

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7回評価書  
【概要版】

令和5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。

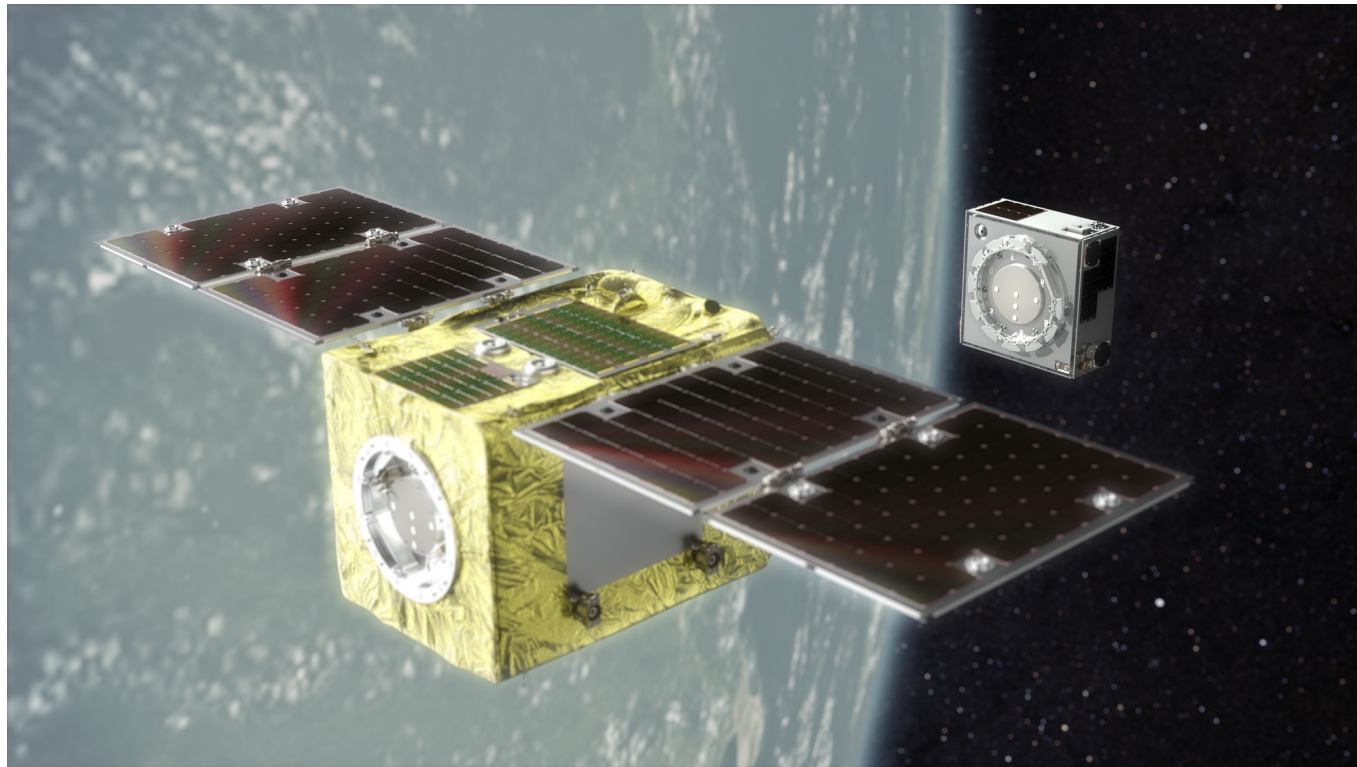
# 本事業の概要

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	加藤 英毅
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 $1\text{m/s}^2$ を生じさせる力の大きさに相当する。

# 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			レビュー 出荷 	打ち上げ※3 	実デブリの1.5m以内に接近し、画像を取得できる (※1)
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。

※3 打上げスケジュールは当初2022年度内を予定していたが、延期となり打ち上げは2023年度を予定。技術検証は完了済み。

# 令和4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4年度下期目標	令和4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	模擬デブリに接近し、1.5N以上の力で把持	<ul style="list-style-type: none"><li>令和3年度中に完了</li></ul>	○
目標②	実デブリへの接近技術の開発	実デブリの1.5m以内に接近して画像を取得するための軌道上での初期設定を完了	<ul style="list-style-type: none"><li>センサ及びアルゴリズムの試験を完了</li><li>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(※1)</li></ul>	○
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を結合して、実デブリを1.5N以上の力で把持する地上試験を完了	<ul style="list-style-type: none"><li>令和3年度中に完了</li></ul>	○

※1 打上げスケジュールは当初2022年度内を予定していたが、延期となり打上げは2023年度中を予定。技術検証は完了済み。

# 令和4年度下期 取組状況と成果①

目標②に関する主な成果:

電気結合試験の一部と熱真空試験を実施した。今後は、衛星システムとしての打ち上げ前の品質を検証していく

## JAXA熱真空試験設備を活用した衛星システム全体の試験風景





# 令和4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"><li>特許のサーチを実施し、技術開発ロードマップを更新(技術開発集中領域の特定、海外子会社との協力関係の整理)</li></ul>
マーケティング・ 販路開拓	<ul style="list-style-type: none"><li>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。</li></ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"><li>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"><li>論文、学会発表:8件</li><li>プレスリリース:4件</li><li>主なメディア掲載:7件</li></ul></li></ul>

# 今後に向けた課題と対応策

## 課題① 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①に対する対応策

COVID-19の最新状況を鑑み、令和4年度の展示会等への参加やブース出展などの移動を伴う広報活動の実施は、一部緩和の傾向も見られたため、感染対策をしながらイベント等の出席・参加に柔軟に対応した。

## 課題② 衛星打ち上げの遅延

令和4年度内で衛星を打ち上げ、衛星に搭載される接近技術(②「実デブリを対象とした接近技術の開発」)の軌道上確認を実施予定であったが、打ち上げが令和5年度夏頃に遅延となった。

## 課題②に対する対応策

3/30のプレスリリース時点で、令和5年度中に衛星は打ち上げ予定である。  
技術開発・検証は令和4年度上期に完了済。

# 令和4年度下期 事業評価

## (1) 令和4年度目標の達成状況

- 令和4年度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) 特に評価できる点や本事業の強み・アピールポイント

- 宇宙空間での実証実験の実施
  - ・ 目標①小型軽量衛星の打上げと模擬デブリによる実証では、実際に衛星を打ち上げて、模擬デブリに接近し、1.5N以上の力で把持することが出来た。
- 宇宙デブリに関する世論の喚起
  - ・ 当社の実証実験が世間に発表されることで、宇宙デブリ除去の重要性が社会的に広く認識されることになり、今後の当社のビジネス、また宇宙デブリビジネスの裾野を広げることが出来た。

## (3) 今後の事業にあたって留意すべき事項

- 共同事業に対する対応
  - ・ 令和3年12月に実施されたJAXAとの技術審査会において、衛星システム全体としての接近ミッションにおける安全に関する検討事項に一部の漏れを指摘され、開発計画・スケジュールが見直しされたため、共同で事業を行う団体と綿密なすり合わせが必要である。
- 衛星打ち上げのタイミングという不確実性への対応
  - ・ 令和2年10月27日付で、新型コロナウイルス感染症の影響により主衛星の製造・試験に遅れが生じ、衛星の打ち上げ時期が変更されたため2022年度内の打ち上げを予定していたが、さらに打ち上げ予定時期が2023年度に変更された経緯を踏まえ、外部影響による打ち上げ時期変更の事態に際しても柔軟に対応できる体制を構築することが望ましい。

# 本事業終了後の事業化に向けた展望

## (1) 本事業によって得られた成果

- 模擬デブリによる接近捕獲技術の獲得や実デブリを対象とした接近技術や捕獲技術の獲得など将来につながる技術開発になった。
- 技術開発のみならず、スペースデブリ問題の認知度向上に繋がった点でも意義があった。

## (2) 本事業の成果を活用した今後の展望

- 新しい衛星がどんどん打ち上がるため、スペースデブリの除去サービスに加えて、燃料が不足して動かなくなった衛星を牽引して軌道維持などをサポートするサービス「Life Extension (LEX)」と、故障した衛星などの物体に接近して点検するサービス「In-Situ Space Situational Awareness (ISSA)」が提供予定のサービスのラインナップに加わった。さらに今後は中長期的に以下の3点の技術に磨きをかけていく予定である。
  - 1) 様々なサイズ・形の対象に対する接近技術
  - 2) 様々なサイズ・形の対象に対する捕獲技術
  - 3) より高度な軌道上サービス提供技術(軌道上での給油や機器交換を視野に)