

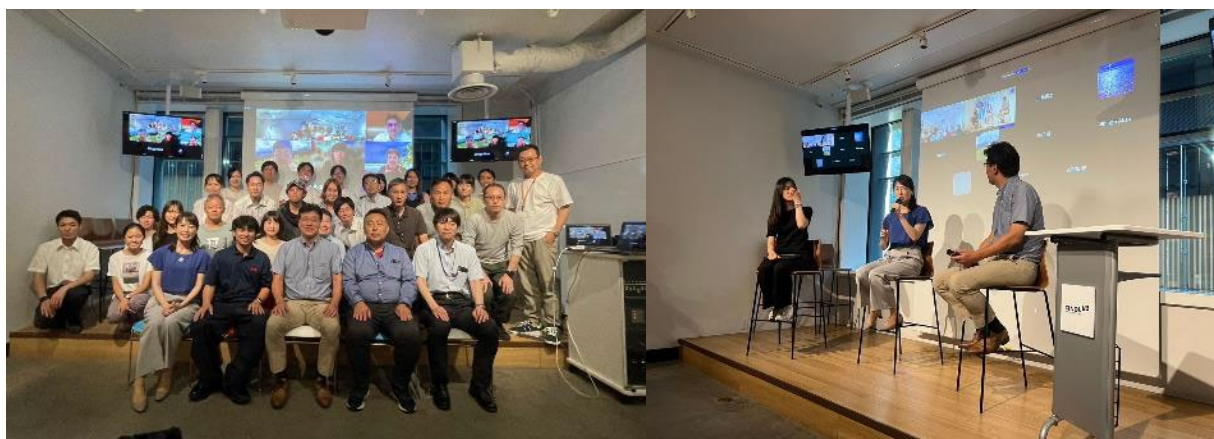
SIC 有人宇宙学研究センター NewsLetter 2024年9月号 No.33

有人宇宙サミット2024 開催報告

2024年8月3日、東京大手町のFINOLABにおいて、有人宇宙サミット2024と題して、ECLSS Lab主催の講演会が開催されました。最初に主催の蓮見大聖氏（Amateras Space株式会社代表）と藤間氏（東京大学大学院・テキサスA&M大学大学院）がアメリカでの国際宇宙学会ICESおよびMIT, CalTech (JPL)、ヒューストン訪問などについて報告しました。蓮見氏は、空気をテーマにした宇宙関連プロダクトのプレゼンで、第2回明治ビジネスチャレンジにおいて最優秀賞を獲得しています。次に、国際医療福祉大学の宮嶋宏行教授が、長年のICESでの議論や歴史について紹介しました。次に、JAXAの桜井誠人氏、宇宙飛行士の山崎直子氏(京都大学特任准教授)が、有人宇宙において必要な生命維持技術について議論しました。

最後に山敷SICセンター長が宇宙居住における三つのコアコンセプトと、ECLSS-CoreBiomeコンセプトについて紹介し、宇宙空間と生態系においてどのように酸素濃度を維持するかについて議論を行いました。

非常に多くの、特に若手メンバーの参加も交えて盛会に終わりました。（森下至子 記）



YOXOフェスティバル 開催報告

2024年7月29日、横浜未来機構 宇宙プロジェクト トークセッション「横浜から宇宙へ ～宇宙居住を現実に～」が開催されました。

山敷SICセンター長が、宇宙での生存について、特に宇宙における生存基盤と生命維持装置、さらにはコアバイオームとテラウインドウズ構想について話をしました。また、YOXOフェスティバルにともなって作曲したHarvour to the Spaceを演奏しました。

次に、JAXAの桜井誠人氏が宇宙での生命維持装置ECLSSについて話し、アルテミスのゲートウェイ構想とJAXAとの関係について話をしました。最後に大野琢也SIC特任准教授が、模型を用いてルナグラス・マーズグラスについて講演しました。

終了後、横浜未来機構の福井氏の司会で、さまざまな議論が行われ、その際に宇宙における潜水技術を用いた微小重力実験について、アメリカから帰国したばかりの藤永氏（Aquanaut代表）のNASA-JSC-NBLでの訪問も踏まえた議論を行いました。また、宇宙法の議論についても、本間氏（弁護士法人GVA法律事務所 宇宙・航空チームリーダー・弁護士）を交えて盛り上がりました。（森下至子 記）



有人宇宙学実習 開催報告

8月18日から8月24日にかけて、京都大学吉田キャンパスと京都大学芦生研究林にて有人宇宙学実習が実施されました。参加学生は学部1回生4人、学部2回生3人、学部3回生2人の計9名でした。

この実習は有人宇宙ミッションを模擬した体験学習であり、【閉鎖環境実習】・【宇宙森林実習】・【天体観測実習】・【模擬微小重力実験】・【宇宙無線通信実験】の5種類の課題を1週間かけて体験し、有人宇宙活動に関する包括的な視点と基礎知識を習得することを目的としています。

実習では有人宇宙活動や宇宙探査、樹木育成に関わる様々な講師の方をお招きして人類が宇宙へ進出する意義を学んだほか、少人数のチームで様々な実験、解析を同時並行で行い、有人宇宙活動で必須となるタスク管理やチームワークの能力育成を行いました。

これらの課題や実験結果、座学の資料や日記など、実習で学んだすべての事は参加者各々に渡された「クルーノートブック」に記入していくことになります。これは実際の宇宙ミッションでも飛行士1人ごとに渡されるもので、オリエンテーション中にすべての手順を完成させ、実習を行いながら結果や学んだことを記入し、自らの手で完成させていくものとなっています。この実習の最終的な目標はクルーノートブックの完成であり、参加者が有人宇宙学実習で学んだ全ての事がその中に集約されていることになります。

(山本陽大 記)



大学院横断型科目【有人宇宙学】の紹介

有人宇宙学は大学院横断型科目として10月2日より水曜日5限に講義される予定です。大学院生用講義ですが、学部生も聴講可能です。この講義を受けると宇宙社会の設計ができるようになります。有人宇宙学のシラバスをご覧ください。(土井隆雄 記)

科目ナンバリング		G-LAS15 80002 LB70							
授業科目名 <英訳>	有人宇宙学 Human Spaccology: The Study of 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 教育学研究科 准教授 田口 真奈 ETC総合院 准教授 足立 幾磨 総合生存学館 関係教員				
	群	大学院横断教育科目群			分野(分類)	複合領域系		使用言語	日本語及び英語
旧群		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)		
開講年度・開講期	2024・後期		曜時限	水5		配当学年	大学院生	対象学生	全学向
(総合生存学館の学生は、全学共通科目として履修登録できません。所属部局で履修登録してください。)									
[授業の概要・目的]									
有人宇宙活動を宇宙に恒久的に人類社会を創造する活動であると定義する時、人類が宇宙に展開するための新しい総合科学：人間－時間－宇宙を繋ぐ有人宇宙学が必要となる。有人宇宙学は、宇宙－時間（宇宙の進化）、時間－人間（生命の進化および文明の進化）、人間－宇宙（宇宙開発の進化）の4つの進化過程を司る学問である。それは、宇宙に人間社会を創ろうとする試みが、自然科学分野のみならず、人文社会科学分野にも幅広く関係していることによる。この講義では、人類が宇宙における持続可能な社会基盤を構築するために何が 필요한のか、自然科学的・人文社会科学的に解説する。理工系ばかりでなく人文社会系学生が、宇宙における持続的社会的構築という命題の中に、自分の研究分野との接点を見つけ、自分の研究の新たな意義と新しい方向性を見出すことをめざす。									
[到達目標]									
人類の宇宙進出が地球文明にとって何を意味するかを理解し、人類が宇宙に持続可能な社会基盤を構築することが可能であるのかを、有人宇宙学、宇宙環境工学、宇宙探査工学、宇宙生命科学、宇宙生物学、宇宙医学、宇宙霊長類学、宇宙人類学、宇宙法、宇宙居住学など幅広い学問分野の融合から探求することを学ぶ。									
[授業計画と内容]									
【第1回】 10月2日 有人宇宙学（土井・山敷・田口）									
【第2回】 10月9日 宇宙環境工学（山敷）									
【第3回】 10月16日 宇宙探査工学（清水）									
【第4回】 10月23日 有人宇宙学演習1									
【第5回】 10月30日 宇宙生命科学（保尊）									
【第6回】 11月6日 宇宙木材工学（村田）									
【第7回】 11月13日 有人宇宙学演習2									
【第8回】 11月20日 宇宙霊長類学（足立）									
【第9回】 12月4日 宇宙医学（寺田）									
【第10回】 12月11日 宇宙法（青木）									
【第11回】 12月18日 有人宇宙学演習3（土井・山敷）									
【第12回】 12月25日 宇宙人類学（岡田）									
【第13回】 1月8日 宇宙居住学（稲富）									
【第14回】 1月15日 有人宇宙学演習4（土井・山敷・田口）									
【第15回】 1月22日 フィードバック									
講師の都合により、講義日程が前後する可能性がある。									
----- 有人宇宙学(2)へ続く ↓ ↓ ↓ -----									

実施予告：現代の教養講座 -宇宙移住に向けた社会構築-

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」をテーマに、科学、産業、ビジネス、法、あらゆる視点から宇宙移住に向けた最先端の研究・取り組みについて学ぶことができるコンテンツとなっております。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・課題を紹介します。講師には、大学、ビジネス界、宇宙航空研究開発機構の第一線で活躍されている方々に登壇いただきます。文系・理系を問わず、どなたでも楽しく学べる講座となっております。（公益財団法人大学コンソーシアム京都 佐藤克信 記）

<講座概要>

講座名：現代の教養講座-宇宙移住に向けた社会構築-（全5コマ）

開講期間：2024/10/3（木）～11/14（木） 18：30～20：00

受講方法：オンライン（Zoom）

※講義終了後、受講者に限定して、見逃し配信視聴のご案内を差し上げます。

受講料：5,000円（税込）

<プログラム>

第1回 2024年10月3日（木）

講師：山敷 庸亮

（京都大学大学院総合生存学館教授、京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長）

テーマ：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。

第2回 2024年10月17日（木）

講師：稲谷 芳文（宇宙航空研究開発機構 名誉教授）

テーマ：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」とでもいう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含め、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。

第3回 2024年10月31日（木）

講師：森 裕和

（宇宙ビジネスコンサルタント、

Blue Abyss Cofounder and VP of Business Development）

テーマ：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要と今後のトレンド予測を講義します。

※山敷庸亮氏との対談企画をご用意しております。

※オンライン開催に加え、対面開催も検討中です。（オンライン開催のみの場合もございます。）

※ハイブリッド形式（対面＋オンライン開催）の場合も、オンライン開催のみの場合も、講義内

容に変更や違いはございません。

第4回 2024年11月7日(木)

講師：青木 節子(慶應義塾大学 大学院法務研究科 教授)

テーマ：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。

第5回 2024年11月14日(木)

講師：足立 幾磨(京都大学霊長類研究所 准教授)

テーマ：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、その心の働きの進化を探ることで、宇宙環境に生きるヒトを考えます。

<お申し込みはこちらから>

<https://www.consortium.or.jp/project/sg/recurrent>

申込締切：2024年9月12日(木)まで

宇宙木材研究室学生メンバー紹介 [樹木育成チーム]

名前：岸 広登

学部・研究科：理学研究科 数学・数理解析系

自己紹介：

ランダム力学系やエルゴード理論に関心があります。趣味はゲーム、将棋、言語学習などです。言語は英語・中国語・ドイツ語・ロシア語・エスペラント語を学んでいます。このチームは言語学習者が妙に多くて張り合いがあります。

宇宙木材研究室で頑張りたいこと：

今まではサンプルを増やすために同じ(/似た)実験を繰り返し行っていました。あと少しで数が集まります。そのあとは今まで蓄えていたアイデアを提案し、新しい実験を試してみたいです。

例えば飽差の調整や、あるいは今まではチャンバーの高さ的に1ヶ月弱で実験を終了していましたが、チャンバーを積んでその先の成長を観測するなどです。



名前：柚木 香乃

学部・研究科：総合人間学部 総合人間学科

自己紹介：

ニホンザルとちびまる子ちゃんが好きです。読書が趣味で、よく吉田南図書館にいます。北海道の田舎町出身です。将来は地元に戻って、自然に囲まれた場所で穏やかに暮らしたいです。



宇宙木材研究室で頑張りたいこと：

低圧条件下でポプラの樹がどのように生理・形態を変化させるのか、実験をさらに重ねて明らかにしていきたいです。また、今年度は論文作成や学会での成果発表にもかかわりたいです。実験を制御するコンピューターに対する苦手意識を克服し、自分一人でトラブル対処ができるようになりたいです。

名前：小林 周平

学部・研究科：農学研究科 応用生命科学専攻

自己紹介：

大学院では植物葉の表面にいる細菌の生態を研究しています。修士になってから色々と新たなことに取り組みたいと思ってこのチームにも参加しました。しかし、想像以上に大学院生活は忙しくびっくりしています。



宇宙木材研究室への参加動機：

大学学部時代に ILAS セミナーでハビタブルアースの講義に参加していたので、なんとなくこのプロジェクトの存在は知っていて興味を持っていました。学部時代は部活に入っていたこともあり、参加できなかったのですが、修士からは暇だろうと考えて参加しました。しかし、意外と院生も忙しくびっくりしています。今後もなんとか参加できればなあと思っています。

[LignoSat チーム MISSION 班]

名前：山本 陽大

学部・研究科：工学部 物理工学科

自己紹介：

LignoSat 学生チーム MISSION 班 班長の山本です。学生チーム随一の乗り物好きで、高校生の頃は鉄道のみで46都府県制覇するなどしていました。最近初めてレースゲームで他の学生メンバーに負けて、少し自信が揺らいでいます。



宇宙木材研究室で頑張りたいこと：

衛星開発では多くの試験が必要ですが、超小型衛星では手先の器用さが重要になります。鉄道模型を作っていた経験を活かし、開発・試験の土台役として活躍できるよう精進します。

名前：伊藤 駿治

学部・研究科：理学部 理学科 物理科学系

自己紹介：

MISSION 班の伊藤駿治です。宇宙に関わることが好きなので、学部でも天体核研究室に所属しています。ピアノを弾くのが好きで、ときどきストピを弾きに出かけたりしています。また、チャリでふらっと遠出するのが趣味で、関西に住んでいる間に天皇陵巡りを完遂したいと思っています。



宇宙木材研究室で頑張りたいこと：

MISSION 班では主に地磁気ミッションに関わってきました。工学や情報系の知識不足は否めませんが、基礎計算など理論面で貢献できればと思って活動してきました。二号機でも磁気トルカ搭載など、地磁気に関わる大きなミッションがあるので、理学部での知識も生かしながら取り組んでいけたらと思っています。

名前：長谷 真暉

学部・研究科：工学部 情報学科

自己紹介：

MISSION 班の長谷真暉と申します。普段は、PCの中身や動作原理について勉強しています。サークルでは、熱気球のクルーをしています。11 月頭に佐賀で大きな大会があるので、ぜひ見に来てください！



宇宙木材研究室で頑張りたいこと：

2号機の姿勢制御系のシミュレーションに取り組んでいます。理論から分からないことを一つ一つ勉強していきたいです。また、幅広く衛星づくりの勉強をして、今後の開発に役立てていきます。

名前：殿西 覚弥

学部・研究科：工学部 物理工学科

自己紹介：

はじめまして！MISSION 班新メンバーの殿西覚弥です。趣味は散歩です。大学構内や周辺を歩いていると、色々な発見があって楽しいです。ただ、最近は暑すぎてそれどころではないので、早く涼しくなってほしいです。



宇宙木材研究室への参加動機：

高校生の頃から宇宙開発に興味があり、宇宙開発について調べる中でこの研究室を知りました。大学入学後に募集案内を見て、「宇宙に関する研究ができる」ということと「研究内容」に魅力を感じ、参加することを決めました。

名前：水野 愛理

学部・研究科：工学部 理工化学科

自己紹介：

早く運転免許を取得して、学生チームでドライブするときに運転要員になりたいです。写真は最近再燃しそうなものです。皆さんおそらく知っているはずですが、ヨリだとわからないという人も多いようです。いったいこれは何でしょう？



宇宙木材研究室で頑張りたいこと：

仕事が早い人物になりたいです。手先を器用にして、基盤やセンサたちを触ることに慣れたいです。まだまだ分からないことがたくさんあるので、たくさん勉強したいです。新メンバーさんとも仲良くなりたいです！ よろしくお願いします！

名前：富岡 峻行

学部・研究科：理学部

自己紹介：

面白そうだったことには首を突っ込みたくなる人間です。その延長の趣味でVRChat、いわゆるメタバース空間で遊んでいます。そこではワールドの作成や小規模イベントの主催などをして遊んでいます。



宇宙木材研究室への参加動機：

大学構内に貼ってあったビラを見て興味を持ったので参加しようと思いました。人工衛星を作るというだけで面白そうなのに、それを木材で作るなんて聞いたことも想像したこともなかったので非常にワクワクしています。

低圧下樹木育成プロジェクト紹介 新入生向けゼミ（第1回・第2回）

新たに加わった学生メンバー4名に対して、ポプラの育成実験を行うに際しての基礎知識を習得するための勉強会（ゼミ）を2回実施しました。

第1回：樹木の生理生態

キーワード：樹木 生態学 物質生産 資源獲得 ストレス 馴化 コストベネフィット トレードオフ

第2回：光合成

キーワード：光合成 葉緑体 カルビンベンソン回路 ルビスコ C3植物 C4植物 クロロフィル蛍光 生物季節学

第1回では植物がなぜその環境で生きられるか、という環境適応能力の解明を目指すための生理生態学について学びました。適応能力を考えるために重要な、資源獲得法やストレス耐性、馴化、トレードオフといった観点を学びました。第2回の光合成ゼミでは光合成の原理に加え、電子伝達・クロロフィル

蛍光・植物がストレス下にあるかどうかの判断、の関連性を知ることができました。

私たち樹木育成学生チームでは宇宙（火星・月）での樹木育成に向け、気圧変化におけるポプラの成長具合を計測しています。今回のゼミを通じて低圧環境下でのストレスについて理解を深めることができたので、今後、実験結果に対して主体的に考察をしていきたいと感じました。（橋本麻利 記）

第2回宇宙木材利用シンポジウム開催報告⑥

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。今月号が最終回になります。

超小型木造人工衛星「LignoSat」の構造系開発 京都大学工学部 三浦晴

1. LignoSat FM 全体図

はじめに、LignoSat FM の全体の様子は右に示すようになっている。

これはCGによる画像であるが木でできた構造物とそれを囲む金属製のフレーム、木造構体の表面に張り付けられた太陽光パネルや展開されている状態のアンテナなどが確認できる。

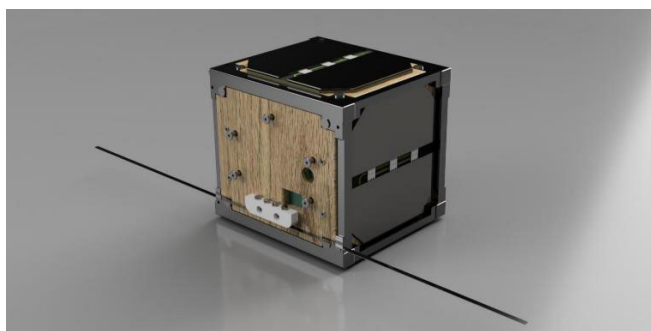


図1 LignoSat FM のCG画像

2. 構造紹介

2.1 木造構体

木造構体は6枚の木板からなる木箱状構造をしており、樹種はホオノキが使用されている。それぞれの木板は留形隠し蟻組接ぎという伝統技法を用いて木板同士をかみ合わせることで木箱に組み上げられる。

この伝統技法を用いることにより、ボルトなどを用いなくても十分な剛性を確保することができる。

LignoSat の木造構体は黒田工房という国宝の修復なども行う工房の職人の方々に手作業で0.01mmの精度にて加工していただいた。FMにおいては、外部や太陽光パネルと内部基板の接続のための四角形の穴に面取りを行い、またアルミフレームとかみ合わせるための木造構体の切りかけを削除することで応力を分散させ、木造構体にかかる負荷を軽減させる設計変更を行った。

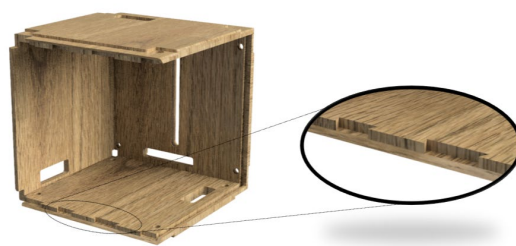


図2 木造構体と留形隠し蟻組接ぎ

2.2 アルミフレーム

アルミフレームはその名の通りアルミニウム製のフレームで、右に示すように木造構体を囲むような形をしている。

このアルミフレームには、衛星のグラウンドを取るための一部のネジ穴を除きアルマイト処理が施されているためこの図のように黒がかった色になっている。アルミフレームには衛星全体の構造強度を担保する目的の他に、放出用レールとしての役割もある。これは LignoSat が ISS から放出される際に用いる J-SSOD という小型衛星放出機構に納めるためのもので、JAXA によりその規格が細かく定められている。



図3 LignoSat FM のアルミフレーム

2.3 内部構造

衛星内部には右に示すように基板及びバッテリーが入る。

基板は X, Y の 2 方向のシャフトを用いて固定され、木造構体およびアルミフレームに接続される。X 方向(図中では水平方向)のシャフトには基板間にプラスチック製のスペーサーを通すことでより強固に固定される。シャフトを X と Y の二方向に用いることで、アルミフレームで正確な寸法を保ったまま木造構体に十分な締め付け力をかけることができる。

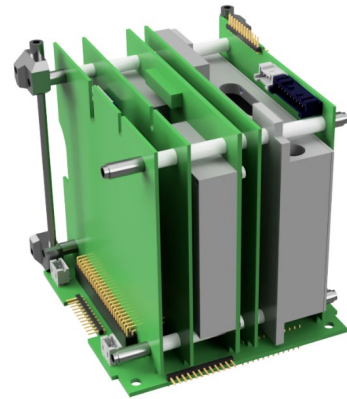


図4 LignoSat の内部構造

3. 真空木材曝露実験

真空木材曝露実験は、宇宙での木材の物性の変化を研究するための実験であり、木造人工衛星の基礎研究となっている。現在は十種類の樹種とセルロースナノファイバーを真空に曝露しており、月に 1 回真空チャンバーから取り出して寸法や重量、応力などの物性値を測定している。データの例として、LignoSat に用いられているホオノキの相対重量と真の相対ヤング率の変化の様子を以下に示す。

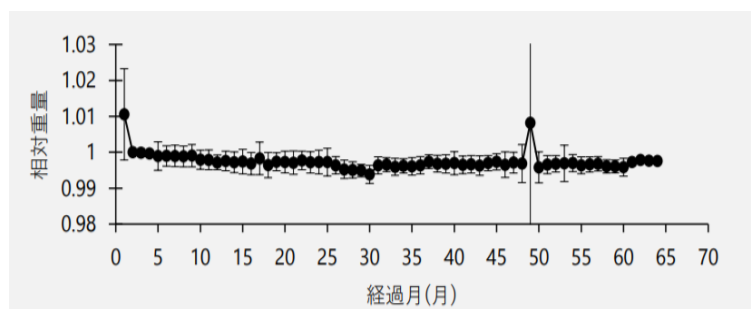


図5 真空条件下でのホオノキの相対重量の変化

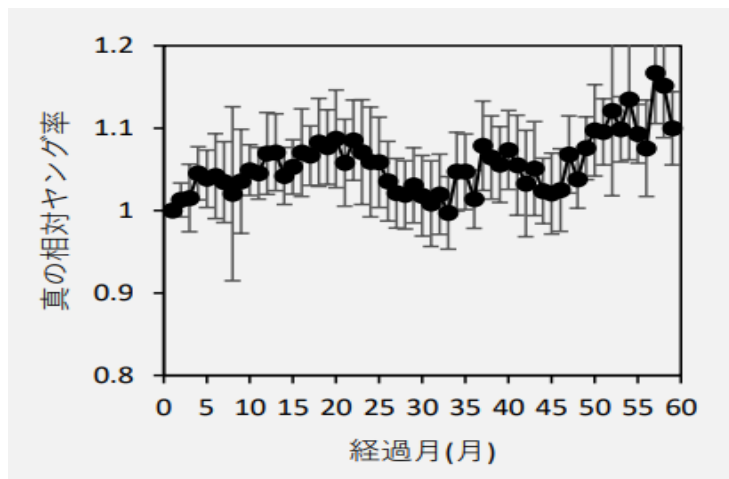


図6 真空条件下でのホオノキの真の相対ヤング率の変化

この図から測定開始から5年以上が経過しているものの重量にほぼ変化がないことが分かる。また、真のヤング率にはわずかな上昇傾向があるものの比較的安定して推移していることが読み取れる。この傾向は他の樹種でも同じであり、その中で軽量かつ加工性の高いホオノキを LignoSat FM の樹種として選定した。

4. 構造強度評価

4.1 振動試験

振動試験は九州工業大学の振動試験機を用いて実施する。打ち上げロケットを模した振動を衛星に加えてその固有振動数や振動を与える前後での波形の変化が無い、ネジに付けたトルクマークにずれが無いかなどの LignoSat の振動に対する応答や耐久性を確認する。以下にその結果例を示す。

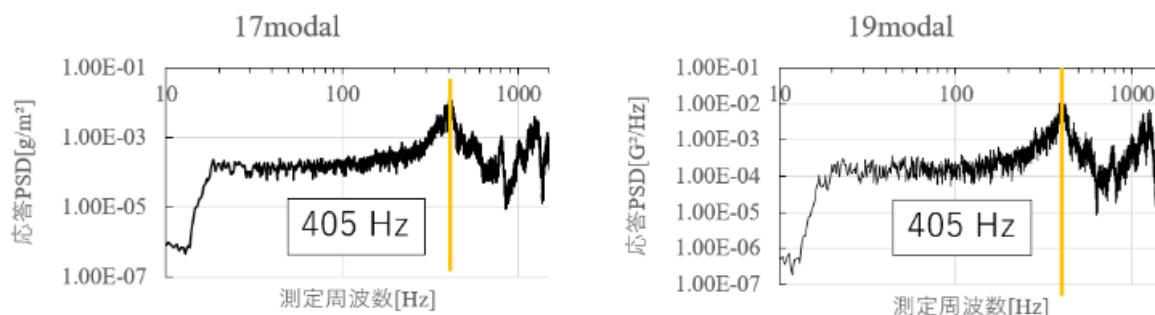


図7 振動試験の解析結果例

このグラフの横軸は周波数であり、図にあるようなピークが衛星の最も共振する周波数である固有振動数を示していると判断する。打ち上げ時の振動に対して 30 Hz 以上の固有振動数が JAXA から要求されているが、この図に示されているように LignoSat は 400 Hz 程度の固有振動数を持ち、JAXA の要求を十分に満たしている。また、振動を与える前後で波形が大きく変化していないことも読み取れ、このことから振動により LignoSat の構造に変化が生じていないと判断することができる。

4.2 構造解析

構造解析では、有限要素法を用いて応力と固有振動数を計算する。

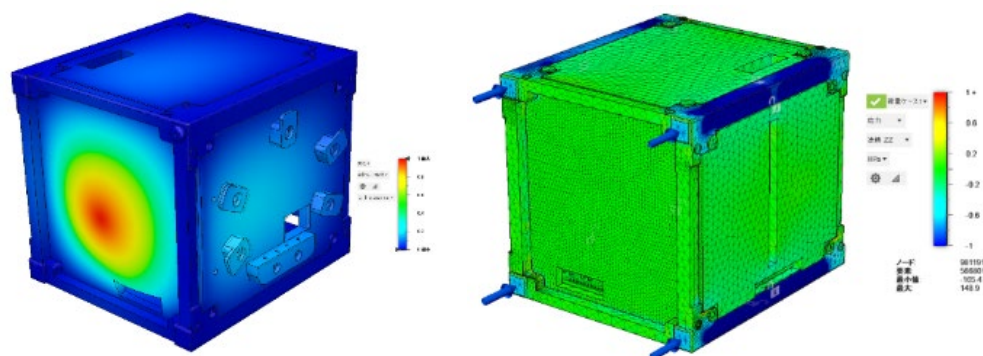


図 8 構造解析結果(左が固有振動数解析、右が応力解析)

図の左に示している固有振動数解析の結果を見ると、木造構体の 1 面が太鼓のように揺れ、山ができていいる様子が確認できる。この構造解析では有限要素法のメッシュ数は 1,759,661 であり、計算には約 1 時間を要した。応力解析では、外部荷重やボルトの締め付け力により衛星の内部に発生する応力が材料の規定値以下であることを確認する。図の右の応力分布図を見ると、アルミフレームに応力が集中しており、アルミフレームが大きくその荷重を負担していることが確認できる。

5. まとめ

このように、STRUC 班では木造構体を宇宙へ運ぶための構造を設計し、その強度の検証を振動試験やシミュレーションにより行っている。

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.33

2024 年 9 月 1 日発行