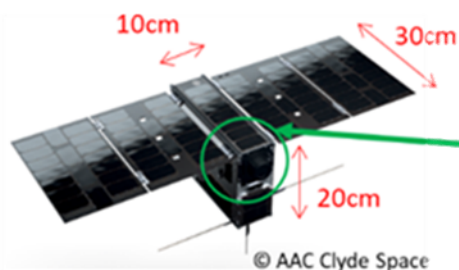


|  |                 |  |   |
|--|-----------------|--|---|
| ①発表番号  | ②セッション          | ③セッション名  |   |
| 7-1  | セッション7          | 宇宙環境利用ミッション  |   |
| ④発表タイトル  |                 |  | ⑤発表者所属・氏名   |
| ISSに依存しない宇宙環境曝露型生命実験装置の開発  |                 |  | 東北大学大学院生命科学研究科<br>日出間 純   |
| ⑥著者  | ⑦所属             | ⑧代表者メールアドレス  | ⑨現在の状況：   |
| 日出間純   | 東北大学・大学院生命科学研究科 |  | 開発中   |
| ⑩概要（200字程度）  |                 | ⑪本ミッションの狙い   | ⑫実現のキーとなる要素技術   |
| <p>ポストISS時代の低コストインフラとして、東北大では「宇宙での生命維持機構解明に向けた超小型宇宙生命科学実験装置(BioCube)開発」を行っている。本装置は、「超小型CubeSat衛星規格」に基づいた汎用Unit（1U）を単位とする生命維持装置を備えた宇宙放射線曝露環境実験ユニットである。最大の特徴は、生きた生物試料を宇宙環境に曝露し、宇宙環境が生物に及ぼす影響を、モニタリングシステムを利用して解析することが出来る。材料に、微小重力、高放射線・高太陽光といった宇宙環境の生物影響を的確に評価できる装置である。</p> |                 | <p>小型化・標準化により超小型衛星への搭載ペイロード化を容易とし、宇宙実証・実験機会の飛躍的増大を実現することが期待される。また本装置は単に動植物を含めた宇宙居住生物学のみならず、宇宙医学、創薬のためのタンパク質工学等幅広い発展が期待される。</p> | <p>基本構造設計・シャッター開放機構 / 生物実験系・生物育成容器 / 与圧系・与圧容器 / 温度制御系 / モニタリングセンサー・システム / 栄養分供給システム</p> |
| ⑬本ミッションを達成するために必要な衛星のスペック・機能・軌道  |                 | ⑭開発状況・計画   |   |
| <p>サイズ：3U, 重量：4.0 kg, 電力：1.2-5.6 W (5V I/F) , 通信：10 Mb/day</p>   |                 | <p>これまでに種々のBBM試作機を作成し、試験を行い、現在EM機を作成中である（2023年度内に作成予定）。その後種々の検証試験を実施し、2025年度内を目標に、FMを作製する。</p>                                 |   |

## ⑮衛星のイメージ図

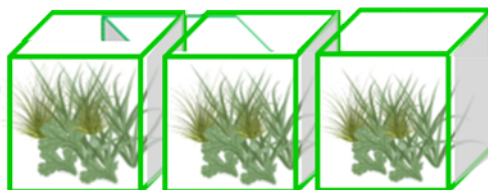
## 6U CubeSat

- ・打上時の基本寸法：6U
- ・1U = 10 x 10 x 10cm



## TU BioCube

- ・暴露環境実験装置
- ・1Uサイズ
- ・標準モジュール化



## ⑯ミッションのイメージ図 (※あれば)

**世界初**  
**「宇宙での生命維持機構の解明に向けた、超小型衛星Tohoku Univ. Biosatellite Cube (TU BioCube)」の開発**

宇宙放射線曝露環境実験ユニット

6U CubeSat  
 ・打上時の基本寸法：6U  
 ・1U = 10 x 10 x 10cm

TU BioCube  
 ・暴露環境実験装置  
 ・1Uサイズ  
 ・標準モジュール化

Solar particles  
 Solar UV  
 Galactic cosmic rays  
 Protons  
 Heavy particles  
 Microgravity and Space radiation environment

生命科学・工学・理学連携  
 (宇宙生命科学) (人工衛星工学) (太陽系電波科学)

Inst. Space System (DEU)  
 Ohio Wesleyan University (USA)

宇宙居住に必要な不可欠な植物栽培システムの確立  
 宇宙での生命維持機構の解明・宇宙医学への応用  
 重力に隠された生物の新規機能の発見  
 宇宙居住工学・材料工学への刺激・影響・応用

宇宙開発分野での世界を先導する研究フロンティアの開拓

日出麗純 (生命科学・代表者)  
 水原勉文 (工学・分担者)  
 立羽康正 (理学・分担者)  
 C. Wolverton (Ohio Univ)  
 M. Lengowski (Inst. Space System)

## ⑰ ミッションや技術詳細

我々の研究開発の第一目標は、生命維持装置を備えた宇宙環境曝露実験を可能にするBioCube-ISSを開発することであるが、最終的には、本装置を用いて宇宙生命科学実験を実施することで、これまで推測に過ぎなかった大気圏外の宇宙環境の生物影響を実験的に検証し、地球を離れた再生・循環型生命維持システムを構築することを目指している。

本開発の最大の課題は、10 cm角の1U サイズで生命維持装置を備えた曝露環境実験装置を実現することである。このサイズは、従来ISSでの実験に使われてきた装置よりも飛躍的に小さい。また、生物を生きた状態で維持する必要があるため、衛星内での生物育成は、各種環境センサー・モニターを利用した自動栽培システムによって行う。特に、温度管理、酸素・二酸化炭素濃度の気相管理、そして水分管理が必要不可欠である。またユニット内には、生物体の生育状況を把握・管理・モニタリングするため、小型CCDカメラ、温度センサー、湿度センサー、光強度・波長測定センサー、植物熱・ガス交換モニタリングセンサー等を設置し、内部の温度制御、湿度制御、気流制御、酸素・二酸化炭素濃度制御、水分供給・循環制御を行う。これらの実装を実現するため、それぞれに要する小型センサー類の探索、省電力化、データの通信能力の強化、小型計算機による統合制御、およびこれらの1～6ヶ月の耐環境性を有することが必須である。その初号機であるBioCube 1号機では、植物を6か月間（目標）栽培することが可能な設計としている。生命体を長期間密閉環境で育成させるために必要な主な開発要素は以下の通りである。①生物育成容器内温度設定：10～30℃（マージン：10℃）、②太陽光採光窓と透過遮蔽シャッターの設置、③日照・LEDによる照明、④培養液供給システム、⑤与圧部とセンサー類（CO2/気圧および気温・湿度）、⑥生物の健康状態をモニタリングするためのシステム：モニタリング多色カメラの設置。

## ⑱ 参考文献など（optional）

(1) Hidema J, Kaoru Yoshiyama (Okamoto), Yasumasa Kasaba, Yoshinori Kuwahara, Atsushi Kume, Hi roki Nagai, Hirofumi Hashimoto, Hiromitsu Inatomi (2021) Development of Plant-Biosatellite Cube-Unit (Plant-BioCube Unit) Mounted on Exposure Area at ISS Platform for Investigation of Plant Life Support Mechanisms in Space Environment 2021. JAXA Repository SA6000168015

(2) Hidema J, Kaoru Yoshiyama (Okamoto), Yasumasa Kasaba, Yoshinori Kuwahara, Atsushi Kume, Hi roki Nagai, Hirofumi Hashimoto, Hiromitsu Inatomi (2020) Development of Plant-Bioatellite Cube-Unit (Plant-BioCube Unit) Mounted on Exposure Area at ISS Platform for Investigation of Plant Life Support Mechanisms in Space Environment. JAXA Repository SA6000156006