

長期有人宇宙活動を支える宇宙生命科学研究の基盤整備

① ビジョンの概要

数年後に迫る「ポスト国際宇宙ステーション (ISS) 時代」の宇宙利用研究に多様性と革新を生む道を創り、月軌道プラットフォーム (ゲートウェイ) や月面での実験にも発展しうる将来展開の礎を作るとともに、宇宙環境を利用した多様な理学・工学の追求を進め、医学・農学・生物学などの広範な科学や宇宙法や文化に関する社会科学など多くのコミュニティとも連携し、「調和のとれた宇宙惑星居住科学の確立」を目指す。

② ビジョンの内容

宇宙居住科学の確立に向けた研究は、国際宇宙探査を含む人類・生命活動の宇宙展開を目指す上で継続的発展が必要な分野である。本ビジョンでは、宇宙生命科学コミュニティに留まらず、JAXA、宇宙理工学、さらには宇宙法や文化に関する社会科学も加え、多様で調和のとれたコミュニティと連携した横断的学際学術振興の下、将来の月面および火星有人活動や宇宙での人類の生活に不可欠な閉鎖生態系生命維持システム (CELSS) の構築を目指す。

そこで、「宇宙横断的学際学術コミュニティ」の下、以下2つの柱となる構想を提案する。

課題構想1：生命・理・工連携による継続的な

宇宙生命実験の機会を広げるプラットフォームの整備：宇宙

ステーションのみならず、超小型衛星等への搭載も容易な「宇宙生命実験標準ユニット」の開発。

課題構想2：生命・理・工・社会・人文連携による月面における動植物育成研究設備の設計・設置、それらを利用した宇宙実験系や CELSS の構築。

本ビジョンの第一目標は、ISS に頼らない新たな生命維持装置を備え、宇宙環境曝露実験を可能にする「宇宙生命実験標準ユニット」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 CELSS を構築することを目指す。

③ 学術研究構想の名称

長期有人宇宙活動を支える宇宙生命科学研究の基盤整備

④ 学術研究構想の概要

本提案は、宇宙での人類と生命の長期滞在の確立を目指す「宇宙惑星居住科学」という新領域を開拓し、確立することである。そして、宇宙開発分野における競争・共同と地球周回軌道の「民営化」が現在急激に進行中、近い将来の地球外での現実的な居住を可能とする上で必要不可欠な宇宙惑星居住科学等のパイオニア的研究を、巨大な宇宙機関のみに依存せず、大学レベルでも可能にする。

⑤ 学術的な意義

本提案は、大学開発超小型衛星への標準搭載ペイロードの1つとしての「宇宙生命実験標準ユニット」の確立となる。これにより、動物、植物、微生物等、様々な陸上生物まで含めた曝露実験機会を創造し、また拡張性が高く多数の比較試験を実現しやすい装置とすることで、地球圏外での生命システム・生態系の研究の画期的前進を可能とする。このことは、宇宙医学・薬学・理学・農学等を含む全生命科学分野の進展につながるが大いに期待されるとともに、数年後に迫る「ポスト ISS 時代」の宇宙実験に多様性と革新を生む道を創り、ゲートウェイや月面利用等にも発展しうる将来展開の礎を作ることにつながる。

本学術研究構想で重要な点は、生命・理・工学のみならず、宇宙法・社会学・人文といった、文理の枠を超え1つの「宇宙横断的学際学術コミュニティ」の下で発展することである。宇宙居住科学の目指すところは、宇宙空間に閉鎖系のヒト、動植物、微生物が共存する生態系を人工的に作り出し、長期間滞在できる CELSS



図1 ビジョン概要

の構築である。ヒトが同じ生態系の中で安心、安全の下生きるために横断的学際研究が展開し、新たな研究領域が開拓されることが期待される。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

宇宙惑星居住科学の確立は、全人類が今や目指すところである。これまでの国際宇宙ステーションの運用は、国際協力の下で実施されてきた。現在各国が探査機、ロケットを独自に開発し、宇宙開発を先導しようとしているが、宇宙生命科学を軸とした研究開発は、現時点では構想のみで、実施できていない。我が国が宇宙惑星居住科学研究を発展させ、世界を先導するためには、国家プロジェクトとして、早急に進める必要がある。

⑦ 社会的価値

本提案は、宇宙滞在でのリスクや課題を克服し、人類が安心・安全に宇宙に進出するための学術研究構想である。よって、日本が世界を先導して宇宙惑星居住科学を進めることの社会的価値は、我が国のみならず、国際的にも絶大である。

⑧ 実施計画等について

実施計画・スケジュール 本構想の実実施計画、スケジュールは 2023 年度～2032 年度を想定する。

課題 1

2023 年度以降：汎用性宇宙生命実験標準ユニット研究設備の設計・開発

2023 年度～：新たな汎用性宇宙生命実験標準ユニットの設計・開発・製作・適合性試験・安全性試験の実施

2025 年度：東北大開発汎用性宇宙生命実験標準ユニットを用いた宇宙実験の実施

2026 年以降：順次開発した宇宙生命実験標準ユニットを衛星に搭載し、生命科学実験を実施する。

課題 2

2023 年度：月面での CELSS 構築を目指した WG を設置し、構築に必要な課題要素の洗い出しを行う。必要に応じて、宇宙生命実験標準ユニットの開発、ISS を利用した宇宙実験の準備を開始する。

2025 年度以降：宇宙生命実験標準ユニットを利用した宇宙生命科学実験の実験結果を踏まえ、月面での閉鎖生態系生命維持システムの設計、運用方法、環境リスク評価に関して日本としての方針を取りまとめる。

2027 年度以降：研究設備の月面への運搬、設置の準備。

2030 年度：月面での研究設備の設置開始

実施機関と実施体制 主な団体は、宇宙惑星居住科学連合（日本マイクログラビティー応用学会、日本宇宙航空環境医学会、生態工学会、日本宇宙生物科学会、日本宇宙放射線研究会、宇宙人類学研究会、宇宙栄養研究センター、スペース創造センター、宇宙医科学研究センター、宇宙総合学研究ユニットが参画する横断的学際学術連合）である。本構想を中心的に実施する機関とその役割は以下のとおりであり、国家プロジェクトとして、オールジャパン体制で本構想を強力的に推進する。

1) 宇宙航空研究開発機構：研究設備の設計、開発、製作、試験、月面への運搬、設置、運用

2) 東北大学、群馬大学、東京大学、千葉大学、横浜国立大学、京都大学、大阪公立大学、徳島大学、量研機構、他 19 研究機関：研究設備の設計、開発、試験、並びにそれらを利用した研究の推進

3) 企業：これまで培ってきた宇宙研究技術を駆使した実験装置製作

総経費 135 億円

所要経費 総予算 135 億円を計上する。その内訳は、

- ・研究設備・「宇宙生命実験標準ユニット」の開発・運用費として 30 億円
- ・人工衛星に搭載した宇宙実験の運営費として 20 億円
- ・月面への運搬、設置費用・運用費として 85 億円

⑨ 連絡先

二川 健（徳島大学・医学部 医科栄養学科）