

# SIC 有人宇宙学研究センター NewsLetter 2025年4月号 No.40

## 第3回宇宙木材利用シンポジウム開催報告



2025年3月26日（水）10:00-17:30に京都大学益川ホールにて、第3回宇宙木材利用シンポジウムを開催しました。

はじめに、京都大学総合生存学館土井隆雄特定教授より開会の辞がありました。これまでの宇宙木材研究室や LignoStella Project の活動について述べた後、今年度の京都大学総長賞を宇宙木材研究室学生チームが受賞したことを紹介しました。

第1部は「宇宙における木材の利用」について、京都大学 村田功二教授の司会のもと進行了ました。

まず、超小型木造人工衛星の開発について、LignoSat 開発学生チームの CDH、COM、EPS、MISSION、STRUC 班それぞれから以下のタイトルで紹介がありました。

京都大学 今川颯大氏「超小型木造人工衛星 2号機の衛星全体システム概要」

京都大学 秋友悠希氏「超小型木造人工衛星の通信システム」

京都大学 小山修平氏「超小型木造人工衛星の電力システムと展望」

京都大学 殿西覚弥氏「超小型木造人工衛星 2号機の MISSION 概要」

京都大学 大谷壮生氏「超小型木造人工衛星 2号機の構造」

いずれの発表においても、LignoSat 1号機における課題の整理と、2号機における改良・展望についての紹介がありました。

次に、九州工業大学の長谷川将寿氏より「LignoSat 開発における BIRDS オープンソースの活用：九州工業大学の視点から」というタイトルで発表がありました。BIRDS オープンソースについての背景と、LignoSat 開発におけるサポート内容についての分析の紹介がありました。

その後、木材の宇宙曝露実験（ExBAS）実験速報として、以下の報告がありました。

京都大学 村田功二教授「宇宙放射線が木材に与える影響—ガンマ線を使った実験—」

京都大学 山敷庸亮教授「宇宙放射線曝露と木材の優位性」

岡山大学 中村栄三特任教授「宇宙環境曝露下における木材の紫外線誘起酸化生成物の形成と深度依存性」

村田教授、山敷教授からは木材の放射線への耐性や利用方法についての紹介がありました。中村特任教授からは宇宙曝露試験体の詳細な化学分析の結果と、それから導かれた宇宙曝露木材の可能性についての紹介がありました。

第1部の最後には京都大学 山敷庸亮教授の司会のもと、土井特定教授の最終講義「有人宇宙学の創出」が行われました。土井特定教授の宇宙飛行士としての経験に加えて、有人宇宙学の概要と展望について紹介がありました。最終講義の終了後にはサプライズでの花束の贈呈が行われました。

第2部は「宇宙における樹木の育成」について、京都府立大学 池田武文特任教授の司会のもと進行しました。

まず低圧下における樹木の育成について以下の発表がありました。

京都府立大学 池田武文特任教授「火星での樹木育成—フェノロジーの視点から」

京都大学 古川夏帆氏・出口颯馬氏・豊西悟大氏「低圧化におけるポプラの成長について」

池田特任教授からは、地上での植物の生育に重要な要素であるフェノロジーについての説明と火星での樹木育成における検討事項について紹介がありました。樹木育成学生チームからはこれまでの実験の概要と実験結果についての紹介がありました。

次に、微小重力下における樹木の育成について京都大学 馬場啓一助教（発表予定の住友林業株式会社 井上純大氏の代役）より「疑似微小重力下における樹木の成長と形態形成（3年間の総括）」というタイトルで発表がありました。微小重力を模擬する装置を用いて得られた、樹木の成長と形態形成の実験結果について紹介がありました。

第3部は「宇宙木材利用の展望」について、京都大学 仲村匡司教授の司会のもとパネルディスカッションが行われました。登壇者は、京都大学 山敷庸亮教授、岡山大学中村栄三特任教授、住友林業株式会社 苅谷健司氏、京都大学 高部圭司名誉教授でした。発表についての振り返りが行われたのち、宇宙における木材の利用方法や新たな付加価値の可能性、現在検討されている宇宙居住で植林がどのように行われうるか、といった宇宙木材利用の将来についてのディスカッションが行われました。また、木材の構成成分の違いによる実験結果の違いに対する興味や、材料としての新たな優位性など、宇宙利用を通じて木材の研究に新たな風をもたらす期待が示されていました。

閉会の辞として住友林業株式会社 根本孝明氏より、これまでの活動への賛辞と、今後の活動への期待が述べられました。（三本勇貴 記）

## 宇宙木材研究学生チーム、総長賞受賞！

世界初の木造人工衛星である LignoSat の開発実績が認められ、学生チームが京都大学の総長賞を受賞しました。表彰式は 3 月 11 日に京都大学本部棟 5 階にて執り行われました。総長や副学長が列席され、受賞者 7 名（6 名と 1 団体）が順に総長から賞状および報奨金を授与されました。授与が終わると総長から各受賞者に対して受賞事由に関する質問があり、それぞれの学生が自身の実績について簡単な説明を行いました。会は終始和やかな雰囲気が進み、総長の柔らかな人柄も感じられるものでした。



本年度の総長賞は学業実績から 3 件、課外活動における実績から 4 件の受賞であり、私たち「宇宙木材研究学生チーム」は課外活動としての受賞となりました。長期間に渡る学生チームの活動が認められ、大変光栄です。総長賞への推薦をいただいた仲村先生をはじめ、これまでの学生チームの活動を支えてくださった教員・職員の方々には感謝の念に堪えません。

宇宙木材研究学生チームとしての活動は今後も樹木の育成や木造人工衛星二号機の開発など多角的に進められます。今回の受賞をこれからの活動への起爆剤とできるよう、チーム全体で共通の目標を持ち、積極性を持って取り組んでいきたいと思います。（細辻一 記）

## カリフォルニア大学での講演

2025 年 3 月 6 日、カリフォルニア大学マーセッド校にて、EXOKYOTO を用いた天文イベントを主催しました。イベントは、カリフォルニア大学マーセッド校物理学部（Department of Physics）Anna Nierenberg 教授のコーディネートで、同大学天文同好会のサポートも得て開催されました。まず同大学留学中の森下至子氏（大学院総合生存学館）による、星座と神話、天文学的解説、そして星にまつわる日本の文化に関する講演があり、特に冬・春時期に有名な星座とギリシャ神話についての関わりが話されました。次に山敷教授による、太陽系外惑星データベース EXOKYOTO を用いた星座と太陽系外惑星の紹介を行いました。講演には 100 名を超える同大学学生や教員が参加し、最後には、副学科長の Joshua

**Celestial Tales: Stars, Exoplanets, and the Myths That Connect Us**

京都大学 大学院 総合生存学館  
**思修館**

Sponsored By:  
\*Secure Water Future  
\*Valley Institute for Sustainability  
\*Technology & Agriculture  
\*Department of Physics  
\*Department of Earth and Planetary Science  
\*Department of Chemistry  
\*Kyoto University

**Thursday March 6, 2025**

**COB-120 7 PM** free public lecture on Japanese and Western Constellations and exoplanets by **Yukiko Morishita** and **Professor Yosuke Yamashiki** from Kyoto University

**Outside SE2, 8 PM** free telescope planet viewing and star gazing with the UC Merced Astronomy Club

[RSVP and Map Link:](#)

Vier 教授による記念品贈呈がありました。講演のあと、天文同好会主催で、実際に惑星や星座の観望会が行われました。



カリフォルニア大学マーセッド校は第十番目のカリフォルニア大学として 2005 年にヨセミテに近いマーセッドに開校されてます。農学部、そして水資源分野を通じて非常に優れた研究大学として発展していますが、その素晴らしい星空環境を利用して、本分野の充実が待たれています。大学院総合生存学館 SIC 有人宇宙学研究センターがこのような天文イベントを開催するのは初めてであり、参加者の満足度アンケートによる評価も非常に高かったため、今後の協力も含め定期的にイベントを継続することが望まれています。(森下至子 記)



## Biosphere2 での活動報告

2025 年 3 月 8 日・9 日に、アメリカ合衆国アリゾナ大学で Biosphere 2 における居住環境実験を行った。今回は予備実験の扱いであるが、Biosphere2 が持つ、熱帯雨林モジュール、人工海洋モジュール、砂漠モジュール、サバナモジュールそれぞれにおいて、その中にて活動する際、それぞれのバイオームが身体的・心理的にどのような影響を与えるかを、アンケートや身体調査によって計測し、宇宙居住において、これらのバイオームが必要になるかどうかについて、さまざまな面から評価することを目的としている。

宇宙移住のための三つのコアコンセプトでは、宇宙移住を安定的に実現するために、地球生態系の一部、すなわちコアバイオームの重要性を述べている。しかし、現在進行形の宇宙開発においては、生命環境維持装置の運用が絶対的に重要であり、特に酸素・水・食料・エネルギーの確保と、二酸化炭素と排泄物・廃棄物の処理が何よりも優先される。それ以上の自然環境については、快適性を増すための要素として考えられており、自然そのものの移転が重要ということで認識されてはいない。それに対して、1991年に始まった Biosphere 2 の実験では、当初から地球生態系の一部を宇宙移住の重要要素として定義し、これらとの共存関係が人類が他の惑星で居住するための重要条件と考えている。しかしながら、Biosphere 2 の環境維持には非常に大きなエネルギーとメンテナンスが必要であり、Biosphere 2 では、圧力チャンバー、温度管理棟の他、それぞれのバイオームの生存種のモニタリング活動を継続的に行っており、その種の管理を行なっている。それらの努力が、その中で活動する人間にどのような好影響を与えるかの評価で、これらの実験においては、山敷教授を中心に、森下至子氏（大学院総合生存学館）、寺田准教授（理学研究科 SAKURA）が研究を実施している。先方からは、Deputy Director の John Adams 氏が指導を行った。今回アメリカからの参加学生は4名で、二日間の実験参加とともに、John Adams 氏と山敷教授の指導と、夜には星座と系外惑星についての講演を行った。（森下至子 記）



### 第3回宇宙木材利用シンポジウム特集①

京都大学 今川颯大

#### 「超小型木造人工衛星2号機の衛星全体システム概要」

今回、発表者として LignoSat プロジェクトに携わる中で、革新的な取り組みに大きな誇りと期待を感じました。超小型木造人工衛星という独自のアプローチは、従来の金属衛星に比べ環境負荷を大幅に低減できる点で意義深く、各種機能試験でその完成度と実用性を実証できたことに大変満足しています。また、発表を通じて LignoSat が宇宙産業的側面でも注目されていると身をもって感じることで

きました。今後も、持続可能な宇宙開発に向けた挑戦を続け、さらなる発展に貢献していきたいと考えています。

## 1. 目的および背景

現代では人工衛星の数が指数関数的に増加しており、大宇宙時代とまで言われるようになっている。素晴らしい発展だが、宇宙へアルミニウムなどの資源を放出しているという点では持続可能とは言えない。ここで重要な転換点となるのが木材である。

京都大学宇宙木材研究室では、宇宙における木材利用の可能性を探求するため、超小型木造人工衛星 LignoSat の設計並びに開発を行って来た。1) 2) 3) 4) 5)

木材を利用する利点として、大きく2つがある。1つ目は環境への汚染対策であり、LignoSat は大気圏再突入時にアルミナ粒子を発生する金属とは異なり木材部分が完全に燃え尽きる。2つ目はパッチアンテナという形で、将来的にアンテナを衛星内部に設置可能となる点であり、これによってダイポールアンテナの展開不良などの問題を防ぐことができる。

上記の利点によって、LignoSat は従来の衛星での問題を解決することができる。本稿では LignoSat におけるミッションデータ処理アルゴリズムとフローチャートについての説明、並びにその機能試験の報告を行う。

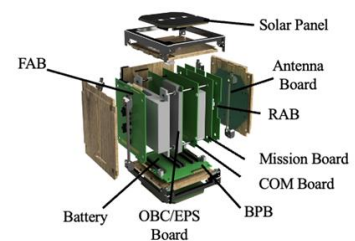


図 1 LignoSat と各基板の様子

## 2. 全体プログラムと機能確認

LignoSat の運用は、まず国際宇宙ステーション (ISS) からの放出に始まる。その後、衛星が起動され、万が一のトラブルに備え、複数回にわたってアンテナの状態確認を実施する。これが正常に行われた後、アンテナの展開が行われる。この段階では、通信システムの動作確認が重要であり、安定した通信を確保するための準備が進められる。

LignoSat の運用では、図 2 に示されているように、基本的に 110 秒周期のサイクルが実施される。このサイクルにおいては、LignoSat から連続波 (Continuous Wave、CW) が発信され、地上局との通信が確立される。この通信により、ハウスキーピングデータやミッションデータの伝達が行われると同時に、地上局からの命令の実行も可能となる。

図 3 は、LignoSat の各基板の通信方式と処理系統、そして地上局との連携についての図である。LignoSat は複数の基板やシステムが密接に連携している。主な制御を担当するメイン PIC (PIC 18F67J94) や、通信機能を担う COM PIC (PIC 16F1789) が、データ伝送の中核となっている。これらの基板は、多重化された通信システム (MUX) を通じて、FAB PIC やアンテナボードなどの他の機器と連携し、衛星全体のシステムが安定して稼働するように設計されている。

これらの動作に関しては、数日間にわたって地上局にて正しいハウスキーピングデータを取得するという運用実験を通じて、全体機能の確認が完了しており、すべてのシステムが正常に動作していると言える。

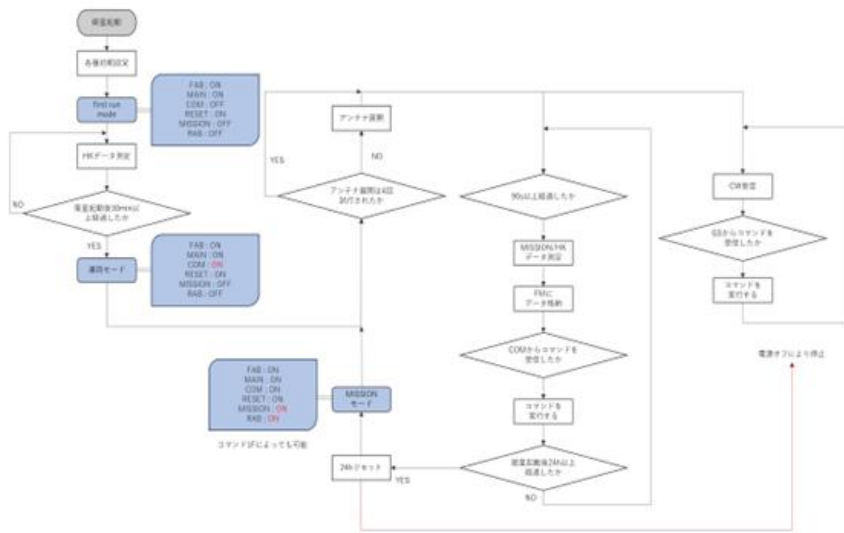


図 2 LignoSat 全体プログラムの流れ

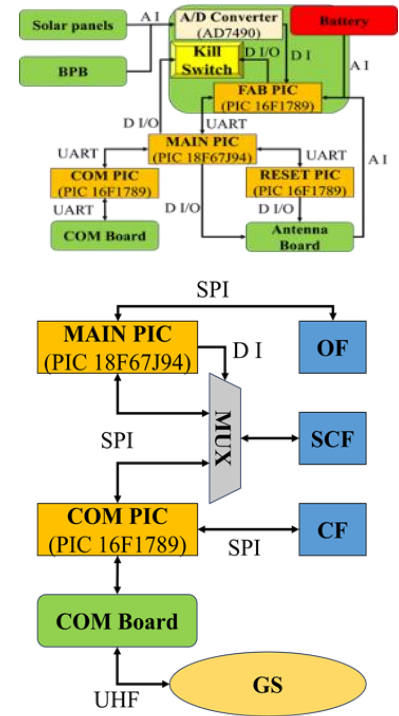


図 3 LignoSat 全体機能

### 3. Thermal Vacuum Test

Thermal Vacuum Test (TVT)試験は、宇宙環境を模した熱真空環境下で、木造人工衛星 LignoSat 1 号機の EM および FM 基板・構体の電氣的動作が設計通りの性能を有することを検証することを目的としている。試験はチャンバー内で宇宙空間を再現し、温度変化に対する衛星の機能と断熱性能を評価した。

具体的には、まず高温および低温環境下で衛星の各点の温度を測定し、その間の衛星の機能および動作が正常であることを確認した。さらに、温度センサーの動作も含め、設計通りの性能を維持していることが確認された。試験の結果、EM および FM 基板ともに宇宙空間でも設計通りの性能を発揮し、木造構体の断熱性が実証された。

なお、図 5 は実験時で用いた熱サイクルの様子であり、JAXA の規定を満たし、かつ衛星に大きな負担がかかり過ぎないようなサイクルにしてある。

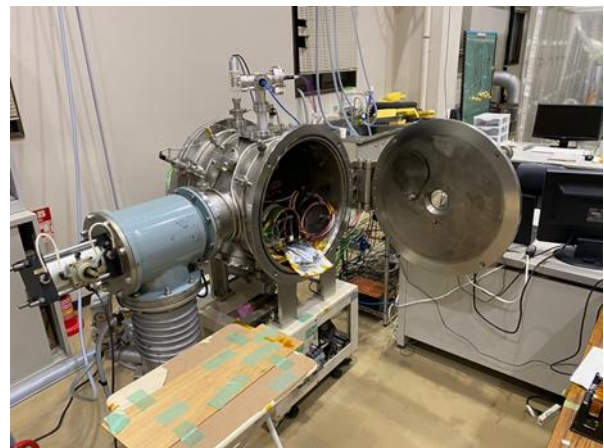


図 4 TVT 実験の様子  
(写真は EM 時のもの、FM でも同様である)

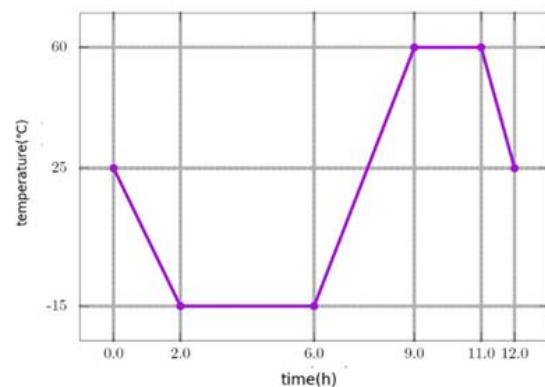


図 5 熱サイクルの様子

### 4. Single Event Upset カウントミッション

木造人工衛星 LignoSat の構体に対して、宇宙線がメモリに衝突することによって発生するビット反転（Single Event Upset, SEU）の発生回数を測定する試験が行われる。従来の人工衛星構体に対して、木造構体が SEU の発生量にどのような影響を与えるかを調査することが目的である。

SEU の発生を検知するために、RAB PIC のタイマ割り込み機能を使用し、1 分ごとに SEU 発生日時を逐次記録する仕組みが採用された。記録された SEU データは、地上局からのコマンドにより週 1 回ダウンリンクされる。このデータを通じて、SEU の発生頻度と木造構体の特性との関連性を評価する。

試験は 4 日 5 時間 15 分 15 秒の期間にわたって実施されたが、この間に SEU の発生は確認されなかった。この結果を踏まえ、2023 年 11 月より開始される 1 年間の長期試験を通じて、SEU の発生有無とプログラムの正当性を継続的に確認する予定である。

## 5. E2E 試験

End to End (E2E) 試験の目的は、LignoSat の電氣的システムが全体として正常に動作することを確認することである。木造筐体を用いて、すべての基板を組み上げた状態で実験室内にて全体性能評価試験が実施された。とりわけ、ハウスキーピングデータ（HK データ）の取得やアンテナ展開コマンドの通信、地上局へのデータダウンリンクが正しく行われるかが検証された。

試験の結果、全ての機能が正常に動作していることが確認され、システム全体の信頼性が実証された。試験において評価された項目は以下の表にまとめられている。24 時間を通じての HK データ収集や、アンテナ展開コマンドの成功、地上局へのデータダウンリンクが確認され、すべての結果が良好であることが分かった。また、24 時間経過後の MAIN PIC のリセットに関しては、追試による確認を終えた。

## 6. 今後の展望

現在 LignoSat は安全審査を終えて 2024 年秋に運用開始を予定している。運用期間中には上記に記され、機能が担保された全体プログラムを通して、データを取得し、衛星の回転速度や軌道角度の解析を試みる予定である。

また、現在有人宇宙学研究中心では、木造人工衛星 LignoSat 2 号機の開発が進んでいる。本衛星は大きさが 2U で、パッチアンテナの搭載や地磁気を用いた姿勢制御を行う予定であり、パッチアンテナ等に対応した新たなプログラムも検討中である。

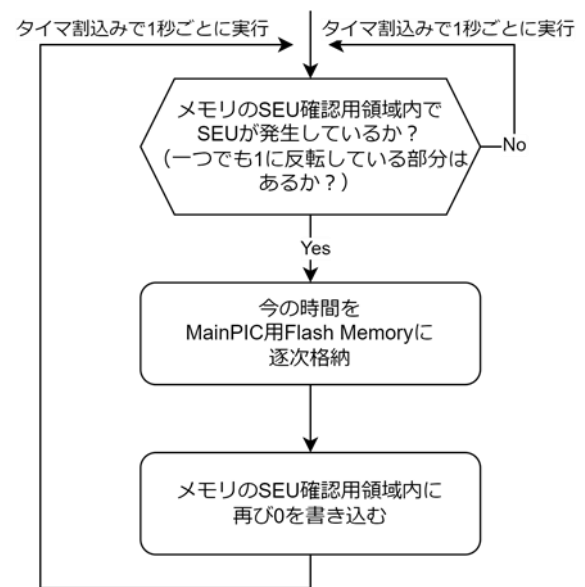


図 6 SEU カウントミッションのフローチャート

確認項目	結果	備考
24hを通じたHKデータの収集	○	
アンテナ展開コマンドの通信成功	○	
HK/MISSIONデータ地上局ダウンリンク	○	
24h経過後のMAIN PICリセット	△	追試により確認

表 1 E2E 試験での結果



## 謝辞

本プロジェクト LignoSat Project に関わってくださった関係者様方、そして特に開発支援をいただいた九州工業大学に感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 曾束元喜, 三木健司, 仲村匡司, 村田功二, 臼井 浩明, 稲谷芳文, 清水幸夫, 土井隆雄: 木造キューブサットの概念設計, 第 63 回宇宙科学技術連合 講演会, JSASS-2019-4161, 2019.
- 2) 福王悠星, 他: 超小型木造人工衛星「LignoSat」の基礎設計, 第 66 回宇宙科学技術連合講演会, 1C15, 2022.
- 3) 筒井涼輔, 他: 超小型木造人工衛星「LignoSat」の ミッション系開発の現状と展望、第 66 回宇宙科学技術連合講演会, 1C16, 2022.
- 4) 野木朔太郎, 他: 超小型木造人工衛星の熱応答、第 67 回宇宙科学技術連合講演会, 3J01, 2023.
- 5) 豊西悟大, 他: 超小型木造人工衛星「LignoSat」の歪み測定と地磁気測定ミッションの現状と展望、第 67 回宇宙科学技術連合講演会, 2C18, 2023.

## 京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター

<https://space.innovationkyoto.org/>

〒606-8306 京都市左京区吉田中阿達町 1 京都大学東一条館 2 階 208 号

編集人: 宇宙木材研究室 三本勇貴、豊西悟大、山本陽大

Email: [spacewood@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp](mailto:spacewood@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp)

SIC 有人宇宙学研究センター Newsletter No.40

2025 年 4 月 1 日発行

# 木で星座を創ろう

## 木造人工衛星2号機製作にご支援を



目標金額 **1000**万円 2025年 **2月1日** (土)9時 ~ **4月30日** (水)23時

＼京都大学 土井隆雄・仲村匡司が寄付金控除型クラウドファンディングへ挑戦！／

### 【第二弾】木造人工衛星は2号機へ

### .....木造人工衛星の実用化をめざして.....

※All in方式のため、目標金額の達成の有無にかかわらず実行者は寄付金を受け取ります。ご寄付確定後の返金やキャンセルは、ご対応致しかねます。  
※本プロジェクトへのご寄付につきましては、税控除の対象となります。詳細についてはプロジェクトページをご覧ください。

京都大学宇宙木材プロジェクトは、木造人工衛星LignoSatを開発しました。LignoSatは国際宇宙ステーションより2024年12月9日に宇宙空間に放出され、**世界初の木造人工衛星が誕生**しました。

そして、私たちは**木造人工衛星の実用化「地球低軌道を周回する低軌道衛星ネットワーク構築」**のため、次のステップとして木造人工衛星2号機の開発を始めました。木造人工衛星2号機はLignoSatの2倍の大きさがあり、木造構体内部に通信用アンテナを内蔵する計画です。

しかしながら、LignoSatの開発時同様開発には億単位で多額の費用が必要であり、大学で確保できる資金のみでは実現することが難しいのが現状です。そこでこの度、第二弾という形でクラウドファンディングへの再挑戦を決意しました。木材と宇宙の未来をみなさまと共に繋いでいきたいと考えています。

木造人工衛星2号機は日本が新しい人工衛星の姿を世界に提案するものです。持続可能な宇宙開発と宇宙の可能性を未来につなぐ私たちの活動に、あたたかいご寄付をどうぞよろしくお願い申し上げます。

京都大学宇宙木材プロジェクトリーダー 土井隆雄（特定教授・宇宙飛行士）・仲村匡司（教授）

お問い合わせ先

EMAIL : spacewood\_sat@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp



<https://readyfor.jp/projects/lignosat>

木造人工衛星 第二弾 レディーフォー



## ご寄付の方法

「木造人工衛星 第二弾 クラウドファンディング」で検索。または表面のQRコードを読み込んでください。

1 プロジェクトの寄付にすむをクリック



2 希望するコースにチェックを入れ個数を選択し次に進むをクリック



3 はじめて利用する方は新規登録へをクリック



4 情報を入力しメールアドレスで登録をクリック



5 支払い方法を選択する



6 必要情報を入力

- ★クレジットカードの場合  
→カード情報を入力
- ★銀行振込の場合  
→画面の案内をお読みください
- ★コンビニ支払いの場合  
→画面の案内をお読みいただき、コンビニの種類を選択

※コンビニ支払いは、ファミリーマート、ローソン、ミニストップのみ対応です。寄付金額+システム利用料の合計金額が30万円未満のご寄付でご利用いただけます。



入力したメールアドレス宛にREADYFORからメールが届きます。受信したメールの本文内にあるURLをタップしてください。

7 ギフトお届け先(住所)を入力し入力内容の確認画面へをクリック



8 入力情報を最終確認し、寄付を確定するをクリック



お手続き完了です！



銀行振込・コンビニ支払いの場合「支援履歴」から返金先情報のご設定をご確認ください。