

SIC 有人宇宙学研究センター

NewsLetter 2026 年 8 月号 No.56

新メンバー講習

2026 年 7 月 14 日に龍谷大学瀬田キャンパスにおいて土井先生による、新メンバー講習が開催されました。本講習会では、土井先生に宇宙開発の歴史及び現状、先生の宇宙飛行の経験、有人宇宙学の創出、宇宙木材プロジェクトの 4 つのテーマについて、新入生向けにご講演いただきました。当日は、lignoSat の新メンバーを中心に約 15 名参加し、土井先生の貴重なご経験や有人宇宙学の視点を学び、宇宙木材プロジェクトの目的について共通の認識を得ることができました。また、宇宙木材プロジェクトのメンバー以外からも、参加があったことにより、本プロジェクトの周知を図ることができました。

講演の序盤では、1961 年に始まった有人宇宙活動の歴史から現在の国際的な宇宙開発までを振り返りました。ご自身の宇宙飛行の経験では、スペースシャトル、エンデバーでの任務や、大気圏再突入時の様子についてお話しいただきました。スペースシャトルはマッハ 25 で大気圏へ突入し、最終的には操縦士による手動操縦で着陸します。そのため、操縦手は数百回に及ぶ模擬飛行訓練を重ね、安全に任務を遂行するための技術と判断力を磨いていることが紹介されました。また、チャレンジャーやコロンビアの事故を例に、安全性を最優先とする姿勢の重要性についてもお話しいただきました。ISS については、15 か国が協力して建設した国際共同プロジェクトであり、先生が日本実験棟「きぼう」の設置に携わったミッションについても紹介されました。宇宙では食事や睡眠は地上と大きく変わらず、排泄物を再利用する資源循環システムが整備されていることや、宇宙で初めて日の丸弁当を食べたエピソードなど、宇宙での生活を身近に感じられるお話も印象的でした。さらに、きぼうで行われている流体実験や骨細胞、植物に関する実験など、無重力環境を活用した研究が医療や工学の発展につながることも紹介されました。

講演後半では、土井先生が提唱された有人宇宙学について説明がありました。有人宇宙学は、人類が宇宙で継続的に生活する未来を実現するため、工学だけでなく医学や農学、建築学、社会学など幅広い分野が連携する学際的な学問です。宇宙で生活圏を築くには、技術だけでなく、人間や社会のあり方まで考える必要があるということについてお話しいただきました。

最後に、宇宙木材プロジェクトについてご紹介いただきました。真空環境や宇宙空間での木材暴露試験では、木材の強度や外観に大きな変化がないことが確認されており、木造人工衛星実現への大きな一歩となっています。また、木造人工衛星は再突入時に酸化アルミニウム由来のエアロゾルを発生させず、水と二酸化炭素へと変化するため、環境負荷の低減にも貢献します。現在は次世代機に向けて、初号機の不具合の原因究明も進められています。

今回の講習会では、宇宙開発の最前線や有人宇宙学の考え方、そして宇宙木材プロジェクトの意義についてご講演いただきました。土井先生の貴重なご経験と未来への展望に触れ、新メンバーが今後の活動への意欲を高める有意義な機会となりました。（大石徳弥 記）

太陽系から Sgr A* へ——銀河中心への仮想航行

Youtube リンク : https://youtu.be/_mV87B79Z64

ExoKyoto4D#を用いて作成した、太陽位置（太陽中心座標系の原点、太陽から 0 光年）を出発し、天の川銀河中心の超大質量ブラックホール、いて座 A*（Sgr A*）へ向かう 180 秒の仮想航行です。太陽表面や地球からの発進ではなく、視線と航行方向を Sgr A*の実測方向（RA 17h 45m 40.04s、Dec $-29^{\circ} 00' 28.12''$ ）へ合わせ、冒頭から HYG 近傍星カタログと Gaia 恒星カタログを重ねて描画します。星座線でいて座方向を示し、近傍星は大きな視差で流れ、遠方の Gaia 恒星は銀河面の奥行きを保ったまま描かれます。実測カタログの実用的な到達範囲を超えると、観測データを装うことなく、開示された統計的恒星分布モデルへ滑らかに移行します。

モデル領域では、恒星を同じ色・同じ大きさの点として扱いません。O・B・A・F・G・K・M 型星、赤色巨星、Wolf-Rayet 星などの個数、光度、温度および期待される存在比を、銀河内の位置に応じて変化させています。

銀河中心へ近づくにつれて、バーとバルジを構成する古い K・M 型星と赤色巨星、冷たい分子雲による可視光の減光、暖かい塵による赤外線再放射、H II 星形成領域、非対称な中心分子帯（CMZ）、そして連続的に密度が増加する核星団へ移行します。可視光で暗く見える領域も「何も存在しない暗黒」としては描かず、多波長モデル表示と局所積分スペクトルエネルギー分布（SED）によって、塵に吸収された光が赤外線・サブミリ波で再び現れる様子を表現します。右上の SED は、各恒星の高解像度スペクトルを毎フレーム総和するものではなく、代表的な恒星スペクトルを光度と距離で重み付けし、塵による減光と再放射を加えた近似モデルです。

コックピットには、銀河全景と現在の拡大領域、残距離（kpc・光年）、ワープ倍率、加速度、粒子線・ガンマ線・X 線環境、全天光束、船外・船内線量率、累積 Gy・Sv を表示します。HEXATRACK の外観が主役になる場面では計器を収納します。

到着章では、物理的に分離した AU 実スケールへ切り替えます。S1・S2・S8 について、周期・長半径・離心率などの観測値を使用し、軌道面の向きと表示元期には開示された可視化上の設定を用いています。S2 は B0-2.5 V 型星として、近点約 119.7 AU を約 7,750 km/s（光速の約 2.6%）で通過します。この距離は、Sgr A*の事象の地平面（シュワルツシルト半径）約 0.0849 AU の約 1,400 倍、ブラックホールシャドウ半径約 0.2205 AU の約 540 倍以上です。本映像では事象の地平面と、一般相対論による光の曲がり形成するブラックホールシャドウを区別し、S 星軌道全景、S2 拡大、一般相対論的光線追跡による Sgr A*拡大を、それぞれ独立したスケールで描きます。

HEXATRACK の推進と人工重力

映像で「反物質推進」と呼ぶものは、詳細設計が確定したエンジンではなく、反物質触媒核融合と対消滅生成物の運動量利用を候補に含む未来推進モジュールの総称です。少量の反物質を核融合の点火・触媒に使い、生成した荷電粒子を磁気ノズルで後方へ導く方式などを想定できますが、反物質の大量生産と長期貯蔵、ガンマ線・中性粒子の遮蔽、排熱、磁気ノズル材料はいずれも未解決です。映像では双連船体の回転を止め、軸方向の 1G 加速そのものを船内重力として利用し、約 106 日で 0.3c へ到達する設定です。推力を切ると双連船体を互いに逆方向へ回転させ、人工重力を回復しま

す。

0.3c 巡航と回廊への準備

0.3c 到達後の巡航は、目的地まで通常空間を飛び続ける区間ではなく、ワープ回廊への準備期間です。太陽位置から想定上のヒルズ雲外縁 20,000 AU まで約 0.316 光年を進むため、外部基準で約 1.05 年を要します。その間に、推進停止、逆回転人工重力への移行、回廊接続モジュールの展開、未知の入口の探索・認証、船体姿勢と時空条件の同期、安全確認を行います。加速約 106.2 日、準備巡航約 1.05 年、回廊 0.5 年、減速約 88.5 日を合計した物語上の行程は約 2.08 年です。この準備期間も放射線を受けるため、積算被ばく量から省略できません。

ワープ回廊——明示されたフィクション

ワープ回廊は人類や HEXATRACK が生成する装置ではなく、はるか以前に未知の地球外文明が建設した既設の星間インフラ、という明示的なフィクションです。人類はワープを発明したのではなく、宇宙に残されていた道を発見し、接続して利用します。映像設定では約 26,000 光年を 0.5 年で横断し、実効速度は約 52,000c ですが、船が局所的に光速を超えるという意味ではありません。回廊内部は自由落下に近い無重量環境と仮定し、HEXATRACK は逆回転による人工重力を維持します。回廊の建設原理、負のエネルギー、安定性、因果律、放射線環境には観測的・工学的根拠がなく、現在の物理で実現可能な技術ではありません。

Sgr A*到着と観測限界

Sgr A*領域への到着時には回転を止め、1G で減速したのち、有人船は Sgr A*から 4,000 AU で待機します。これは実測された安全境界ではなく、強度も空間分布も直接測定されていない放射線環境に対し、測定後に退避できる余裕を残すという映像上の保守的な運用設定です。そこから耐放射線プローブを送り、映像では 115 AU で信号を失います。この距離も実証済みの破壊限界ではなく、開示された線量モデル、10 kGy の耐性、0.9c での投入を仮定したシナリオ値です。115 AU より内側の Sgr A*像は、機体が到達した映像ではなく、光学ズームと一般相対論的光線追跡モデルによる描写です。

S2 速度と軌道力学

7,750 km/s は S2 が約 119.7 AU の近点を通過するときの観測に基づく速度であり、プローブに必要な最低速度ではありません。Sgr A*を 430 万太陽質量とすると、映像の 115 AU 地点での円軌道速度は約 5,760 km/s、脱出速度は約 8,150 km/s です。110 AU なら円軌道速度は約 5,890 km/s、脱出速度は約 8,330 km/s（光速の約 2.78%）です。ただし、落下するか通過するかは速度の大きさだけでなく、進行方向と角運動量で決まるため、「7,750 km/s 未満ならブラックホールへ落ちる」とはいえません。遠方恒星分布、銀河ガス、放射線環境、SED は、観測要素と開示された統計・物理モデルで構成します。Gaia・HYG 恒星位置、S 星軌道測定、銀河中心研究が観測的基盤です。本映像は 3 分で到達可能だと主張するものではなく、太陽位置から Sgr A*周辺までのス

ケール変化を科学的背景とともに可視化したものです。（山敷庸亮 記）

8月のイベント予定

日時	内容	開催方法
8月19日（水） ～20日（木）	宇宙森林実習 地球の森林について学び、宇宙で森林を作るために何が必要なのかを考える実習です。京都大学フィールド科学教育研究センター 芦生研究林（ https://fserc.kyoto-u.ac.jp/wp/ashiu/ ）にて実施します。	宇宙木材研究室の学生・教職員対象。若干名の参加者募集中。

LignoSat 学生チーム活動紹介 CDH 班

プログラム試験

現在 CDH 班では、LignoSat-1R にむけたプログラムの試験を行っています。1号機の結果を受けて修正した各機能が、それ単体で意図したとおり動くことを確かめています。最近の出張ではアンテナ展開を RESET PIC だけで行う機能の確認を行いました。これはアンテナ展開前の MAIN PIC と RESET PIC との通信をなくすことで、より確実にアンテナ展開を行うことを目指すもの



アンテナ展開時のようす

です。この変更によってアンテナ展開の挙動が変わらないことを確かめるため、実際にアンテナ基板を用いて放出 30 分後のアンテナ展開を再現しました。

また CW のデータ作成周期と発信周期を同期させるコードの試験、誤り検出/訂正符号の実装とその試験も並行して行っています。これらの試験が終われば、すべての変更点を統合したコードの試験を行う予定です。CDH 班には先月から 4 名の新メンバーが加入してくれました。彼らへの知識継承もおこないつつ、1R の打ち上げに向けて開発を進めてまいります。（今川颯大 記）

低圧下樹木育成プロジェクト活動紹介

新メンバー向け樹木育成ゼミ 2026

低圧下樹木育成プロジェクトの新メンバーに向けた基礎知識を身に着ける為の樹木育成ゼミが今年も開催された。本年は 6 月 25 日から 7 月 9 日にかけて、池田先生によるオンライン形式での全 3 回の

講座への参加により火星における樹木育成法、地球(主に日本)における森林・林業、月面農場に関する研究について学んだ。以下に講座内容の概略を記す。

【第 1 回】火星における樹木育成法

アルテミス計画では、将来的には人類が月を拠点として火星に進出していく。火星の環境は、0.006 気圧、1/3G、1 日は約 24 時間、昼夜の寒暖差が大きく、季節があり、氷の存在が有望視されている。人類が宇宙進出するにあたり、現地で素材を確保することは重要な課題であり、再生可能な生物資源である木材は重要資材となる。人は 1 気圧のドーム内で生活することが想定されていることから、火星大気下で生じる圧力差に耐えうる構造のドームが必要となる。樹木育成もドーム内で行われる予定であることから、より低い圧力でも樹木が育つのであれば、比較的小さな圧力差に対応可能なドームの構造設計が可能となり、コストカットも見込まれる。ゆえに、火星で樹木育成をする必要があり、低圧下での樹木育成実験の意義がある。

【第 2 回】地球における森林・林業

火星における樹木育成法の考案には、生態学や地球における森林や林業について学ぶことが不可欠である。日本には亜熱帯から亜寒帯に広がる植生が分布している。植生は自然植生と代償植生に分けられ、自然植生は人間の手が加わっていない、気候、地形、土壌などの影響により長い年月をかけ形成されたものを指す。代償植生は人の手が加わっており、コントロールされている。手を加えることをやめると、本来その場で最も安定的な自然植生遷移に向かう。私たちの身の回りのほとんどの植生はこの代償植生に分類される。

【第 3 回】月面農場に関する研究

月面定住を想定した月面農場には、地面の存在を利用した地産地消のシステムを構築することが求められる。これに必要な技術の 1 つとして、生物再生型生命維持システム(BLSS)が挙げられる。これは、長期・持続的な宇宙探索を成功させるために必要な食料生産技術であり、環境制御、自動化、リサイクルがカギとなる生物を利用した生命維持のためのシステムである。このため、地上では重力、光、温度、湿度、CO₂濃度の条件、有機廃棄物の循環システムなどの研究が行われており、それと同時に作物種の選定も行われている。

以上の事柄を学習し、今後の研究に役立てる。(沖田藍莉 記)

宇宙木材シンポジウム発表

EPS 班

小西一輝 (京都大学工学部 4 回生)

2026 年 2 月 24 日に開催された第四回宇宙木材シンポジウムにおいて、木造人工衛星開発学生チーム EPS 班小西一輝君によって行われた発表の内容を掲載いたします。

第4回宇宙木材利用シンポジウム

超小型木造人工衛星 LignoSatの電力システム

2026年2月24日

木造人工衛星開発学生チーム EPS班

小山修平 劉仲天 麻田景人 鳥谷陽樹 小林武司
小西一輝 寺井優太 彦田優宇

1

目次

1. EPS (Electronic Power System)の担当部分
2. これまでの活動
 - ・インヒビット機能テスト (Inhibit Function Test)
3. 今後の展望

2

EPS (Electronic Power System)担当部分

衛星の電源システムの制御

➤ OBC/EPS board

- ・衛星全体の信号処理管理
- ・MainPIC, ResetPIC, COMMPICを搭載

PIC (Peripheral Interface Controller)

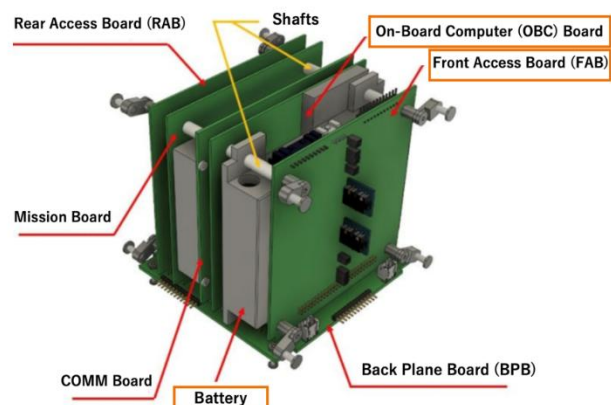
- プログラムを書き込める電子部品
- プログラムにより周辺機器を制御する

➤ FAB

- ・衛星の電力管理
- ・変圧、過電流防止、逆流防止

➤ バッテリー

- ・3直×2列のセル(エネルギー)



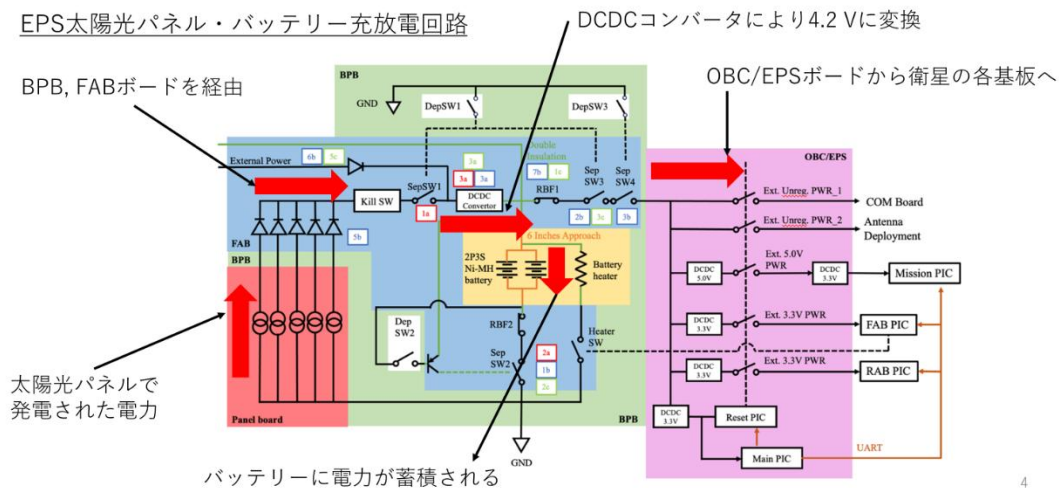
3

3

EPS (Electronic Power System)担当部分



EPS太陽光パネル・バッテリー充放電回路



4

インヒビット機能テスト (Inhibit Function Test)

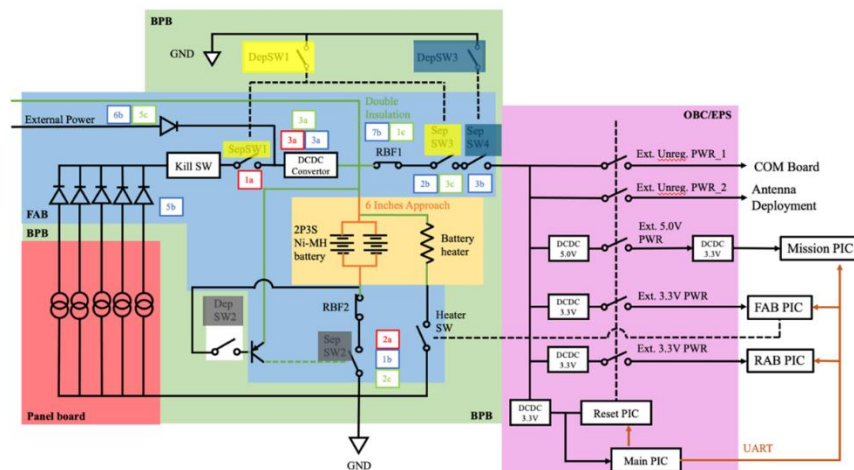


主に以下の回路要素が正常に作動しているか/JAXAの基準を満たしているかを検証するテストを行なった。

- ・ DepSW
 - ・ 一つのスイッチが押された状態で衛星がオフの状態になる
 - ・ DepSWがONとなるのに必要な高さ(ストローク)
- ・ DC/DCコンバーター
- ・ ダイオード
 - ・ 外部電源回路
 - ・ 太陽光パネル回路
- ・ 基板の絶縁処理

5

DepSW テスト (Deployment Switch Test)



6

DepSWテスト (Deployment Switch Test)



- 全てのDepSWが押されていない状態
→ 衛星全体ON
- 1つ上のDepSWが押されている状態
→ 衛星全体OFF
- FMを使用し四つのパターンでテスト
- 各スイッチが独立して機能するかどうかを確認

Pattern	1	2	3	4
DepSW1	○	×	×	×
DepSW2	×	○	×	×
DepSW3	×	×	○	×
Satellite state	OFF	OFF	OFF	ON

○ : pressed
× : released

7

DepSWテスト (Deployment Switch Test)

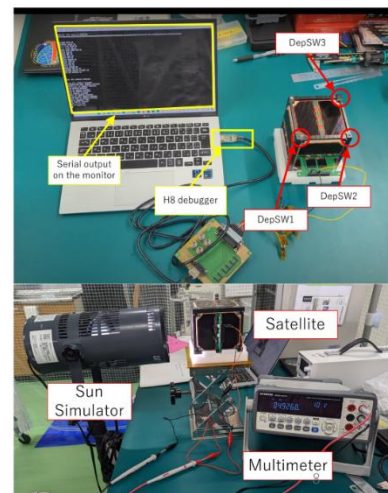


以下の手順でDepSWが正常に作動したことを確認した

- 1) DepSW1を押して → OFF
- 2) DepSW1が押されたままでDepSW2を押して → OFF
- 3) DepSW2が押されたままでDepSW3を押す → OFF
- 4) 三つのDepSWを離して → ON

太陽光シミュレーターを使用し太陽光パネルからの充電が遮断されていることを確認した

- DepSW1は太陽光からの発電を遮断する役割
- DepSW1はSepSW1と連動し、DepSW1が押された場合に太陽光発電による電力供給が遮断されたことを確認した

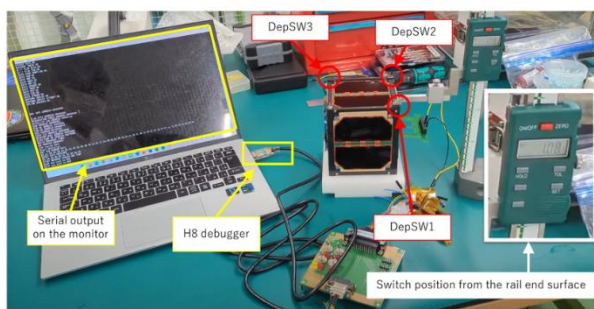


DepSWテスト (Deployment Switch Test)



DepSWのストローク長さの要件を確認 (FM)

DepSWのストロークはアルミフレーム端から0.75mm以内でOFFになるようにJAXAから要求される



	ストローク長さテストの結果
DepSW1	1.14mm
DepSW2	0.90mm
DepSW3	1.15mm

FMの三つのDepSWはJAXAの要件に満たす

9

DC/DCコンバーターテスト(DC/DC Converter Test)

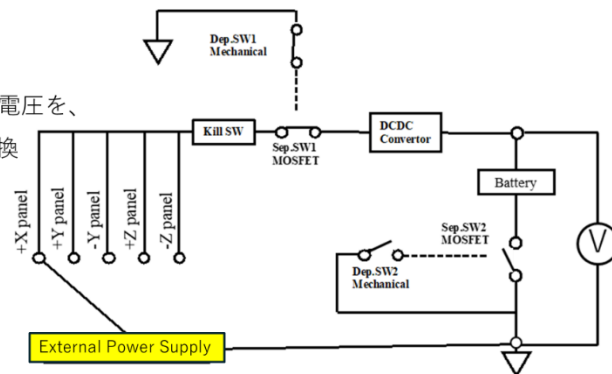


DC/DCコンバーターの役割

- バッテリーの過充電を保護
- 太陽電池パネルからの変動するDC入力電圧を、EPSに必要な安定したDC出力電圧に変換
- 入力電圧 → 4.2V

以下のタイミングでテストを行った

- EMでは振動テスト前後
- FMではTVT(熱真空実験) 前後および振動テスト後
- 外部電源を太陽光パネルに繋ぐ



10

DC/DCコンバーターテスト(DC/DC Converter Test)



EMを使った実験結果

Before vibration test			After vibration test		
DC Input Voltage (V)	Input Current (A)	DC/DC Output (V)	DC Input Voltage (V)	Input Current (A)	DC/DC Output (V)
4.8	0.021	4.20	4.8	0.021	4.20
5.0	0.021	4.20	5.0	0.021	4.20
5.5	0.021	4.20	5.5	0.021	4.20
6.0	0.021	4.20	6.0	0.021	4.20
6.5	0.022	4.20	6.5	0.022	4.20
7.0	0.022	4.20	7.0	0.022	4.20
7.5	0.022	4.20	7.5	0.022	4.20
8.0	0.022	4.20	8.0	0.022	4.20

- +X面から外部電源を入れる
- DC/DCコンバーターは振動実験に影響されない
- 入力電圧に関わらず常に4.2Vの電圧を出力することができる

11

DC/DCコンバーターテスト(DC/DC Converter Test)



FMを使った実験結果

Before TVT			After TVT and before vibration test		
DC Input Voltage (V)	Input Current (A)	DC/DC Output (V)	DC Input Voltage (V)	Input Current (A)	DC/DC Output (V)
4.8	0.021	4.22	4.8	0.022	4.22
5.0	0.021	4.22	5.0	0.022	4.22
5.5	0.021	4.22	5.5	0.022	4.22
6.0	0.022	4.22	6.0	0.022	4.22
6.5	0.022	4.22	6.5	0.022	4.22
7.0	0.022	4.22	7.0	0.022	4.22
7.5	0.022	4.22	7.5	0.023	4.22
8.0	0.022	4.22	8.0	0.023	4.22

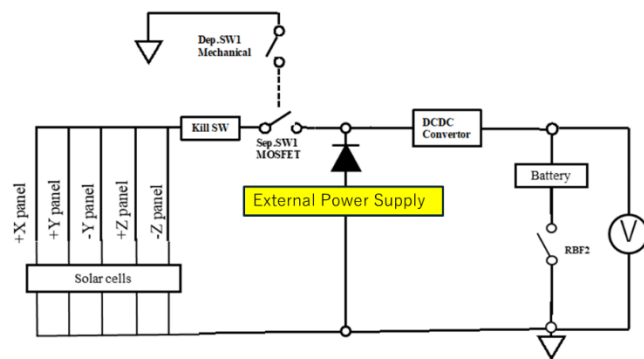
- DC/DCコンバーターはTVTに影響されない
- 入力電圧に関わらず常に約4.2Vの電圧を出力することができる

12

DC/DCコンバーターテスト (DC/DC Converter Test)



- 外部電源を太陽光パネル経由せずにバッテリーに繋ぐ



FMを使った実験結果

DC Input Voltage (V)	Input Current (A)	DC/DC Output (V)
4.8	0.021	4.22
5.0	0.022	4.22
5.5	0.021	4.22
6.0	0.022	4.22
6.5	0.022	4.22
7.0	0.022	4.22
7.5	0.022	4.22
8.0	0.023	4.22

13

- 直接DC/DCコンバーターに電流を流しても正常に約4.2Vの電圧を出力できることを確認

ダイオードテスト (Diode Test)



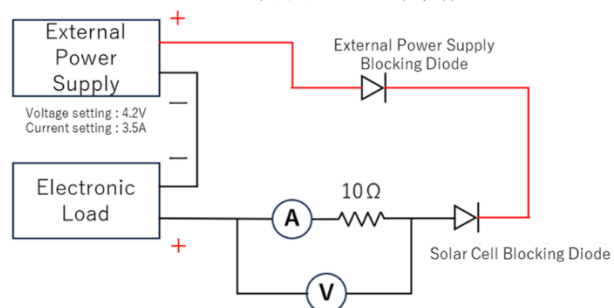
実験の目的

- 太陽光パネルへの逆電流が流れないことを確認する
- バッテリーやDC/DCコンバーターからの逆電流を遮断する機能を検証する

実験方法 (逆電流チェック)

- 太陽電池の代わりに電子負荷を接続し、ダイオードを電源に接続
- 電子負荷を作動させて電流を引き込もうとするが、ダイオードがそれを防ぐか確認

太陽光パネル回路をテスト



以下のタイミングでテストを行った

- EMでは振動テスト前後
- FMでは振動テスト前

14

ダイオードテスト (Diode Test)



EMを使った実験結果 (太陽光パネル回路)

Before vibration test			After vibration test		
Solar Panel Connection	Power Supply Setting	Reverse Current/Voltage Measurement	Solar Panel Connection	Power Supply Setting	Reverse Current/Voltage Measurement
+X	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A	+X	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A
+Y	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A	+Y	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A
-Y	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A	+Y	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A
+Z	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A	+Z	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A
-Z	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A	-Z	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A

- 各面の太陽光パネルへの逆電流が流れないことを確認した。

- ダイオードの性能は振動実験に影響されない

15

ダイオードテスト (Diode Test)



FMを使った実験結果 (太陽光パネル回路)

Before vibration test		
Solar Panel Connection	Power Supply Setting	Reverse Current/Voltage Measurement
+X	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A
+Y	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A
-Y	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A
+Z	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A
-Z	4.2V, 3.5A	0.0V, 0.0A

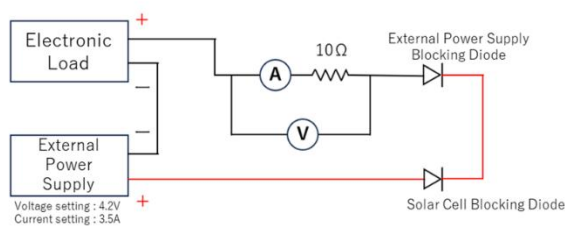
➤ FMでも各面の太陽光パネルへの逆電流が流れないことを確認した。

16

ダイオードテスト (Diode Test)



外部電源回路をテスト



外部電源回路の実験結果

Electronical load setting	Reverse Current/Voltage Measurement
0.8A, 0.002V	0.004A, 0.041V

➤ 外部電源からバッテリーへの充電ラインに設置されたダイオードの逆流防止機能を確認する

➤ ダイオードから負荷抵抗への逆電流はほぼゼロ

➤ ダイオードの逆流防止機能が正常に動作していることを確認

17

基板の絶縁処理 (Insulation Process)

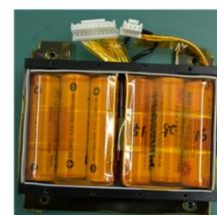


絶縁処理の目的

- 電気が漏れないように保護する
- BPBに挿入する前に、EPSボードのインヒビット回路部品や他のEPS部品を絶縁材で覆う

絶縁処理の手順

- MOSFET、DCDCコンバーター、ダイオード
→ RTVシリコンゴムでカバー
- HOT (高電位) およびGND (接地) ケーブル
→ 個別にカプトンテープで巻く
→ さらに追加のカプトンテープで全体を覆う。



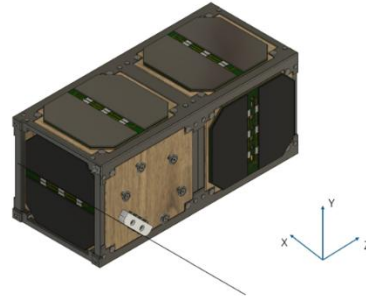
18

LignoSat-1Rの開発

- LignoSatのFMバックアップを一部採用
- 太陽光パネルの作成が必要
- 衛星起動時のライト点灯機構の設計

木造人工衛星2号機の開発

- STM振動試験用のダミー基板作成済み
- 2U側への電力ラインの設計
- 新ミッションを考慮したパワーバジェット
- バッテリーの新規作成



19

NewsLetter 配信希望アンケート

購読者の皆様に今後の NewsLetter の定期購読希望調査を行っております。
以下の Google フォームにて回答をよろしくお願いいたします。

◆ Google フォームの URL

<https://forms.gle/vasHmRHykM1k8YFc7>

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、大谷壮生

Email: spacewood@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

SIC 有人宇宙学研究センター NewsLetter No.56

2026 年 8 月 1 日発行