

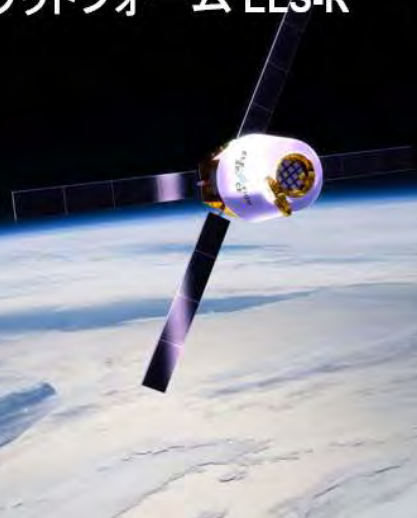
①発表番号	②セッション	③セッション名	
7-2	セッション7	宇宙環境利用ミッション	
④発表タイトル			⑤発表者所属・氏名
小型衛星で目指す新しい宇宙環境利用の可能性			東北大学 栞原 聡文
⑥著者	⑦所属	⑧代表者メールアドレス	⑨現在の状況：
栞原 聡文	東北大学		開発決定済
⑩概要（200字程度）		⑪本ミッションの狙い	⑫実現のキーとなる要素技術
<p>小型再突入カプセルを用いたサンプル回収を伴う高頻度宇宙環境利用技術確立し、ポストISS/次期月・惑星有人宇宙開発との連携と継続的な宇宙環境利用の枠組みを構築する。質量約30kgの小型再突入カプセルを用いて、高頻度回収技術の技術実証を行う。高推力推進装置を用いて超小型衛星を軌道離脱させ、小型再突入カプセルを大気圏に再突入させて、海上において捕獲し、サンプルの回収を行う。小型生命維持装置、高推力推進装置、小型再突入カプセル、海上回収技術について研究開発を実施する。</p>		<p>小型人工衛星技術を活用し、小型再突入カプセルを用いた、サンプル回収を伴う短期・廉価・高頻度・高難度宇宙環境利用技術を構築し、ポストISS/次期月・惑星有人宇宙開発に貢献し得る宇宙環境利用の機会を創出する。</p>	<p>① 小型生命維持装置を用いた軌道上での生物培養実験技術 ② 高推力推進装置を用いた軌道変換・軌道離脱技術 ③ 小型再突入カプセルによる大気圏再突入技術 ④ 小型再突入カプセルの海上回収技術</p>
⑬衛星のスペック		⑭開発状況・計画	
<p>● <u>小型回収カプセル</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・質量：約30kg ・形状/寸法：HSRC相似形状/直径470mm <p>● <u>超小型人工衛星</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・質量：100kg以上 ・機能：高推力推進装置、培養装置運用機能、カプセル分離装置 		<p>● <u>ELS-R100</u></p> <p>2023年2月現在：基本設計段階 2025年：打上実証予定 ※約6カ月の軌道上運用を経て大気圏再突入の後、サンプル回収</p> <p>● <u>BioCube</u></p> <p>2023年2月現在：詳細設計段階、打上機会調整中</p>	

⑮衛星のイメージ図

小型宇宙利用・回収プラットフォーム ELS-R



ELS-R100 100 kg ~
ELS-R1000 1000 kg ~



ELS-R100による技術実証



ELS-R100システム構成

- 小型回収カプセル: 約30 kg
- 推進装置(ハイブリッドスラスター): 約170 N
- 衛星総質量: 約200 kg

◆ 衛星バスシステム



◆ 再突入制御



- ◆ 軌道上バイオ実験
- ◆ サンプル回収 (<1kg)
※HSRC相似形状



小型回収カプセル

超小型衛星ELS-R100

◆ 軌道離脱



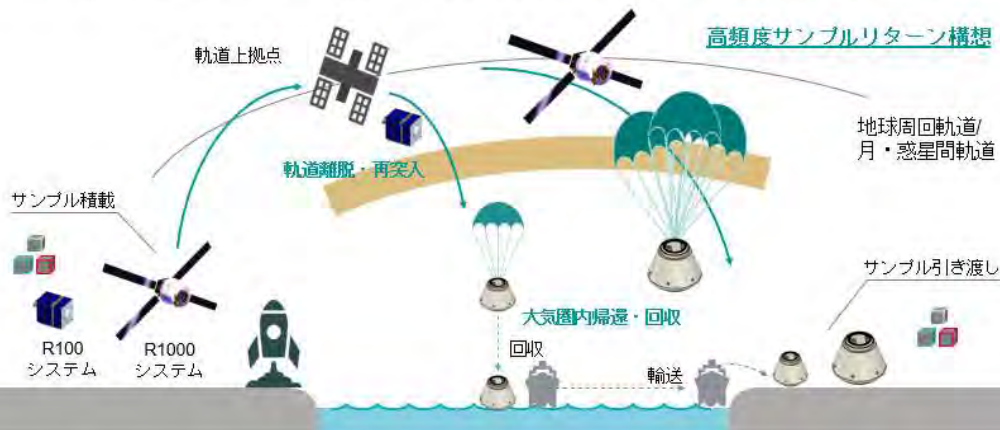
推進装置

⑯ミッションのイメージ図 (※あれば)

小型回収プラットフォーム



ELS-Rシステムを用いた、軌道上拠点経由及びフリーフライヤーによる高頻度サンプルリターンの実現



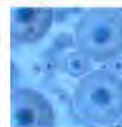
アプリケーション分野



現状の宇宙開発利用の発展状況を鑑みると、幅広い領域においてニーズが見込まれる

基礎研究	応用研究	実証・テスト	量産
		材料	
		創薬・バイオ	
		食糧	
		宇宙旅行用製品	
		宇宙機・宇宙用機器	
		その他(エンタメ・教育)	

➤ 実験・試験系



➤ 製造系



➤ エンタメ・教育系



⑰ ミッションや技術詳細

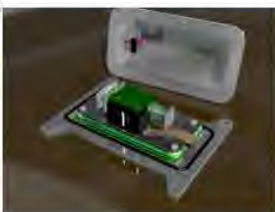
これまで東北大学において研究開発に取り組んできた超小型人工衛星技術を活用し、超小型人工衛星を用いた宇宙環境利用技術の確立を目指す。東北大学発宇宙スタートアップである株式会社ElevationSpaceが主導する。将来の大型化を見据えつつ、技術実証プロジェクトELS-R100では30kg級小型再突入カプセルを用いた宇宙環境生命培養実験とサンプル回収技術の実証を目指す。軌道変換・軌道離脱に必要な高推力推進装置についても株式会社ElevationSpaceが主体となり、関係協力機関と共同開発を行う。ELS-R100における生物培養実験は株式会社IDDK社、及び株式会社ユーグレナ社と共同で取り組む。また、将来の実験装置として、東北大学プロジェクトにおいて小型生命維持装置TU BioCubeの研究開発に取り組む。本プロジェクトにおいて研究開発する要素技術は将来の宇宙開発に大きな貢献が期待されるものである。超小型人工衛星搭載用高推力推進装置は、軌道上のモビリティ確保とより発展的なミッションの遂行に寄与する。また、回収カプセル技術は、地球低軌道からだけでなく、月・惑星間軌道からの再突入にも応用できると考えられる。更に、高精度軌道変換技術は、将来の軌道上サービスに必要不可欠な技術である。

ペイロード事例



ユーグレナ社との共創活動

宇宙環境による微細藻類ユーグレナの培養についての影響を調べるために、技術実証機ELS-R100内に微細藻類ユーグレナを搭載する。実験では衛星内での成長観察、データ収集を行う。さらに軌道上から再突入したカプセルを回収して、カプセル内に搭載した微細藻類ユーグレナを生きた状態で回収し、DNAの変化を調べる。



© Euglena Co., Ltd.

IDDK社との共創活動

医療スタートアップのIDDKが開発した小型顕微鏡Micro Bio Space LAB (MID)を用いて培養と観察の最小化を実現し、人工衛星内で微生物、細胞培養観察を実施し、培養状況のセンシング及び顕微鏡観察画像を取得する。MIDを用いることで、超小型宇宙システムを用いた宇宙バイオ実験を可能にし、人工衛星の実験搭載能力を最大化する。



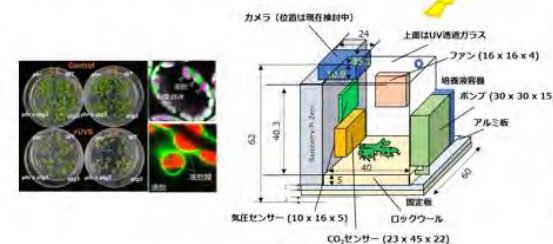
© IDDK Co., Ltd.

宇宙での生命維持機構の解明：Biosatellite Cube

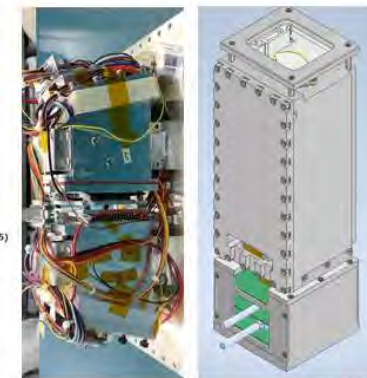
東北大学内プロジェクト – “新領域創成のための挑戦研究デュオ”

Tohoku Univ. Biosatellite Cube (TU BioCube)

- 宇宙放射線曝露環境実験ユニット
- サイズ：3U、質量：約4 kg
- 超小型衛星搭載用超小型生命維持装置



生物培養器容器



Biosatellite Cube

© 東北大学

⑱ 参考文献など (optional)

[1] 高岡 光希, 栗原 聡文, 藤田 伸哉(東北大), 佐藤 悠司(ElevationSpace), 齋藤 勇士, 斉藤 拓実, Alice Violaine Saletta(東北大), "小型回収カプセル技術実証衛星ELS-R100の再突入軌道の設計解析," 第66回宇宙科学技術連合講演会, 2022

[2] 川俣 陽, 栗原 聡文(東北大), 佐藤 悠司(ElevationSpace), 藤田 伸哉, Saletta Violaine Alice, 斉藤 拓実, 高岡 光希(東北大), "スピン安定性を用いた小型回収カプセルの弾道飛行制御の評価," 第66回宇宙科学技術連合講演会, 2022

[3] ElevationSpace. "IDDKとElevationSpaceは宇宙での小型バイオ実験環境”Micro Bio Space LAB”の開発に向けた協業を開始". PRTIMES. 2021-11-30. <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000007.000053748.html> (accessed 2023.02.17)