

Astroscale

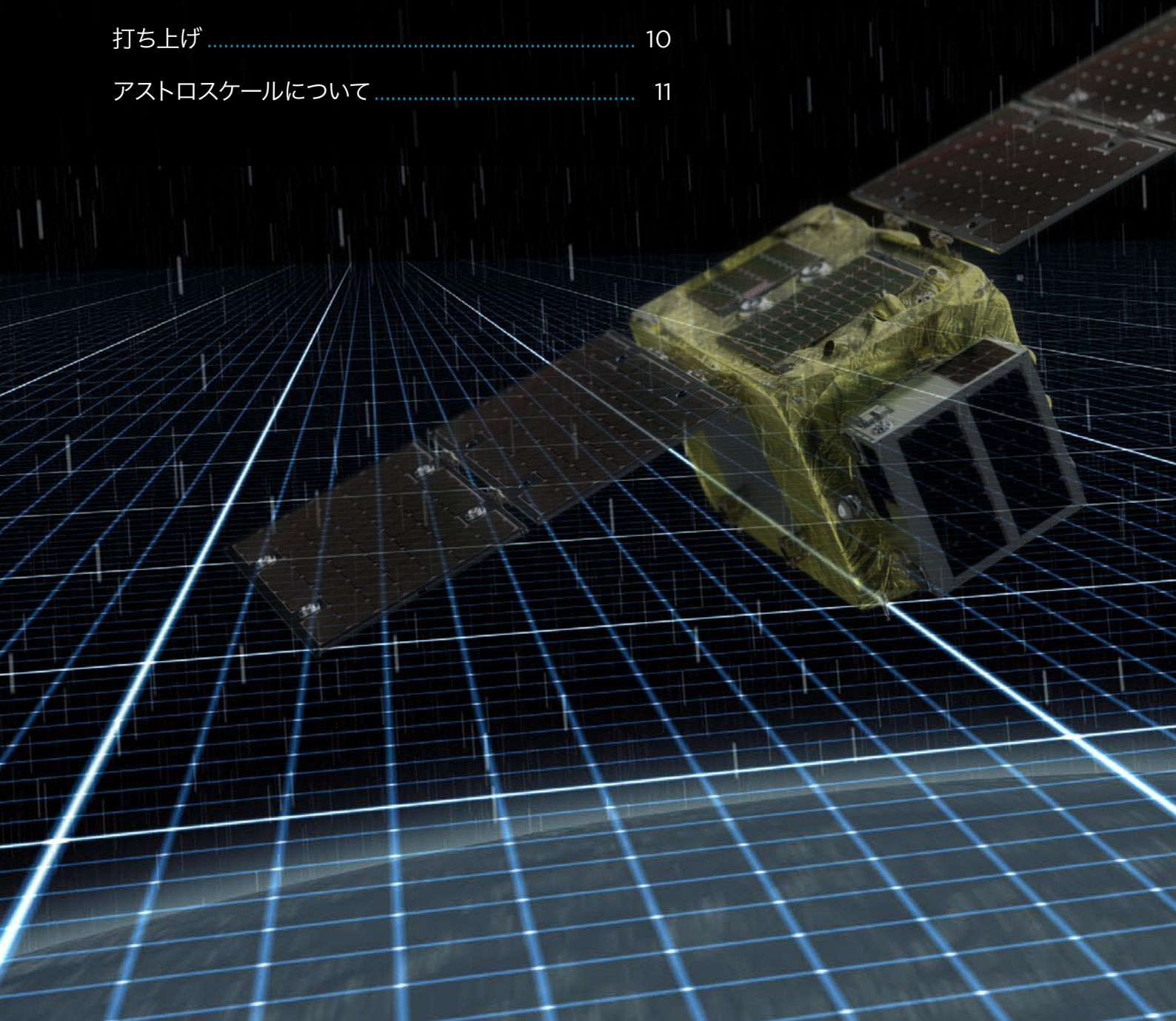


ELSA-dプレスキット

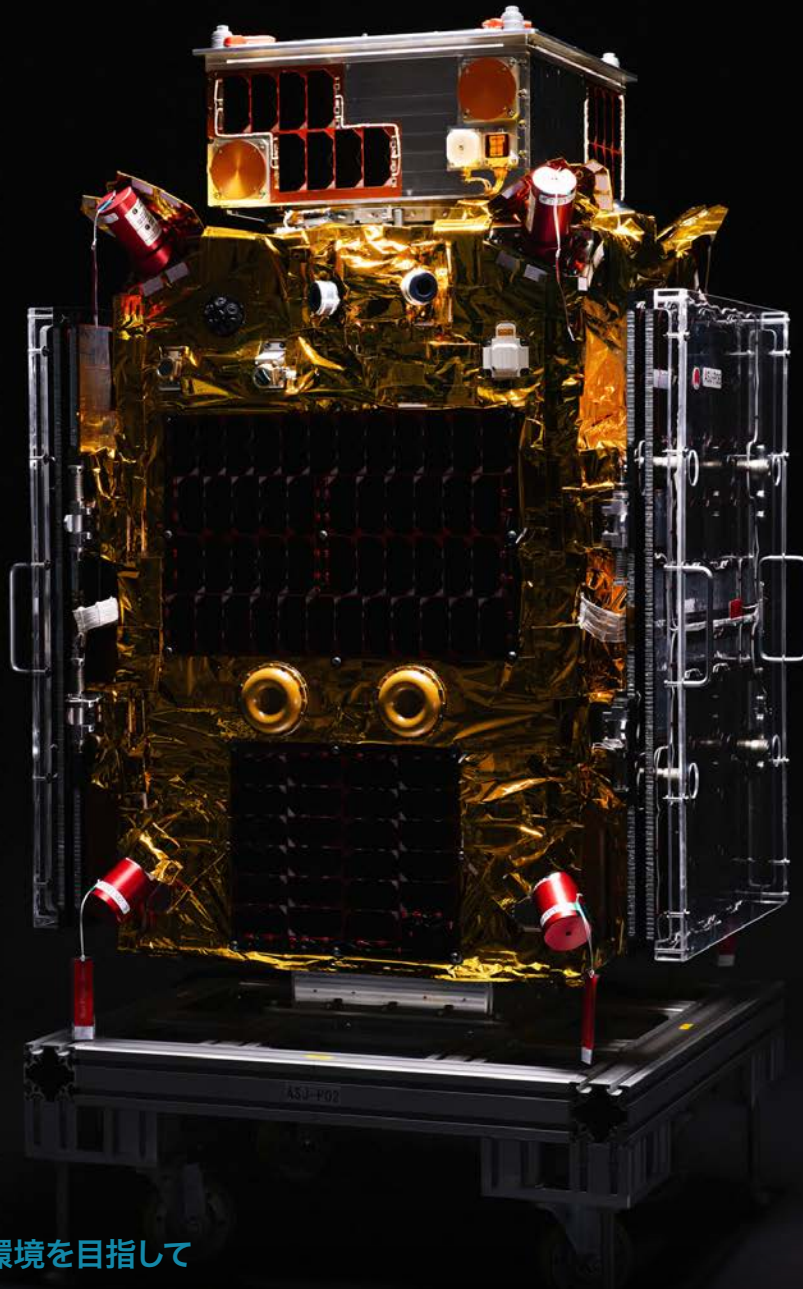
2022

目次

ELSA-dのご紹介	3
ELSA-dのハイライト	4
ELSA-dの主な特徴	5
ドッキングプレート	5
ミッション概要	6
ミッションConOps	7
ELSA-d 諸元	9
打ち上げ	10
アストロスケールについて	11



ELSA-dのご紹介



持続可能な宇宙環境を目指して

毎日、世界で何十億人もの人々が、家族や友人とメールを送りあい、会話をし、天気を確認したり、お金の管理をしたり、日常生活を送る上で、人工衛星からのデータに頼って暮らしています。また、自然災害の軽減や管理、天候把握、安全保障に関わる情報提供などにも衛星は活用されています。つまり、衛星データが現代の地球上の生活を可能にしていると言えるでしょう。今まさに、この衛星データを支える宇宙資源が、増加するスペースデブリ（宇宙ごみ、デブリ）によって危険に晒されています。我々の地球上での生活の質を向上させるサービスを提供するため、大規模な衛星コンステレーションが低軌道（LEO）で台頭しています。こうした動きは、主要な軌道上に存在する物体数の急激な増加につながり、さらなるデブ

リを生みだすリスクを高め、宇宙システムが提供するサービスそのものを脅かすことになります。欧州宇宙機関（ESA）によると、現在運用中の人工衛星は約5,000機で、同じ宇宙空間にデブリが9,800トン以上あることを予測しています。また、米国宇宙監視ネットワーク（SSN：Space Surveillance Network）は、観測可能なデブリの総数だけでも30,630個に及ぶと試算しています。今後十年の間に、1万機を超える人工衛星がLEOに打ち上がると言われており、今後も人類がLEOの安全利用を維持するためには、戦略的に衛星等の運用終了後の軌道離脱であるPMD（Post-mission disposal）を考える必要があります。

ELSA-dのご紹介



2020年2月に電磁適合性試験を実施



2020年2月JAXA筑波宇宙センターで実施した振動試験時の様子

End-of-Life Services by Astroscale (ELSA「エルサ」) プログラムは、衛星運用者向けの衛星回収サービスです。その技術実証衛星 ELSA-d (エルサディー) は、デブリの捕獲(ドッキング)とその除去に必要なコア技術を実証する最初のミッションとなります。

2021年3月22日に打上げ・軌道投入に成功したELSA-dは、捕獲衛星(サービサー)(~175kg)と模擬デブリ衛星(クライアント)(~17kg)を結合した状態で打ち上げられました。捕獲衛星には近接(ランデブ)システムと磁力による捕獲機構が、そして模擬デブリ衛星にはドッキングを可能にする磁性体のドッキングプレートが搭載されています。捕獲衛星は一連の技術実証の中で、複数回の模擬デブリ衛星の捕獲と切り離しを行い、実際にデブリの探索・接近・ドッキングが可能であることを実証します。この技術実証では、デブリの探索や診断、デブリへの近接、および、デブリの捕獲を行います。これらの実証は非常に難易度が高く、その多くが宇宙で達成されたことがほとんどない、もしくは全く前例のないものです。ELSA-dは、衛星運用の要としてアストロスケール社が設立を主導した、英国オックスフォードシャー州ハーウェル

にある国立軌道上サービス管制センターでアストロスケールチームにより運用されています。

ELSA-dのハイライト

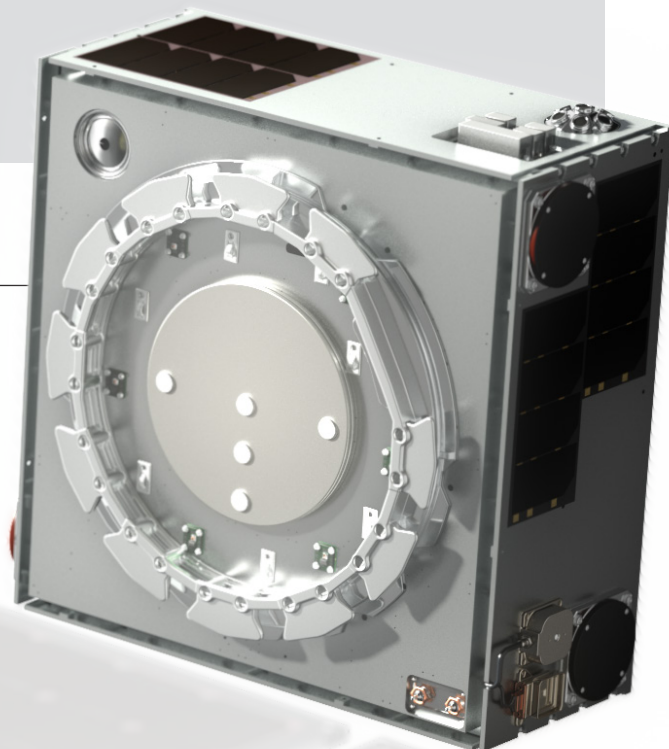
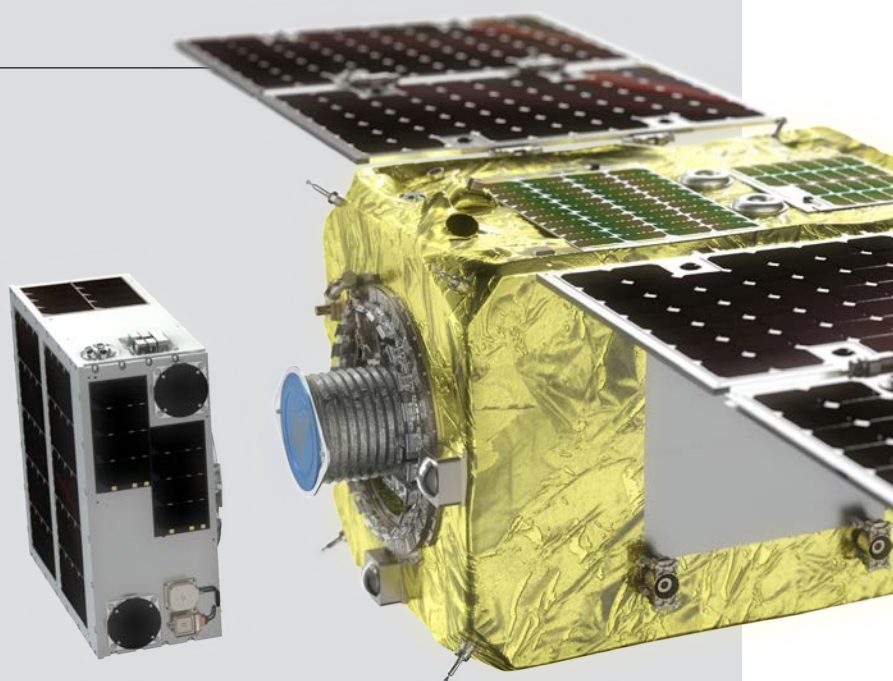
- 商業サービスとしての提供を視野とした世界初のデブリ除去技術実証衛星です。
- デブリ除去に不可欠で、他のさまざまな軌道上サービスに応用することができる技術や機能を備えています。模擬デブリの探索・診断、模擬デブリへの近接、捕獲、そして軌道離脱など、デブリ除去に必要なサービスの実証をはじめから最後まで行います。
- 技術実証に加え、RPO(ランデブ・近傍運用)技術におけるベストプラクティスも策定します。
- ELSA-dにより、アストロスケールは宇宙の持続可能性「スペースサステナビリティ」の新時代を開拓し、軌道上サービスのエコシステムを築いていきます。



2021年2月バイコヌール宇宙基地での打上げ事前確認時

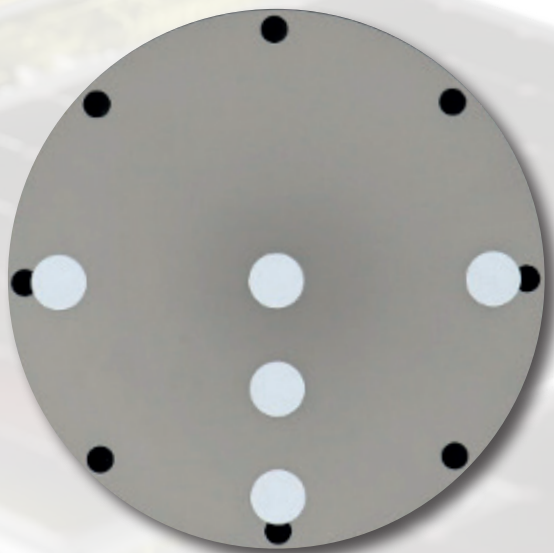
ELSA-dの主な特徴

- 近・遠距離でのランデブ技術
- 模擬デブリの探索・接近
- 運用者の補助による模擬デブリの状態の
周回診断
- 商用化を見据え、故障した衛星への接近・
捕獲を簡易化するドッキングプレートのプロ
トタイプを搭載・実証
- 日陰中におけるクライアントへの磁力によ
る捕獲
- 軌道離脱・軌道移動・破碎防止処置
- ミッション設計における安全な退避機能及
び受動安全軌道
- 軌道上サービスに向けた管制センターの
整備



ドッキングプレート

ドッキングプレート (DP) はELSA-dの一連のランデブ技術の
コア部分です。模擬デブリの表面に、光学マーカを備えた磁性体
の円板を搭載することで、磁力での捕獲、航法誘導制御 (GNC)
が可能となります。



ELSA-dに搭載されているDPの特徴は、故障した衛星の識
別、評価、接近、捕獲、軌道離脱を容易にし、将来の除去費
用を最小限に抑えることができることです。特徴として、近
接接近運用に必要な航法誘導のための光学マーカ、正確な
距離や姿勢測定のためのフラットな反射面、磁力を用いた捕
獲コンセプトに適した磁性体を備えています。

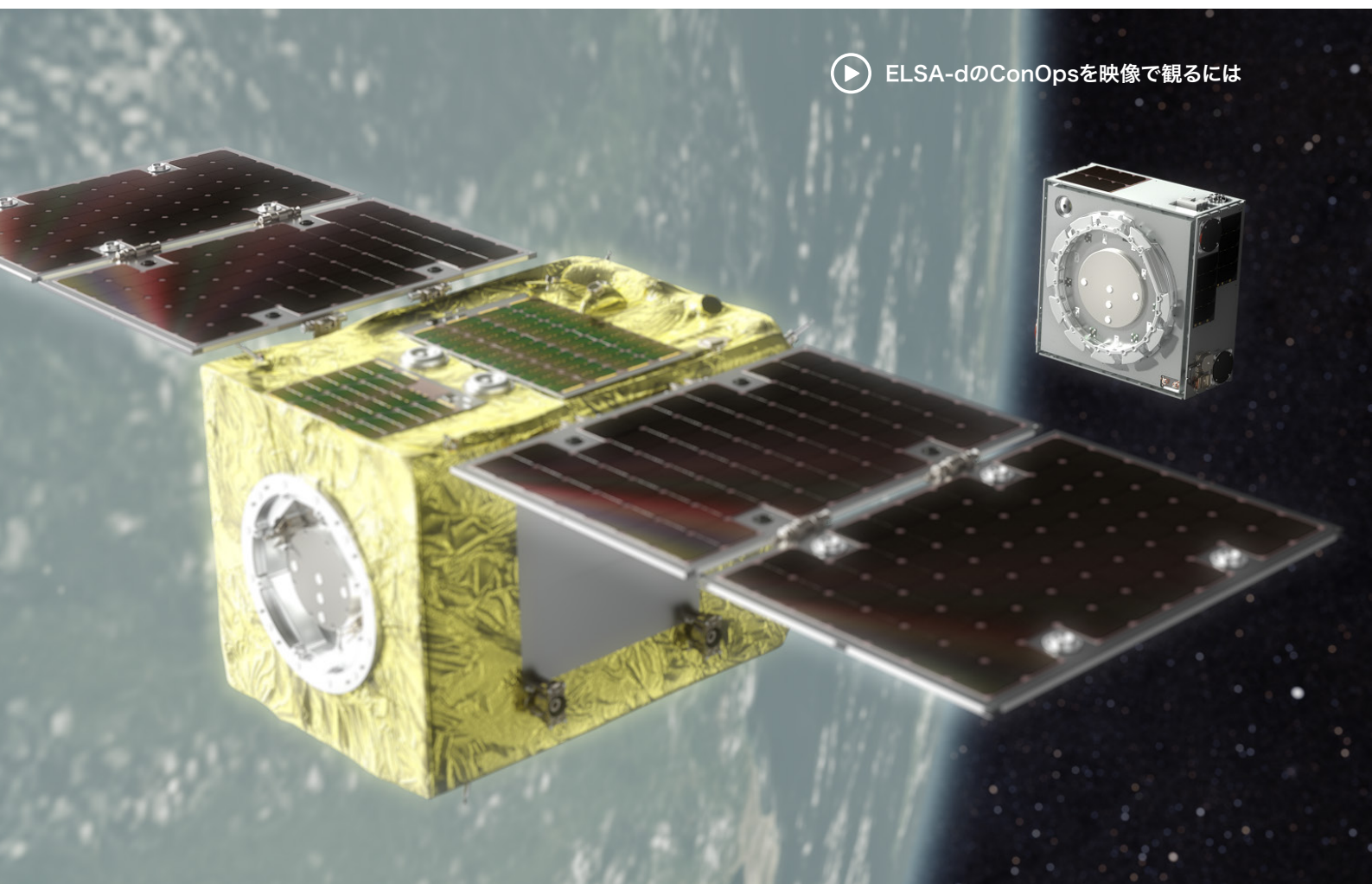
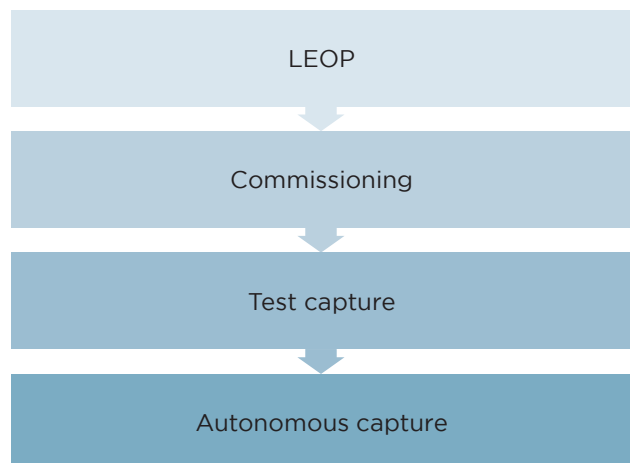
ミッション概要

ELSA-d ミッションは、将来のサービス提供を見据えた際に必要な機能や技術を試す軌道上での技術実証です。同ミッションは、顧客へのサービス提供を目的とした運用上の技術証明の役割を担っていますが、将来、顧客へ提供するサービスとは少し異なる点があります。

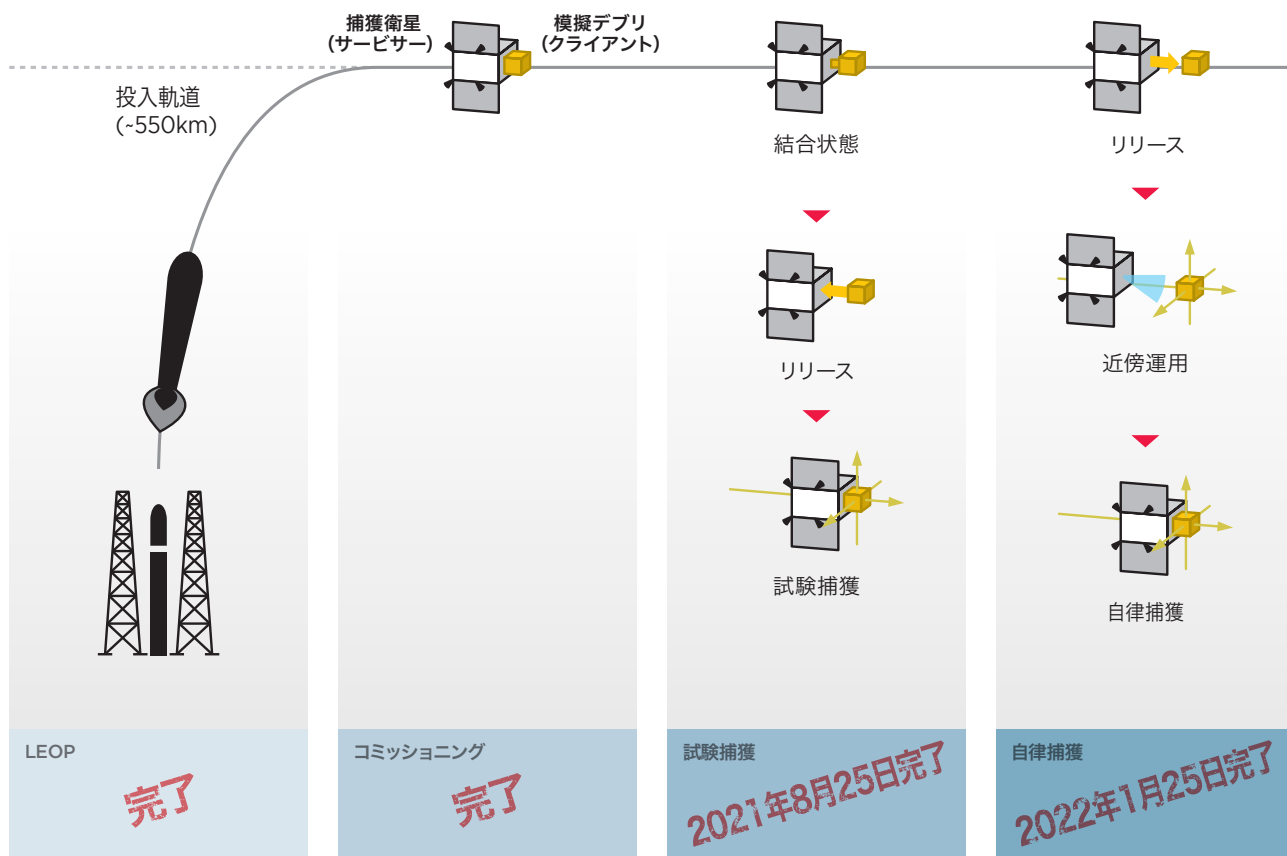
ELSA-dでは、打ち上げの利便性の理由から、将来的に想定する顧客のデブリよりも小さい質量のクライアント衛星を用います。さらに、ミッション初期段階の簡略化のため、クライアント衛星を操作し捕獲を試みます。この際、模擬デブリ衛星は一定の姿勢を保つように制御します。クライアント衛星をサービサー衛星と一緒に打ち上げることから、各フェーズの複雑さとリスクが徐々に高くなるように運用構想 Concept of Operation: ConOps) を設定し、打上げ後にも柔軟に対応できるよう設計しています。

顧客へのサービス提供では、デブリを見つけるという重要なタスクが最初のミッションの一つとなりますが、実証実験上は初めには行わず、ミッションの後半に行います。ELSA-dは、先進的なランデブシステムと磁力を用いたドッキングの捕獲システムに加え、基礎となる、電気系、推進系、通信系処理といった、バスシステムで構成されています。

ミッションConOpsは、以下フェーズに分かれており、フェーズでの回を追って、複雑さが増すように設計されており、ミッション初期にはリスクの少ない実証から試みられるようになっています。



運用構想 (ミッションConOps)



打上げ・初期運用、コミッショニング

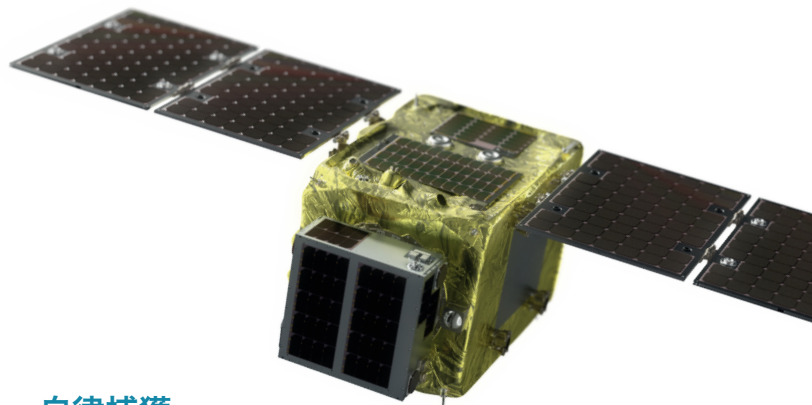
これら初期運用フェーズは無事完了しました。ロケットによる捕獲機と模擬デブリの高度約550kmへの軌道投入後、捕獲機は地上系とのインタフェース確認やサブシステムの校正を行い実証に向けての準備を行うコミッショニング作業を実施。模擬デブリはアクティベーションユニットにより起動した後、コミッショニングを済ませ、分離の前に必要な準備を行いました。

試験捕獲

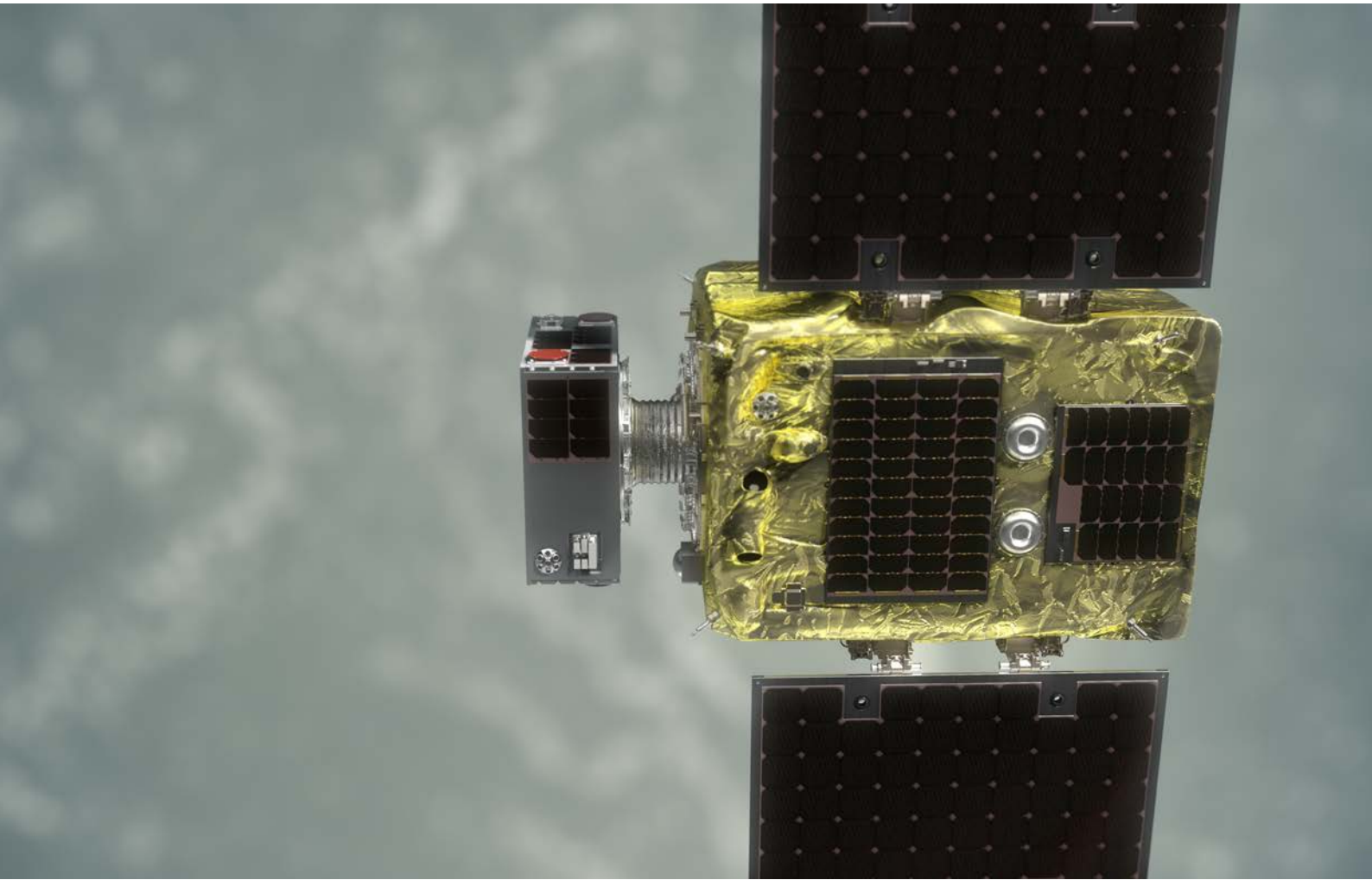
このフェーズは2021年8月25日深夜に無事成功しました。打上げ時には、捕獲機と模擬デブリが結合した状態でしたが、試験捕獲の最初の段階にその結合状態を解除し、実証に向けて捕獲機と模擬デブリ、磁力による捕獲機構を準備することでした。結合を解除すると、捕獲機構が模擬デブリを把持し、続く実証フェーズで繰り返し行う捕獲とリリースの準備が整いました。試験捕獲において、模擬デブリは捕獲機から初めて短い距離で切り離されました。その後手で捕獲を行い、捕獲機構が正常に機能することを証明しました。このリリースと捕獲にあたり、搭載されている複数のランデブーセンサが航法機能の確認と校正を行い、地上システムのインフラと運用手順の検証も行いました。

自律捕獲

このフェーズは2022年x月xx日に無事成功しました。このより複雑な「自律捕獲」の実証では、オンボード処理による自律制御ソフトウェアとをテレメトリおよびコマンドの高度な地上処理組み合わせで接近・捕獲を行いました。まず、サービサーがクライアントからおおよそ30メートル後方の待機ポイントに位置を保ち、センサー群をクライアントに向けました。クライアントの姿勢が許容範囲内に入ったことを確認後、クライアントに再接近するよう命令を送りました。サービサーは距離センサやカメラを駆使し、6DoF (6 degrees of freedomの略、相対6自由度) の動作制御を行い、サービサーの捕獲機構とクライアントの回転レートを一致させながら安全に接近し、最終的に安全に捕獲しました。



ミッションConOps



試験捕獲

8月の試験捕獲に続く今回の捕獲成功によって、以下を含む、役目を終えた衛星を除去するEOLサービスの一連の主要技術の実証を終えたことになります。

- 自律制御機能
- 航法誘導制御アルゴリズム
- 航法センサー群を駆使した閉ループ制御
- スラスターによる自律的な接近マヌーバおよび姿勢制御
- 最終接近および捕獲における自律的な相対6自由度制御
- 捕獲機構の伸展、磁石を用いた同機構によるクライアント捕獲
- 接近捕獲ミッションのための複雑な衛星運用手順



ELSA-d諸元

項目	内容	仕様
捕獲機	寸法	約660 x 640 x 1100 mm (太陽光パネル解放時)
	質量	~175kg
	GNC (計算機))	GNC OBC, GNC SHU
	GNC (センサ)	恒星センサ, ジャイロ, 磁力計, 太陽センサ, 加速度計, GPS 受信機
	GNC (アクチュエータ)	リアクションホイール, 磁気トルカ
	GNC (ランデブーセンサ)	可視カメラ, レーザ距離計, 電波距離計, 照明灯
	捕獲機構	磁力による捕獲機構
	通信系	Sバンド送受信機, Xバンド送信機
	電力供給	展開太陽電池パネル, 電力制御分配器 (PCDU), 電池
	推進系	低毒性Green Propellant 推進系
	C&DH	BUS OBCs,TCMs, SpaceWireルータ
	その他	レーザ反射器, Client起動装置・分離機構
模擬デブリ	寸法	約480 x 500 x 225 mm
	質量	~17kg OBC, EPS, S バンド送受信機, AOCS, 電源系等
	ドッキングプレート (DP)	光学マーカを備えた磁性体の円板
	その他	レーザ反射器, 動画カメラ, 照明灯

軌道上サービスのための管制局



アストロスケール英国拠点が主導し、2018年に英国政府からの4百万ポンドの補助金を活用し、オックスフォードシャー州ハーウェルにあるSatellite Applications Catapultに国立軌道上サービス管制センターを設立しています。スペースデブリの除去やその他の軌道上でのサービス業務を行う将来のミッションの運用基盤を、この最先端の管制センターが担います。

アストロスケールは、英国ハーウェルから運用するELSA-dミッションの運用手順の最終試験を経て、模擬デブリ衛星の識別、追跡、ランデブ、ドッキング、軌道離脱などを行います。ELSA-dがこの管制センターを活用する最初のミッションとなります。

打上げ

ロケット	ソユーズ-2
主衛星	CAS500-1
軌道	太陽同期軌道 (SSO) 497.8 km、赤道通過時間 (LTAN) 11.00
射場	カザフスタン バイコヌール宇宙基地

日時 3月22日(月)打上げ完了

00:07	米国 コロラド州デンバー (MDT)
02:07	米国 ワシントンD.C. (EDT)
06:07	英国 ロンドン (GMAT)
09:07	ロシア モスクワ (MSK)
15:07	日本 (JST)



アストロスケール について

アストロスケールは、宇宙機の安全航行の確保を目指し、次世代へ持続可能な軌道を継承する為、スペースデブリ（宇宙ごみ）除去サービスの開発に取り組む世界初の民間企業です。2013年の創業以来、軌道上で増加し続けるデブリの低減・除去策として、今後打ち上がる人工衛星が寿命を迎えたり恒久故障の際に除去を行うEOL（End-of-Lifeの略称）、既存デブリを除去する為のADR（Active Debris Removalの略称）、宇宙空間上での宇宙状況把握（ISSA：In Situ Space Situational Awarenessの略称）、稼働衛星の寿命延長（LEX Life Extensionの略称）など軌道上サービスの実現を目指し技術開発を進めてきました。また、長期に渡り安全で持続可能な宇宙環境を目指す為、技術開発に加え、ビジネスモデルの確立、複数の民間企業や団体、行政機関と協働し、宇宙政策やベストプラクティスの策定に努めています。

本社・R&D 拠点の日本をはじめ、シンガポール、英国、米国、イスラエルとグローバルに事業を展開しています。

各種SNS

グローバル問合せ先:
media@astroscale.com

日本:
 伊藤 聡志
 Tel: 03-6658-8175
asip_media@astroscale.com

#GoELSA d



-  **シンガポール**
 Astroscale Singapore Pte. Ltd.
 2013年設立
-  **日本（東京）**
 株式会社アストロスケールホールディングス（本社）
 株式会社アストロスケール2015年設立
-  **英国（ハーウェル）**
 Astroscale Ltd 2017年設立
-  **米国（デンバー、ワシントンD.C.）**
 Astroscale U.S. Inc. 2019年設立
-  **イスラエル（テルアビ）**
 Astroscale Israel Ltd. 2020年設立

 [astroscale_HQ](https://twitter.com/astroscale_HQ)

 [Astroscale](https://www.facebook.com/Astroscale)

 [Astroscale](https://www.linkedin.com/company/astro-scale)

 [astroscale](https://www.instagram.com/astroscale)

 [Astroscale](https://www.youtube.com/Astroscale)