力学試験：片側き裂3点曲げ試験(SENB)による強度試験を実施し、破壊靱性値(臨界応力拡大係数 K_{IC})と破壊エネルギーを評価した。破壊靱性値では1kGyでもわずかな低下がみられたが、破壊エネルギーは100kGyで低下を確認できた。月面での放射線量が年間1シーベルトに満たな

い(銀河由来)を考えると、宇宙空間では木材は放射線の影響をあまり受けないと考えられる。
(村田功二 記)

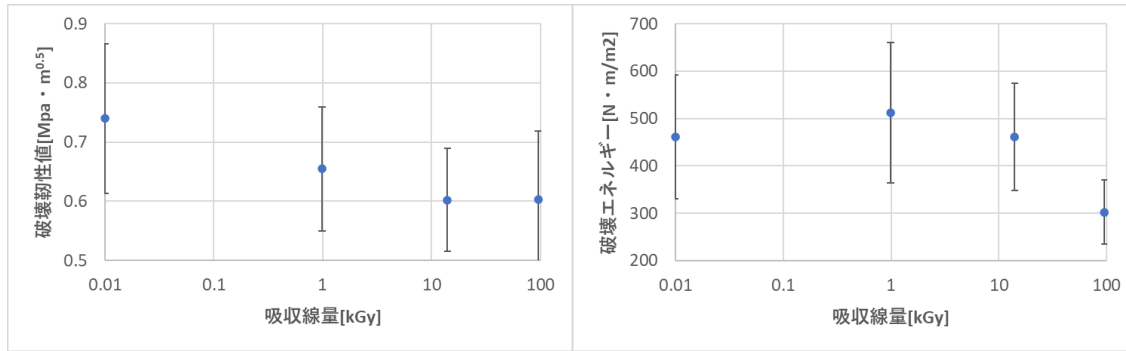


図6 ガンマ線曝露木材の破壊力学試験結果 (左: 破壊靱性値、右: 破壊エネルギー)
0.01kGy は未曝露試験体 (コントロール) を示し、ガンマ線では 1Gy は 1 シールドに相当する。

(2)宇宙木材産業の展望：パネルディスカッション

京都大学の仲村匡司先生の司会で、「宇宙木材産業の展望」というテーマでパネルディスカッションを実施しました。パネリストは京都大学の山敷庸亮先生、岡山中村栄三先生、住友林業株式会社の中嶋一郎様、京都府立大学の宮藤久士先生、京都大学の高部圭司先生でした。

ディスカッションの冒頭では、シンポジウムの講演内容についての補足が各先生方からありました。山敷先生は、木材の組成だけでなく、組織構造を上手く利用した材料開発への期待や、木材は処理による用途の拡張が可能で、その広がりを活かしつつ、企業の持つ製品のばらつきを抑える工夫を上手く活用することについての期待を述べていました。中村先生は、月や火星に居住すること、新しい文化を作る意義について述べていました。また 2050 年くらいには月の溶岩洞内での森林が実現可能ではないかと述べていました。中嶋様は、シンポジウムで大学教員の方々の講演を聞くことで、好奇心を刺激されることと、企業として経済を回すことにジレンマを感じて歯がゆいと述べていました。宮藤先生は、宇宙利用のための化学修飾を地上と宇宙のどちらで行うのが良いかという点について述べていました。高部先生は、これまで木材の組織構造についての研究を行ってきており、初めて宇宙木材を聞いたときは無謀に感じたが、その後他のシンポジウムの際に宇宙木材の可能性を感じ、今回のシンポジウムで宇宙木材の可能性を確信したと述べていました。

その後は、宇宙に適した樹種、宇宙放射線、ハウスメーカーがどのように宇宙基地に挑戦していくか、宇宙でのリサイクルと循環型資源の可能性、などについてディスカッションが交わされました。会場からも多数質問が上がり、予定時間を超過するほど盛り上がりを見せていました。(三本勇貴 記)



京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター
<https://space.innovationkyoto.org/>

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 吉田キャンパス本部構内 総合研究 16 号館 208 号室

編集人：宇宙木材研究室 三本勇貴、豊西悟大、山本陽大

Tel: 075-753-5129 Email: spacewood@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

SIC 有人宇宙学研究センター Newsletter No.28

2024 年 4 月 1 日発行