

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5回評価書
【概要版】

令和4年3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。

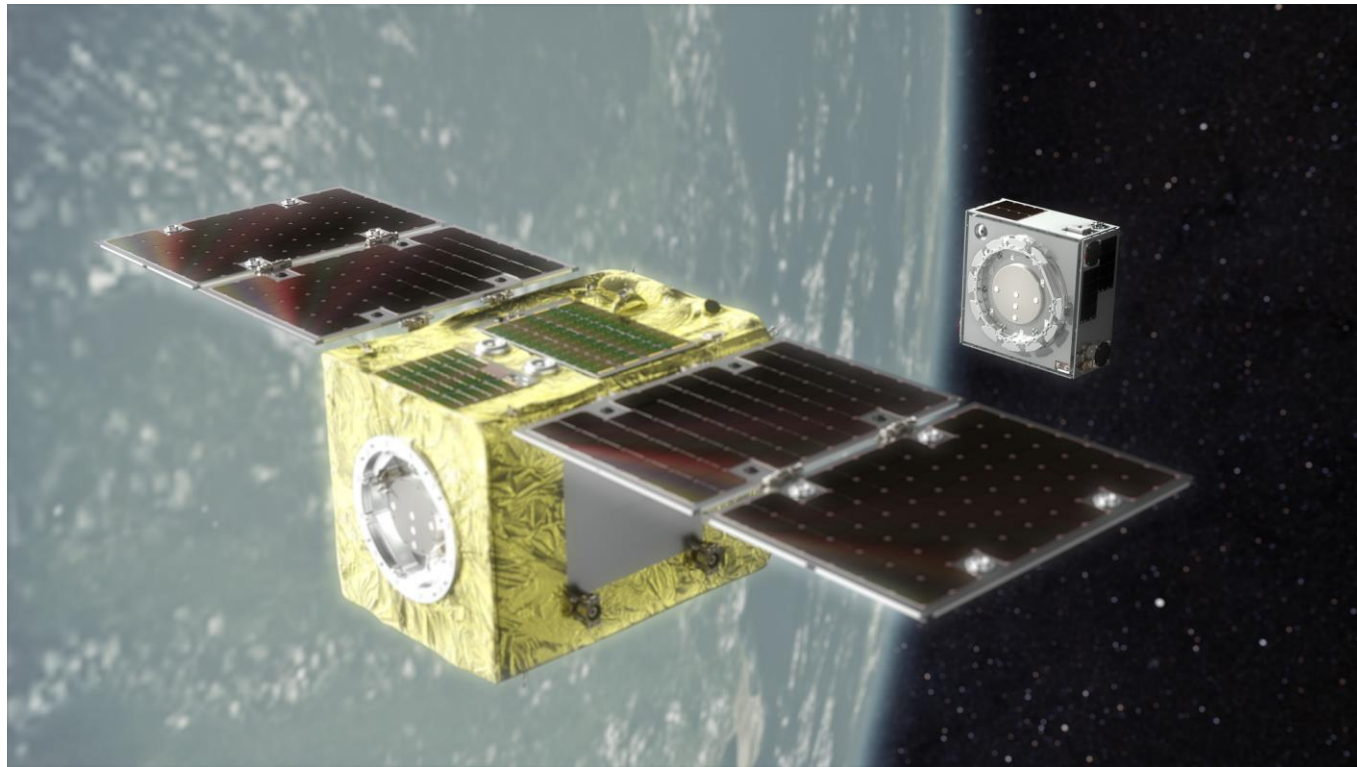
本事業の概要

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
目標②	実デブリへの接近技術の開発	→ 耐環境評価				2種類以上のセンサについて、環種試験を1回以上実施(※1)
				→ 模擬デブリに接近するアルゴリズム開発		
目標③	実デブリの捕獲技術の開発	→ 要素検証		→ アルゴリズム(※2)評価		実デブリを1.5N以上の力で把持する機能を机上で確認
		→ システム検証				

※1 令和3年12月に実施されたJAXAの技術審査会において、目標②に対し追加検討項目が指摘されたため、目標②における令和3年度及び令和4年度の間目標達成時期が変更になった。なお、事業全体の目標、補助金予算申請の変更はない。

※2 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年度下期 取組状況と成果①

(1) 達成目標に関する取組と成果

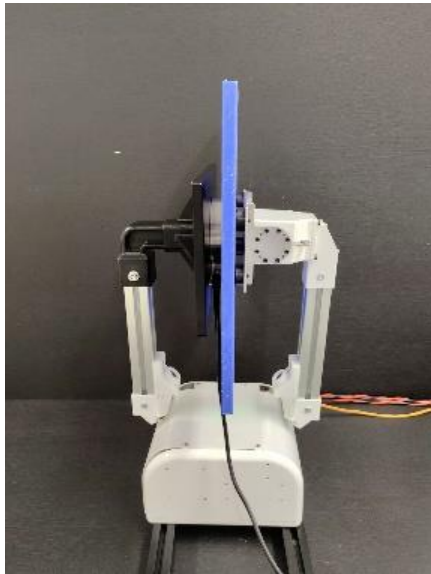
大項目	小項目	令和3年度下期目標	令和3年度下期の取組と成果	評価
目標①	模擬デブリ捕獲の実証	模擬デブリに接近、捕獲するデモミッションを達成する	<ul style="list-style-type: none"> 捕獲システムによる分離動作を実行し、所定の接近開始位置から、小型軽量衛星を模擬デブリに接近させ、1.5N以上の力で把持した。 上記により、本事業終了時点(令和4年度)の目標は達成済みとなった。 	○
目標②	実デブリへの接近技術の開発	2種類以上のセンサについて、環境試験を1回以上実施	<ul style="list-style-type: none"> センサに関しては、LiDAR(※)や、赤外光カメラの振動試験、熱真空試験を実施し、環境耐性を確認した。 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	実デブリを1.5N以上の力で把持する機能を机上で確認	<ul style="list-style-type: none"> 最終形態試作機の把持力を計測し、200N程度の把持力があることを確認した。 上記により、本事業終了時点(令和4年度)の目標は達成済みとなった。 	○

※「light detection and ranging」。レーザー光を照射し、物体に当たって跳ね返ってくるまでの時間を計測し、物体までの距離や方向を測定する。

目標③に関する主な成果：

捕獲システムの平板指先中央部に力覚センサを両面テープで固定し、最終形態試作機の把持力を計測した。

捕獲システムによる把持力計測の様子



令和3年度下期 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、デブリ除去技術に関する特許の出願、技術開発ロードマップの更新を実施した。
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件学会発表:3件プレスリリース:8件主なメディア掲載:7件

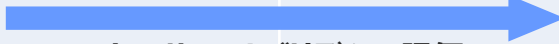



目標②に関する追加検討項目への対応

令和3年12月に実施されたJAXAとの技術審査会において、②「実デブリを対象とした接近技術の開発」および衛星システム開発に対して、追加検討項目が指摘された。

課題に対する対応策

- 開発計画・スケジュールを見直し、目標②における今年度及び来年度の中間目標及び達成時期を変更した。
- なお、事業全体の目標変更はなく、目標変更に伴う費用増は当社事業費で吸収するため補助金予算申請の変更もない。

令和4年度の実施計画

大項目	小項目	令和4年度計画				令和4年度目標	
		1Q	2Q	3Q	4Q		
目標①	模擬デブリ捕獲の実証	(令和3年度中に完了のため、実施予定なし)				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	 センサ・アルゴリズムの評価		 レビュー	 出荷	 打上げ	実デブリの1.5m以内に接近し、画像を取得できる
目標③	実デブリの捕獲技術の開発	(令和3年度中に完了のため、実施予定なし)				実デブリに接近し、1.5N以上の力で把持できる	

(1) 令和3年度下期目標の達成状況

- 目標②に関する追加検討項目への対応によって、一部変更された令和3年度下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

- 目標①の成果の今後への活用について
 - ・ 現在行っている目標①のミッションの成果(特に失敗した経験)を、次回の衛星の実証実験にフィードバックすることが期待される。
 - ・ 現在のミッションと次回の実証実験では捕獲方法は異なるものの、解析方法やノウハウ等は活用できると考えられる。今後行う目標①のPhase4-7の結果についても、目標②および目標③に活用すべき。
- 目標②のスケジュール遅延について
 - ・ 当初よりもスケジュールが半年遅れており、その遅れを今後吸収する必要があるが、急いで開発をする
と問題が発生する可能性が高くなるので、慎重に作業を進めるべき。