

令和3年度宇宙産業プログラムに関する事業評価検討会(第1回)
資料7-2

**「宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業(軌道上実証事業)」プロジェクト評価用資料
(中間評価)**

2022年1月14日

経済産業省製造産業局宇宙産業室

一般社団法人環境共創イニシアチブ

A-1 産業技術実用化開発事業費補助金（宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業）（軌道上実証事業）

上位施策名	①「未来投資戦略2018」（平成30年6月15日閣議決定） ②「宇宙基本計画」（令和2年6月30日閣議決定） ③「成長戦略2019」（令和元年6月21日閣議決定）						
担当課室	経済産業省製造産業局宇宙産業室						
目的	<p>自動車用部品など、我が国が有する他分野の優れた技術等を活用し、低価格・高性能な宇宙用部品・コンポーネント等を開発し、人工衛星やロケット等の低コスト化を実現する。また、平成29年度に開催した「コンステレーションビジネス時代の到来を見据えた小型衛星・小型ロケットの技術戦略に関する研究会」の議論等に基づき、我が国として注力すべき宇宙用部品・コンポーネント等の開発を支援し、我が国の宇宙活動の自立性の確保及び宇宙機器産業の発展を実現する。</p> <p>本事業では、民生分野の技術を活用した部品・コンポーネントの事業化の際に求められる、宇宙空間での信頼性確認のため、軌道上実証への支援を行う。</p>						
類型	複数課題プログラム / 研究開発課題（プロジェクト） / 研究資金制度						
実施時期	2019年度～2023年度（5年間）	会計区分	一般会計 / エネルギー対策会計				
評価時期	事前評価：2019年度、中間評価：2021年度、終了時評価：2024年度						
実施形態	国 → 一般社団法人環境共創イニシアチブ（以下、SII）（補助1/2（中小企業等 2/3））						
プロジェクトリーダー	SII 事業推進部長 井上修平						
執行額（百万円）	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	総執行額	総予算額
	-	-	-	39	185	224	257

※2020年度は2019年度からの繰り越し分も含む（原田精機）

1. 国内外の類似・競合する研究開発等の状況

国外では、NASAによるVenture Class Launch ServiceやESAにおいても同種プログラムが存在するが、国内においては中小・ベンチャー企業等が小型衛星・小型ロケットの販路拡大に必要な軌道上実証機会を得にくいことを踏まえ、その機会拡充に取り組む趣旨に基づいて2018年度より本事業を実施している。

国内では、打上げ方法を自社で選定できる打上げ機会の提供支援策は他に類をみないと考えられる。

2. 研究開発の内容

(1) 研究開発の全体構成

当該事業における開発内容は以下の通り。

研究開発項目		実施者
①TRICOM 衛星による超小型推進系・通信装置及び軌道上高度情報処理技術の実証 【アークエッジ・スペース】 2019年度採択	(a) 超小型推進器の実証	株式会社アークエッジ・スペース 株式会社Pale Blue 東京大学
	(b) オンボードディープレーニングボードの実証	株式会社アークエッジ・スペース
	(c) 超小型ハイパースペクトルカメラの実証	株式会社アークエッジ・スペース 福井大学
	(d) Store and Forward LoRA 特定小電力通信の実証	株式会社アークエッジ・スペース
	(e) 超小型衛星運用におけるブロックチェーン技術利活用の実証	株式会社アークエッジ・スペース
② EDT (Electro Dynamic Tether) を用いた軌道離脱装置の開発・実証 【ALE】 2019年度採択	(a) EDT (導電性テザー) を用いた軌道離脱装置の開発・実証	株式会社ALE 宇宙航空研究開発機構 東北大学 神奈川工科大学
③超小型衛星の実用化・高度化のための光学系・通信系の実証事業 【HAK コンソーシアム (原田精機 (幹事)、アドニクス)】 2019年度採択	(a) 5m級分解能光学系の実証	原田精機株式会社 九州工業大学 株式会社リコー
	(b) C-band 高速通信システムの実証	株式会社アドニクス

<p>④視覚で楽しむ衛星実証プロジェクト 【ASTROFLASH】 2020年度採択（※2020年度末で辞退）</p>	<p>(a) 衛星搭載高出力光源装置の実証</p>	<p>株式会社 ASTROFLASH</p>
<p>⑤超小型宇宙利用プラットフォーム確立へ向けた実証事業 【スペースワン（幹事）、Space Cubics】 2020年度採択</p>	<p>(a) 複数衛星搭載構造によるクラスター打上げ技術実証</p>	<p>スペースワン株式会社 有限会社オービタルエンジニアリング 株式会社ウェルリサーチ</p>
	<p>(b) 非火工品小型衛星分離機構の実証</p>	<p>スペースワン株式会社 川崎重工業株式会社</p>
	<p>(c) 3Uキューブサット放出機構の実証</p>	<p>スペースワン株式会社 有限会社オービタルエンジニアリング</p>
	<p>(d) ロケット打上げフライトデザイン自動化・最適化技術の実証</p>	<p>スペースワン株式会社 株式会社電通国際情報サービス 株式会社 VSN</p>
	<p>(e) 生産効率化技術の活用による即応化実証</p>	<p>スペースワン株式会社 株式会社電通国際情報サービス</p>
	<p>(f) 高信頼性・高機能かつ安価な標準キューブサットの実証</p>	<p>合同会社 Space Cubics</p>
	<p>(g) 自動不具合復旧機能を有した民生 SRAM ベース FPGA コンピュータの実証</p>	<p>合同会社 Space Cubics</p>
<p>⑥車載・5G通信を担うコンポーネンツで構成された大量生産向け超小型人工衛星実証事業 【パナソニック】 2020年度採択</p>	<p>(a) 回路基板、電子部品、サーマルマネジメント部材、バッテリー等電子機器コンポーネンツの実証</p>	<p>パナソニック株式会社</p>

(2) 各研究開発項目の実施内容

① TRICOM 衛星による超小型推進系・通信装置及び軌道上高度情報処理技術の実証

実施内容：

3U キューブサットのメガ・コンステレーションに向けた衛星バスの実証及び、同 3U 衛星に搭載可能な超小型推進装置、LoRA 特定小電力通信、ハイパースペクトラルカメラ、高度情報処理技術可能なコンポーネントのグローバル市場への展開及び、ブロックチェーン、ディープラーニング技術のサービス展開を目的として、OPTIMAL-1 衛星により、軌道上実証を実施する。

② EDT (Electro Dynamic Tether) を用いた軌道離脱装置の開発・実証

実施内容：

近年持続可能な宇宙利用に向けた世界的な問題となる宇宙デブリに対する解決策として、EDT (Electro Dynamic Tether、導電性テザー。以下、EDT) を用いた装置の開発を JAXA と共同で実施、実証・事業化を目指す。一度デブリとなってしまった人工衛星・宇宙機を回収する・軌道離脱させるためには極めて高度な技術が必要となるが、EDT は新たなデブリ発生を未然に防ぐ燃料不要の高効率な装置として、JAXA でも長きにわたり研究がされるなど、デブリ問題の根本的な解決策となることが期待されている。

③ 超小型衛星の実用化・高度化のための光学系・通信系の実証事業

実施内容：

今後、地球観測等の実用的ミッションや大容量データダウンリンクを必要とする研究・技術実験衛星にキューブサットが多用されることが予想される。

市販のレンズとカメラを 10cmx10cmx30cm の体積に納めて 5m 級の分解能をもたせた光学系と、大容量のデータ通信のための C-band を用いた 20Mbps 級通信機の軌道上実証を行う。

光学系は、国内外の宇宙産業市場への小型望遠鏡カメラの投入を目途に 6U キューブサットを用いて実証・実用に供する程度の解像度の地球観測ミッションを行いたい新興国やエンターテイメント用途などでの画像利用を考える衛星事業者等をターゲットとして搭載を働きかける。

通信機は大量のデータダウンリンク (C-band) を要とする衛星インテグレータをターゲットとする。

④ 視覚で楽しむ衛星実証プロジェクト (※2020 年度末で辞退)

実施内容：

宇宙から照射し地上観測者によって最大-2 等級相当の明るさで見えるほど高出力であり、かつ真空や放射線などの宇宙環境への耐性をもったレーザ光源装置が軌道上で設計性能を発揮することを実証する。

超小型衛星・CubeSat への搭載を想定しているので、システムでの成立性実証のためバス部に関して付随する電源制御・高精度姿勢制御・熱制御・コマンド通信による光源の制御についても実証対象となる。

⑤ 超小型宇宙利用プラットフォーム確立へ向けた実証事業

実施内容：

(a) 複数衛星搭載構造によるクラスター打上げ技術実証

限られた打上げ能力・フェアリング内の包絡域において、最大限効率的に超小型衛星やキューブサット衛星を混載できるような軽量の複数衛星搭載構造をスペースワンの超小型ロケットを改修し、実装する。そのうえで、軌道上で混載したキューブサット等を適切に分離できるかを実証する。

(b) 非火工品 小型衛星分離部

世界的な小型衛星の需要拡大が続くなか、小型衛星用の分離部としてデファクトスタンダードとなっている欧米製の衛星分離部は 価格、輸出入管理 (ITAR)、および火工品取扱い等の課題が顕在化している。その課題解決として、機能・性能・価格のいずれも 既製品に対し互角以上の競争力を有する非火工品方式の小型衛星用分離部の開発を進めている。衛星の需要拡大を考慮すると、十分な事業化が見込めると判断しており、その衛星分離部の飛行実証を本事業にて行う。

(c) 3U キューブサット放出機構

ISS におけるキューブサット放出機 (J-SSOD) 開発において蓄積された設計ノウハウを改修し、ITAR フリー品で構成された低価格で最軽量の放出機を製造・試験して 小型ロケットに搭載・打上げを行い、3U キューブサットの放出が設計通りに作動したかを確認する。

(d) ロケット打上げフライトデザインの自動化・最適化技術

自動化・最適化したツール・プロセスについて、実際の打上げに係るフライトデザインに使用し、既存の解析結果や実際のフライトデータとの比較を行うことで、フライトデザインの期間短縮効果、打上げ能力の引き出し、フライトデザインの形式知化等が可能か確認を行う。

(e) 産効率化技術の活用による即応化実証

運用効率化システムの実装及び効果の検証 (ロケット生産・打上げ作業等に係る期間、及び人工の縮減)、これを踏まえた実運用の実現妥当性の確認

(f) 高信頼性・高機能 かつ安価な標準キューブサットキット

C&DH 系: 実証機器「SRAM ベース FPGA を用いた宇宙用コンピュータ」にて実証
姿勢制御系: 他メーカーで開発中の新型 IMU/リアクションホイールを調達し実証

構造系:従来よりも安価な構体を新規設計・開発し実証

(g) 自動不具合復旧機能を有した民生 SRAM ベース FPGA コンピュータ

民生/産業用途 SRAM ベース FPGA を用いた宇宙用コンピュータの軌道上長期運用データ取得

宇宙用コンピュータの軌道上コンフィギュレーション変更

FPGA ロジックによる大容量データ処理デモ

⑥ 車載・5G 通信を担うコンポーネンツで構成された大量生産向け超小型人工衛星実証事業

実施内容:

主としてパナソニックが民生機器や車載機器で活用の進む部材、コンポーネントを搭載した超小型人工衛星を打ち上げ、宇宙空間での信頼性の確認と機器動作の実証実験を行う。

衛星バス部の基本性能向上を実現する技術実証を行う。大量生産を見据えた民生機器で培った開発プロセスを適用し、開発の短リードタイム化、信頼性検証を実施。

3. 研究開発の実施・マネジメント体制等

(1) 研究開発計画

2019年度から本補助事業を開始。採択プロジェクトとしては2019年度3件、2020年度3件となっている。

本事業我では国の中小・ベンチャー企業等の民生分野の優れた技術を活用した低価格・高性能な宇宙用部品・コンポーネントが、国内外の小型衛星市場に参入し、国内の宇宙機器産業の持続的な発展を促すため、宇宙用部品・コンポーネントの軌道上での実証事業の支援を行うもの。

そのため、2019年度採択案件は2021年度の実証、2020年度採択案件は2023年度の実証、その後のビジネスベースでの販売を目指し開発・実証を実施している。

それぞれのプロジェクトにおける開発スケジュールは以下の通り。

<開発スケジュール>

開発スケジュール		2019	2020	2021	2022	2023
①アークエッジ・スペース TRICOM衛星による超小型推進系・通信装置及び軌道上高度情報処理技術の実証	詳細設計	EM改良・試験				
	維持設計		FM製造	FM試験		
	打上・運用			FM試験・打上		
②ALE EDT (Electro Dynamic Teather) を用いた軌道離脱装置の開発・実証	詳細設計・開発	EM設計・開発	FM詳細設計・開発			
	試験			FM各種試験		
	移送・打上			FM移送・実証		
③原田精機 (幹事) アドニクス 超小型衛星の実用化・高度化のための光学系・通信系の実証事業	概念・詳細設計	EM設計	FM仕様検討			
	組立・統合	EM開発	試験	FM開発	試験	
	試験・打上・運用・データ分析				FM実証	
④ASTROFLASH 視覚で楽しむ衛星実証プロジェクト	概念検討		BBM設計・試験			
	衛星詳細設計				EM開発・試験	FM開発・試験
	打上・運用					打上・運用
⑤スペースワン (幹事) Space Cubics 超小型宇宙利用プラットフォーム確立へ向けた実証事業	調達・改修設計	ロケット側 キューブサット側	I/F調整・試験			
	製作・試験		ロケット側 キューブサット側	宇宙用コンピュータに関する調達・改修設計	機体製造・試験	FM製作・試験
	衛星組立・打上		ロケット側 キューブサット側	打上事前協議	FM仮組・最終製作・試験	打上・実運用 運用
	衛星組立・統合・試験					FM試験
⑥パナソニック 車載・5G通信を担うコンポーネントで構成された大量生産向け超小型人工衛星実証事業	衛星概念設計		BBM設計			
	試験・打上・運用			EM組立・試験	FM組立・試験	FM試験
						打上・運用

(2) 資金配分

<資金配分推移表 (単位：百万円)>

	2019	2020
①TRICOM 衛星による超小型推進系・通信装置及び軌道上高度情報処理技術の実証	9	13
②EDT (Electro Dynamic Tether) を用いた軌道離脱装置の開発・実証	16	20
③ 超小型衛星の実用化・高度化のための光学系・通信系の実証事業	23 (原田精機:14 アドニクス:9)	23 (原田精機:10 アドニクス:13)
④視覚で楽しむ衛星実証プロジェクト (※2020 年度末で辞退)	-	2
⑤超小型宇宙利用プラットフォーム確立へ向けた実証事業	-	80
⑥車載・5G 通信を担うコンポーネンツで構成された大量生産向け超小型人工衛星実証事業	-	33

※全て補助。

中間・終了時評価、ステージゲート評価等の時期

開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期
2019年度	2023年度	2021年度	2024年度

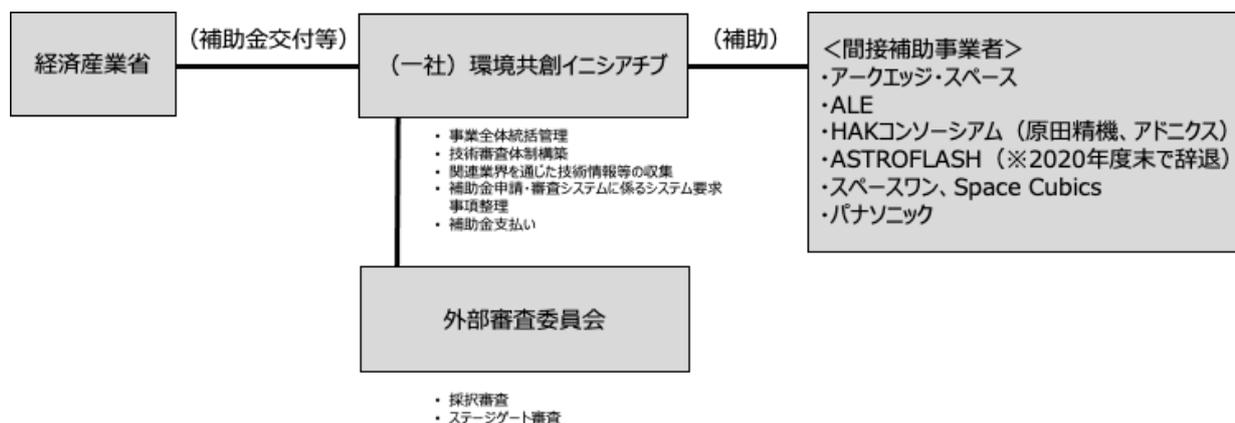
※ステージゲート審査は毎年度末に外部審査委員会にて実施 (2020 年度採択事業から実施)。

(3) 研究開発の実施・マネジメント体制

事業の体制を以下に示す。

本事業は、SII が経済産業省から補助金交付を受け、SII において公募、外部審査委員会での審査、採択決定を行う形で実施している。

ステージゲート審査については、外部審査委員に当該年度の各事業者の開発進捗状況、次年度以降の開発計画等を報告の上、事業を進める上での留意点等のコメントをもらい、次年度の事業計画に反映させた上で開発を進めている。



(4) 知財や研究開発データの取扱い

現在実証を行っている段階であり知財戦略、データの取扱いについて一般的な研究開発事業同様の記載とすることは難しいが、開発過程において知的財産を獲得する場合には出願等行うことが考えられ、2021年度においては3件出願予定としている。

4. 事業アウトプット

(1) 研究開発目標

研究開発項目	中間目標 (2019 年)	最終目標 (2023 年)	設定 (変更) 理由
宇宙実証に向けた開発件数	当初の開発 (採択) 見込み件数 3 件に対し、3 件の開発を実施。	当初の開発 (採択) 見込み件数 5 件 (累計) に対し、5 件の開発を実施予定。	宇宙実証に向けた開発件数を確保するため。

(2) 研究開発の成果

研究開発項目	最終目標 (2023 年度)	成果・意義	達成状況	未達の原因分析/ 今後の見通し
宇宙実証件数	宇宙実証を行い、設定した KPI を達成する。	目標とする性能を、宇宙実証することで、国内外での販売につながる。	—	達成できる見込み。

(3) 活動指標

年度	論文数	国内特許出願	国外特許出願	PCT 出願
—	—	1 (ASTROFLASH:P6962626)	—	—

国際標準への寄与
—

プロトタイプの実験
—

5. 事業アウトカム

(1) 事業アウトカムの内容

本事業は、自動車用部品など、我が国が有する他分野の優れた技術等を活用し、低価格・高性能な宇宙用部品・コンポーネント等を開発することで人工衛星やロケット等の低コスト化を実現を目指すもの。

そのため、民生分野の技術を活用した部品・コンポーネントの事業化の際に求められる宇宙空間での信頼性確認のため、軌道上実証への支援を行うものであり、当該部品・コンポーネントが実用化されることで宇宙機器産業の発展を目的としている。

(2) 事業アウトカム目標

アウトカム目標		目標の設定理由	目標達成の見込み
2021年	令和3年度までに民生品や他分野の部品・技術を活用した機器を累積5件実用化する	本補助金は、宇宙実証に対して補助を行い、実用化を目指すものであるため。	新型コロナウイルスの感染拡大による半導体不足等の影響で、目標達成については不透明な状況。

各事業の実用化目標は以下の通り。

	実用化目標
①TRICOM衛星による超小型推進系・通信装置及び軌道上高度情報処理技術の実証	2021年度5件実用化を目指す。
②EDT (Electro Dynamic Tether) を用いた軌道離脱装置の開発・実証	2021年度1件実用化を目指す。
③超小型衛星の実用化・高度化のための光学系・通信系の実証事業	2021年度2件実用化を目指す。
④視覚で楽しむ衛星実証プロジェクト(※2020年度末で辞退)	2023年度1件実用化を目指す。
⑤超小型宇宙利用プラットフォーム確立へ向けた実証事業	2023年度7件実用化を目指す。
⑥車載・5G通信を担うコンポーネンツで構成された大量生産向け超小型人工衛星実証事業	2023年度1件実用化を目指す。

6. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

開発スケジュール		アウトカム					
		2019	2020	2021	2022	2023	
①アークエッジ・スペース TRICOM衛星による超小型推進系・通信装置及び軌道上高度情報処理技術の実証	詳細設計	EM改良	試験		新興国等への販売	コンステレーションへの展開	
	維持設計		FM製造	FM試験		量産体制の構築	
	打上・運用			FM試験・打上			
②ALE EDT (Electro Dynamic Teather) を用いた軌道離脱装置の開発・実証	詳細設計・開発	EM設計・開発	FM詳細設計・開発		小型衛星事業者への販売	デブリ抑制ルール化、量産体制の構築	
	試験			FM各種試験			
	移送・打上			FM移送・実証			
③原田精機 (幹事) アドニクス 超小型衛星の実用化・高度化のための光学系・通信系の実証事業	概念・詳細設計	EM設計	FM仕様検討		教育機関・新興国等への販売	(光学系) 民間事業者への販売	
	組立・統合	EM開発	試験	FM開発		試験	(通信系) Xバンド対応型の展開
	試験・打上・運用・データ分析					FM実証	
④ASTROFLASH 視覚で楽しむ衛星実証プロジェクト	概念検討		BBM設計・試験				
	衛星詳細設計				EM開発・試験	FM開発・試験	
	打上・運用				技術開発 (衛星設計開発・特許取得・顧客開拓)	打上・運用 実証 (運用データの取得・蓄積)	
⑤スペースワン (幹事) Space Cubics 超小型宇宙利用プラットフォーム確立へ向けた実証事業	調達・改修設計	ロケット側 キューブサット側	I/F調整・試験 宇宙用コンピュータに関する調達・改修設計			宇宙輸送サービスに実装、打上げ事業への販売	
	製作・試験		ロケット側 キューブサット側	機体製造・試験 FM製作・試験 FM仮組	最終製作・試験	宇宙用コンピュータおよびキューブサット運用の実証市場への展開のためのデータ採取	
	衛星組立・打上		ロケット側 キューブサット側	打上事前協議		打上・実運用 運用	
⑥パナソニック 車載・5G通信を担うコンポーネンツで構成された大量生産向け超小型人工衛星実証事業	衛星概念設計		BBM設計				
	衛星組立・統合・試験			EM組立・試験	FM組立・試験	FM試験	
	試験・打上・運用					打上・運用 既存取引先・ベンチャー等への販売、量産体制の構築	

7. 費用対効果

2019～2020 年度で総額 224 百万円の国費を投入しており、今後 2023 年度まで事業を継続予定。

これまで採択予定件数を越える応募の中から、宇宙機器産業の発展等への貢献が期待される民生技術等を活用した開発・実証を採択しており、必要な国費の投入によって、実証に向けた着実な開発を進めている。

主に 2021～2023 年度の実証によってミッション機器、小型衛星バス、小型ロケットが実用化を実現し、実証されたコンポーネントを活用する小型衛星事業者や小型衛星バスを複数活用したコンステレーションビジネスの構築者、小型ロケットを活用した宇宙輸送サービスの利用者等への販路拡大、ひいては、我が国の宇宙活動の自立性の確保及び宇宙機器産業の発展の実現に貢献できると考えている。

実証機会への補助という形で、民間事業者の自己投資も含め、実証に向けた着実な開発を促進しており、また、これまで実績のある海外事業者の製品を活用するしか手段がなかった分野においても国内事業者との取引が可能となることで、国内でのさらなる宇宙産業の発展が期待できることから、費用対効果は高いと考えている。