

SIC 有人宇宙学研究センター NewsLetter 2024年1月号 No.25

2024 年を迎えて

大学院総合生存学館教授 SIC 有人宇宙学研究センター長 山敷庸亮

新年あけましておめでとうございます。

さて、SIC 有人宇宙学研究センターは、2021年6月の正式な設立記者会見から3年目を迎えることとなりました。その間、当初から掲げていた、「宇宙木材研究」「宇宙居住研究」「宇宙放射線影響研究」「宇宙教育研究」そして「宇宙・地球惑星探査研究」の五つの領域において、それぞれ具体的な成果が見出せる状況になりました。「宇宙木材研究」では、住友林業株式会社と開発中の世界初の木造人工衛星 Lignosat 1号機の打ち上げに向けた最終的な調整に入っています。また、昨年度にはクラウドファンディングも実施させていただき、目標額を達成し、2号機製作フェイズにまで進むことができおります。「宇宙居住研究」では鹿島建設株式会社との月・火星での人工重力施設である Lunar Glass / Mars Glass のデザイン、VR作成とともに、宇宙特急構想である HEXATRACK の具体的なデザインの提示や、それぞれの放射線影響評価などをおこなってきました。「宇宙放射線影響研究」においては、JAEA や JAMSS、アクセンチュア株式会社らと協力し、2021年に Scientific Reports に掲載された航空機被ばく影響研究 1)の他、木材への放射線影響評価、月面基地への被ばく影響評価を行ってまいりました。「宇宙教育研究」では、4回のスペースキャンプ at Biosphere 2 (SCB2)を実施し、さまざまなセミナーを行ってまいりました。さらに文部科学省宇宙航空技術推進委託費の支援を受けて「有人宇宙活動のための総合科学研究教育プログラムの開発と実践」の報告書をまとめました。また、「宇宙・地球惑星探査研究」では、DMG 森精機の協力のもと、リモートセンシングに関する研究や、AIを用いた水中動画からの自動判別モジュール開発、水に関する防災関連研究 2)などを進めてまいりました。また昨年は、岡山大学・鳥取大学・JAXA とともに 7th Global MVA Workshop & Symposium 2023 を開催してまいりました。また、長年の目標であった「有人宇宙学—宇宙移住のための三つのコアコンセプト」を京都大学学術出版会から出版させていただき、横浜未来機構の協力で記念シンポジウムも開催させていただきました。

2024年からは「宇宙木材研究」「宇宙居住研究」において新たなプロジェクトフェイズが立ち上がりま
す。また、2月3日・4日には横浜での YOXO FESTIVAL2024 に出展・講演を行います。その1週



間後には宇宙総合学研究ユニットとともに「宇宙ユニットシンポジウム」の共催をさせていただきます。木造人工衛星の打ち上げや、3月に京都大学に見られる予定の Vladimir Airapetian SIC 特任教授とともに NASA/GSFC との協定についても具体的なステージに動かさせていただきます。

最後に能登半島地震や羽田空港事故でお亡くなりになられた方々へのご冥福をお祈り申し上げ、被害に遭われた方々にお見舞いを申し上げますと共に、一刻も早い復興をお祈り申し上げます。同時に、燃え上がる機体から短時間で奇跡的な乗客の全員脱出を成し遂げられた乗務員・CA の方々のご尽力を称賛させていただきたく存じます。有人宇宙学を研究するにあたって、非常に重要な目標事例として学ばせていただきたいと思います。

参考文献

- 1) <https://www.nature.com/articles/s41598-021-95235-9>
- 2) <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsus.2022.908822/full>
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2023.1335990/full>
<https://www.nature.com/articles/s41598-023-50133-0>

第7回 Global Moon Village Workshop Symposium

2023年12月7日から10日の日程で、7th Global MVA Workshop & Symposium 2023 が開催されました。本シンポジウムは、岡山大学惑星物質研究所、鳥取大学乾燥地研究センター、京都大学 SIC 有人宇宙学研究センターの三つの大学機関によりホストされました。

開会挨拶では、LOC の岡山大学中村栄三教授の挨拶、MVA 副総裁の John Markins 氏の挨拶のあと、倉敷市長、岡山大学の学長の挨拶がありました。

そして、CO-HOST の一人として山敷庸亮センター長が挨拶をし、本シンポジウム紹介ビデオとともに、本セッションの開催機関の主に鳥取でのシンポジウムについて紹介しました。



これらの内容については、Yahoo ニュースや岡山放送でも紹介されました。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/23800f7d2e26cd197df2f5874e650a69f21f326d>

<https://www-ohkweb.ohk.co.jp/data/26-20231207-00000010/pages/>

初日・2日目のセッションについては、シンポジウムの成果がまとまった来月に紹介する予定です。今月は、当センターが主に関わったアウトリーチおよび、4日目の鳥取セッションについて報告します。

岡山でのアウトリーチイベントの報告

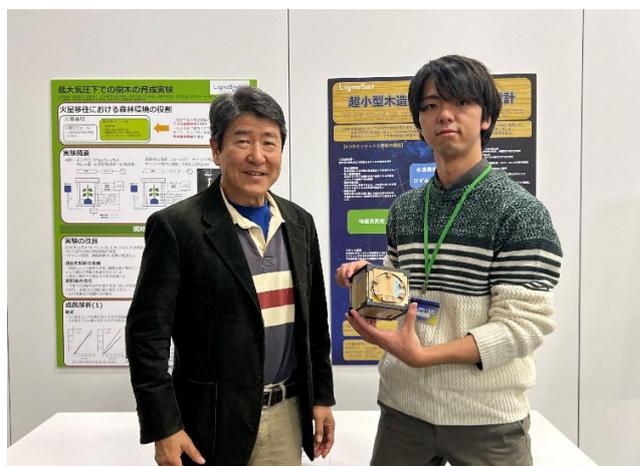
12月9日に岡山市内で行われた第7回 Global Moon Village Workshop & Symposium 連動のアウトリーチイベントに参加いたしました。12月にしては暖かな瀬戸内の穏やかな気候の中、企業の方々や一般の方々と活発な議論を交わすことができました。このイベントは「月に杜(もり)を創ろう」と銘打っており、将来人類が地球外の環境で社会を築き上げることを想定したシンポジウムでした。その中で私は、木造人工衛星 LignoSat の開発を通して得られた知見を「超小型木造人工衛星の基礎設計」という題目で、また低圧下で樹木を育成する実験で得られた知見を「低大気圧下での樹木の育成実験」という題目でポスター発表いたしました。ここでの発表内容とその議論の一部をご紹介します。

これら二つのプロジェクトを行うきっかけになったのは、人類が地球外の環境で社会を作っていることを想像することからでした。その社会には大気があり水があり、そして確実に森林も存在していることでしょう。

では、そのような社会をつくるのに必要不可欠なことは何か。それは植物を育てることです。我々は近い将来人類が居住することになるであろう火星環境を想定して、火星のような低大気圧下で植物を育成するという実験を行っています。現在、0.1気圧まで大気圧を下げて実験を行っており、その圧力での植物の生長具合を解析中となっております。

また、そのような社会で人工衛星を造るとなったときに、問題となるのは資源です。現在、一般的な人工衛星には主にアルミニウムといった金属が使われています。しかし、その社会にこのような金属が存在しているかどうかは不透明です。そこで、確実に存在しているであろう、かつ恒久的な資源として見込める木材を使用して人工衛星を造ることになるだろう、と我々は考えました。そのような人工衛星の先駆けとして現在我々は世界で初めて木造での人工衛星を開発しています。

今回の発表では樹木育成については低大気圧下でどのような成長変化があるのか、木造人工衛星については木材を利用する理由などについて質問を頂き、木材の利用に対して非常に興味を持っていただけたようでした。一般の方々にも認知していただき、これからの宇宙開発分野で木材が注目を浴びることへの一端に携わることができたのではないかと考えております。(鳥谷陽樹 記)



また、12月9日には、真備ふれあいセンターでも MASC および倉敷市によるアウトリーチイベントが開催されました。まず、John Mankins 副総裁より、MVA のイベントを倉敷で行えることの感謝が述べられました。Mankins 先生は何回も来日されているそうですが、倉敷を訪れるのは初めてだそうです。天体望遠鏡がたくさん設立されているここ倉敷でイベントを行うことができ、光栄だとおっしゃられていました。

次に、JAXA の山中先生より、JAXA が取り組んでいる月面探査計画について講演がありました。本題に入る前に、現在唯一人類が持続的に宇宙で生活を送ることができている場所、ISS についての説明がありました。ISS は様々な国の作った複数のモジュールから構成されていること、また秒速 7.7km で周回していることなどをわかりやすく説明されていました。次に、JAXA が取り組んでいる、月面着陸実証機 SLIM や月極域探査機 LUPEX の紹介がありました。月の南極は起伏に富み、谷には太陽当たらず氷が存在しているかもしれないこと、谷を少し上にあがると適当な温度帯があることなどを示され、月極域の重要性を強調されていました。また、月面上での交通手段として JAXA がトヨタと共同開発中の有人圧ローバーについての説明がありました。

最後に、日本は輸送機・バッテリー・建設の技術に長けており、これらの強みを活かすことによって世界の宇宙産業（Gateway など）で頭角を示していくと話されていました。加えて、地球・火星間の往復実証や火星の衛星探査などを目的とした MMX の開発についても言及がありました。

続いて、Lunar Business Consortium の内田先生より、月面での水の利活用についてお話がありました。まず、宇宙活動についての今までの道のりについて軽く説明がありました。これまで宇宙活動は政府が決めており、民間がそれを受託していましたが、現在はトヨタ、タカラトミー、日経グローバル、鹿島などの民間企業の宇宙産業への参画が著しく、特に ispace について、政府とは完全独立で資金を集めて月面着陸に挑戦した民間企業と説明されていました。また、ispace は完全に民間で活動しているのではなく、政府の支援のもとで行っている活動もある（スターダストプロジェクト）ことにも言及されていました。

次に本題である月面での水の利活用について話されました。月に存在するかもしれない主な活用方法として、水素と酸素に電気分解をしてロケットの推進薬などへ利用することを述べられていました。また、水素と酸素に電気分解する具体的な方法について、レゴリスから抽出し、精製し、電気分解し、液化して貯蔵するプロセスでどこにどの施設を置くか、パイプラインはどうするのかという細かなところまでも考慮されていました。

続いて、ispace の朝妻先生より、ispace での主な取り組みである HAKUTO-R についての説明がありました。HAKUTO-R は高頻度かつ低コストの定期便を想定した交通手段を実現するまで複数の Mission に分割されており、Mission1 は荷物を背積載した状態で月面まで荷物を運搬することを目標にしています。昨年打ち上げがあった実証機は失敗してしまいましたが、着陸の時に失敗してしまっただけで、それまでは何の問題もなく飛行しており、ほぼ成功に近かった、また近いうちに再挑戦する、と話されていました。

続いて、空飛ぶクルマを開発された MASC の坂上先生より、空飛ぶクルマのプロモーションがありました。ここまでの講演は宇宙を舞台にするものが多かったですが、MASC の空飛ぶクルマは地上近くを飛行するものであり、「地上近く」の視点からの講演でした。現在は空飛ぶクルマ専用の道路を具体的にどこに敷くかを検討しているということです。

後半の部は JAXA の津田先生・金井宇宙飛行士による講演でした。

JAXA の津田先生による講演では、まず、リュウグウについての導入がありました。リュウグウは炭素が多い小惑星であり、メディアでよく見られる画像よりも本来はもっと黒く見えることや、凹凸の激しい小惑星であると話されていました。

次に、はやぶさ 2 の成功までの過程についてです。予想よりも凹凸があることがわかったため、できるだけ平らなところに正確に着陸しなければならなくなったことを話されていました。本来、目標着陸地点±100 m 以内に着陸すれば良いところが、凹凸のため目標着陸地点±3m 以内に着陸しなければならなくなったそうです。結果はたった 60cm の誤差となり、これは世界に誇るべき精緻な操作技術だとおっしゃっていました。また、リュウグウの表面は 100℃くらいと熱いため、タッチダウンは一瞬でその瞬間に弾丸を出して穴を開け、リュウグウの地下物質を採取したとおっしゃっていました。小惑星の地下物質は表面の物質と異なり日焼けしていないため、何億年前もの情報を保存しており、非常に重要だとおっしゃっていました。

金井宇宙飛行士は宇宙服姿で登壇され、宇宙飛行士になったきっかけや宇宙飛行士にどんな職業の人がいるのかなど、宇宙飛行士の実際を詳しくお話しされました。ISS の窓をのぞけば大きな青い地球が見えて、地球がとても頼もしく見えた、だから宇宙にいても寂しくないんだとおっしゃっていたのが印象的でした。



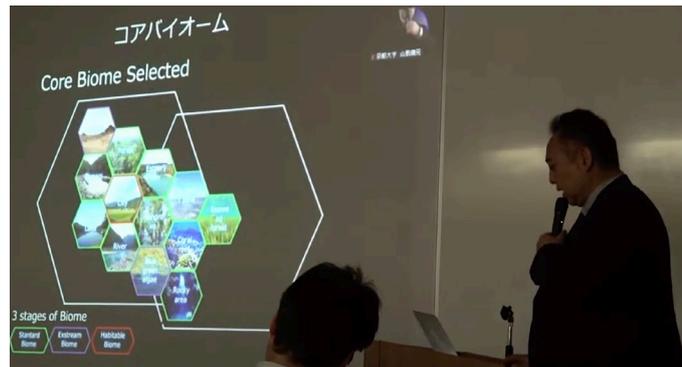
鳥取でのコアバイオームセッションおよび 鳥取アウトリーチイベントの報告

12月10日、鳥取大学の Arid Land Research Center にて、第7回 Global Moon Village Workshop & Symposium 第4日目のレクチャーが開催されました。

まず、Arid Land Research Center の辻本先生より、開演の挨拶がありました。辻本先生は挨拶の中で鳥取砂丘と研究施設の歴史について紹介されました。昔は海岸一帯が砂丘だったそうで、厳しいでも耐えられるらっきょうの栽培が盛んでした。現在では、植林などの研究活動によりその面積を大きく縮小することに成功し、研究施設の移動をしなければいけないほどだったとおっしゃっていました。次に、MVA

副総裁の John Mankins 氏より、MVA のシンポジウムを鳥取で行えることの感謝が述べられました。Mankins 氏は何回も来日されているそうですが、鳥取を訪れるのは初めてだそうで、「星取県」である鳥取で講演が開催できて光栄だとおっしゃられていました。次に、Amulapo の田中克明さまより、鳥取砂丘でのアクティビティの紹介がありました。鳥取砂丘は、その砂の形状や砂丘の起伏が月面のレゴリスに似ていると科学的にも証明されているそうです。実際、鳥取砂丘には「ルナテラス」という施設があり、ここでは鳥取砂丘の地面上で、作成したローバーの試運転をすることができます。また、Amulapo では、AR を駆使した体験を提供しており、鳥取砂丘を月面と見立てたさまざまなミッションを体験できるアクティビティの紹介がありました。

続いて、CO-HOST の一人として、山敷センター長による本「コアバイオーム」セッションの導入紹介がありました。本セッションでは、宇宙移住のための三つのコアコンセプトである「コアバイオーム・コアテクノロジー・コアソサエティ」の中で、特にコアバイオームに焦点をあて、前半ではその中でも海洋バイオーム、すなわち「コアオーシャン」について、後半では森林や



土壌、すなわち「コアフォレスト」についての焦点をあてる話、そして、惑星全体をテラフォーミングするのではなく、惑星の一部に地球環境をつくる「テラウインドウ」構想についての説明がありました。

コアバイオームセッションは、アリゾナ大学 Biosphere2 の John Adams 先生による、Biosphere2 の紹介と課題についての講演から始まりました（ビデオ）。Biosphere2 は地上の生態系を集約させた施設であり、そのような閉鎖的生態系においてヒトが集団生活できるのかが検証されているそうです。Adams 先生は例として一つの実験結果を提示されました。3 人の被験者が Biosphere2 で生活できるか検証したところ、被験者 3 人は常に低栄養となり、大体の時間を農業に使うようになったそうです。また、被験者が Biosphere2 に入ってからすぐに酸素濃度が低下し始め、14%まで低下したことも示されました。この対策のため、二酸化炭素を吸着する水酸化カルシウムの導入が講じられたことや、Lung 施設によって温度や湿度を保つことの重要性を話されていました。最後に Biosphere2 の海洋バイオームにおけるサンゴ養殖の現在の課題について紹介されていました。

次に、京都大学舞鶴水産実験所の益田所長から、海の生態系の脆さと回復力の高さについて説明がありました。益田教授はよく舞鶴海岸沿いで潜られているようで、舞鶴海岸沿いで観測結果についてお話しされました。クロダイ・メジナ・クツワハゼの個体数は増加している一方で、アイナメなど冷たい海に住む魚種で個体数低下していることや、海藻の減少と海藻をよく食べる魚種の侵入により海藻に住む魚種が減少していることが観測されているそうです。海底の平均水温が少しずつ上昇しているなどの環境変化が原因だと話されていました。また、環境変化によりブリ・クロボシエダイや海藻の center of distribution (COD) の緯度が上がってきている一方で、benthos の COD は下がってきていることを示されました。

次に、海洋生態系の脆さと回復力の高さについてお話しされました。具体的には、原発あたりの海の生態系は地震前後で大きく変わり、COD も大きく変化したと言います。また、津波後の海の生態系につい

て長期に渡り定期的に観測し続け、最初は死んだ魚がたくさん海底に沈んでいたが、そのうち海藻、小魚が再来し、次に大きな魚が再来して、およそ 2 年で生態系が復活したことが分かりました。これらの観測結果は、海洋生態系の脆さと回復力の高さを示しています。

次に、東京海洋大学の遠藤准教授より、ティラピアの宇宙養殖の可能性について講演がありました。宇宙で持続的に生活していくためには、リサイクルによって食物の無駄を減らすことが重要です。遠藤教授は、宇宙でのタンパク源としてティラピアを選択し、ティラピアの食料としてクロレラを用いるモデルを発表されました。クロレラはティラピアの排泄物で増殖するので、うまく循環するようになっています。また、海産物の養殖に水草を導入することで、水草による水質浄化も期待されるとおっしゃっていました。

次に、ティラピアの微小重力下での泳ぎ方・摂餌方法の変化についてお話しされました。ティラピアは数 μG ほどの微小重力になるとぐるぐる回転してしまつてうまく摂餌できなくなります。また、赤外線下でもぐるぐる回転してしまつてうまく摂餌できなくなります。つまり、うまく食事するためには、可視光と重力が大事だということです。閾値を調べたところ、0.1G 以上の微小重力であればティラピアは生き延び、繁殖することが可能ということがわかったそうです。月は 1/6G なので、ティラピアを月面で育成することは可能だとお話しされていました。

次に、JAXA の桜井正人教授より、ISS 内部構造と ECLSS の紹介がありました。ISS には CO₂ 除去・ネオイ除去などさまざまな装置が各所に存在していることや、二酸化炭素除去の仕組み（サバチ工反応）などをお話しされ、次に湿度管理や水の確保についてで、尿から水を産生する仕組みなどを簡単に説明されていました。

また、リサイクルすることで Mass の増加量を抑えられるため、長期ミッションにおいては特にリサイクルが大事であるとお話しされました。ECLSS のリサイクル率は改善されてきており、Gateway の iHAB でも用いられる予定だとおっしゃられていました。

次に、AquaNaut・JAUS の藤永さまが潜水服姿で登壇され、「Simulated Moon Exploration Recreation Program Underwater」という新設の PADI コースについての説明をされました。ダイビングと宇宙遊泳は類似点が多く（ダイビング中は 0 G に感じるなど）、月面の類似体験としてのダイビングの可能性について述べられていました。

次に、京都大学の市村氏による、宇宙空間における物質循環の確立の重要性や、ISS におけるリサイクルシステムの現状評価、人類の宇宙進出に向けた課題についての講演がありました（ビデオ）。今のリサイクルシステムはマイナス面も無駄も多く、持続可能に居住できる可能性は担保されていません。また、月に行くためには ISS で生活するために必要なコストの約 10 倍のコストが必要だという概算があります。このためにも、リサイクルシステムの改善は非常に重要だとおっしゃっていました。現在のところ、空気・水のリサイクル率は上昇していますが、衣食住に関してはまだまだリサイクル率が低迷しているところだそうです。服に関しては着替えない方がリサイクル率は上がりますが、その代わり QOL が低下します。Life Support System (LSS) に関しては改善がみられていますが、QOL 面が保証しきれていないのが現在の状況です。

午前の部の最後に、John Mankins 先生より、“PromoMoon”についての宣伝がありました。PromoMoon は、月面への人類移住に貢献すると考えられるアイデアを募り、当選すれば実際に Moon Village Association の方々と開発を進めていくことができる、という企画です。

昼食はルナテラスで取りました。ルナテラスでは火星ローバー開発を行う学生団体 CARURA と ARES が自団体の説明とローバー走行を上演されました。



午後の部は、乾燥地や海岸での生態系や炭素循環・温室効果ガスの循環・地球温暖化について研究している寺本教授による講演から始まりました。まず、炭素循環についての説明があり、特に marginal land での炭素循環を理解することは現在の気候変動の観点からのみならず、将来地球外で生態系を構築する際にも重要となるとおっしゃっていました。炭素循環の中で特に大切なのが Soil Respiration です。Soil Respiration は Root Respiration（根から呼吸により排出された CO₂）と Heterotrophic Respiration（地中に存在する細菌叢によって地中の有機炭素をから産生された CO₂）の総和です。Soil Respiration は 68 ~ 109 GtC / year で非常に大きく、気候変動を理解する上で重要だと考えられます。

しかし、乾燥地での Soil Respiration の観測データは少ないため、寺本教授はモンゴルで観測を行い、closed chamber を用いて実験を行いました。結果、2 地点では、家畜により草がなくなった方の土地で Soil Respiration が減少しましたが、1 地点ではコントロールと草がなくなった土地とで Soil Respiration の差がなかったため、更なる精査が必要、ということです。

次に、鳥取大学の黒田准教授より、コンクリート建築の弱点について講演がありました。建物が劣化する原因として、carbonation, salt attack, frost damage, chemical attack, alkali silica reaction の 4 つが挙げられます。これらの劣化からコンクリートを守る方法として cathodic protection がありますが、alkali silica reactive aggregate がある場合、cathodic protection は劣化を加速させてしまいます。研究を行ったところ、cathodic protection を行う前に高い電流密度の電流を流すことで alkali silica reaction による劣化を防ぐ可能性があることがわかりました。

※alkali silica reaction とは、コンクリート内のアルカリと alkali silica reactive aggregate が反応することで Alkali silica gel ができて、Alkali silica gel が水を吸収することで膨張し、コンクリートがひび割れる現象。

次に、鳥取大学の谷口教授より、乾燥地帯での微生物についての講演がありました。

まず高度な乾燥地でも生物が存在することや乾燥の程度によってそこに住まう微生物も異なってくることを説明されました。次に、地中の微生物と植物の関係について説明されました。植物が放出した litter や root exudates は地中の微生物により分解され、栄養素になります。特に根の周辺にいる微生物は Rhizosphere microbes と呼ばれ、窒素固定や栄養素への分解を行います。これにより栄養素は地中にストックされるか、あるいは根の中に存在する Endophytic microbes によって吸収されます。Rhizosphere では多湿低温であり、乾燥地でも Rhizosphere は微生物にとって生存しやすい環境

であると言えます。また、Endophytic microbes の内訳は環境によって生存に有利になるように変わります。例えば、夏には乾燥に耐えるため乾燥に強いカビの一種が優位になります。乾燥地帯での土壤環境と土壤の微生物と植物の関係性を理解することで、月面での農業に活かせるかもしれません。

次に、砂漠化についてです。一旦砂漠化してしまうと、復活はできません。そこで一旦砂漠化してしまった土地にカビの一種が入った土壌を移植すると土壌の栄養状態が回復しました。つまり、微生物を土壌に加えること（microbial inoculation）は土壌の回復に効果的だということです。現在、どの微生物をどのような割合で混ぜるのが最も効果的か研究しているところだそうです。

最後に、CRRRA の村木 CEO より、ECLSS の CO₂ 除去システム開発に向けた教育用小型 DAC デバイスの開発と、DAC デバイスの普及により二酸化炭素の総量を削減する低コスト・高性能化による CCUS の認知度向上の試みについて紹介がありました。



その後、外国から来てくださった方々には鳥取砂丘の馬の背エリアや、砂の美術館を訪れていただきました。その後、砂丘センターで閉会のお食事会が開かれました。砂丘センターでは麒麟獅子の舞も鑑賞することができました。

また、砂丘センターにて、日本人向けにアウトリーチイベントが開催されました。

まず、INAMI Space Laboratory CEO の稲波氏より、鳥取県の白兔神社にちなんだ宇宙ビジネスの可能性について講演がありました。

稲波氏には白兔神社でお参りすると事業が成功するというジンクスがあるらしく、月面での精神面での支えになる、ということで月面に白兔神社にちなんだ神社を建てるという奇抜な構想を発表されました。また、白兔神社は縁結びの神社としても有名で、その月面に建てた神社を縁結びの神社としても機能させようという構想や、地上からオンラインでお賽銭ができるシステムを構築するという構想など、実に様々なビジネスの可能性を示唆されました。最後に、稲波氏が現在取り組んでおられる、月面にメッセージを送信するというビジネスについて、宣伝がありました。

次に、コスモ女子の塔本氏より、コスモ女子での活動について講演がありました。初めに、コスモ女子設立のきっかけについて、宇宙業界では男性が多く、現在の社長が働きづらさを感じたのが設立の動機だったとの説明がありました。その次にコスモ女子での活動についての紹介がありました。コスモ女子は定期的

に勉強会などを開いているだけでなく、各々が「部」に所属し、やりたいことを追求するというスタイルだそうです。最後に、コスモ女子の鳥取支部を作りたい、という話になりましたが、会場の参加者の中から鳥取支部部長を募ったところすぐに手が上がり、会場は大盛り上がりを見せました。

次に、WARPSPACE USA の森氏より、WARPSPACE の事業概要についての簡単に説明がありました。現在運用されている通信衛星よりも高い高度で周回させることで、より広い範囲をカバーしようというものでした。また、より速い通信を実現するため、レーザーを用いた通信も開発しているそうです。また、月や火星など宇宙に進出していく上で、通信円滑化は非常に重要であるため、このような開発を続けているのだという話もされていました。

次に鹿島建設の大野氏より、人工重力施設のお話がありました。幼少期より、「宇宙に行ってしまったら地球には戻れない体になる、それは人類の分断だ」ということで人工重力施設についてずっと考えられていたそうです。また、月面で 1G を実現する「ルナグラス」や、火星面で 1G を実現する「マーズグラス」、ルナグラス間をつなぐ交通手段の構想などを軽く説明されていました。

前半の講演が終わったところで、「宇宙タレント」という職業を自ら作られ、宇宙好き Youtuber として活躍中の黒田有彩氏にご登場いただき、稲波・塔本・森・大野氏と共にディスカッションを行いました。宇宙に興味を持ったきっかけや宇宙開発のこれからについて楽しく議論を交わされていました。



後半は山敷教授の司会のもと JAXA の三浦准教授、amulapo の田中さま、鳥取県産業未来創造課の井田氏の自己紹介がありました。三浦先生はロケットのエンジンについて研究されており、昨今起こった爆発事件で苦労されていると話されていました。井田氏は「星取県」の名付け親であり、地域おこしの実際や苦労話を面白く話されていました。

最後に、再び宇宙タレントの黒田有彩氏を交えて、全員でディスカッションを行いました。



アウトリーチイベントの締めくくりの際には、因幡・但馬の伝統芸能である麒麟獅子の舞を披露していただきました。



その後、有志の方々に限り、鳥取砂丘こどもの国にて、amulapo さまの「月面極地探査実験 A」の体験がありました。

なお、鳥取でのシンポジウムとアウトリーチの様子は、「宇宙タレント 黒田有彩 ウーチュー部」に掲載されていますので、ぜひご覧ください。「【鳥取 1 日旅】国際的な学会に潜入したら 宇宙を感じて凄すぎた！【月面】 <https://www.youtube.com/watch?v=F95e6oNGpKo> 」

(白樫聖夢・清水海羽 記)

UNISEC ワークショップにおける J-CUBE 進捗報告について

12 月 9,10 日に行われた UNISEC ワークショップに参加しました。私は J-CUBE 採択衛星の進捗報告として LignoSat のシステムと安全審査について説明を行いました。その発表内容や他大学の方との交流などについて報告いたします。

LignoSat は、世界初の木材で作られた構体をもつ人工衛星であり、その特徴として木造構体は運用終了後大気圏再突入時に完全燃焼し、水蒸気と二酸化炭素のみを生成するため、環境汚染を軽減する効果があると考えられています。こうした試みを通して宇宙における木材利用の可能性を探るとともに、宇宙開発におけるカーボンニュートラルを提案することも目的としています。他の衛星とはかなり毛色の異なるプロジェクトであるため、発表の後に行われた懇親会では数多くの質問をしていただきました。それだけ注目度の高いプロジェクトであるということが実感できたため、今後の安全審査と FM 開発をさらに身を引き締めて行っていくことが重要であると感じました。

私の担当する MISSION 部門は宇宙における木材物性を調べるためには不可欠なシステムを開発しています。その一つとして木造構体におけるひずみ測定システムの開発があります。宇宙環境においてひずみを測定することにより、その熱膨張率を導出します。木材の熱膨張率は木材のミクロの構造を強く反映した値になるため、宇宙での構造変化を考察する一つの材料になります。他にも木材は高周波磁場を透過するとともにアルミニウムと同等の磁気透過性があるため、木造構体内部に地磁気センサを搭載し、データを得ることによって 2 号機以降での姿勢制御の実現や、パッチアンテナの搭載につなげていく予定です。

今回のワークショップでは様々な人工衛星やロケットを開発しているチームと交流することができ、それぞれのシステムやミッションについて深くお話をすることができました。2 号機以降で予定しているミッションシステムと同様のものを既に開発していたチームの方とのコミュニケーションを通して今やるべきことなどを再確認することができました。今回得ることができた知見を今後も共有し、LignoSat の開発をより良いものにしていきたいと思っております。(豊西悟大 記)



UNISEC WORKSHOP 2023
**超小型木造人工衛星「LignoSat」
開発進捗報告**
2023/12/09 @名古屋

京都大学 ○豊西悟大、菊川祐樹、麻田景人、阿戸豪、池田敏輝、伊藤駿治、内田こころ、遠藤早穂里、大西大知、加藤千晶、河島航、岸広登、木村拓人、清田朋和、桑原和暉、小泉壮平、河野尚貴、小林武司、鈴木葉南、高橋駿太、筒井涼輔、鳥谷陽樹、中村拓海、長谷真暉、西見優輝、野木翔太郎、野間隆寛、福井開、福王悠星、星川龍希、細辻一、三浦晴、水野愛理、椛本暖、山本陽大、山敷庸亮、仲村匡司、村田功二、清水幸夫、石原正次、辻廣智子、土井隆雄

住友林業 羽谷健司、土屋守雄

LignoStella project 京都大学農学部森林科学科3回生 豊西悟大

2023/12/09 Godai TOYONISHI / Kyoto Univ. 1

2024年2月・3月のイベント

日時	内容	開催場所
2024年2月10日・11日	第17回宇宙ユニットシンポジウム (詳細は下のポスターを参照)	京都大学 国際科学イノベーション棟 5階 (吉田キャンパス本部構内)
2024年3月21日	第2回宇宙木材利用シンポジウム	京都大学小林・益川ホール (吉田キャンパス北部構内)

※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17回宇宙ユニットシンポジウム 「人類、火星に向かう」

2024年 京都大学宇宙総合学研究ユニット 第17回シンポジウム

人類、火星に向かう

[会場] 京都大学 国際科学イノベーション棟 5階 (吉田キャンパス本部構内)

2.10(土) 13:00 - 17:00
ポスター展示交流会「宇宙研究の広場 2024」

2.11(日) 13:00 - 17:00
講演セッション
倉本 圭 (北海道大学)
速水 聡 (宇宙航空研究開発機構)
岡本 慎平 (広島大学)
パネルディスカッション

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.uss.kyoto-u.ac.jp/symp-17th/>

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、宇宙航空研究開発機構 (※予定を含みます)
当シンポジウムは文部科学省宇宙航空科学技術推進委託費「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「日本の有人宇宙活動を支える宇宙医学人材養成プログラムの創出」による支援を受けて開催されます。

第2回宇宙木材利用シンポジウムの開催

第2回宇宙木材利用シンポジウムが2024年3月21日(木)に京都大学小林・益川ホールで開催されます。宇宙での木材利用と樹木の育成に焦点を当てたシンポジウムです。昨年のクラウドファンディングで寄付して頂いた方々も招待する予定です。

10:00-10:05 開会の辞

10:05-12:00 第1部 宇宙における木材の利用

木造人工衛星・ExBAS 実験速報

13:30-15:00 第2部 宇宙における(植物・)樹木の育成

低圧下での植物・樹木の育成・微小重力下における植物・樹木の育成

15:30-17:30 第3部 宇宙木材利用の展望

極限環境における木材利用・宇宙木材産業の展望：パネルディスカッション

17:30-17:35 閉会の辞

参加希望者は、次のメールアドレスに「宇宙木材利用シンポジウム参加希望」と書いてお送りください：

spacewood@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp (土井隆雄 記)

YOXO FESTIVAL2024

YOKOHAMA 宇宙 Days の開催

2024年2月3日(土)4日(日)に、横浜みなとみらいで開催されるYOXOフェスティバル2024、そしてYOKOHAMA宇宙Daysにて、SIC有人宇宙学研究センターは出展および関係者による講演を行います。

詳しいプログラムは下記リンクに示しておりますが、山敷センター長をはじめ、稲谷SIC特任教授、大野SIC特任准教授の他、JAXA桜井教授、Warpspace森氏、Aquanaut藤永氏、Inami Space Laboratory稲波氏、Spaceport Japan片山氏らの登壇があります。また、VRや太陽系外惑星データベースEXOKYOTOの展示も予定しています。

<https://yoxo-o.jp/yoxofestival/>

<https://yoxo-o.jp/yoxofestival/event/>

名称	「YOXO FESTIVAL 2024 ～横浜でみらい体験～」
実施主体	主催：横浜未来機構、共催：横浜市
日時	令和6年2月3日(土) 11:00～19:00 / 4日(日) 11:00～17:00
内容	企業や大学等のイノベーターによる「未来」をテーマとした展示(ロボット、モビリティ、XR等)やステージイベントなど。
入場料	無料
ウェブサイト	詳細は、下記のイベント特設サイトをご覧ください https://yoxo-o.jp/yoxofestival/



お申し込みは以下のPeatixにてお願いします。皆様のご参加をお待ちしております。

◆SIC有人宇宙学研究センターから登壇予定の講演(2月3日・4日)

YOXOフェスティバルYOKOHAMA宇宙DAYSトークセッション

場所：横浜ランドマークタワー1階のメインステージ(サカタのタネ ガーデンスクエア)

2月3日 11:30～12:50

[A-02]宇宙生命～宇宙における地球生態系と生命の維持～

本セッションでは、宇宙における地球生態系、宇宙における生命維持について考えてゆきます。宇宙移住のための三つのコアコンセプト(コアバイオーム・コアテクノロジー・コアソサエティ)について紹介し、テラフ

オーミングとテラウィンドウの概念について説明します。また、宇宙での生命維持・環境制御技術 (ECLSS) について解説します。

➤ 登壇者

山敷 庸亮 (京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長)

桜井 誠人 (宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 研究開発部門 第二研究ユニット 研究領域主幹)

<https://yokohamauchudays2024a02.peatix.com/>

2月3日 16:00~17:00

[A-04]【パネル・ディスカッション】月・火星に「地球」を持っていける？

本セッションでは、将来の月面・火星での人類の暮らしについて考えてみます。火星は寒く、温暖化を起こす必要があります。地球では温室効果ガスである CO2 によって環境変遷が起ころうとしています。これらを両方解決する方法はないでしょうか？また、地球生命が月・火星に住むためにはどんな仕組みが必要でしょうか？みなさんと一緒に考えてゆきましょう！

➤ 登壇者

村木 風海 (一般社団法人 炭素回収技術研究機構 (CRR) 代表理事・機構長)

黒田 有彩 (株式会社アンタレス代表取締役・宇宙タレント)

山敷 庸亮 (京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長)

桜井 誠人 (宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 研究開発部門 第二研究ユニット 研究領域主幹)

大野 琢也 (鹿島建設株式会社 イノベーション推進室 担当部長)

稲谷 芳文 (宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 名誉教授・一般社団法人「宇宙旅客輸送推進協議会」代表理事・ムーンビレッジアソシエーション理事)

<https://yokohamauchudays2024a04.peatix.com/>

2月4日 13:50~14:30

[A-07] ついに開始した宇宙旅行の裏側をお伝えします

2005年にバージン・ギャラクティック社の宇宙旅行に申し込みました。2023年は6月から毎月宇宙旅行が成功し、民間人が宇宙に行く時代が来ました。本セッションでは、20年にわたって宇宙旅行に待ち続ける宇宙旅行者が語る、宇宙旅行の裏側をお伝えします。また、弊社のビジネスもご紹介させていただきます。

➤ 登壇者

稲波 紀明 (INAMI Space Laboratory 株式会社 代表取締役)

<https://yokohamauchudays2024a07.peatix.com/>

2月4日 16:00~17:00

[A-09]【パネルディスカッション】宇宙への港 ヨコハマへ

本セッションでは、日本における「宇宙の未来」について語ります。現在、人工衛星を用いた世界中での地球環境観測、そして、地方においてスペースポート（宇宙港）の開発が進められています。これらによって、世界はどのようにかわってゆくのでしょうか？そして、港町「ヨコハマ」は？宇宙への展開と、ヨコハマの未来を皆で考えてゆきましょう。

➤ 登壇者

山敷 庸亮（京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長）

福代 孝良（株式会社アークエッジ・スペース 代表取締役 CEO）

金山 秀樹（清水建設株式会社 宇宙開発部部長）

片山 俊大（『超速でわかる！宇宙ビジネス』著者）

富田 キアナ（京都大学大学院総合生存学館博士課程）

<https://yokohamauchudays2024a09.peatix.com/>

YOXO フェスティバル YOKOHAMA 宇宙 DAYS トークセッション

場所：横浜ランドマークタワー7階 NANA Lv.横浜市立大学みなとみらいキャンパス

2月3日 13:00～14:20

[D-02]宇宙居住～月と火星に住むために必要なもの～

本セッションでは、イーロンマスク氏が火星移住計画を公言するなど、宇宙に住むことが度々話題になっている昨今、このセッションでは、宇宙居住について広く考えます。月面および火星における人工重力施設の建設、そして月面および他の惑星での居住を考える国際組織ムーンビレッジアソシエーションについて解説します。

➤ 登壇者

大野 琢也（鹿島建設株式会社 イノベーション推進室 担当部長）

稲谷 芳文（宇宙航空研究開発機構（JAXA）名誉教授・一般社団法人「宇宙旅客輸送推進協議会」代表理事・ムーンビレッジアソシエーション理事）

<https://yokohamauchudays2024d02.peatix.com/>

2月3日 14:40～15:20

[D-03]【宇宙大学特別講演】Space Diving～水中疑似月面プログラム 1/6 重力を体感する～

本セッションでは、地球にいながら、月面宇宙飛行士となってリアルに近い疑似 1/6 重力を体感する、水中の自然物理作用を活かした日本初の水中疑似月面プログラムについて解説します。語り聞かされる宇宙ではなく、自分の身体で感じ取る。言葉では表現できない経験が皆さんを待っています。

➤ 登壇者

藤永 高秋氏（Aquanaut 代表・日本水中科学協会(JAUS)正会員・PADI マスタースクーバダイバートレーナー）

<https://yokohamauchudays2024d03.peatix.com/>

2月3日 15:30~16:00

[D-04]観測衛星データを活用した持続可能な地上社会の実現と業界の課題

本セッションでは、気候変動対策や環境問題への対策を強化する一つ的手段として、地球観測技術の概要と現在抱えている市場課題、それに対する当社の解決策をご紹介します。

人の目には見えない視点から地球を見える化し、適切な行動を促すことで、持続可能な社会の実現に貢献します。

➤ 登壇者

森 裕和（宇宙ビジネスコンサルタント・プロダイバー・Blue Abyss Diving Ltd. Cofounder& VP of Business Development・株式会社ワープスペース CSO・Warpspace USA Inc. CEO・大分県 宇宙開発振興班 技術顧問・一般社団法人宇宙美容機構 理事・一般社団法人 SPACETIDE CXO アドバイザー・宇宙人クラブ ユースリーダー）

<https://yokohamauchudays2024d04.peatix.com/>

2月3日 17:10~19:00

[D-06]横浜×宇宙 大交流会 ~GMS (Great Mobility Suit) 開発について語ろう!~

本セッションでは、GMS(Great Mobility Suit)をテーマに参加者の皆さんで未来を語り合います。

GMS 計画は「気づくセミナー 宇宙大学」が発案し、通常は非公開で開催されています。今回は特別に、YOKOHAMA 宇宙 DAYS に参加する皆様を交えて実施いたします。私たち人間が宇宙で活動するためには、基本的に機械の力を借りざるを得ません。現在のテクノロジーで実現できること、できないことは何なのかといったファクトを押さえつつ、将来の地球・月における人型ロボットの活躍の可能性について 少年少女時代のハートを胸に、ディスカッションを楽しみましょう！

➤ 登壇者

山敷 庸亮（京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長）

大野 琢也（鹿島建設株式会社 イノベーション推進室 担当部長）

森 裕和（宇宙ビジネスコンサルタント・プロダイバー・Blue Abyss Diving Ltd. Cofounder& VP of Business Development・株式会社ワープスペース CSO・Warpspace USA Inc. CEO・大分県 宇宙開発振興班 技術顧問・一般社団法人宇宙美容機構 理事・一般社団法人 SPACETIDE CXO アドバイザー・宇宙人クラブ ユースリーダー）

片山 俊大（『超速でわかる！宇宙ビジネス』著者）

泉 博道（大阪芸術大学 デザイン学部キャラクター造形学科 客員教授・大本願善光寺 飛驒別院 高山善光寺 住職・浄土宗 青山梅窓院 執事（兼務））

岡村 樹二也（JUNIART DESIGN 代表）

白樺 聖夢（京都大学医学部医学科 3 回生）

田尻 智子（ファイナンシャルプランナー）

<https://yokohamauchudays2024d06.peatix.com/>

2月3日 15:00～16:00

[D-10]災害と宇宙～宇宙技術で洪水災害による被害を減らすことはできるか～

多くの人の命や資産を奪ってしまう洪水災害。地球環境変遷により近年その頻度が増加傾向にあります。最新の合成開口レーダーSARや複数の人工衛星を用いて、この洪水被害を高精度で予測・再現する試みがあります。この最新技術によって、現在の洪水災害による被害を減らすことはできるのでしょうか？本セッションでは、人間の行動学的な洪水災害解析とともに、この宇宙技術の活用性について議論してゆきます。

➤ 登壇者

山敷 庸亮（京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長）

金本 成生氏（株式会社スペースシフト 代表取締役）

富田 キアナ（京都大学大学院総合生存学館博士課程）

<https://yokohamauchudays2024d10.peatix.com/>

LignoSat 紹介 COMM 班

今回は COMM 班から通信系の開発状況および京大地上局で成功した Clark sat-1 の受信についてご紹介します。

【通信系の開発状況】

EM(Engineering Model)で行った、これまでのアンテナ展開試験や電波暗室試験などの結果を踏まえ現在は FM (Flight Model) を用いたアンテナ長決定試験などの最終調整を行なっています。EMも FM も設計上大きな変更点はありませんが、通信システムの盤石性を確保するために改めてアンテナ長決定試験を実施します。LignoSat では木造の-x 面の内側にアンテナ基板が接着されており、衛星表面にあるダイポールアンテナと金属線で電氣的接続に接続しています(図 1)。

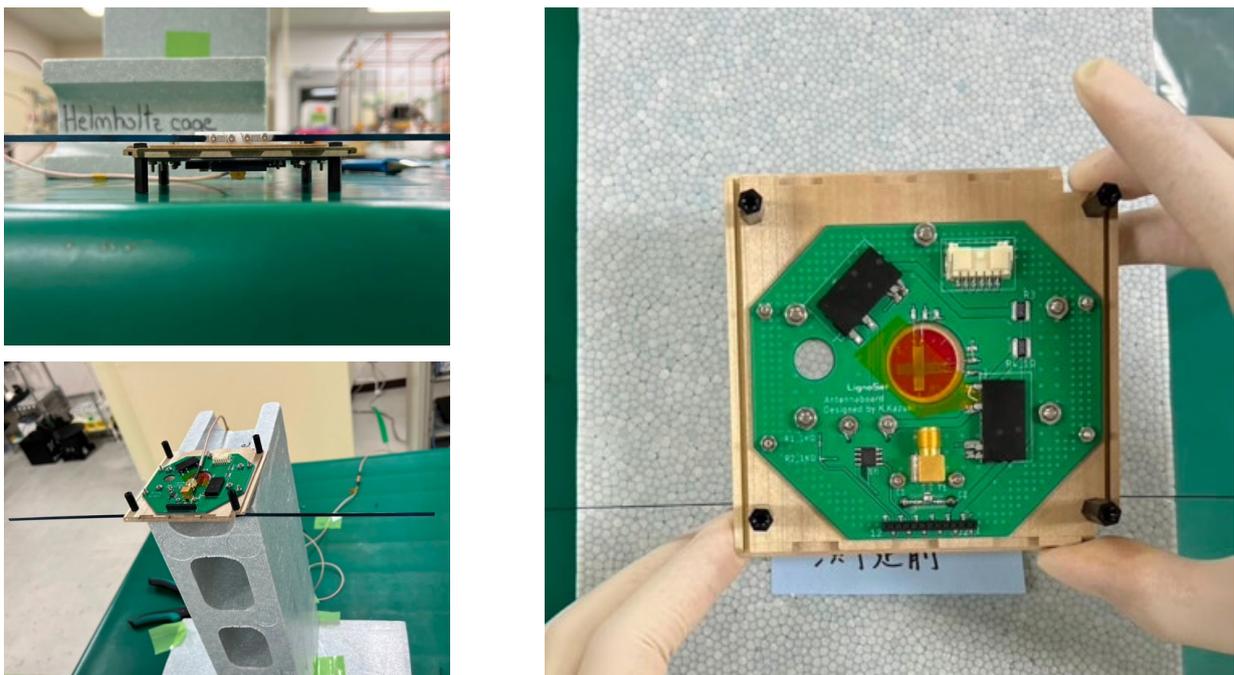


図 1:LignoSat の-X 面とアンテナ長決定試験の様子

このアンテナ基板とダイポールアンテナのマッチングが取れていないと、最悪の場合通信が成立しない可能性があるため S パラメータという値を参考に調整を行います。

S パラメータを考えるにあたり図 2 のようなモデルを用いようと思います。

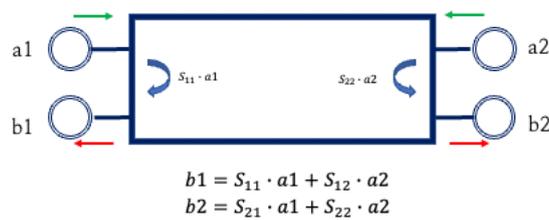


図 2 : S パラメータの概念図

左側のポート 1 から a1 が入力され、b1 が反射で戻ってきたとします。ここで a2=0 の時 S₁₁ は

$$S_{11} = \frac{a_1}{b_1}$$

で求められます。これは入力のうちどの位の信号が反射して戻ってきってしまうのかを表しているといえます。ゆえに通信を行う上で S パラメータは小さいほうがよく、-10 dB 以下が一つの基準とされています。12 月に九州工業大学で行われた試験で FM を測定した結果前述の基準を満たすデータを得ることができました。

これらの試験で調整されたダイポールアンテナはテグスと呼ばれる釣り糸を用いてコンパクトに結ばれます。そして ISS からの放出後約 30 分後にそのテグスはニクロム線の加熱により焼き切れ、勢いよく展開したダイポールアンテナは地球にむけて電波を届け始めます。しかしながら、この機構は複雑ゆえ失敗の可能性も孕んでいます。そこで COMM 班では 2 号機にむけて新たな通信システムの開発に着手しました。

電波を透過する木材を利用している LignoSat の特徴を活かし展開の必要がない板状のパッチアンテナを衛星内部に組み込むことで他基板との電気的な接続をシンプルにし展開失敗のリスクも排除します。アンテナを衛星内部に組み込まれた前例がない上に、ダイポールアンテナよりもパッチアンテナは指向性が高く厳密な姿勢制御が要求されるなど容易な道のりではありませんが、木材の可能性をさぐるべく試行錯誤を続けていく所存です。早速来春には自作したパッチアンテナと木造構体を用いた電波暗室試験が行われる予定なのでニュースレターでまたご報告できるのを楽しみにしております。

【他衛星と LignoSat】

人工衛星の場所は、米国北アメリカ航空宇宙防衛司令部により監視され、TLE という形式でその軌道情報が公開されています。LignoSat と同じ Birds プラットフォームを採用している MAYA-5、MAYA-6 の TLE も随時最新バージョンに更新されているので COMM 班では 1 日に 1 回 TLE を自動取得しています。このデータを解析することで、空気抵抗により徐々に高度を下げてゆく MAYA の動きをとらえることができます。これと LignoSat の軌道変化を比較することで金属と木材で大気圏で燃え尽きるタイミングに有意な差が生じるのかなどを考察することができると考えています。

GCOM-C													
(a)													
(b)	1	43065U	17082A	18332.22107755	.00000008	00000-0	21232-4	0	9994				
(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	
(p)	2	43065	98.6528	42.9929	0001247	105.7040	254.4278	14.27265986	48525				
(q)	(r)	(s)	(t)	(u)	(v)	(w)	(x)	(y)					

- (a)人工衛星の名称
- (b)行番号 (c)人工衛星番号 (d)分類 (Uは分類なし) (e)国際識別番号 (打上げ年の下2桁)
- (f)国際識別番号 (打上げ年における打上げ数) (g)国際識別番号 (piece of launch)
- (h)エポック年 (西暦の下2桁) (i)エポック (年通算日+その日における00時からの経過時間)
- (j)平均運動の1次の時間微分 (k)平均運動の2次の時間微分 (l)大気抵抗係数項 (小数点以下を表示)
- (m)エフェメリスタイプ (n)エレメント番号 (o)チェックサム
- (p)行番号 (q)人工衛星番号 (r)軌道傾斜角 (度) (s)昇交点赤経 (度)
- (t)離心率 (小数点以下を表示) (u)近地点引数 (度) (v)平均近点離角 (度)
- (w)平均運動 (周回数/日) (x)エポック時の周回数 (回) (y)チェックサム

図 3 : TLE のフォーマット(JAXA より引用^[1])

12/18 の夕方には、同じく Birds プラットフォームを採用している Clark sat-1 が ISS より無事放出されました。京都大学に整備された地上局でも CW の強い信号を受信し一同が湧き上がりました。次はいよいよ LignoSat の番です。一つ一つの試験を丁寧に行い、早く宇宙に木材の可能性を託した種を届けたいと思います。

【参考文献】

[1] Two Line Element(TLE)の説明

(https://gportal.jaxa.jp/gpr/assets/mng_upload/GCOM-C/TLE_ja.pdf)

(野間隆寛 記)

2023 年度 Arduino 講習会実施報告

樹木育成学生チーム

昨年度に引き続き、今年度も 10 月から 12 月にかけて低圧下樹木育成実験チームの新メンバー向けに、Arduino 講習会を実施しました。この講習会の目的は、実験装置を司っている Arduino の仕組みを理解し、実験中に必要であれば自分の力で操作、修正、修理ができるようにすることです。この講習会は大きく分けて、以下の 5 つの段階からなります。

- 第 1 回 Arduino のインストール・LED 点灯・点滅・プログラムの基礎構文の解説
- 第 2 回 Arduino による温湿度・時間計測とモニタ表示
- 第 3 回 Arduino による CO2 計測と SD カード記録
- 第 4 回 Arduino による計測と制御
- 第 5 回 樹木育成実験装置の詳細説明 (真空系など)

第 1 回から第 4 回までは、Arduino 講習会用のキット (図 1) を用いて電子回路の基礎や、計測

系、プログラミングを学びます。第5回は、実際に実験で用いている装置を使って、回路や装置の詳細を確認します。

この樹木育成チームには、基本的に電子回路を初めて学ぶメンバーが多く在籍していますが、それぞれのペースでみなさん積極的に講習会を受講してくださいました。実際の実験装置は、Arduino 講習会用キットに比べて、配線が多いことや、真空系があることで、やや複雑に見えます。ただ、電子回路の基礎の基礎を理解していれば、問題なく操作できるものです。これから実験を多く経験することで実験装置の内容に習熟していただければと思います。

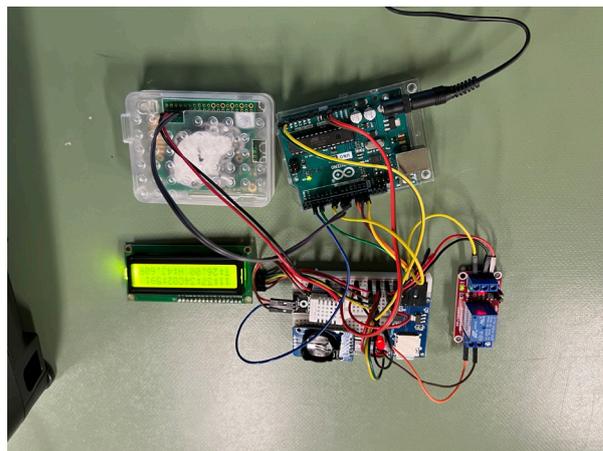


図1 Arduino 講習会用キットの一部

実験装置・電子回路・プログラミングは、実験自体や試料の解析と比較して分野が大きく異なるものです。それでも、この実験装置に習熟することは、実験の全体像を掴むためにも重要です。今後も、低圧下樹木育成実験チーム全体で実験装置に習熟し、さらにはより発展した実験系の作成を目指して、日々取り組んでいきます。

(清田朋和 記)

研究紹介

LignoSat EPS 班研究紹介

京都大学工学部物理工学科 2 回生 鳥谷陽樹

LignoSat の EPS 班が行っている活動を紹介いたします。一般的に EPS 班は人工衛星における電力関連を統べる役割を担っています。具体的には、バッテリーの作成や、各基板での電力消費量のマネジメントなどを行います。私たちの LignoSat ではこれに加えて、木造人工衛星の電子基板駆動用の太陽光パネルの接着を行っています。一般的な小型人工衛星では、PCB と呼ばれる電子基板が表面にむき出しになっており、そこに太陽光パネルを張り付けるだけで発電ができる状態となります。しかし、私たちは絶縁体である木材を表面に使用しているため、そこに太陽光パネルを張り付けても発電できません。そのため表面の木材に PCB を張り付けてその PCB に太陽光パネルを張り付けるということでこの問題に対処しています (図 1)。木材に PCB を張り付けることは世界初の試みであり、最適な接着剤の選定や接着条件の検討、接着強度の測定を行うというのが私たち LignoSat EPS 班の最大の特徴です。



図1 LignoSat 独自の太陽光パネル接着方法模式図

直近の活動では、実際に宇宙に打ち上げる FM (Flight Model) の太陽光パネル接着と、その接着力を評価するせん断接着力試験とその解析を完了しました。図 2 は EPS 班のメンバーがソーラーセルを電子基板に接着している作業中の写真です。図 3 はソーラーセルの接着が完了したホオノキ面の様子です。各面に 2 枚のソーラーセルが接着されます。



図 2 FM 太陽光パネル接着作業

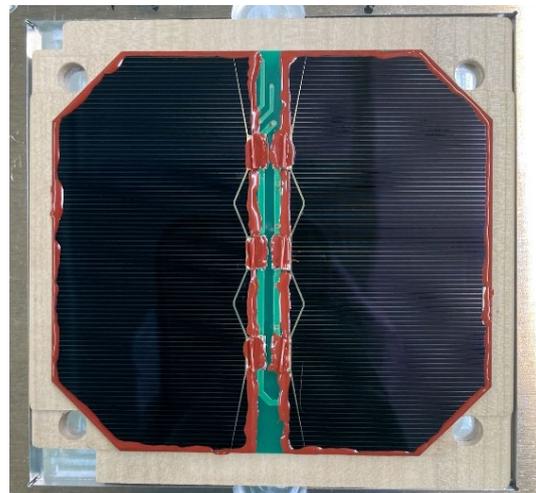


図 3 FM 太陽光パネル接着済みホオノキ面

太陽光パネルの接着では、総接着面積に対する接着剤塗布面積が 90%以上になるように接着面に付加する圧着力を調整するようにしました。圧着力が大きすぎると接着剤が接着面からはみ出して来てしまいます。最適な圧着力は圧着用錘の重さを変えた実験より求めました。せん断接着力試験では、接着剤に付加する圧着力に関係なく一定以上の接着力が発生することが確認できました。このことより FM でも接着剤がはがれる恐れのない圧着力を使用できるという十分な証明がなされました (図 4)。

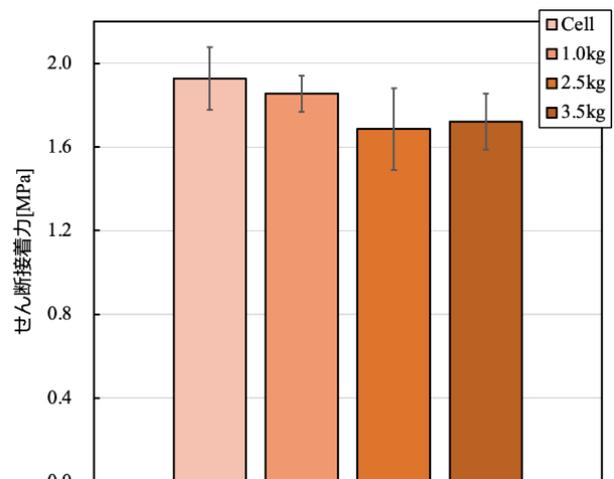


図 4 せん断接着力試験解析結果

今後の活動としては、FM 太陽光パネルの接着済み木造構体を真空引きして気泡確認を行い、九州工業大学の太陽光シミュレーターを使って発電試験を行い、LignoSat 用ソーラーパネルの性能を確認する予定です。それに伴って、FM 用のバッテリーの製作も行っていきます。FM 完成直前のラストスパート頑張ってます！

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&Fax: 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.25

2024 年 1 月 1 日発行