

東京都産業労働局「未来を拓くイノベーションTOKYOプロジェクト」
令和元年度採択案件

「宇宙ごみ除去技術の開発 及び 実証衛星の開発・運用」

第4回評価書
【概要版】

令和3年10月

(1) 本事業の背景と課題

- 宇宙空間では約4,500機の人工衛星が運用されており、これらの衛星から取得される情報は、通信放送、気象予測、航空管制など、私たちの生活に深く関わる分野で幅広く利用されています。
- 一方、宇宙空間の利用が進むにつれ、「宇宙ごみ(以下、「デブリ」)」の問題が顕在化しつつあります。デブリとは、寿命が尽きたり故障したりした衛星など回収されないまま宇宙空間に残された不要物を指します。
- 宇宙空間には、すでに2万個以上のデブリが浮遊しており、これらのデブリが人工衛星等に衝突して損害を与える危険が高まっています。このままデブリが増え続ければ、宇宙空間の利用そのものが難しくなる可能性もありますが、解決策は未だ見つかっていません。

(2) 本事業で開発する技術・サービス

- 本事業では、デブリを安全に回収する「デブリ除去サービス」の実現を目指し、デブリへの接近・捕獲技術の開発や技術実証衛星の打上げを行います。
- また、将来的な事業化を見据え、グローバルでの販路拡大、共同研究開発、顧客や顧客衛星の安全性審査・リスク調査等にも取り組みます。

(3) 本事業により期待される波及効果

- デブリの捕獲・除去は技術的な難易度が極めて高く、デブリに着目した研究開発は世界でもわずかです。
- わが国が蓄積してきた高度な技術やノウハウを活用してデブリ除去の技術が実現すれば、国内の宇宙産業の活性化や宇宙産業におけるわが国の国際競争力向上が期待されます。

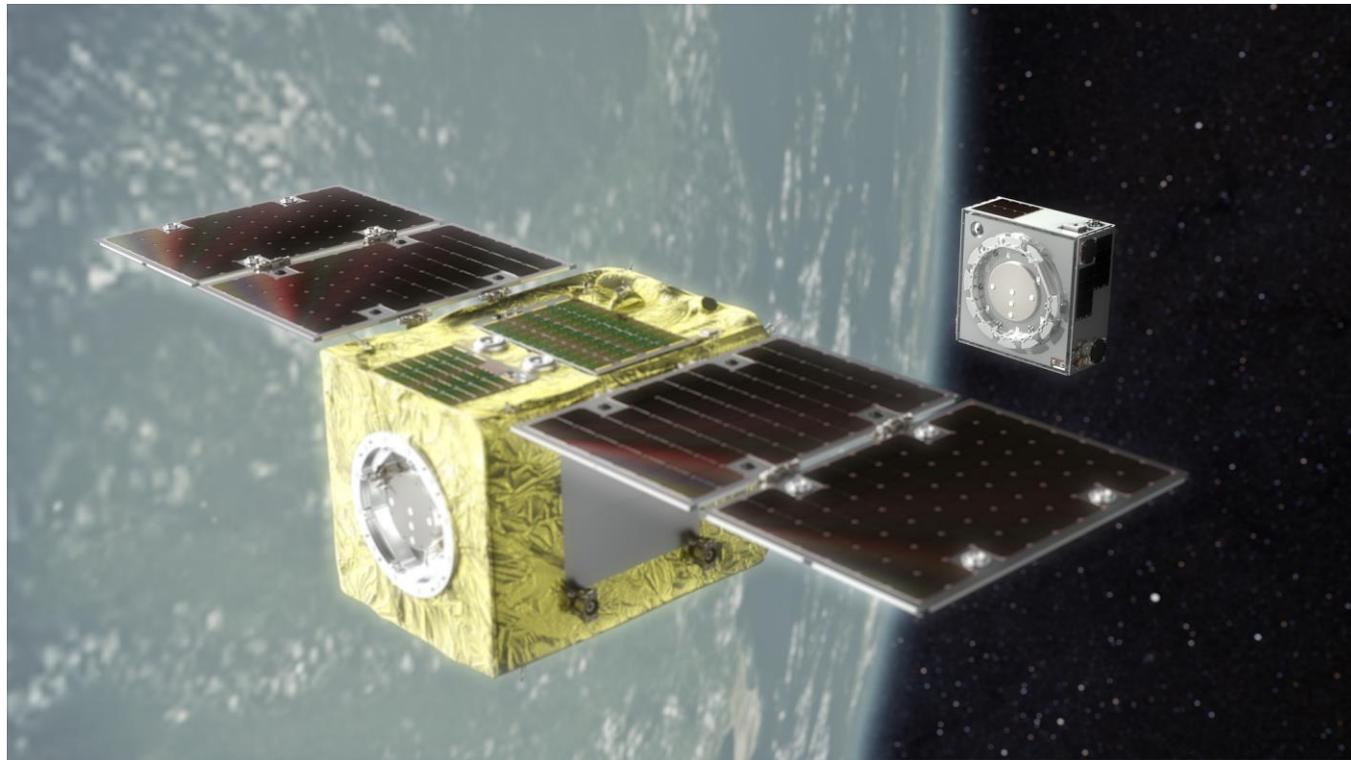
本事業の概要

事業者名	株式会社アストロスケール
都内所在地	東京都墨田区錦糸1-17-2
代表者名	小山 貴義
本事業の統括責任者	岩井 隆(Program Manager)
本事業の実施期間	令和2年1月～令和5年3月(3年3カ月)
プロジェクトメンバー	Astroscale Singapore Pte. Ltd.、大手損害保険会社

本事業の実施内容

宇宙空間にあるデブリ除去を行う軌道上サービスの実現を目指し、デブリ除去技術実証衛星「ELSA-d(End of Life Service by Astroscale - demonstration)」による技術実証や、実際のデブリへの接近・捕獲技術の開発を行う。

デブリ除去技術実証衛星「ELSA-d」のイメージ



本事業終了時点(令和4年度)の達成目標



目標①

**模擬デブリ
捕獲の実証**

**小型軽量衛星により模擬デブリに接近して、1.5N
(※)以上の力で把持できる**



目標②

**実デブリへの
接近技術の開発**

**実デブリを観察し、形状・運動状態を判定のうえ、
1.5m以内に接近して画像を取得できる**



目標③

**実デブリの
捕獲技術の開発**

**実デブリを観察し、形状・運動状態を判定のうえ、接
近して1.5N以上の力で把持できる**

※ ある質量を持つ物体を支えるために必要な力を示す単位。1N(ニュートン)は、1kgの物体に加速度 1m/s^2 を生じさせる力の大きさに相当する。

令和3年度の実施計画

大項目	小項目	令和3年度計画				令和3年度目標
		1Q	2Q	3Q	4Q	
目標①	模擬デブリ捕獲の実証	小型衛星を打ち上げ、初期運用を実施		デモミッションを実行		模擬デブリに接近、捕獲するデモミッションを達成する
目標②	実デブリへの接近技術の開発	耐環境評価		模擬デブリに接近・捕獲するミッションを実施		実デブリの1.5m以内に接近して画像を取得する機能を確認
目標③	実デブリの捕獲技術の開発	要素検証		システム検証		実デブリを1.5N以上の力で把持する機能を机上で確認
		アルゴリズム(※)評価				

※ アルゴリズム:コンピュータによる計算処理において、最も効率的な計算の方法や手順。
アルゴリズムを適切に改良することで、処理速度を100~1,000倍に高速化することも可能とされる。

令和3年度上期 取組状況と成果①

(1) 達成目標に関する取組と成果

大項目	小項目	令和3年度上期目標	令和3年度上期の取組と成果	評価
目標①	模擬デブリ捕獲の実証	小型軽量の衛星を打ち上げ、初期運用を開始する(※1)	<ul style="list-style-type: none"> 2021年3月23日15時7分(日本時間)にロケットが打ち上げられ、計画通り飛行、高度約550kmで衛星分離し、通信の正常を確認した。 機器の健全性と、ミッション遂行に問題がないことを確認し、初期運用を現在実行中である。 	○
目標②	実デブリへの接近技術の開発	センサ及びアルゴリズムの試作を継続、単体試験を開始し、課題を明確化する	<ul style="list-style-type: none"> センサに関しては、宇宙環境下でのLiDAR(※2)や、赤外光カメラの性能を確認する試験を実施した。 アルゴリズムに関しては、全ミッションフェーズに渡るミッションの安全妥当性を確認した。 	○
目標③	実デブリの捕獲技術の開発	メカトロニクス及びアルゴリズムの試作を継続、単体試験を開始し、課題を明確化する	<ul style="list-style-type: none"> 令和2年度下期に実施したメカトロニクス及びアルゴリズムの試作・試験を継続し、課題の明確化を進めた。 	○

※1 小型軽量の定義は、軽量(230kg±10%以下)、小型(1000mm x 1000mm x H1500mm以下)

※2 Light・Detection・And・Ranging(光による検知と測距)の略称。近赤外光や可視光、紫外線を対象物に照射し、その反射光を光センサーでとらえ距離を測定するリモートセンシング方式

目標③に関する主な成果：

想定される捕獲対象の模擬品(1/1スケール)及び捕獲衛星の部分モデル(1/1スケール)を使って試験を実施した。

改修されたPAF(※)モデル



※ 衛星分離部(Payload Attach Fitting)のこと。ロケットと衛星をつなぐ台座。

令和3年度上期 取組状況と成果②

(2) その他の主な取組と成果

取組内容	主な成果
知的財産	<ul style="list-style-type: none">特許のサーチを実施し、技術開発ロードマップを更新した。
マーケティング・ 販路開拓	<ul style="list-style-type: none">当初は参加を予定していたほぼ全ての学会や展示会がCOVID-19の状況により中止・キャンセルとなったため、特段の成果はなし。
その他	<ul style="list-style-type: none">事業の進展に応じて、論文発表、プレスリリース、メディア掲載を随時行った。<ul style="list-style-type: none">論文発表:6件プレスリリース:6件主なメディア掲載:12件

令和2年度から令和3年度下期に向けた課題と対応策

課題① COVID-19による打ち上げの延期

- COVID-19が原因となって打ち上げサイトにおける打ち上げ事業者作業の大幅な遅れが生じている結果、2度にわたり打ち上げ延期が発表された。

課題①に対する対応策

- 打ち上げ延期が懸念されたが、無事打ち上げられ、軌道投入に成功した。

課題② COVID-19によるイベント開催の不透明化

- COVID-19の影響で世界的に学会や展示会の延期・中止・オンライン化などが相次いでおり、予定していた展示会開催が不透明となっている。

課題②に対する対応策

- イベント関連内容をオンラインで対応する方針とし、広報ツールの強化に向けて計画を見直した。

(1) 令和3年度上期目標の達成状況

- COVID-19による打ち上げの延期により、令和2年度に一部変更された令和3年度上期における達成目標は、いずれも達成済みであることが確認された。

(2) 今後の事業にあたって留意すべき事項

- 実験や試験に関する論文、理論の活用
 - ・ 反動を低減することのできるロバスト(※)なロボットアーム・ハンドの軌跡については、学术论文の理論的枠組を活用することで、より早く解にたどり着ける可能性がある。

※ 堅牢な、頑強な、強靱な、など