SIC 有人宇宙学研究センター NewsLetter 2022 年 12 月号 No.12

11 月の活動

第 6 回 Moon Village Association 国際シンポジウム参加報告

山敷庸介　記

第 6 回 Moon Village Association(MVA)国際シンポジウム(6th Global Moon Village Association Workshop & Symposium) が 2022 年 11 月 6 日-8 日にアメリカ・ロサンゼルスにて開催され、MVA 委員で SIC 有人宇宙学研究センター特任教授(JAXA)の稲谷芳文氏および、センター長の山敷教授が参加しました。山敷教授は、「Three essential ”Core” Concept for Space Exploration - Core Biome, Core Technology and Core Society 」の基調講演 (Three essential ”Core” Concept for Space Exploration - Core Biome, Core Technology and Core Society) において SIC 有人宇宙学研究センターで進めている宇宙開発の概念を広く参加者に伝えました。同時に、VR を用いた宇宙居住体験では多くの参加者から高い評価を得ました。

また、来年開催予定の第 7 回 MVA 国際シンポジウム (7th Global Moon Village Workshop & Symposium) について、三カ国から開催提案があった中で、最終的に日本での開催提案（岡山・鳥取開催）が正式に採択され、オーガナイザーである山敷・稲谷両氏が、次期開催地としての招聘報告をしました。第 7 回シンポジウムは、2023 年 11 月に岡山（倉敷）と鳥取にて開催される予定で、来月早々に準備会合が行われますが、月惑星における宇宙社会を構築するための様々な議論が活発に行われる予定です。なお、2019 年 12 月に実施された第 3 回 MVA 国際シンポジウムは、土井隆雄特定教授らを中心に東京理科大学と京都大学にて開催され、京都会場では 200 名を超える参加がありました。

以下 2023 年に開催される第七回しシンポジウムの資料となります。（山敷庸介　記）

PROPOSED CONCEPT

From a scenic Japanese village to the Moon Village:
Enhancing our imagination toward sustainable human presence and a society on the Moon.

We propose that the intl. Moon Village Workshop & Symposium be held in Kurashiki and Tottori, Japan. These two areas are small enough to be called villages, but they have big potential to contribute to the establishment of the permanent human presence and a society on the Moon:

- There are research institutes and experimental fields related to lunar and planetary science, ISRU, environmental simulations, closed systems technology, etc.
- The local governments of these areas are committed to the promotion of space industries, and there are active business communities and networks.
- Both regions have excellent history and culture. Thus, they are appropriate to discuss the cultural and social aspects of the society on the Moon.

PROPOSAL TEAM

Joint Proposers

Hiroshi Makino
President,
Okayama University

Hisashi sujimoto
Director, Arid Land Research Center, Tottori university

Yosuke Alexandre Yamashiki
Director, SIC Human Spaceology Center, GSAIS, Kyoto University

Honorary Supporter

Akane Ohara
Chief director,
Ohara Museum of Art
Project Professor,
Kurashiki Sakuyo University

Honorary Host

- **Mayor of Kurashiki City** (under coordination)
- **Governor of Tottori Prefecture** (under coordination)

Through having the heads of the government in both cities as the hosts, our proposal will get great support from the community and the coordination of the event will be smooth.

Local Organizing Committee & Supporting Organizations

Local Organizing Committee

Eizo Nakamura
Professor, Institute for Planetary Materials, Okayama University

Masashi Miura
Associate Professor, Institute of Space and Astronautical Sciences(ISAS), JAXA

Masahiro Terada
Associate Professor, Unit of Synergetic Studies for Space, Kyoto University

Advisors

Naoko Yamazaki
Astronaut (STS-131)
Visiting Professor, Joshibi University of Art and Design

Misuzu Onuki
Executive Vice-President, SPARX Innovation for Future Co.,Ltd.

Yoshifumi Inatani
Counselor, JAXA
MVA Co-chair for Architecture WG

Supporting Organizations

- Japan Aerospace Exploration Agency
- Science Union for Human Planetary Habitation in Space
- Okayama Kurashiki Mizushima Aero & Space Industry Cluster Study Group (MASC)
- Ohara Museum of Art
- Okayama Chamber of Commerce and Industry (under coordination)
- Kurashiki City (under coordination)
- Tottori Prefecture
- Okayama University
- Tottori University
- Local Startup Companies

JAXA　SUHPHS　MASC　岡山商工会議所　倉敷市　鳥取県　岡山大学　鳥取大学

木造人工衛星 LignoSat
九州工業大学研修振動試験報告

木造人工衛星 LignoSat 設計チームから、打ち上げに向けて 10 月、11 月に実施した振動試験についてご紹介します。人工衛星では、打ち上げの際にロケットの振動によって共振を起こすことがないよう、前もってロケットの振動を模した振動発生装置によって試験を行います。共振が発生すると構体の破損や外部への悪影響が考えられるため、振動試験によって構造強度を確認することは非常に重要です。

振動試験は、衛星を宇宙での放出用ポッドに搭載し、ポッドを治具に固定することで行います。振動レベルは外部の試験設備によって調整可能であり、LignoSat では JAXA の打ち上げ要求に基づいて設定された振動条件エンベロープを使用します。

表 1　ランダム加振試験における加振条件

PSD (AT レベル)	
周波数 [Hz]	PSD 値 [g^2/Hz]
20	0.025
30	0.025
40	0.015
120	0.031
230	0.031
860	0.0055
1200	0.0055
2000	0.0025
オーバーオール加速度 [G_{rms}]	
4.294	
振動時間 [s]	
60	

PSD (QT レベル)	
周波数 [Hz]	PSD 値 [g^2/Hz]
20	0.05
30	0.05
40	0.03
120	0.062
230	0.062
860	0.011
1200	0.011
2000	0.005
オーバーオール加速度 [G_{rms}]	
6.07	
振動時間 [s]	
120	

振動試験では、衛星構体や衛星の放出に使用するポッドに接着された加速度センサからそれぞれの振動周波数における振動レベルを算出します。それによって得られた波形から衛星の固有振動数(最低次)を推定し、打ち上げの基準をクリアしていることを確認します。

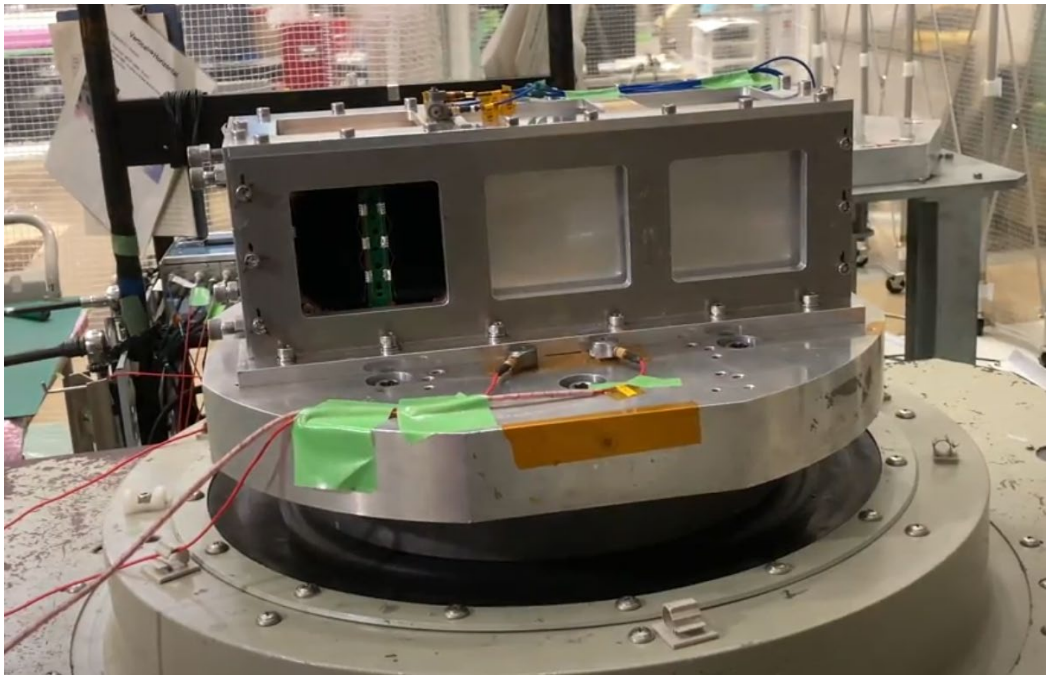


図 1　振動試験の様子

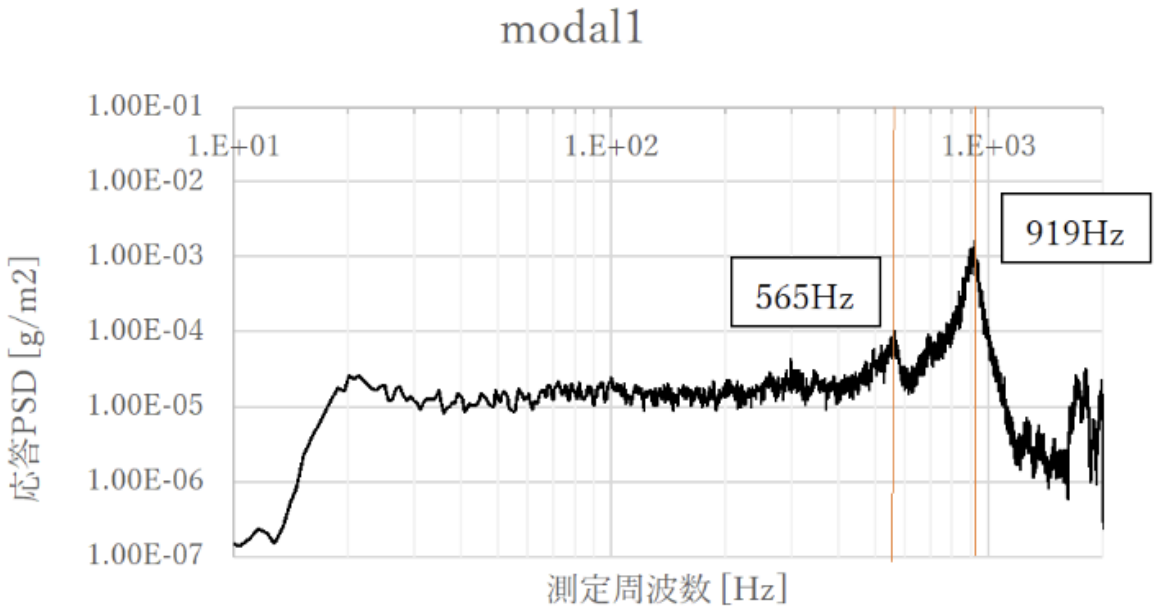


図 2　振動試験結果例

（この結果からは、最低次固有振動数が 565Hz と推定できる）

振動試験は主に固有振動数を判別するためのモーダルサーベイ、打ち上げの振動を再現するランダム加振、正弦波の振動を加えるサインバースト試験に分けることができます。ランダム加振は要求レベルである AT レベルとその 2 倍の振動をかける QT レベルに分けられ、ランダム加振及びサインバースト試験の前後でモーダルサーベイを行います。

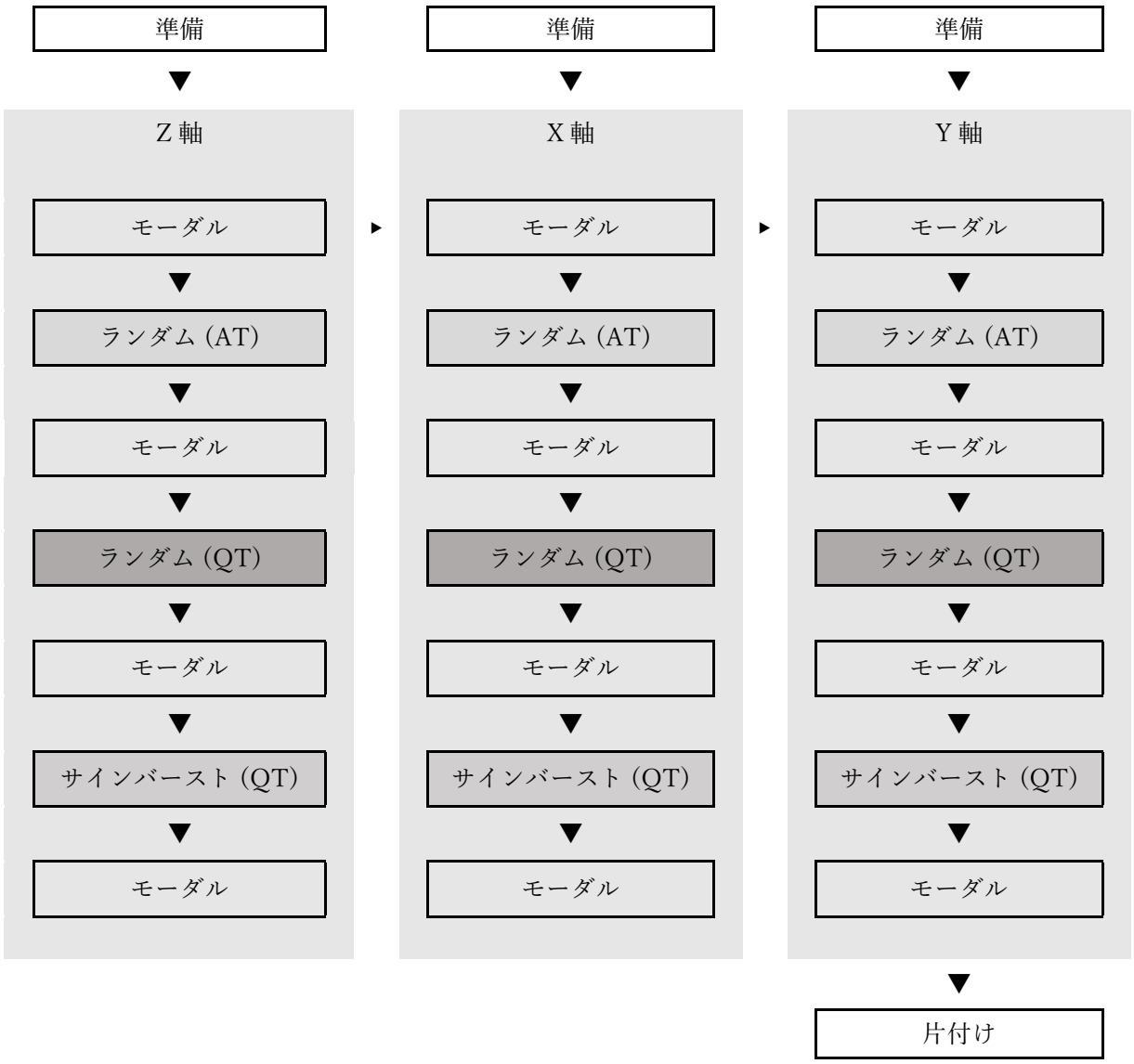


図 3　振動試験フロー

（細辻 一　記）

第 66 回宇宙科学技術連合講演会　参加報告

京都大学タイタン小社会研究会

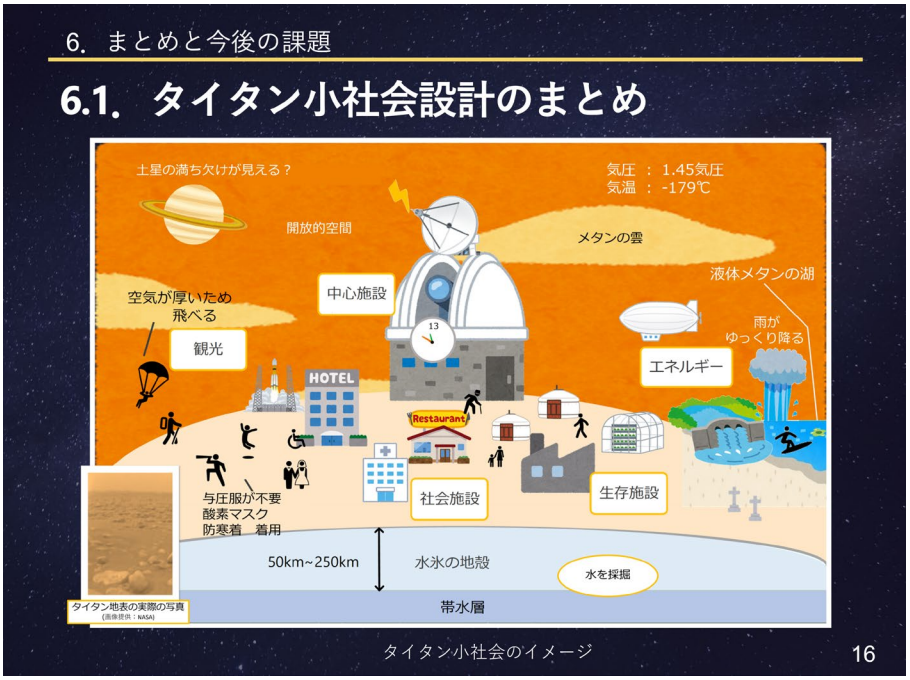
11 月 1 日~4 日に第 66 回宇宙科学技術連合講演会が熊本県熊本城ホールで開催された。宇宙科学技術連合講演会は日本最大の宇宙分野の講演会であり、あらゆる分野の宇宙に関する研究に携わる産官学の研究者や技術者が一堂に集い、様々な議論や意見交換が行われている。数年ぶりの対面開催であり、大勢の人で賑わっていた。

京都大学タイタン小社会研究会では、11 月 3 日に土星の第 6 衛星タイタンにおける小社会の設計について研究成果の発表を行った。今回の発表では、これまでに検討してきたダンバー数を基にした 150 人規模のタイタン小社会の設計とタイタンの運行周期に則した暦の考察に関して発表をした。複数の質問を受け、これから研究を進めるにあたり大変参考になった。また、朝早くの発表にも関わらず聴衆も多く、タイタン研究に対する関心の高さが感じられた。

今回の講演会では、金井宣茂宇宙飛行士の特別講演や、探査機等の部品となる工業製品・JAXA が計画している火星衛星探査計画 MMX についての発表など、普段聞く機会のない様々な話を聞くことができ、勉強になると共にとても刺激となった。

今回の発表を踏まえて、今後はタイタンにおける暦の研究をさらに発展させ、人類が宇宙において恒常的に居住する文化圏においてどのような暦が構築されうるかについて、より深く考察を進めていきたい。

（松岡勇樹　記）



LignoSat 紹介
木造人工衛星学生開発チーム
STRUC 班

今回は LignoSat チーム Structure 班の活動をご紹介します。今回は、Structure 班が人工衛星製作において担当する役割の一つである、実際の組み立てについてご紹介します。

〇使用する部品

使用する部品は主に 3 種類に分けることができます。一つ目は、衛星の内部に配置される様々な電子基板です。電子基板は人工衛星に様々な機能を持たせ、ミッションの成功に欠かせない最も重要な部品です。二つ目は、木造人工衛星 LignoSat にとって必要不可欠な木造構体及び主構造を担うアルミフレームです。これらは衛星の構造体としての役割を持ち、Structure 班は主にこれを担当します。

三つめは、アンテナやシャフト、ねじといった、補助的に衛星を完成させる部品です。これらは電子基板や構造体に比べると重要でないように思えますが、衛星の打ち上げ、運用には欠かすことのできない大事な部品です。

図 1　LignoSat の構体を担う木造構体 (左) とアルミフレーム (右)

〇組み立てについて

LignoSat の組み立てでは、最初に電子基板とシャフト一つに組み、そこに木造構体を取り付けて最後にアルミフレームを取り付けます。電子基板は壊れやすいので、繊細に作業を行う必要があります。また、埃などの混入を避けるため、実際に打ち上げるフライトモデルを組み立てる際は清潔に保たれたクリーンルームを使用する必要があります。

使用するねじはステンレス製で、直径約 3mm のものと約 2mm のものを用います。それぞれのねじには締め付け時にかける力の大きさが決まっており、これを規定トルクと呼びます。衛星のねじはすべて規定トルクで管理され、精確な組み立てが行われます。（細辻 一　記）

低圧下樹木育成プロジェクト紹介
Arduino 講習会＃2

1. はじめに

今回は、温度・湿度センサーの取り扱いと時間等のモニター表示を扱います。今回からポプラ育成実験で実際に使われているような内容に入ります。

2. 温湿度センサー

ボタンを用いた LED 点滅の際に、ボタンをセンサーの一種と言いましたが、ボタンは「HIGH」、「LOW」しかないセンサーです。グラデーションのある電圧 (0-5[V] の間とか) を読み取りたい場合はどうしましょう。ここで出てくるのが analogRead です。今回の温湿度センサーに関してはライブラリが存在しているのでそれ

を利用しましょう：http://www.shangtian.tokyo/entry/2017/04/09/212730

この HP に手順が書いてあるのでこのページを参考にすれば出来ますが、補足等していきます。

まず使うセンサーは「DHT22」です。（参考 HP は「DHT 11」のもので、この辺りの修正が必要です。）図 1 を見てください。左から 5[V]、温湿度の電圧による値出力「OUT」、「GND」です。5[V] や「GND」は Arduino 上のどこでも良いです。「OUT」は 2 番 pin で受け取るようにしましょう。配線の細かい部分は見本も参考にして下さい。

図 1: DHT22 センサー

プログラムは、「sketch_2_1_DHT_v1.0.ino」を用いてみましょう。（プログラムの意味も理解しましょう。）まずはプログラムをダウンロードします。

次に順を追って、プログラムの説明をしていきましょう。最初の include がポイントです。この DHT.h という「ヘッダーファイル」は初期の状態では使えません。よって、ライブラリーをインクルードする必要があります。今回は Adafruit_Sensor をインストールしましょう。次の github から ZIP 形式でインポートできます：https://github.com/adafruit/Adafruit_Sensor

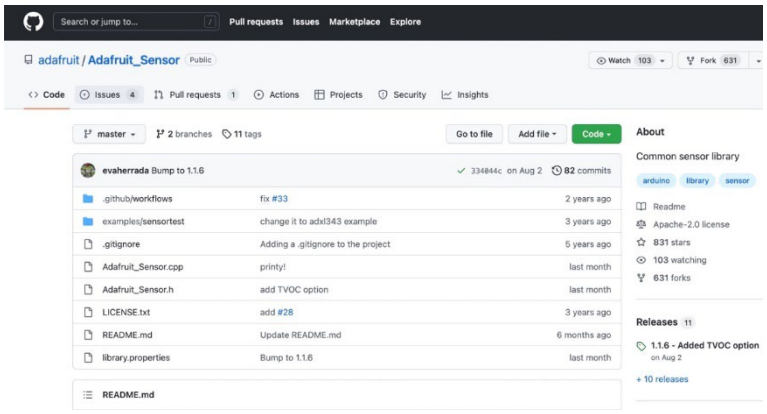


図 2 ： Adafruit_Sensor の github 画面

ZIP 形式でインポートしたら、Arduino の方に戻り、「スケッチ」内の「ライブラリをインクルード」、「ZIP 形式のライブラリをインストール」を選択します。あとは、ダウンロードしたところのフォルダーに移動して、先ほどダウンロードした ZIP ファイルを選択すれば OK です。

次に、DHT ライブラリのインポートです。「ツール」内の「ライブラリを管理」をクリックし、検索で「DHT」と打ちましょう。「DHT sensor library by adafruit」のインストールをクリックすれば完了です。

図 3: DHT sensor library

プログラムの説明に戻りましょう。DHT.h によって面倒な analogRead は全てやってくれます。（こんな感じで、C 言語なら #include 、Python なら import というように、ヘッダーファイルやモジュールをインポ

ートすることで、便利な機能をすぐに使えるようになります。

上から重要な部分を説明していきます。まずは、「const int PIN_DHT = 2;」ですね。これは、「const」が、プログラム中では書き換えることができない定数、「int」が整数型という意味です。つまり、「PIN_DHT」という変数に、整数 2 を格納するという意味ですね。

その後の、DHT 関連のコマンドは、DHT を使うなら必ず必要になる命令です。おまじないだと思って大丈夫です。「pinMode(PIN_DHT, INPUT);」で先ほど定義した「PIN_DHT」（つまり 2 番 pin）を入力モードにします。この 2 番 pin から温湿度データを取り入れるということになります。そのあと目立つところがあるとすれば、「Serial」でしょう。これは「ツール」内にある「シリアルモニター」と「シリアルプロッタ」に出力するための文法です。「9600」は単位として bit/sec を取ります。Arduino と PC 間のケーブルの通信速度だと思って下さい。「print」は改行なし出力、「println」は改行あり出力です。「""」がついているときは文字型の変数、付いていないときは数値型の変数と思って下さい。それではいよいよコンパイルと書き込みを行いましょう。終了したら、「ツール」の「シリアルモニタ」をクリックして下さい。温湿度が表示されます。センサーを触ったりして様子を見ましょう。温湿度が「nan」と表示される場合は、配線を見直したりしてみて下さい。それでもダメな場合は呼んでください。

次に、「シリアルモニタ」を消して「ツール」の「シリアルプロッタ」をクリックして下さい。温湿度がグラフで表示されます。

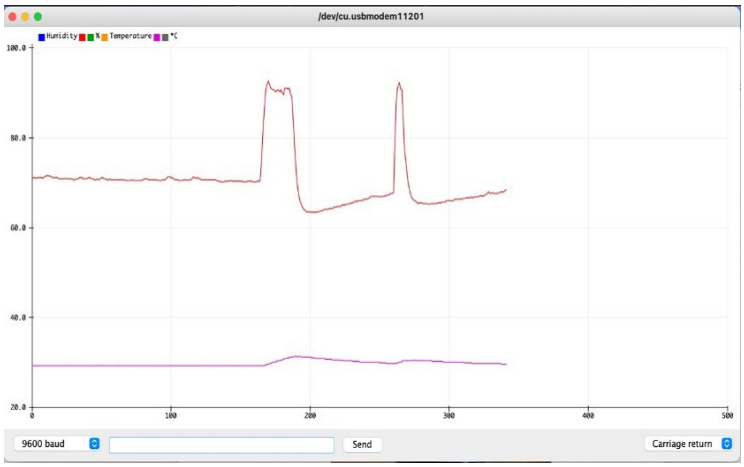


図 4：シリアルプロッタの図

課題 1　delay();内の数字を短くしてみましょう。限界があると思います。物理的限界を感じてみましょう。

課題 2　任意の温度や湿度を超えたり下がったりしたら LED が点くように作ってみましょう

（清田朋和　記）

研修紹介
超小型人工衛星「LignoSat」の基礎設計
京都大学有人宇宙学研究センター宇宙木材研究室

1．目的および背景

昨今，人類の宇宙進出を目指すにあたって，地球外における持続可能な社会の形成に向けた技術開発や議論が盛んにおこなわれている．とりわけ，宇宙空間での持続的な衣・食・住の実現に向けて，植物の宇宙利用，宇宙環境耐性に関する研究が頻繁に行われてきた．京都大学大学院総合生存学館では，木材資材の宇宙利用可能性に着目し，持続可能な宇宙開発資源としての木材の有用性を検証することを目的とした基礎的研究を進めてきた [1,2]．これまで，例えば様々な樹種の木材に対し長期真空暴露試験を実施し，真空環境下においても木材の基礎物性に変化が生じないことを報告している [1]．

古来より，森林資源は地球環境の保全や自然災害の防止といった役割だけでなく，建築物や乗り物などを構成する社会基盤材料として人類の文明社会を支えてきた．とりわけ日本における木材利用においては，強度的・意匠的にも優れている木組みの技法が伝統的に受け継がれ，現代でもその技術的価値が評価されている．また，2020 年に林野庁は「カーボンニュートラルに伴うグリーン戦略」を公表し，製造時のエネルギー消費が少ない木材の利用拡大が，2050 年目標である農林水産業における化石燃料の CO_2 排出量をゼロにする施策の基軸であるとしている．このように，長期的な持続可能社会の形成を目指す上で，木材の利便性・実用性は近年ますます注目されていると言える．

我々の研究チームは，宇宙における木材資源の利用可能性を更に調査することを目的に，超小型木造人工衛星「LignoSat」の設計・開発を進めてきた [3]．LignoSat は 1U 規格の CubeSat であり，構体系バスシステムをほぼ全面的に木造化することを想定している．これまでの概念設計の結果から，こういった木造構体が宇宙環境下において人工衛星構体系として十分に機能しうることを確認している．木造人工衛星によって宇宙機構造部材としての木材の信頼性を実証することは，木材の宇宙材料としての利用法の提唱に繋がるだけでなく，木材産業の新たな活躍の場の創出に寄与し，ひいてはカーボンニュートラルな社会の実現に大きく貢献しうると期待される．さらに，木材の主成分は炭素・水素・酸素を主要な構成元素とする天然系高分子であるため，木造構体系は大気圏再突入時に十分な燃焼反応を起こし，有害な微細粒子の生成を抑制できると我々は考えている．すなわち，成層圏・海洋・宇宙空間などの環境への負荷を低減できることが期待されるとともに，宇宙開発に伴う自然環境への悪影響を問題提起する端緒となりえる点において，本プロジェクトは大きな意義をもつ．本稿では，我々の研究チームがこれまで行ってきた LignoSat 開発における基礎設計仕様について紹介するとともに，開発に伴う各種関連試験の実施結果および今後の展望について報告する．

2. ミッション定義

LignoSat は，宇宙における複合的環境が宇宙機構造材料としての木材に及ぼす影響を調査することを目的とした技術試験衛星である．宇宙空間における木材の物理特性の変化を継時的かつ *in situ* で捉えることで，工学的側面に基づいた木材の宇宙利用可能性を探究することを目指す．また，LignoSat の運用にあたっては，アマチュア無線周波数帯（UHF 帯）を衛星―地上局間の相互通信に利用するため，世界中のアマチュア無線家を対象とした独自のサービスを提供することもミッションの一部として掲げている．LignoSat の主要なミッションは次の 4 つに大別される．

(1) 2 軸歪み測定ゲージを用いて木造構体内部（木板内側）の歪みの継時的測定を行う．木材の宇宙環境における物性変化をリアルタイムで追跡する．

(2) 温度センサを用いた衛星構体内部における多点温度計測を行う．木造構体の内部温度を測定することで，宇宙空間における木材の断熱特性を評価するとともに，温度環境変化と木造構体の物性値（歪み）の相関について検討する．

(3) 地磁気センサを用いた衛星構体内部における地磁気測定を行う．木材が磁場を透過することを実証することにより，木造構体内部への磁気トルカなどの姿勢制御コンポーネントの実装可能性を検討する．

(4) アマチュア無線ベース（UHF 帯）で，アマチュア地上局からパケットを受信・データ処理し，同一の周波数帯でアマチュア地上局のコールサインをモールス信号（Continuous Wave: CW）により再送信する．単一周波数帯による双方向通信の実現を目指す．

それぞれのミッションの達成目標を以下に示す．

・ミニマムサクセス

LignoSat が国際宇宙ステーション（International Space Station: ISS）より放出され，地上局で LignoSat からの CW 信号（ハウスキーピングデータ）を受信する．

・フルサクセス

LignoSat からの CW 信号及び FM パケット通信信号を 6 ヵ月間受信でき，LignoSat の内部温度や木造構体の宇宙での歪み特性及び木造構体内部の地磁気特性の知見を得る．各国のアマチュア無線家との相互通信に成功する．

・エクストラサクセス：

6 ヵ月間以上に渡って LignoSat からの CW 信号及び FM パケット通信信号を受信できると同時に，アマチュア無線家との交信も継続的に行う．

なお，各ミッションの詳細については本講演会の別発表にて扱うため，本稿では割愛する．

3. 衛星および地上局システムの開発

3.1 衛星ハードウェア設計

衛星構体は，6 枚の木製壁組を組み木の技術で組み合わせて作製した木箱状の木造構体の周囲に，アルミフレームを取り付けた構造をしている（図 1）．木造構体に用いている木組み工法

は，「留形隠し蟻組接ぎ」と呼ばれる日本古来の伝統的技法であり，ネジや接着剤を使わずとも十分な剛性を確保することができる．

表 1　LignoSat の主要諸元.

項目	内容
運用期間	6 か月以上
軌道	高度約 400 km の ISS 軌道（ISS からの放出）
サイズ	1U (100 mm×100 mm×113.5 mm)
質量	1.33 kg 以下
バッテリー	Ni–MH (3S2P)
周波数	Uplink/Downlink: 435 MHz 帯 (UHF 帯)
発電量	約 1400 mW

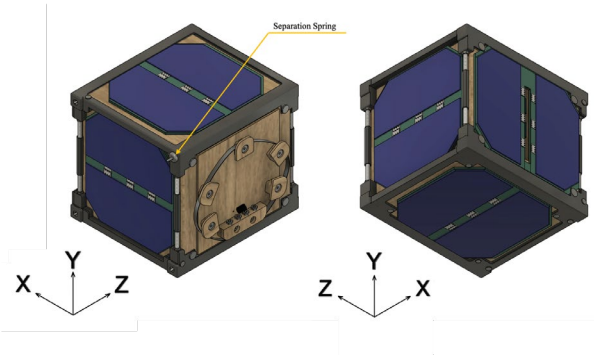


図 1　LignoSat 外観.

ISS の超小型衛星放出インターフェースの寸法要 [3]に適合するため，木造構体外部にアルミフレームを両側から取り付け，構体を締め付ける方式を採用した．木材とアルミフレームを互いにネジ留めしたり接着したりすると，両者の熱膨張率の差異や含水率変化による木材の膨潤収縮などにより，接合部にずれ力が作用することが懸念される．これを回避するため，アルミフレームを木造構体に固着せず，フレーム間を連結するボルトのトルクのみを調節することで，木造構体の締め付け力を調整できるようになっている．これにより，含水率変化に起因する木造構体そのものの寸法変化の影響を排除し，トルク管理のみによって交差範囲内で筐体寸法精度要求を満足させることが可能となる．–X 面には UHF 帯通信用ダイポールアンテナ展開機構が実装されており，ISS 放出から数十秒後に軌道上にて展開する．太陽電池パネルはプリント基板を介して他の 5 面に各面 2 枚ず

つ，計 10 枚貼付されており，姿勢制御なしで衛星運用に必要な電力量を確保する．アクセスポートは+X 面に設置されている（表 1）．なお，木造構体の各所に適切な形状の貫通孔を設けることで，衛星表面実装部品と内部電子基板との電気的インターフェースを確保している．

3.2 衛星ソフトウェア設計

LignoSat のバスシステムには，九州工業大学により開発され，実績のある BIRDS[4]バスプラットフォームを利用することで信頼性を高めることに努めている（図 2･3）．地上局からのコマンドに基づき各センサーによって獲得された測定データは，複数の PIC マイクロコントローラーによるデータ処理を介して収集･保存され，UHF 帯通信を用いて地上局へと伝達される．なお，バッテリー電圧や温度などの基礎データ（ハウスキーピングデータ）は CW 通信により，その他の各種ミッションデータは FM パケット通信によりダウンリンクを行う．

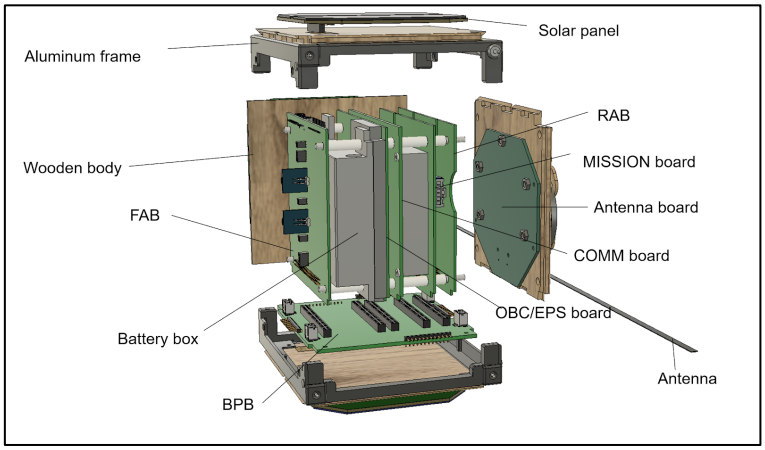


図 2　LignoSat 内観

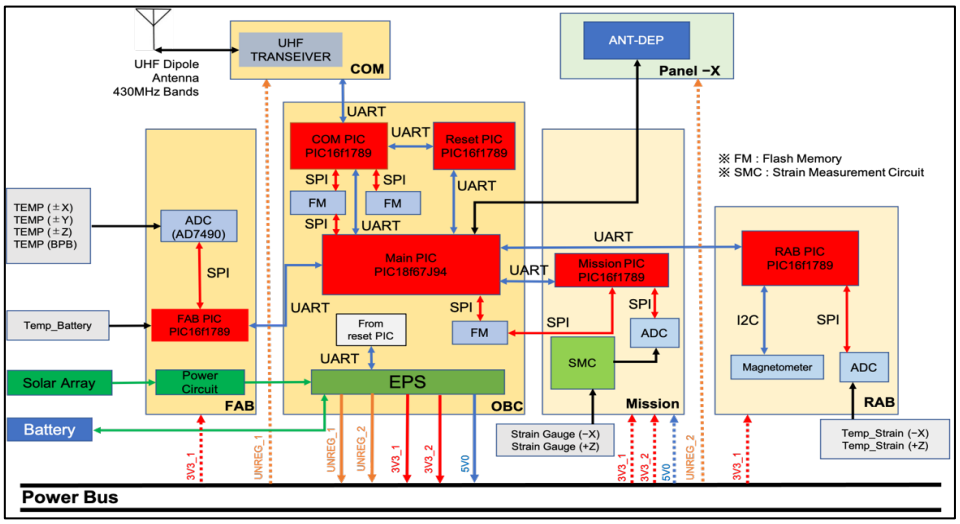


図 3　システムブロック図

3.3 地上局システムの開発

人工衛星との通信用地上局として，2020 年春に京都大学敷地内に UHF/VHF 帯通信対応のアマチュア無線通信局を開局した（北緯 35.03 度，東経 135.79 度）．本設備により，アマチュア衛星の自動追尾・交信が可能となっている（図 4）．今後は地上局ハードウェアの整備を随時行うとともに，管制用ソフトウェアの開発・実装に着手し，衛星運用に必要となる各種機能の準備・テストを行う計画である．

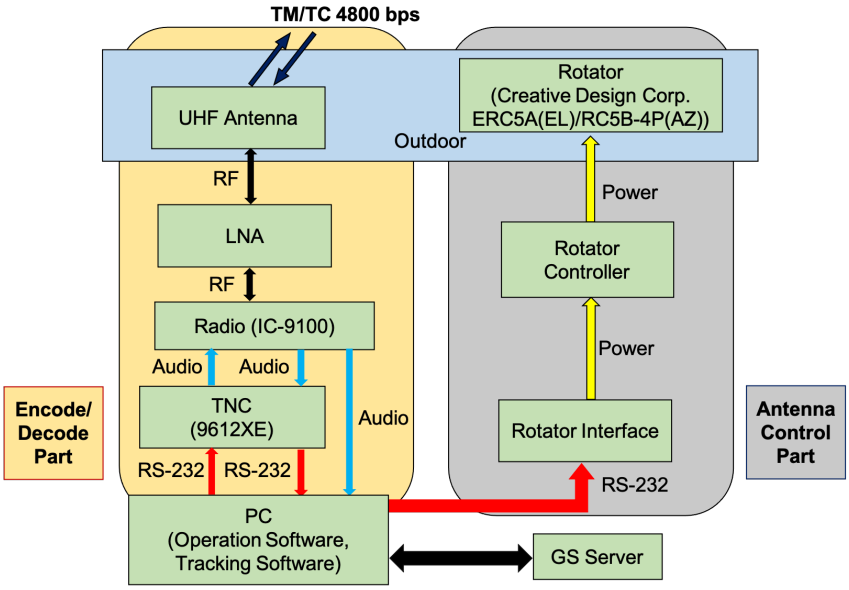


図 4　地上局システム系統図

4. 現在の開発状況および今後の展望

各バスシステムの開発状況および今後の開発展望について紹介する．

4.1 コマンド&データ処理系

九州工業大学の BIRDS バスプラットフォームに準拠し，LignoSat 搭載用の各種電子基板の基礎設計を完了した．図 2,3 中に示すバックプレーンボード（BPB: Back Plane Board），フロントアクセスボード（Front Access Board: FAB），OBC/EPS ボードそれぞれについて，電気的・物理的接続を評価し，通信信号が問題なくやりとりされることを確認済みである．今後は，各基板間の信号のやりとりを外部からモニタリングできるような相互通信評価試験系を構築し，EM 搭載用ソフトウェアの開発に着手する計画である．

4.2 通信系

LignoSat では，アンテナエレメントを衛星表面に巻きつけ固定している釣り糸を加熱して焼き切ることにより，宇宙空間にてアンテナを展開可能である（図 5）．このような機構は，九州工業大学の BIRDS 衛星をはじめとした多くの CubeSat にて既に利用実績のある展開手法である．本展開機構の構築に必要な部品のほとんどを我々は木造化しているため，展開に際して十分な保持強度があるかを検証するために地上展開試験を複数回行い，その信頼性を確認してきた．今後は，電波暗室にて EM を用いた電波発射地上試験を行い，使用するアンテナの最適化設計および衛星における信号ノイ

ズの確認試験等を行う．更に，交信時のロスをできる限り低減可能な地上局ハードウェアの構築および管制用ソフトウェアの実装に取り組む予定である．

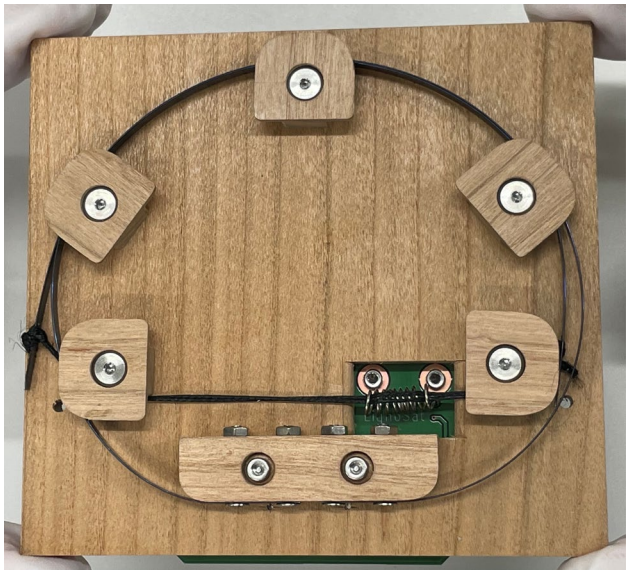


図 5　UHF 帯用アンテナ展開機構

4.3 電源系

バッテリーとなる Ni–MH 電池の充放電特性を解析するためのシステムを構築し（図 6），高真空暴露試験や振動試験をはじめとした各種環境試験後においても安定した電気特性を保持可能な電池を選定した．選定した電池は，EM やフライトモデル（Flight Model: FM）用バッテリーとして採用する．今後は，EM を用いて各電子基板における消費電力を見積もり，軌道上での発電量及び衛星運用に伴う消費電力量の収支に問題がないことを確認していく予定である．

図 6　電池充放電特性解析システム

4.4 構体系

ISS の超小型衛星放出インターフェースの規格に基づき，木造構体およびアルミフレームの最適な形状を検討し，EM の構体系の詳細な設計を進めている．今後は，EM 完成後改めて振動試験（QT レベル）を実施し，その構造設計に問題がないことを検証する．

おわりに

本稿では，超小型木造人工衛星「LignoSat」のミッション定義や基礎設計事項および関連する各種試験結果，そして現在の開発状況について紹介した．宇宙機構造材料としての木材の利用は世界初の画期的な取り組みであるほか，京都大学において人工衛星を包括的に開発することは本学初の試みとなっており非常に意義のある挑戦であると考えている．また，京都大学では，宇宙環境に晒された木材の基礎物性や細胞壁微細構造がどのように変化するのかを直接検証するため，宇宙航空研

究開発機構（JAXA）の簡易材料曝露実験ブラケット（Exposed Experiment Bracket Attached on i-SEEP: ExBAS）を用いた木材試料の宇宙環境曝露実験を進めている．これらのプロジェクトが木材の宇宙材料としての利用法の提唱に繋がり，宇宙木材産業を実現させる契機となることを我々は期待している．

謝辞

BIRDS バスプラットフォームについて指導して頂いた九州工業大学に感謝いたします．

参考文献

1) 三木健司, 村田功二, 清水幸夫, 稲谷芳文, 土井隆雄: 宇宙における木材資源の実用性に関する基礎的研究, 第 34 回宇宙構造・材料シンポジウム；講演集録, SA6000137022, 2018.
2) 曽束元喜，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.
3) “JEM Payload Accommodation Handbook-Vol.8” https://humans-in-space.jaxa.jp/kibouser/library/item/jx-espc_8d_en.pdf
4) Taiwo Raphael Tejumola, BIRDS Project Members, BIRDS Partners, George Maeda, Sangkyun Kim, Hirokazu Masui, Mengu Cho: Overview of Joint Global Multi-Nation Birds Satellite Project, 31st International Symposium on Space Technology and Science, Matsuyama, Japan, 2017.

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 NewsLetter No.12
2022 年 12 月 1 日発行