

SIC 有人宇宙学研究センター

News Letter 2022年5月号 No.5

4月の活動

【学ント】住友林業 鹿島建設 present「火星に住もう！」開講

4月17日、大阪よみうり文化センターが開講する連続講座「【学ント】住友林業 鹿島建設 present 火星に住もう！」が開講されました。民間人が宇宙旅行に出かける様子がTVでも放映されるなど、近年宇宙は大変身近になり、人類が月や火星に移住することも決して夢ではなくなってきています。この講座では、SIC 有人宇宙学研究センターに所属する講師が、6回にわたって、人類が宇宙で快適に暮らせる可能性や実現に向けた最新の研究成果について紹介します。

第1回目は、有人宇宙学研究センター土井隆雄特定教授が講義を行いました。当日は、宇宙飛行士志望の中学2年生の男子学生から宇宙旅行を計画している83歳の男性まで約50名の一般の方に参加していただき、「宇宙服の中はどうなっているのか？」「宇宙旅行に行く時も訓練が必要か？」「宇宙飛行士になるためにはどんな勉強をするべきか？」など多くの質問が出て大変盛り上がりしました。（有人宇宙学研究センター研究員 辻廣智子記）



第2回以降の予定は以下の通りです。

申し込み先：大阪よみうり文化センター <https://www.oybc.co.jp/mananto/>

回	日時	講義タイトル 講師 所属
2	5月15日	「火星に海を～宇宙移住のための海をつくろう～」 山敷庸亮 京都大学大学院総合生存学館教授
3	6月19日	「宇宙基地を想定した宇宙人材育成」 三木健司 京都大学大学院総合生存学館特定助教
4	7月17日	「宇宙木材プロジェクト（住友林業との共同研究）」 村田功二 京都大学大学院農学研究科准教授
5	8月21日	「宇宙で暮らす～人工重力施設研究～」 大野琢也 鹿島建設関西支店副部長、SIC 有人宇宙学研究センター
6	9月18日	「ロケットで宇宙旅行に出かけよう」 稲谷芳文 宇宙航空研究開発機構名誉教授、SIC 有人宇宙学研究センター

日本建築学会宇宙居住研究 2022 年度第 1 回講演会

4 月 22 日、京都大学宇治キャンパス木質材料実験棟（木質ホール）で行われた日本建築学会宇宙居住研究 2022 年度第 1 回講演会において、有人宇宙学研究センター土井隆雄特定教授が「宇宙における樹木・木材利用の探究」と題して講演を行いました。

これまでの有人宇宙利用は、国際宇宙ステーション(ISS)や ISS への輸送機など人工の構造物内の空間に限られていましたが、現在では重力のある月面や火星上での一般の人々の生活空間を想定する構想が現実的に計画されています。また、これまでの宇宙業界ではあまり重視されてこなかった住空間での居住性などの課題解決策も求められるようになってきました。この研究会では、宇宙業界で深掘りされることが少なかったと思われる住空間の快適性や別視点からの発想を建築業界に吹き込み、宇宙×建築の融合を図ることを目的としています。

講演では、宇宙での木材利用の可能性、木材の新しい利用方法の提案、日本における木材産業・林業の活性化などについて解説されました。木材産業・林業の活性化は、現在、世界的に推し進められている脱炭素の取り組みを大いに支援することになります。現在京都大学で行われている月や火星での樹木育成を想定した低圧環境下におけるポプラ育成実験の説明や、住友林業と共同開発を進めている木造人工衛星についても詳しく紹介されました。さらに、先日開始された世界で初めの木材の宇宙空間暴露実験（ExBAS）についても紹介され、宇宙における木材の特性変化について概説されました。



会場からは、建設会社や設計事務所などの民間企業や、JAXA や防災関係の研究機関の方々から、ExBAS の結果の予想や急激な圧力変化への対応策、宇宙環境での木材の地産地消の可能性など多くの質問が寄せられ大変活発な議論の場となりました。（有人宇宙学研究センター研究員 辻廣智子記）

5 月の予定の紹介

日本地球惑星科学連合 2022 年大会

SIC 有人宇宙学研究センターのメンバーが中心となって日本地球惑星科学連合(JpGU)とアメリカ地理学連合(AGU)の合同セッションを開催します。本セッションでは、Biosphere2 の John Adams 副所長、NASA/GSFC の Vladimir Airapetian 博士(SIC 特任教授)や、JAXA 稲富祐光 SIC 特任教授、大野琢也 SIC 特任准教授らも発表し、「コアバイオームの宇宙展開」の具体例について議論を行う予定です。

A-OS13 Continental Oceanic Mutual Interaction - Planetary Scale Material Circulation

https://www.jpogu.org/meeting_j2022/joint_session.php#A-OS13

なお、学部生は参加費が無料になっておりますので、ぜひ以下のサイトから大会参加 ID を取得し、参加登録を行ってください。

https://www.jpogu.org/meeting_j2022/registration.php

(JpGU2022 ログイン id を取得しログイン後アクセスすれば以下のリンクでプログラムにアクセスできます)

口頭講演日時 5/24 (火) AM1, AM2 201A

https://confit.atlas.jp/guide/event/jpogu2022/session/AOS13_24AM1/tables?HgJSAUDszk

https://confit.atlas.jp/guide/event/jpogu2022/session/AOS13_24AM2/tables?HgJSAUDszk

現地ポスター講演日時 5/24 (火) PM3

https://confit.atlas.jp/guide/event/jpogu2022/session/AOS13_1PO1a/tables?DoBCCRheEY

【オンラインポスターセッション期間】

コアタイム日時 6/1 (水) 11:00-13:00

https://confit.atlas.jp/guide/event/jpogu2022/session/AOS13_1PO1/tables?uPYGVaDejc

JpGU2022 大会プログラムホームページ (事前のログインが必要)

<https://confit.atlas.jp/guide/event/jpogu2022/top>

宇宙居住研究会開催のお知らせ

「宇宙居住研究会」を、6 月 3 日からの毎週金曜日昼休みに開催予定です。メンバーは、山敷センター長の他、鹿島建設の大野琢也 SIC 特任准教授、その他にも、後期の大学院科目「宇宙居住学」にて講義をいただく予定の JAXA 稲富祐光 SIC 特任教授、同稲谷 SIC 特任教授らにも時々入っていただく予定で、特に人工重力施設をはじめとする、月・火星における居住施設について以下の側面について研究を推進してゆく予定です。(1) 宇宙における隔離生態システムの維持管理 (2) 人工重力システム(Lunar & Mars Grass)のデザイン設計 (3) これらの施設における宇宙放射線などの影響評価

それに先立って、同研究会の参加メンバーを募りたいと思っております。以下の情報を添えて、6 月 2 日までにメールにてご連絡をお願いします。

学部 (研究科) 学科・氏名・参加動機

連絡先 環境災害研究会 envhazards@gsais.kyoto-u.ac.jp (総合生存学館 山敷 宛)

第二回 SIC 有人宇宙学センターセミナー開催のご案内

月社会の構築を考える

日時 5/31 13:00-16:00

形式 ハイブリッド

会場 京都大学時計台国際交流ホール 1

プログラム・申し込み

<https://space.innovationkyoto.org/2022/05/10/2ndhscseminar/>

登壇予定

Vladimir Airapetian 博士(NASA/GSFC- SIC 特任教授)

大野琢也 (鹿島建設 SIC 特任准教授)

山崎直子 (宇宙飛行士 特任准教授)

土井隆雄 (宇宙飛行士 特定教授)

(プログラム)

13 : 00～ 開会挨拶 Greetings

積山薫 (学館長・ソーシャルイノベーションセンター長挨拶)

13 : 05～13 : 20 月面社会構築のためのコアバイオーム複合体

山敷庸亮 (SIC 有人宇宙学研究センター長)

13 : 20～14 : 00 (English with simple translation)

What the Moon Can Tell Us About The Young Sun?

(若かった頃の太陽について、月面が何を語る?)

ウラジミール・アイラペティアン(NASA ゴダード宇宙飛行センター/ SIC 特任教授)

14 : 10～14 : 30

月での人工重力建築ルナーグラス

大野琢也 (鹿島建設株式会社・SIC 特任准教授)

14 : 30～15 : 00 宇宙飛行士と月を語る

14 : 30～14 : 45

山崎直子 宇宙飛行士・特任准教授

14 : 45～15 : 00

土井隆雄 宇宙飛行士特定教授

15 : 00～16 : 00 ディスカッション Discussion

コーディネーション 桑島修一郎 (特定教授)

LignoSat 紹介

木造人工衛星学生開発チーム

木造人工衛星の開発報告、今回はミッション班の活動をご紹介します。ミッションとは各衛星の「仕事」のようなものです。例えば、はやぶさ 2 のミッションは「小惑星の表面物質を持ち帰る」ことでした。LignoSat のミッションはひずみ測定、熱解析、地磁気測定です。これらを実現するのが我々ミッション班の仕事です。今回は、特にひずみ測定の目的、方法、開発の現状について説明します。

・ひずみ測定

LignoSat は構体系が木材である世界初の衛星です。木造構体に宇宙空間でどのような性質の変化が現れるのか、それを計測するのがひずみ計測です。宇宙空間における木材のひずみ測定も史上初の試みです。ひずみは図 1 のようなひずみゲージを使用して計測します。ひずみゲージは木材面の変形を電圧の変動として計測することができる素子です。これを-X 面と-Z 面に貼り付け、各面の X、Y 方向のひずみを測定します。図 2 の基板がひずみ測定をする Mission 基板です。既に EM_ver1 が完成しています。マイコンの他、ひずみゲージの微小な電圧変動を増幅するためのアンプ、ひずみゲージからのハーネスを挿入するコネクタなどが搭載されています。

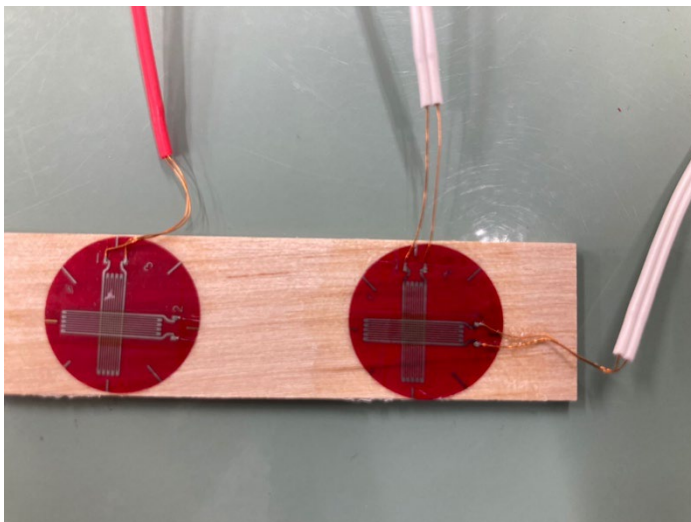


図 1 ひずみゲージ写真

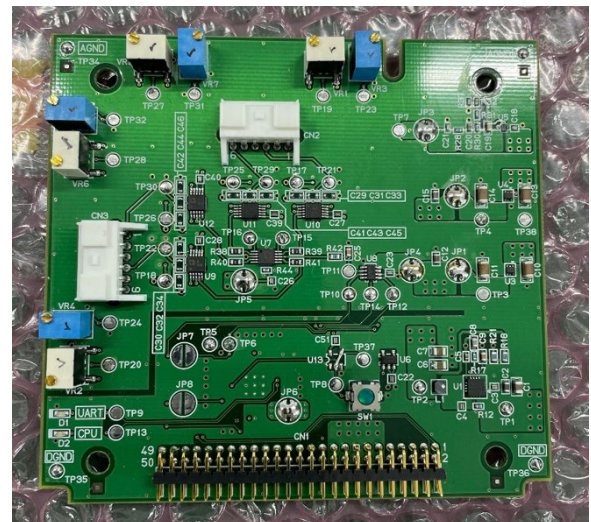


図 2 ミッションボード写真

現在、我々がひずみの測定のために行っている仕事は大きく分けて、①Mission ボードの地上試験と、②接着試験の 2 つです。

①Mission ボード地上試験

地上試験では(1)電氣的評価、(2)環境耐性、(3)ひずみの測定精度の評価を行います。

(1)電氣的評価

回路図と照らし合わせ、電圧変換の精度や導通の確認を行います。

(2)環境耐性評価

宇宙は真空で広範囲の温度変化が起こる環境です。そのような環境でもきちんとミッションボードが動作するか確認するため、宇宙を模した環境下で地上試験を行います。

(3) ひずみの測定精度評価

ミッションボードできちんとひずみが計測できるかどうか測定します。アクリル板にひずみゲージを貼り付け、板に一定の荷重をかけ、ミッションボードで計測を行います。アクリル板を使う理由は、木材は不均一ですが、アクリル板は均一な素材なのでヤング率が正確に予測できるからです。予測値と実際にミッションボードで測定した値を比較することで、精度を評価します。

② 接着試験

ひずみゲージが木材からはがれてしまうと、データが取れないのは勿論、他基板に影響を与え、衛星の運用に関わる重大な問題を引き起こしてしまう可能性があります。そこで、ひずみゲージと木材の接着強度を確かめる試験を行います。まずは、高湿度、真空、極端な温度環境下に試験体を晒した後に、接着強度が保たれ、かつ、ひずみ計測がきちんと行うことができるか確かめる実験を行います。

以上でミッション班の活動報告を終了させていただきます。ご不明な点、気になる点などがございましたらご遠慮なくお問い合わせください。これからも Mission の達成に向けて一層の努力をして参ります。

(大西太知 記)

低圧下樹木育成プロジェクト紹介

樹木育成学生チーム

前々回の記事では、成長解析による低圧下での樹木生育特性の研究、すなわち低圧下で育成した樹木個体の成長における資源配分の特性、および光合成などの生理学的な性質に関わる特性のそれぞれによる成長への影響の定量的な解析に関して紹介しました。葉面積・乾燥重量の測定及び増加量の推定、樹高変化の測定等から、低圧下での樹木の成長について、速い樹高成長、厚く小さい葉、幹の成長量増大等の特性が見られたことに言及しています。今回は、これらの特徴がどのようにもたらされているか、その現象の詳細な様相について葉や幹の組織形成の観点から探る試行の現状について説明します。

我々は低圧下で育成した個体、及び同条件・常圧で育成した個体のそれぞれについて、葉、幹、根の断面の顕微鏡試料作製・観察・解析を試みています。(図1) 既に0.75気圧下での育成個体について顕微鏡観察用試料の作製を終えました。組織のサンプルは育成実験終了時に採取・固定します。葉及び根のサンプルは、樹脂包埋のうえミクロトームで薄片を切り出し、アスト

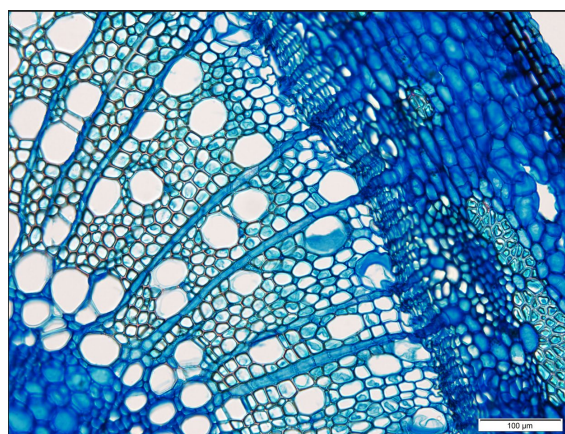


図1 0.75気圧下育成個体木部断面

ラブルー試薬で細胞壁を染色します。また、幹に関してはそのままミクロトームで切り出し、染色はサフラン・アストラブルーによる二重染色法を用いることで、細胞壁のうち木化した部分とそうでない部分を染め分けるようにしています。プレパラートの作製作業は学生が行っており、*P.alba* (ポプラ) 挿し木苗を実験試料として提供していただいている京都大学生存圏研究所の馬場 啓一先生にご指導・ご協力をいた

だいています。観察しやすいプレパラートを作るのは難しく、染色や切片作製のプロトコルを適宜改善しつつ作業を行っています。

さらに、得られた顕微鏡写真をもとに、現在は葉断面の細胞断面積・周囲長・細胞形状・断面全体の空隙率に低圧・常圧のサンプル間で差異が生じるかの解析に取り組んでいます。特に低圧化で育成した個体に関して葉が小さく厚くなる・縮れる等の傾向がみられることから、葉の組織形成に何らかの低圧の影響が出ているものと考え、どのような解析を行えばこれらの差異が検出できるかを試行錯誤している段階です。実際に既に実施した 0.75 気圧育成個体サンプルのコントロールとの比較においても、低圧下個体のほうで細胞が若干密になる傾向がみられており、より低い気圧で育成した個体の組織を観察するのが楽しみです。また、人手が足りていない状況ではありますが、木部断面の顕微鏡写真に関しても木化している組織の比率、通道組織の比率等を調査したいと考えています。

低圧下で育成した樹木に関して、その体内でどのようなことが起きているのかを研究することはそもそも学術的興味に基づいてはいますが、将来の有人宇宙活動に際しての材料としての木材の利用を想定して樹木を低気圧環境下で育成するという我々の試みに際して、低圧下育成におけるより詳細な現象を知ることは重要であると考えています。葉の組織形成における低圧の影響はどのようなものなのか、それを受けた樹木の健康的・長期的な育成が可能なのか、また材としての利用に直接関わる木部形成に低圧はどのように影響するのか。これらの究明にむけ、今後も取り組んでいく予定です。(遠藤早緒里 記)

活動紹介

スペースポートが結ぶ地上と宇宙

山崎直子 特任准教授 (総合生存学館)

国際宇宙ステーション(ISS)の組立・補給ミッションに従事した経験をもとに、現在、日本に複数の民間スペースポートを整備することでアジアのハブになること、いずれは人も日本から宇宙に行き来出来るような未来をつくることを目指して、関係者の皆さんと一緒に取り組んでいるところです。

ちなみに、スペースポートは、日本ではまだ明確な定義はありませんが、アメリカ連邦航空局(FAA)では、垂直型、水平型を問わず、打上げ場及び帰還場を包含してスペースポートと呼称しています。

日本には、JAXA の打上げ場が種子島と内之浦にあり、人工衛星や探査機、国際宇宙ステーションへの補給機が打ち上げられてきています。そして、民間や自治体のスペースポートも長年検討されてきており、北海道大樹町、和歌山県串本町、大分県大分空港、沖縄県みやこ下地島空港で、具体的に整備が進んでいます。その関係者の皆さん



の、約 10 の自治体、約 50 の企業会員の皆さんと協働することで、Space Port Japan としてのプラットフォームをつくり、共通課題の取り組み、お互いの知見の共有、市場開拓などを行っています。

スペースポートは、宇宙と地上をつなぐ場になります。だからこそ、街づくりでもあり、ポートだけでなく周辺の産業や街のあり方についても、アイデアを出し合い、2020 年に「スペースポートシティ構想図」を発表しました。

また、宇宙に行き来するだけではなく、地上の二地点間輸送の手段として、速く移動できる宇宙機を使う時代もくるでしょう。その際には、スペースポートは、人と物の流れの正にハブになります。その様な時代に向けて、今のうちから海外との連携も欠かせません。

多くの人が宇宙機を活用する様になると、飛行機と同様、輸送コストも下がってくるのが期待され、更に多くの需要が喚起されていく、そのようないい循環ができたかと考えております。宇宙がより身近になっていく時代において、日本からも宇宙への有人アクセスを確保し、宇宙輸送だけでなく、様々なハブ機能になっていくことを目指し、有人宇宙学に寄与していきたいと考えます。どうぞ宜しくお願い申し上げます。（山崎直子 記）



©canaria,
dentsu, noiz,
Space Port Japan

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：木造人工衛星製作チーム 菊川祐樹 筒井涼輔

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

SIC 有人宇宙学研究センター News Letter No.5

2022 年 5 月 16 日発行