

## サステナビリティの答えは、宇宙にある

株式会社日本低軌道社中 利用開発部長 井上 実沙規  
株式会社岩谷技研 代表取締役 岩谷 圭介  
宇宙航空研究開発機構(JAXA) 研究領域主幹 桜井 誠人  
将来宇宙輸送システム株式会社 代表取締役社長 兼 CEO 畑田 康二郎  
宇宙飛行士 山崎 直子  
早稲田大学創造理工学部経営システム工学科 教授 野中 朋美

### 概要

本セッションは、ECLSS(環境制御生命維持システム)を核とした「水・空気・食・エネルギー・再生医療」の未来と、民間主導の有人宇宙活動の産業化に向けた最新状況を共有するプロジェクト同期/ステータス更新。ISS 退役(2030年)以降の民間宇宙ステーションや宇宙旅行の本格化(2040年代に数万人規模)を見据え、神奈川を拠点とした産業クラスター形成、実証拠点の活用、非宇宙分野の参入機会、QOL重視の体験価値づくりが主要テーマ。

### ECLSS 全体像と戦略的文脈

- 機能と目的
  - 大気管理(CO<sub>2</sub>除去、O<sub>2</sub>生成)、水・温度管理、廃棄物管理、微量有害ガス除去。
  - 消費型から循環型へ:CO<sub>2</sub>からO<sub>2</sub>回収、水の再生循環、資源閉鎖循環の高度化。
- 生存圏の拡大と国際分担
  - 低軌道から月(Gateway)へと人間の活動圏が拡大。
  - Gatewayでは日本がECLSS領域(CO<sub>2</sub>除去、微量ガス、空調等)での主導を目指す方針。
- 日本の強みと課題
  - 産業界(例:ダイキン、三菱電機)の空調・空気清浄技術の国際競争力。
  - ISSでは現状、米露製機器が中心であり、Gatewayでの日本製ECLSS巻き返しが戦略目標。

### 企業アップデート

- 岩谷技研(成層圏気球による有人飛行)
  - ステータス  
2024年:試験フライトで高度20.8km到達・往復実現。  
2026年:顧客搭乗フライトを実施予定(第一次募集は終了、実施後に第二次募集予定)。
  - 技術/運用

成層圏は空気が希薄で ECLSS が必須。振動・加速度が小さく、身体的負荷が低い。  
ミッションは 6-7 時間想定。現状トイレなし(オムツ運用)で、飲料摂取や快適性の最適化が課題。

- 将来宇宙輸送システム(ASUKA 最小型ロケット/宇宙経由高速移動)
  - ロードマップ  
5 年以内:人工衛星打上げ実現。  
10 年以内:有人宇宙輸送手段の開発。  
2040 年代:宇宙経由で地球上どこでも 1 時間移動の可能性を追求、宇宙旅行の大衆化を見据える。
  - 開発体制  
ハードウェア・アジャイル(設計→製造→試験の高速反復、3D プリンティング活用)。  
実証拠点:福島県(誘導制御アルゴリズム等)、JFE エンジニアリング横浜・鶴見(ASUKA 1.0 製造)。  
段階的バージョンアップで宇宙域到達と各種実証を推進。
  - 体験価値と事業連携  
Space Tour 1.0(地上での宇宙旅行体験)を日本旅行と商品企画中。  
「食」の価値重視:月面栽培素材しぼりでのおいしい宇宙食開発に挑戦。
- 日本低軌道社中(民間宇宙ステーション日本モジュール/HTV-XC)
  - 体制  
2024 年設立、三菱重工・三菱電機・三井物産の JV。
  - 計画  
米国の民間宇宙ステーションに「日本モジュール」を接続し、日本の有人活動・利用の場を継承/拡大。  
物資補給:HTV-X の商業化(HTV-XC)を推進。
  - グランドデザイン:ハードに加え、アプリケーション、物資補給、宇宙飛行士訓練等を統合しビジネス化。
  - 企業参画状況
  - 物流コスト低減・プロセス改善を背景に、ROI モデルを前提とした商業対話が進展。

## ビジネス機会とエコシステム形成

- 参入テーマ(非宇宙分野含む)
  - 空調/空気清浄、食品・飲料(低利尿飲料、発酵、保存)、香り、ファッション、衛生/トイレ、保存・ロジスティクス、エンタメ体験。
- 価値設計の転換

- 研究主導から顧客体験主导向:快適・楽しい・安全を両立し、支払意思を喚起する設計。
- エンタメ/PR 利用の正当性:宇宙での初体験による地上売上増で投資回収を描く。
- 地域クラスター
  - 神奈川(横浜・鶴見/JFE 拠点)、福島(実証の聖地)を軸に、産学官/非宇宙企業の巻き込みを加速。

## 技術インサイト/要件(QOL と安全性)

- 微小重力特有の要件
  - 空気と水が分離しないため、相分離・液ガス管理の設計が必須。
  - CO2 除去:使い捨て吸着(短期滞在)から再生循環(長期滞在)へ。
- 水資源と衛生
  - ISS の水再生は 1 人あたり約 3.5L/日で余裕が小さい。入浴不可、ドライシャンプー/濡れタオル運用。
- 空気質と匂い
  - 換気不可環境での臭気蓄積。活性炭等の組合せに加え、日本の空調/空気清浄での快適化余地。
- 成層圏気球の人間工学
  - アームストロング限界(約 18-19km)超で与圧/ECLSS 必須。
  - 2 人乗りキャビンのトイレ設計は省スペース・低コスト・衛生のバランスが鍵。

## タイムライン/マイルストーン

- 2024 年:岩谷技研が高度 20.8km 試験フライト成功。
- 2026 年:岩谷技研が顧客搭乗フライト実施予定(第二次募集は初回後に開始想定)。
- 2030 年:ISS 退役予定、民間宇宙ステーション本格化へ。
- 5 年以内:将来宇宙輸送システムが人工衛星打上げを目指す。
- 10 年以内:有人宇宙輸送手段の開発目標。
- 2040 年代:民間人の宇宙旅行が年数万人規模へ。

## まとめ

- 「今が最後の好機」:ISS 退役と民間ステーション立上げ前後で参入・実証を加速。
- 体験価値の重視:最先端性能だけでなく、快適・楽しい・安全な顧客体験を優先。
- 日本のリード領域
  - ECLSS(空調/CO2 除去/空気質)、食(「おいしい宇宙食」を日本が牽引)、地上/準宇宙体験の商品化。
- コミュニティ/場づくり

- 「Team ECLSS/神奈川」構想のもと、産学官・非宇宙企業を横断した共同実証と商用化。

## リスク/課題

- 技術
  - 微小重力での流体管理、長期再生循環の信頼性・保守性、臭気/有害ガス総合管理。
- 体験運用
  - 小型キャビンでの衛生(トイレ)設計、飲料・食の QOL 最適化、限られたリソースでの快適性確保。
- 事業
  - 2030 年までの開発・認証・市場形成の時間制約、参入企業の ROI 設計、規制・安全基準の整備。

## 教育/アウトリーチ

- 早稲田大学
  - 文科省採択の ECLSS 人材育成(社会人/大学生/高専生向け、3 年間、半分以上オンデマンド、基礎講座に JAXA 櫻井氏/山崎氏協力)。
  - 宇宙 QOL 研究開発拠点:四半期ごとの公開イベント(第 8 回は岩谷氏予定)、現地参加募集。
- 子ども向け向け実験
  - YOXO Festival のイベント(横浜市内)で CO2 吸着(石灰水/ゼオライト)実験を実施。循環・リサイクルの教育効果を確認。