

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）の概要 （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

目次

1. 事業の概要
2. 国内外の類似・競合する研究開発等の状況
- 3 – 1. 研究開発の全体構成
- 3 – 2. 各研究開発項目の内容
- 4 – 1. 研究開発計画（研究開発マネジメント）
- 4 – 2. 資金配分（研究開発マネジメント）
- 4 – 3. 実施・マネジメント体制（研究開発マネジメント）
- 4 – 4. 知財や研究開発データの取扱い（研究開発マネジメント）
- 5 – 1. 研究開発目標（事業アウトプット）
- 5 – 2. 研究開発の成果（事業アウトプット）
- 5 – 3. 論文発表、特許出願等（事業アウトプット）
6. 事業アウトカム
7. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ
8. 費用対効果

<p>事業の目的</p>	<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>						
<p>類型</p>	<p>複数課題プログラム / 研究開発課題（プロジェクト） / 研究開発資金制度</p>						
<p>実施期間</p>	<p>2019年度～2023年度（5年間）</p>	<p>会計区分</p>	<p>一般会計 / エネルギー対策特別会計</p>				
<p>評価時期</p>	<p>事前評価：2019年度、中間評価：2021年度、終了時評価：2024年度</p>						
<p>実施形態</p>	<p>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））</p>						
<p>プロジェクトリーダー</p>	<p>SII 事業推進部長 井上修平</p>						
<p>執行額（百万円）</p>	<p>2016FY</p>	<p>2017FY</p>	<p>2018FY</p>	<p>2019FY</p>	<p>2020FY</p>	<p>総執行額</p>	<p>総予算額</p>
	<p>－</p>	<p>－</p>	<p>－</p>	<p>39</p>	<p>185</p>	<p>224</p>	<p>257</p>

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。

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ラ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
②EDT (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) 5 m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

研究開発項目	実施者
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）	(a) 衛星搭載高出力光源装置の実証 株式会社ASTROFLASH
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	(a) 複数衛星搭載構造によるクラスター打上げ技術実証 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
	(b) 非火工品小型衛星分離機構の実証 スペースワン株式会社 川崎重工業株式会社
	(c) 3Uキューブサット放出機構の実証 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
	(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 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
	(e) 生産効率化技術の活用による即応化実証 スペースワン株式会社 株式会社電通国際情報サービス
	(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 合同会社Space Cubics
	(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 合同会社Space Cubics

研究開発項目		実施者
④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	(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	パナソニック株式会社

研究開発項目 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

【実施者 アークエッジ・スペース】

- 1.事業の概要： 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.事業の目的： TRICOM-1Rで2018年に軌道上実証した衛星を3U汎用バスにさらに高めるための微改良とその実証を行うとともに、超小型推進器、S&F高感度受信機、超小型ハイパースペクトルカメラ、オンボードコンピューティングの機器・機能、ブロックチェーン技術の活用の軌道上実証を行う。

実証対象機器① 超小型推進器	実証概要	超小型衛星利用の発展において核となる超小型推進系技術の宇宙実証を行う。
	実証内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ タンク、及びブラダの宇宙空間での推進剤貯蔵性能の評価 ・ 常温蒸発を用いた推進剤供給機構の機能評価 ・ ヒーターやペルチェ素子等を用いた推進系の温度制御 ・ 制御基板及びソフトウェアの冗長機能評価
	実証目的 /KPI・ KGI	<p>【実証目的】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 超小型推進剤タンクの適用可能性評価 ・ 真空かつ無重量環境下における推進剤の物理的挙動の解明 ・ 超小型推進系用熱制御手法の確立 ・ 超小型推進系の安全要求設計手法の確立 <p>【KPI】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.振動・熱負荷をかけても十分な貯蔵性／供給性／熱特性を有すること 2.国際宇宙ステーション持込みに必要な安全要求を満たすこと <p>【KGI】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.超小型推進系に必要な要素技術が、宇宙利用を想定した場合に適用可能であることを明らかにする。

研究開発項目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

実証対象機器② オンボード ディープラーニング	実証概要	CubeSatに搭載可能なオンボードディープラーニングボードを搭載し、技術実証を行う。
	実証内容	<ul style="list-style-type: none"> 本装置の軌道上実証 メモリにあらかじめ保存したソフトを用いて本ボードによって処理を行う。 CubeSatで取得した画像、衛星状態の情報を用いた自動処理の実証を行う。
	実証目的 /KPI・ KGI	<p>【実証目的】 ディープラーニング機能の人工衛星への搭載は、各国・各企業が実証を競っているものである。軌道上で自動的に状況判断や、興味ある対象を特定することで、軌道上から地上にダウンリンクするデータ量を最小化できるとともに、地上での物体特定に必要な画像処理・判読時間を省略でき、得られた情報から短期間のうちに意思決定することが可能となる。特に高性能な民間技術が宇宙用途に適用可能かどうかを判断するため、民生のディープラーニングボードをCubeSatに搭載し、軌道上実証する。</p> <p>【KPI】 1.オンボードディープラーニング装置が正常に動作すること 2.画像から対象物の同定乃至は、コマンド処理等の判断が2回以上可能であること</p> <p>【KGI】 1.実用に足るオンボードディープラーニング機能がCubeSatで実現できることを実証する。</p>
実証対象機器③ 超小型ハイパースペクトルカメラ	実証概要	<ul style="list-style-type: none"> CubeSatに搭載可能なおよそ3cm角サイズの超小型サイズのハイパースペクトルカメラを搭載し、技術実証を行う。 本超小型ハイパースペクトルカメラは分光部をフィルター1枚で実現していることを特徴とする。
	実証内容	<ul style="list-style-type: none"> 本装置によるハイパースペクトル画像取得原理の実証 取得波長数の評価 取得画像位置ずれの評価
	実証目的 /KPI・ KGI	<p>【実証目的】 ハイパースペクトルカメラは、2次元空間情報と1次元空間情報を取得する分光イメージング装置であり、一般には分光器が大型になるため、CubeSatへの搭載は困難であった。本装置が提案する原理を用いることによりCubeSatへハイパースペクトルカメラを搭載できることを実証する。</p> <p>【KPI】 1.10バンド以上のハイパースペクトル画像の取得を行うこと 2.オンボードでのハイパースペクトル画像生成が行えること</p> <p>【KGI】 1.実用に足るハイパースペクトル画像をCubeSatで取得できることを実証する。</p>

研究開発項目 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

実証対象機器④ Store and Forward LoRA特定小電力通信	実証概要	<ul style="list-style-type: none"> インターネットの無い地域や海、人が立ち入れない場所等において、様々なセンサ情報（水位・水温等）を取得し、軌道上の衛星へセンサ情報を無線で転送する。 使用する無線機は、920MHz帯の免許の不要な※1低消費電力で無線出力250mWから20mWまでの物を用いる。 衛星は信号の受信を行い、送られたセンサ情報は、衛星の地上局へデータを転送し、地上にて解析・ユーザへデータ配信サービスの実証を行う。 さらに、地上から特別なコマンドによる衛星のコントロール動作確認実証試験も計画している。
	実証内容	<p>地上に設置されているセンサの情報を、特定小電力無線局から衛星に向かって電波を送信し、衛星では信号を受信・復調を行う。地上センサは、衛星位置が分からない状態とし、ある時間間隔で各種センサ（水位・水温・位置情報等）データの送信を行う。衛星では、Store and Forward Cube v2の電源を入れる事で常時受信待機モードに入る。受信待機中に地上送信機からの微弱電波を受信した場合、受信データの解析を行い、受信したデータを衛星内に蓄積し、衛星が管制局上空に来た時に、蓄積したデータを衛星から地上へ転送する。また、本受信機はデータの送信も可能となっている。しかし、免許の問題があり、現在総務省と調整を行っている。将来的には地上送信機の送信タイミング等を送信することで、地上センサの低消費電力化につなげる計画である。地上では、得られたデータを解析するとともに、地上センサの持ち主へと受信データの提供サービスの実証を行う。さらに、本実証器に対して、地上から特別なコマンドを送ることで、衛星が緊急事態になった時の機器の再起動機能を持たせることや、衛星のデオービット機構などの作動条件の一つとして用いることができると考えられるため、本実証ではソフトウェアレベルで検証を計画している。</p>
	実証目的 /KPI・KGI	<p>【実証目的】 インターネットや携帯電話網が無い地域で、センサ情報の取得実証実験を行う。本実証機器は、受信機が搭載されている衛星の数を増やす事によって、地上からの微弱信号を受信する回数を増やし、データ取得の回数を増やし、ユーザへのデータ提供頻度を向上させることを目的としている。</p> <p>【KPI】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.本実証機器の電源を軌道上で入れることができ、地上からの特定小電力無線局からの信号を受信することができる事 2.ユーザへのデータ提供サービスの実証ができる事 3.地上からの特別コマンドによるソフトウェアレベルでの検証ができる事 <p>【KGI】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.軌道上での電源投入可能 2.地上からの特定小電力無線局から、1パケット以上軌道上で受信できること 3.100パケット以上の信号が軌道上で受信できること 4.ユーザへのデータ提供サービス実証ができること 5.特別コマンドによる衛星内ソフトの実証ができること

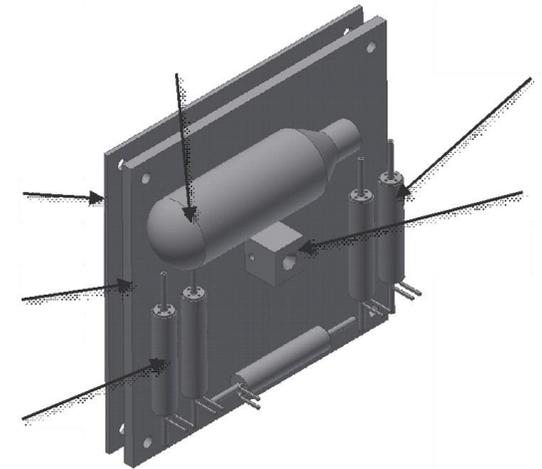
研究開発項目 1 TRICOM衛星による超小型推進系・通信装置及び軌道上高度情報処理技術の実証

実証対象機器⑤ 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	実証概要	<ul style="list-style-type: none"> • CubeSatに搭載可能な計算処理装置を活用し、技術実証を行う。 • ブロックチェーン技術を活用し、衛星装置やアプリケーションの起動を制御することにより、撮像要求やデータ通信や衛星運用のコマンド処理等の管理、さらにサービスの実現を実現する。 • 本実証では基本的に地上局側での計算処理を中心としつつも、衛星側における装置の制御と連携させることで、衛星から地上局まで一体となったブロックチェーン技術の利用の実証を行う。 • アークエッジ・スペースでは、既に、地上の超小型機器の起動・シャットダウン、アプリケーションのコマンド実行をブロックチェーン技術によって管理する組み込み電源装置などのプロトタイプ制作、実証に成功しており、これらの技術を衛星と地上局とで実証する。
	実証内容	<ul style="list-style-type: none"> • 他実証や衛星に置いて活用する計算処理装置を活用し、ブロックチェーンと連動したソフトウェアの実証 • ブロックチェーンによって制御・管理可能なアプリケーション、ソフトウェアの実証
	実証目的 /KPI・ KGI	<p>【実証目的】 衛星の運用および衛星におけるデバイスの活用に関して、データの管理、特に改ざんやスプーフィング等のリスクが現実のものとなりつつある。そこでブロックチェーン技術を活用することにより、データの改ざんが不可能となり、さらにはデータの証明が可能となる。また、アプリケーションの利用状況や実行において小規模単位からのサービス利用料の設定などに、独自のブロックチェーン技術を活用することで新たなサービスの展開が可能となる。また、放射線環境下における機器の誤動作を防ぐためのフォールトトレランスなどにもブロックチェーン技術の応用が期待されている。そのため、これらへの対応に向けた検討のため、本事業においてブロックチェーン技術を活用した衛星アプリの制御について実証を行う。</p> <p>【KPI】 ブロックチェーン技術を活用したソフトウェアおよびデバイスの制御を一つでも行うこと。</p> <p>【KGI】 地上のブロックチェーン技術による処理と一体となった形で衛星のデバイスやアプリケーションへのこれらの技術が導入できることを実証する。</p>

研究開発項目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

実証対象機器①超小型推進器

- ターゲットとする衛星サイズ
1k - 10 kg級衛星
- 市場将来性
コンステレーション等には推進系が必須であり十分な市場将来性がある。
- 市場競争力
超小型推進系の競合としてはENPULSIONやVACCOが挙げられる。
両者とも国際宇宙ステーションからの放出実績はなく、
本提案が実現されれば圧倒的優位性が得られる。
- 市場投入予定時期
2021年後半



実証対象機器②オンボードディープラーニング

- ターゲットとする衛星サイズ
CubeSatから150kg級に至るまでの小型地球観測衛星に対して適用可能
- 市場将来性
数年後には、Synspective社は小型地球観測衛星のコンステレーションを構築する予定であり、本装置の軌道上実証の後には数十～100機以上の衛星に搭載される可能性がある。
- 市場競争力
通常は宇宙用専用ボードを開発することで信頼性を確保するが、本装置は民生品を用いることから高性能かつ安価である。
- 市場投入予定時期
2021～2022年
- その他特記事項
オンボードディープラーニングにより、衛星地上通信の在り方や地球観測衛星の在り方が大きく変わるため、本技術実証により、世界をリードすることは大きな価値がある。



研究開発項目 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

実証対象機器③超小型ハイパースペクトルカメラ

- 構成
LVBF (Linear Variable Band-pass Filter) を用いてハイパースペクトルの分光部を作成。連続的に透過波長が異なるフィルター、LVBFをイメージャー前面に取り付ける。大型の分光部・結像系がいないため小型・簡易にハイパースペクトル画像の取得ができるのではないかと期待。RGBイメージャーへの取り付けのため近赤外域は取得できない。

- 原理
連続撮影した各リニア波長画像を重ね合わせることで、ハイパースペクトル画像を得る。

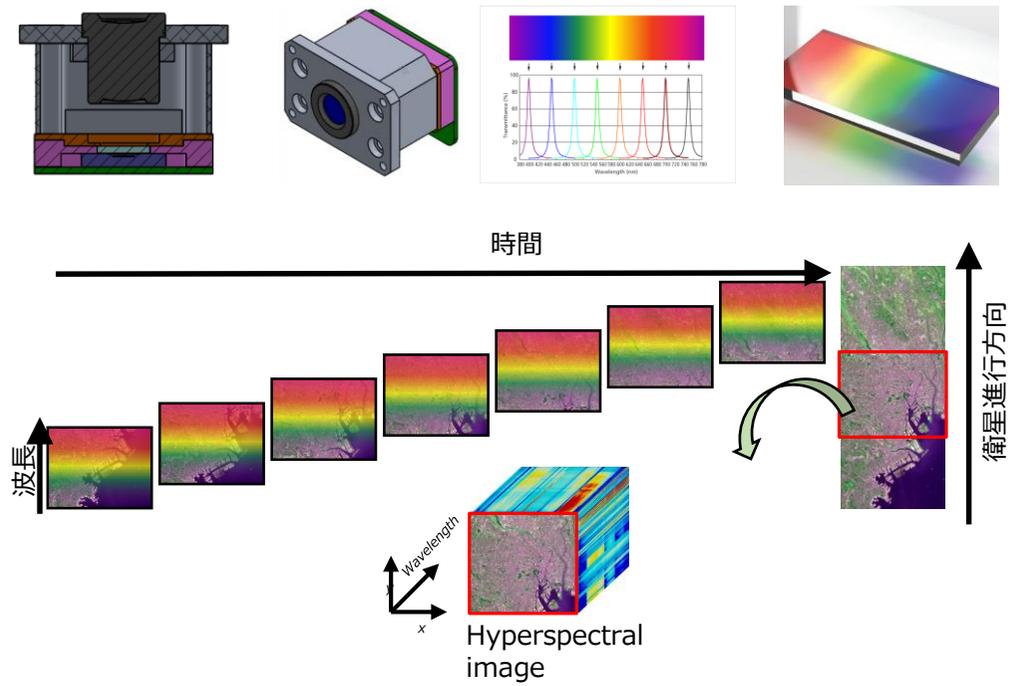
- ターゲットとする衛星サイズ
CubeSatから150kg級に至るまでの小型地球観測衛星に対して適用可能。

- 市場将来性
2019年度打ち上げの衛星2機に搭載することが決まっている。さらに海外から問い合わせ等が来ており、将来的に数十機の衛星に搭載される可能性がある。

- 市場競争力
通常ハイパースペクトルカメラは、非常に高価な上、サイズも大きくなっているが、本実証機においては、全く異なる原理で、機能等に制限はあるものの10バンド以上のハイパースペクトル画像の取得、オンボードでの画像取得を実現するものであり、ほぼ全てのキューブサット以上への搭載が可能となる。現在のTRICOMシリーズを中心とした数十機のコンステレーションに加え、他コンステレーション事業への搭載が期待されている。

- 市場投入予定時期
2021~2022年

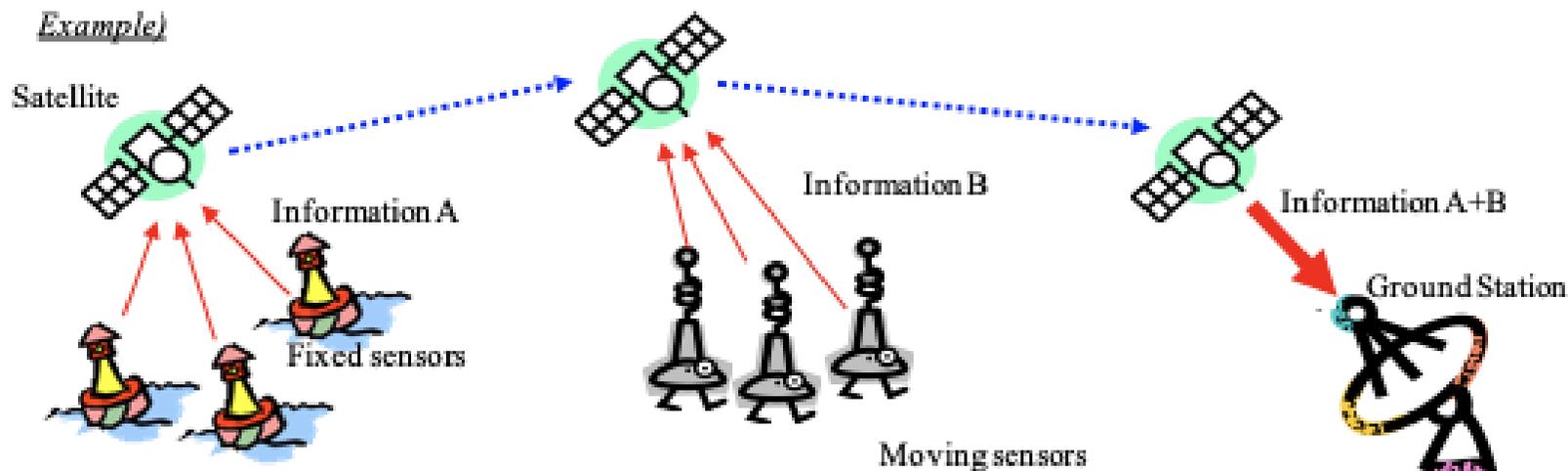
- その他特記事項
これまでのハイパースペクトルカメラや光学カメラとは全く異なる形で特定の波長帯の情報取得が可能となることから、特定の目的やニーズに合致したミッションが実現することになり、キューブサットと連携することで、気軽に特定の使用用途に利用する衛星の開発が可能となり、キューブサットおよび宇宙利用の参入の幅を大きく拡大することにつながる。



研究開発項目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

実証対象機器④Store and Forward LoRA特定小電力通信

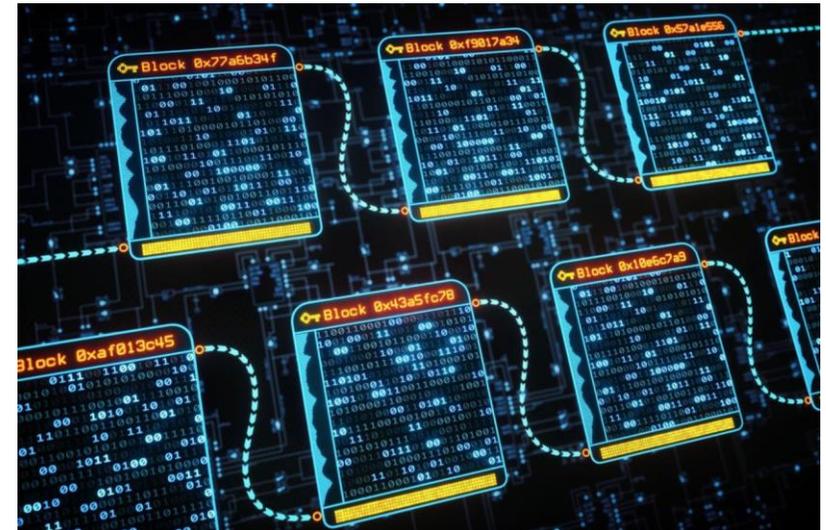
- ターゲットとする衛星サイズ
CubeSatから150kg級に至るまでの小型地球観測衛星に対して適用可能
- 市場将来性
2019年度打ち上げの衛星2機に搭載することが決まっている。さらに海外から問い合わせ等が来ており、将来的に数十機の衛星に搭載される可能性がある。
- 市場競争力
競合相手として、アルゴス衛星を用いたシステムや、イリジウム衛星を用いたシステムが現状あり、すでにサービスを行っている。しかしながら、研究利用者のみ使用可能であるシステムや、地上送信機端末が非常に高価であり1台あたり10万円を超え、さらに使用するセンサによって金額が上がるシステムとなっている。さらに通信費も非常に高額になっているという問題がある。
- 市場投入予定時期
2021~2022年
- その他特記事項
手軽に衛星との通信が可能になることで、今まで衛星とは関係がなかったユーザも新たに新規参入する可能性が出てくる。さらに、特別なコマンドによる衛星コントロールでは、衛星のメイン通信機が壊れた再のバックアップとしての利用や、デオービット機能の制御として利用することで、デブリの減少につながる可能性がある。



研究開発項目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

実証対象機器⑤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

- ターゲットとする衛星サイズ
CubeSatから150kg級に至るまでのあらゆる衛星に対して適用可能
- 市場将来性
2019年度打ち上げの衛星2機に搭載することが決まっている。
さらに海外から問い合わせ等が来ており、将来的に数十機の衛星に搭載される可能性がある。
- 市場競争力
- 本サービスについては、機器や製品の販売というものではなく、カメラや通信装置他の制御、さらにそれらのデータの質・有効性を高めることにより、衛星や関係ソフトウェア全体の価値を高めることになる。また、今後衛星のメガコンステレーションや情報管理において、必要不可欠となるプラットフォームの中心的な技術を抑えることが可能となる。
- 市場投入予定時期
2021~2022年
- その他特記事項
いくつかブロックチェーン技術の活用がスタートし始めている状況ではあるものの、日本では、これらについて衛星と連動した形で行った実証は存在しない。



研究開発項目 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

実証衛星名称：OPTIMAL-1

- 目的・ミッション
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。
- 衛星サイズ：100mm x 100mm x 340.5mm
- 実証部分サイズ：1.5U (100mmx100mmx150mm)
- 衛星質量：3.9kg



衛星分離機構		J-SSOD
全体システム概要		本衛星はRWASAT-1、AQT-D及びG-SATELLITE衛星と同一の衛星バスを用い、ミッション機器とのインターフェース部を新規設計とする。通信にはS帯を用いており、ダウンリンクは最大64kbpsである。姿勢制御は磁気トルカを用いたデタンプリング制御を行う。衛星バスはおよそ1.5Uサイズとし、ミッション機器を1.5U内に搭載する。
搭載する機器一覧	構造系	パネル、フレーム等
	熱制御系	温度センサ
	電源系	電力制御器、電力分配器 リチウムイオンバッテリー(2直2並列)、太陽電池パネル(4面ボディマウント)
	通信系	アップリンク: S帯(2051.617MHz)、4kbps ダウンリンク: S帯(2228.000MHz)、4kbps、32kbps、64kbps
	データ処理系	オンボードコンピュータ
	姿勢・起動制御系	姿勢制御用コンピュータ、3軸地磁気センサ、3軸MEMSジャイロ、磁気トルカ
	推進系	超小型推進系 (ミッション機器)
	ミッション機器	オンボードディープラーニング装置 Store & Forward受信機 超小型推進系 超小型ハイパースペクトルカメラ

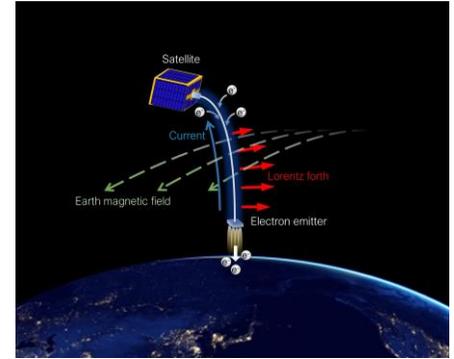
研究開発項目2 EDT (Electro Dynamic Tether) を用いた軌道離脱装置開発事業

【実施者 ALE】

「概要」

機能概要：

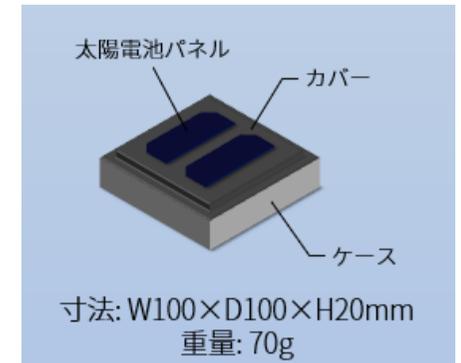
本装置は人工衛星・宇宙機（ロケットのフェアリング等含む）に設置する。打上・軌道上ミッション実施・ミッション終了後に作動し、当該人工衛星・宇宙機を軌道降下させ、国際標準である。25年以内の軌道上からの人工衛星・宇宙機の離脱を確実にするためのものである。



機器の強み：

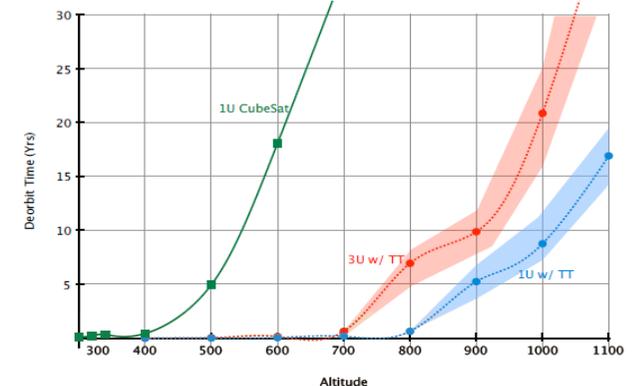
- ・ 打上げ中およびミッション中は決して動作せず、ミッション終了後に確実に信頼性
- ・ 小型軽量ながら十分な軌道変換性能を有する

「ロケット用EDT」



寸法: W100×D100×H20mm
重量: 70g

「予測される軌道降下能力」



「実証内容、KPI/KGI」

稼働方法

軌道上に投入したCUBESATからEDTを展開する

実証内容

- ・ EDTの確実に展開
- ・ EDTの軌道降下能力の計測
- ・ EDTに流れる電流を計測し、ローレンツ力を推定

KPI

- ・ TLEおよびテレメトリによるEDT展開動作の確認（ミニマム）
- ・ EDTの軌道降下能力を計測（ノミナル）
- ・ ローレンツ力とテープ姿勢によるローレンツ力の推算（エクストラ）

KGI

- ・ 展開動作の成功確率・・・100%
- ・ 軌道降下能力・・・想定通りである事

研究開発項目2 EDT (Electro Dynamic Tether) を用いた軌道離脱装置開発事業

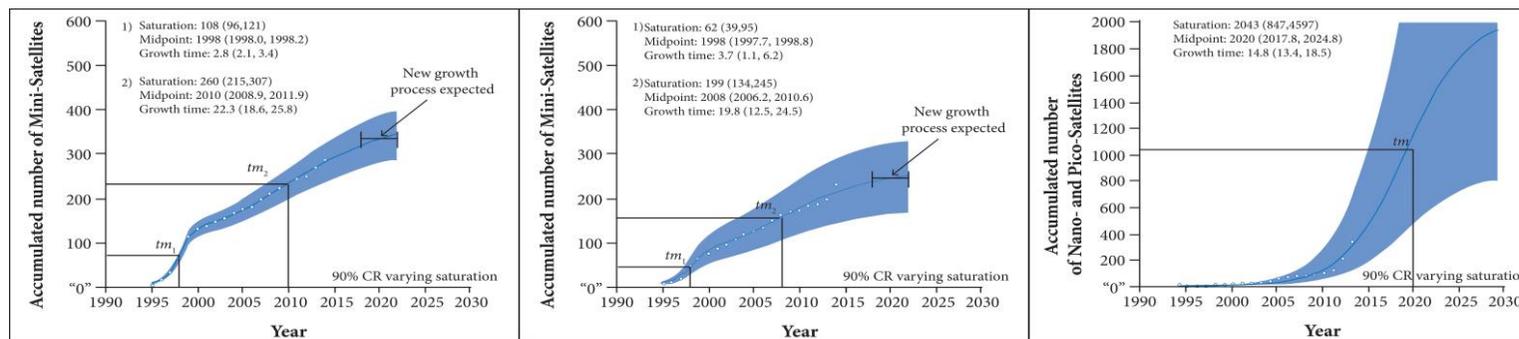
「ビジネスインパクト」

ターゲット、製品サイズ、価格：

ターゲット	製品サイズ (mm)	Carbon Nano-Tube	価格
超小型衛星	25×25×10	無	数十万～数百万円
小型衛星	50×50×20	有	数百万円
ロケット	100×100×20	有	数百～1千万円

市場の将来性：

下図の通り人工衛星の打上基数は2030年及びそれ以降に向けて飛躍的に増加（1000基以上/年）と予想されており、同時に、これらの人工衛星を打上げるロケットも増加（50本以上/年）のフェアリング・エンジン等が宇宙空間に放出されることとなるため、今後、市場は拡大し続ける見込みである。



1990年～2030年までの人工衛星打ち上げ実績・予測 (左からMini-Sat、Micro-Sat、Nano & Pico-Sat)
出展：Journal of Aerospace Technology and Management

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-91462017000300269

優位性 及び 影響：

現時点で市場に広く認知された競合製品は存在しないが、小型軽量かつ展開率100%を性能を達成すればマーケットシェアを広く確保できると考えられる。また本装置の市場参入により新たなデブリ発生防止が達成されれば、宇宙産業の持続的な成長に大きく寄与する。

研究開発項目2 EDT (Electro Dynamic Tether) を用いた軌道離脱装置開発事業

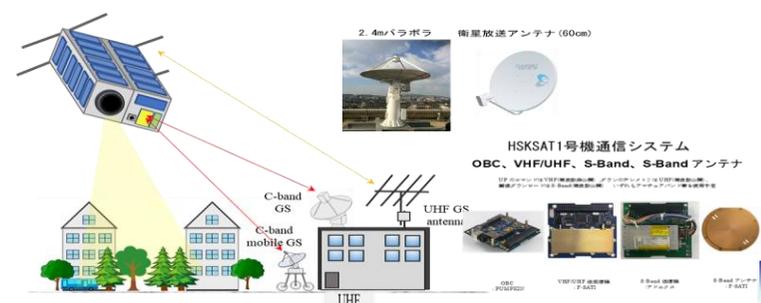
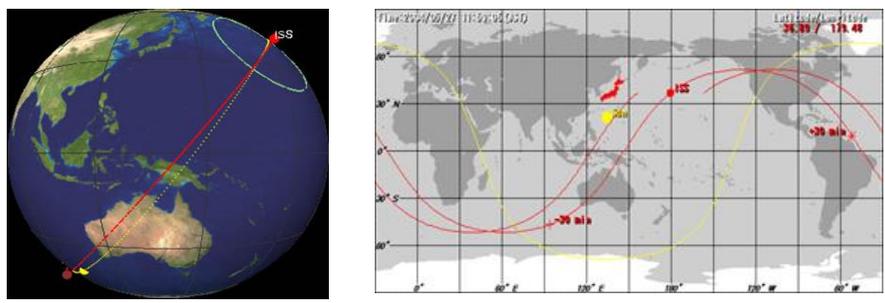
機器名称	調達先
構造系	GOM Space社製品
熱制御系	自社開発品
電源系	GOM Space社製品
通信系	GOM Space社製品
データ処理系	自社開発品
姿勢・軌道制御	無
推進系	無
ミッション機器	自社開発品 (EDT)

〈CUBE sat用EDT〉



研究開発項目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 【実施者 HAKコンソーシアム（原田精機（幹事）、アドニクス）】

≪概要≫ISSの軌道 ①高度 約400 km/軌道傾斜角 51. 6、②地球周回回数/日 16周回/24時間；約90分/周回、③真空・極高低温・宇宙放射線



3U&6U衛星受託開発・利用運用サービス開始

2022年4月

衛星運用・データ分析

- ① 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。
- ② 市販のレンズとカメラを10cm×10cm×30cm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。
- ③ 光学系は、6Uキューブサットを用いて、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。
- ④ 通信機は大量のデータダウンリンクを必要とする衛星インテグレータをターゲットとして搭載を働きかける。



衛星FM引渡(2021/11/18完了)
打上げ目標日(2022/2/19以降)
ISSから軌道上放出目標日(2022/3末)

2021年2月

Step3. ■ビジネスインパクト

- 6Uキューブサット衛星を想定
- ターゲット顧客
 - ・ 自国のニーズに沿った地球観測ミッションを行いたい新興国
 - ・ 中規模以下のコンステにより画像ビジネスを行いたい衛星事業者
 - ・ 大量のデータダウンリンクを必要とする衛星インテグレータ
- 50kg以下の衛星による地球観測衛星需要は2021-23年で560機
 - ・ アウトソーシング需要は110機程度
 - ・ IoT/M2Mなどの通信ミッションでも大容量データ送信の需要が存在
- 多くのキューブサットがアマチュア帯で運用しているが、広帯域を確保できるC-band周波数に対応した高速通信機は市販されていない
 - ・ UHF帯の周波数の需給が逼迫する中で、大きな需要が見込まれる
 - ・ 衛星放送アンテナを用いた低価格地上局とセットで販売

衛星FMモデル
衛星試験モデル

2020年4月

Step1. ■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

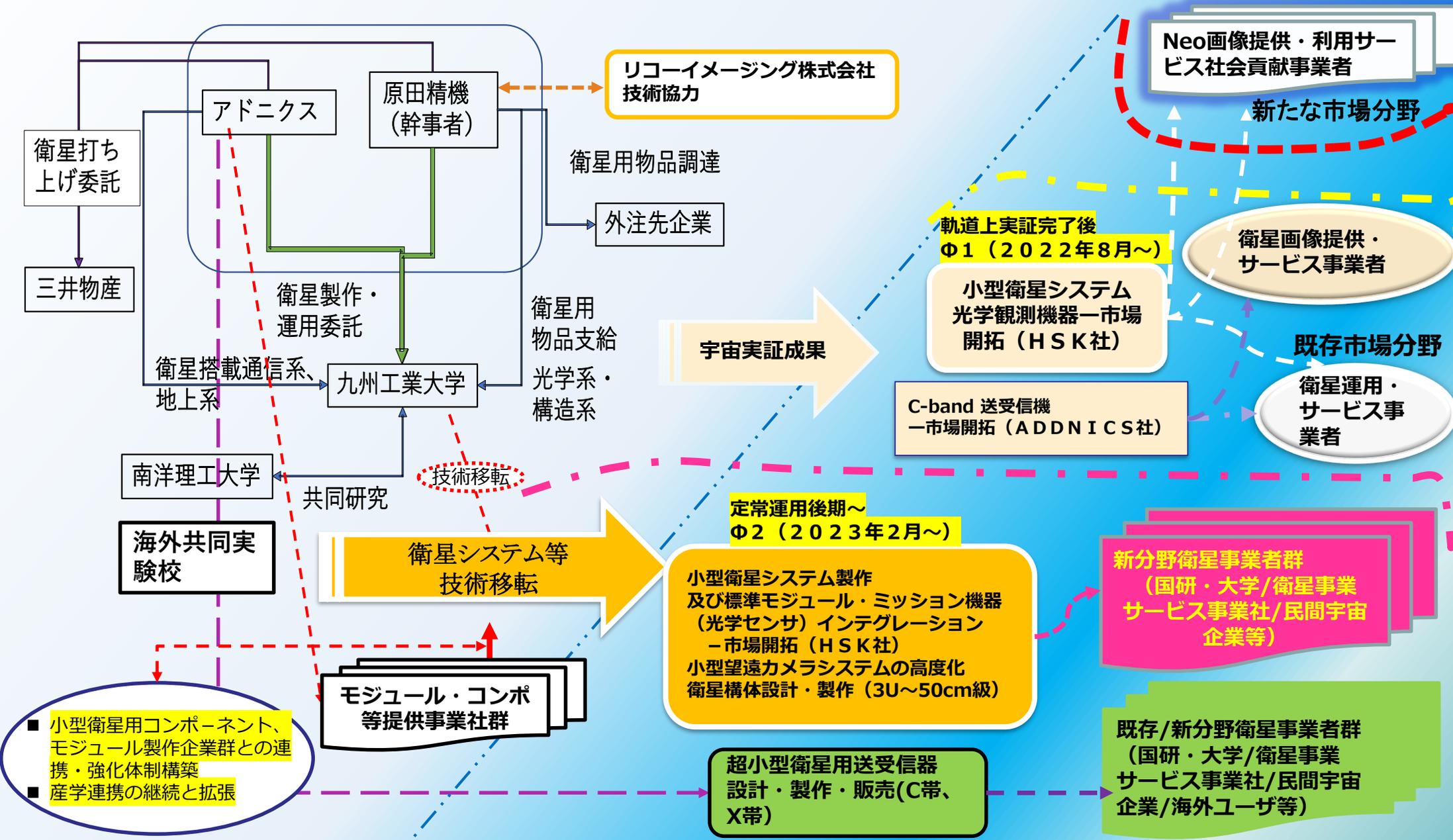
衛星詳細設計
衛星詳細設計 (BBM,STM)
事業開始 : 衛星概念設計

2019年8月

Step2. ■実証内容 (KPI&KGI)

KPI	KGI
光学系が宇宙環境に耐え、軌道上で動作する	国内外の衛星に今回の実証機器が搭載されること
画像がエンターテイメントや農業・災害予測等の実用に十分な分解能を有する	5m級解像度の画像を使ったエンターテイメント事業が継続すること
C-bandによって20Mbps級の高速通信を実証	高速通信が実現することにより、超小型衛星ミッションが高度化・多様化すること
C-bandによるコマンドアップリンクを実証	
市販の衛星放送用アンテナを用いて1Mbpsでのダウンリンクを実証	
国内外の衛星プロジェクトから引き合いがくる	

研究開発項目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 KITSUNEプロジェクトの実施体制及び新事業モデル展開 (Phased Approach Φ1, Φ2)



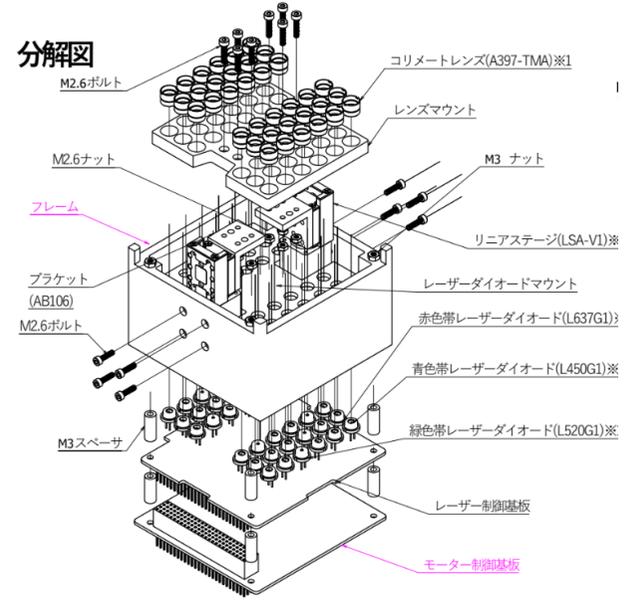
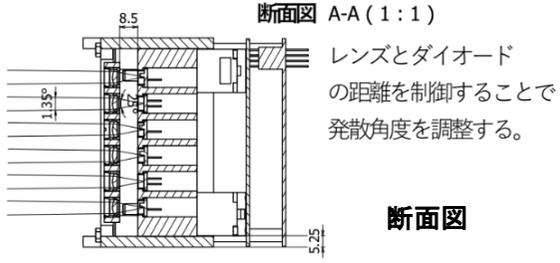
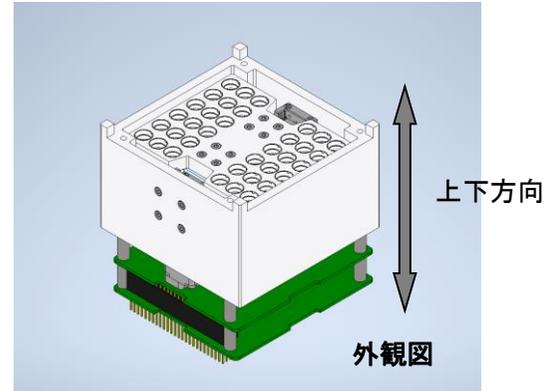
研究開発項目3 超小型衛星の実用化・高度化のための光学系・通信系の実証事業 小型衛星&小型望遠鏡による宇宙実証計画及び新事業展開計画（概要）の流れ

年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	
スケジュール			初期運用 △Launch12月（初期時） 変更後 △Launch2022年2月19日以降	定常運用 △放出 2022年3月末 管理運用/HK and 画像解析・評価	後期運用			
設計作業	概念設計 詳細設計 BBM,STM	試験モデル フライトモデル (EM) (FM)						
次号機検討&高度化など			次号機と光学センサ高度化など	次期小型衛星システム検討	次期衛星高度化検討	次号機設計・製作・試験&打上げ		
新事業の展開・計画		新事業モデル検討	新事業モデル実施計画検討等	実施計画と宇宙実証実績と結果評価及び新事業計画の見直し	新事業展開-Φ1 ・既存技術+衛星構体設計製作（大型衛星、50cm級、1U~6U） +光学ミッション機器（小型望遠カメラ-3U~6U） <新規事業> +3U&6Uバス製造販売 +小型望遠カメラ製作・販売 +システムエンジニアリング +Cバンド通信システムの販売 +Xバンド通信システムのh販売	新事業展開-Φ2 既存技術同左（衛星構体製造・販売） ●小型望遠カメラの高度化（分解目標：3m） ●遠近距離用光通信設計・製作販売促進 ●衛星管理システム設計・製作・販売及び運用支援 など ●通信回線のサポート・販売 ●衛星間通信の設計・製造	新事業展開-Φ3 ・Φ-2結果評価	

研究開発項目4 視覚で楽しむ衛星実証プロジェクト 【実施者 ASTROFLASH】

「概要」

宇宙空間で衛星—地上間や衛星—衛星間の光照射・光通信を実現できる小型レーザー光照射装置を開発する。基本的には右の3つの図に示すような構成となっており、赤色・緑色・青色の3色の高出力レーザーダイオードとレンズ複数組をアレイ状に並べた発光部、その発光部をピエゾ装置により上下させ光線発散角を要求に合わせて柔軟に調整するための駆動部、各ダイオードへの入力電力を制御する制御部から成る。超小型衛星への搭載光源としては世界初の水準となる、地上観測者によって最大-2等級相当の明るさで（肉眼により）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ー光源装置が軌道上で設計性能を発揮できることについての実証を目指す。



実証対象機器 衛星搭載高出力 光源装置	実証概要	地上観測者から見える衛星搭載高出力レーザー光源装置の軌道上実証
	実証内容	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ー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ため、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。
	実証目的 /KPI・ KGI	指定の地上地点から指定時刻に肉眼で観測できること。照射光の光度解析により-2等級の明るさを確認できること。少なくとも半年程度動作可能であり続けること。指定コマンドにより光の明滅、光量、色さらに照射地域を変更できること。

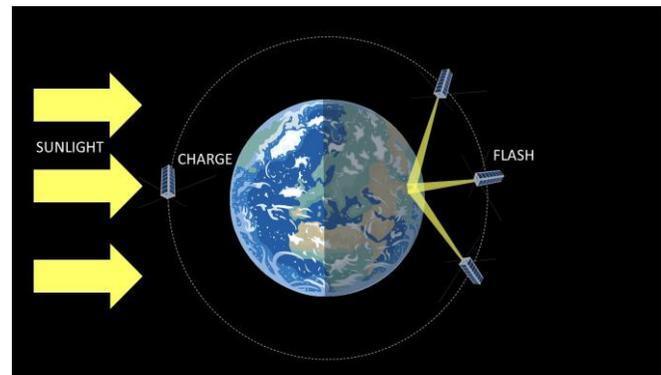
研究開発項目 4 視覚で楽しむ衛星実証プロジェクト

「実証内容・方法」

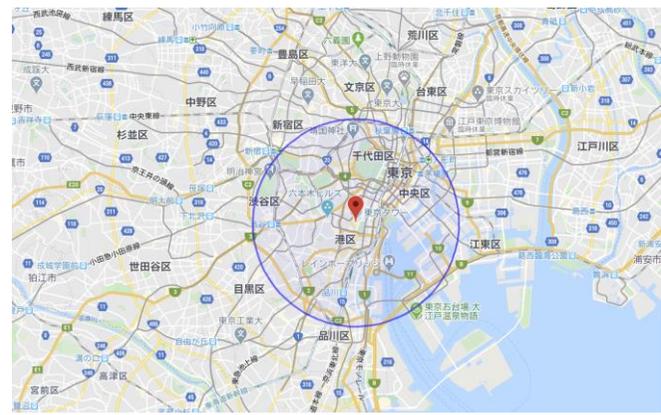
本レーザ光源コンポの光線放射方向は搭載衛星の姿勢制御に基づいて目標照射地点を指向する。衛星の電源制御装置から電力供給を受け、地上からのコマンドに従って指定の光量・色で点灯させる。軌道上投入後に指定地点へ指定諸元の光線照射のコマンドを送信し、地上から照射光を観測する実験を衛星運用期間を通じて実施することで、耐宇宙環境性高出力レーザコンポの軌道上性能を実証する。システムでの成立性実証のためバス部に関して付随する電源制御・高精度姿勢制御・熱制御・コマンド通信による光源の制御についても実証対象となる。

「実証のKPIとKGI」

KPI	KGI
<ul style="list-style-type: none"> ● 照射光の光度解析により-2等級以上の明るさを確認できること（カメラ等光学装置を利用） ● 指定地点の少なくとも半径3kmの領域で上記明るさを観測できること ● 少なくとも6か月間動作可能であり続けること。 ● 指定コマンドにより95%以上の確度で光源の点灯モードを指定通りに変更できること 	<ul style="list-style-type: none"> ● 指定の地上地点から指定時刻に肉眼で明るく観測できること。 ● 指定コマンドにより光の明滅、光量、色さらに照射地域を変更できること。 ● 衛星バス機能に深刻なダメージを与えないこと



衛星の軌道周回イメージ



衛星が見える範囲のイメージ

研究開発項目4 視覚で楽しむ衛星実証プロジェクト

「ビジネスインパクト」

1.市場将来性：

本プロジェクトで実証される見える衛星に関する技術は今後更なる発展が見込まれる、宇宙エンタメ、宇宙広告分野において大きく期待されている。単基での運用の場合でも視覚で楽しむ衛星として世界中で活用することができ、広告、エンタメ的效果は高い。将来的に多数基で運用することにより、宇宙イルミネーションや天球ディスプレイが実現可能となるため、発展性も高い。また、衛星が見えることにより、これまで宇宙に興味を持っていなかった層からの注目を集め、将来的な宇宙に対する興味関心の増大に大きく寄与することが期待される。

また、高速通信に期待のかかる光通信のためのレーザコンポとしての活用もありうる。

2.市場競争力：

見える衛星の実現については太陽光を反射する方式がこれまで提案されていたが、本衛星は衛星が搭載光源により能動的に光ることができるため、衛星に太陽の光が当たらない夜間であっても運用が可能という大きな利点がある。加えて、地上からの信号で即座に衛星の明るさや色を自在に変えることができることや、限られた範囲のみから視認されるため天体観測の妨げにならないよう運用できるなどのメリットも非常に大きい。

3.技術的実現性：

TRL = 4

宇宙適合性、明るさの出力について実験室レベルでの実証ができています。

4.売上予測、事業計画：

初号基のスポンサー売り上げの想定：1.5億円

天球ディスプレイによる広告売上：年間300億円以上（2027年予測）

株式会社ASTROFLASHが本実証をもとに衛星を多数開発、多数基運用を行っていく。広告営業に関してはスペースバジル社と業務提携済。



単機での運用のイメージ



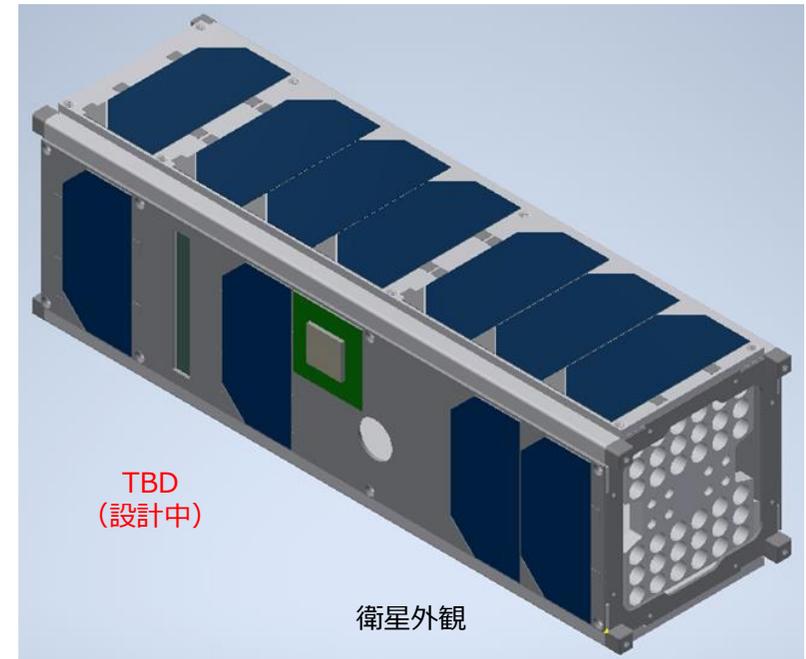
多数基運用による天球ディスプレイ



日本上空での運用イメージ

研究開発項目 4 視覚で楽しむ衛星実証プロジェクト

- サイズ： 100 mm x 100 mm x 340.5 mm
- 質量： 最大 4.0 kg
- 主な機能： 高指向精度姿勢制御
- ミッション機器： 高出力レーザ光源
- 目的： 地上から肉眼で視認できる、“視覚で楽しむ衛星”の実証を行うことを目的とする。



研究開発項目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

【実施者 スペースワン（幹事）、Space Cubics】

宇宙利用のハードルを下げ超小型ロケット及びキューブサットの即応・標準化したプラットフォームを実証する。

実証機器① 複数衛星搭載構造によるクラスター打上げ技術実証	実証概要	超小型衛星やキューブサットを効率良く搭載し打上げるクラスター搭載構造及び軌道上放出の実証
	実証内容	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。
	実証目的/KPI・KGI	目的：複数衛星搭載構造によるクラスター打上げ能力の獲得 KPI：米国既存品に比した複数衛星搭載格の重量1/5、価格1/10を実現 KGI：スペースワンの宇宙輸送サービスの標準サービスに実装し、クラスター打上げサービスの能力・実績を獲得
実証機器② 非火工品小型衛星分離部	実証概要	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。
	実証内容	機体テレメータデータ（分離スイッチ、衛星分離時画像、加速度等）により、衛星分離部が設計通りに作動したことを確認する。
	実証目的/KPI・KGI	衛星事業者ヒアリングを通じ、衛星分離部にはユーザから宇宙空間での作動実績（信頼性）を求められることが判明しており、事業の礎としての飛行実証機会が極めて重要である。事業目標として想定する年数十基の衛星分離部販売に向けた飛行実証の機会とし、フライトデータの取得を行う

研究開発項目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

実証機器③ 3Uキューブサット放出機構	実証概要	国際競争力ある軽量・低プライス・日欧米認定基準のITARフリーキューブサット放出機の実証
	実証内容	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、製造・試験して小型ロケットに搭載・打上を行い、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。
	実証目的 /KPI・KGI	目的：今後需要の拡大が見込まれる3Uキューブサット用放出機構について、国際競争力のある国産品を実証する。 また、スペースワンのクラスター打上げサービスにおいて必須となる、軽量な標準放出機構の宇宙実証を実現する。 KPI：海外競合品以下の重量（1.5kg以下）、価格1/2（目標100万円） KGI：スペースワンの宇宙輸送サービスの標準サービスに実装。及び放出機単体の市場シェア10パーセントを実現
実証機器④ ロケット打上げフライトデザインの自動化・最適化技術	実証概要	ロケットによる衛星打上げにおいて必要な作業である飛行経路や飛行安全、誘導制御等に関するフライトデザイン（ミッション解析業務）のための多様かつ膨大な解析について、既存の手法に他産業（自動車業界等）の最先端の自動化・最適化の複合領域探査設計技術を適用したツールやプロセスを実証のうえ、スペースワンの宇宙輸送サービスに実装し、即応性等を向上させる。
	実証内容	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。
	実証目的 /KPI・KGI	実証目的：フライトデザインに係るコスト及びスケジュールを短縮し、宇宙輸送サービスの競争力の向上。 KPI：コスト及びスケジュール短縮に係る数値目標（最大コスト1/2, スケジュール1/2）、 KGI：本技術を適用したロケットのフライトデザイン、及び衛星の軌道上の成功、及びこれを実装した宇宙輸送サービスの実現

研究開発項目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

<p>実証機器⑤</p> <p>生産効率化技術の活用による即応化実証</p>	<p>実証概要</p>	<p>年間20回程度のロケット打ち上げを前提にした量産化、及び契約から打上げまでの期間を短縮し、即応化を推進するためには、顧客の要求に応じたコンフィギュレーションを適切に管理のうえ、ロケットの製造・組立、及び軌道上における衛星分離までのフライトオペレーションを効率化する必要があるが、既存のロケットでは他産業で導入されているような効率的な技術情報・生産管理システムが実現できていない。</p> <p>本実証では、民間航空機等で活用されている生産効率化技術を取り込み、ロケットの生産及びフライトオペレーション運用にかかる一連の作業のシステム化とデータの一元的な管理を行うシステムを導入することで、運用の効率化がロケットの生産においても実現可能か実証を行う。</p>
	<p>実証内容</p>	<p>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</p>
	<p>実証目的/KPI・KGI</p>	<p>実証目的：ロケット生産に係るコスト及びスケジュールを短縮し、宇宙輸送サービスの競争力の向上。 KPI：スケジュール短縮及び人工費の削減（スケジュール最大1か月短縮、関連人工費を20%削減）、 KGI：本プロセスを適用したロケットのフライトオペレーションの成功、及びこれを実装した宇宙輸送サービスの実現</p>
<p>実証機器⑥</p> <p>高信頼性・高性能かつ安価な標準キューブサットキット</p>	<p>実証概要</p>	<p>現在世界で販売されているキューブサットのバス系完成品は、非常に高価（3Uで1000万円以上）であり、キューブサットの市場拡大の妨げになっている。衛星開発には2機以上の衛星を用意することが一般的（1つはテスト用）であるため、購入費だけで数千万円を必要とし、宇宙参入を断念するケースも多い。安価かつ使い勝手の良いキューブサットキットを市場展開できれば、宇宙産業に参入するユーザが増加し、次いで製品単価等が更に低下する好循環が生まれる。</p> <p>そこで、本事業では、将来的に「国産」「安い」「使いやすい」「迅速な開発が可能」なキューブサットキットの販売を実現するために、キューブサットのバス部の実証を行う。</p> <p>なお、本実証の範囲では、まだ「安い」を実現できない部品も多く存在するが、まずは実績のある部品を採用・評価することでノウハウを蓄積し、今後安価な地上民生品への代用を行う予定である。</p> <p>また、このような民生品を採用した新型キューブサットを評価するためにも、キューブサットの打上げ・実証を継続的にできるスキームをスペースワン社などのロケット打ち上げ業者と一緒に確立することで、低価格なキューブサットキットを目指していく。</p>
	<p>実証内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 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 ➢ 推進系：「水レジストジェットスラスタ」を調達し実証 ➢ 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*通信系については、今回は実績のある製品を採用予定
	<p>実証目的/KPI・KGI</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 実証目的：衛星価格低下、宇宙参入障壁低下 ⊎ KPI：市場価格の1/2以下となる構成の確立 ⊎ KGI：キューブサット標準キットの市場展開、衛星市場シェア10パーセントを実現

研究開発項目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

<p>実証機器⑦</p> <p>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</p>	<p>実証概要</p>	<p>これまでの超小型衛星(キューブサット)に搭載されるオンボードコンピュータ(OBC)では、いわゆるマイコンとよばれる低集積・低クロックのCPUを採用するケースがほとんどである。マイコンは半導体上の回路のピッチが広く放射線による影響を受けにくいという理由から採用されてきたが、その処理能力の低さから、キューブサット上で画像処理などの処理能力を必要とする処理をすることができない(エッジコンピューティングができない)という課題がある。</p> <p>一方、高性能・高集積コンピュータは一般的に放射線に弱く、プロジェクトコストが大きい宇宙開発では信頼性の観点から採用しづらい。</p> <p>ミッション側からの要求は大規模データへと移行しているにも関わらず、キューブサットと地上局との通信は今後も劇的な容量・速度の向上は見込まれていない。そのため、キューブサットで処理を行い、少ないデータを地上局にダウンリンクしたいという需要は、これから高まることが予想される。</p> <p>今回実証する衛星では、放射線耐性が低いSRAMベースのFPGAに対して、独自のメモリプロテクションの機能や、不具合の検出・リカバリ機能等を実装することで、エッジコンピューティングを可能としつつも信頼性を確保したOBCを実証する。</p>
	<p>実証内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 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
	<p>実証目的 / KPI・KGI</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 実証目的：小型衛星高機能化、OBC開発コスト低下 ➢ KPI：市場価格の1/2以下、軌道上長期運用実績の獲得 ➢ KGI：宇宙用大容量FPGAコンピュータの市場展開、及びOBC市場シェアの10パーセント獲得

研究開発項目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

【実施者 パナソニック】

《全体概要》

- 1.事業の概要：
パナソニックおよび国内で使用される車載・5G通信で実績のあるコンポーネンツおよび、今後使用される部品にて構成された超小型人工衛星の実証を実施。
- 2.事業の目的：部品・コンポーネンツ及び小型衛星バス機能の宇宙環境実証活動を通じて実績作りを行う。

実証対象機器①	実証概要	<ul style="list-style-type: none"> 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、コンポーネンツ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 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
	実証内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高周波機器に用いられる部材・コンポーネンツの宇宙環境における信頼性実証（実運用3年） 2. 小型衛星省エネパッシブサーマルマネジメントシステム、CubeSat標準化構想に準じた構体実証 3. 民生でのモノづくりクライテリアを用いた大量生産型衛星開発と製造の実証
	実証目的 /KPI・KGI	<p>KPI：衛星開発期間2年、衛星寿命3年を想定した3UCube-SATの設計・製造と軌道投入および事業期間1年の評価 開発L/T：1年</p> <p>KGI：事業終了後も衛星運用を継続し、軌道上落下まで（目標3年）製品寿命ミッションの実証、年間生産能力：100基を想定した製造プロセス仕様化</p>

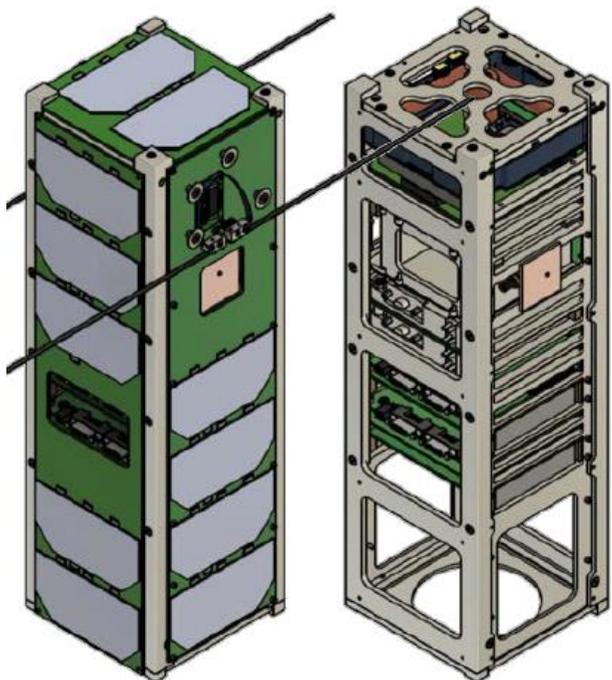
実証衛星名称：回路基板、電子部品、サーマルマネジメント部材、バッテリー等電子機器コンポーネンツ

《概要》

- システム構成機器に弊社の車載向け、5G向け高周波対応の部品を構成とした基板構成
- 車載向けコンポーネンツ等地上で高信頼性としての実績の高いデバイス群で構成
- 高熱伝導材料や断熱材などのサーマルマネジメント部材を用いて超小型、高出力衛星を実現。
- モバイル機器/超小型・軽量高密度実装技術。
- 民生機器で培った大量生産開発プロセスを宇宙分野へ適用、低コスト、低L/T生産

研究開発項目6 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

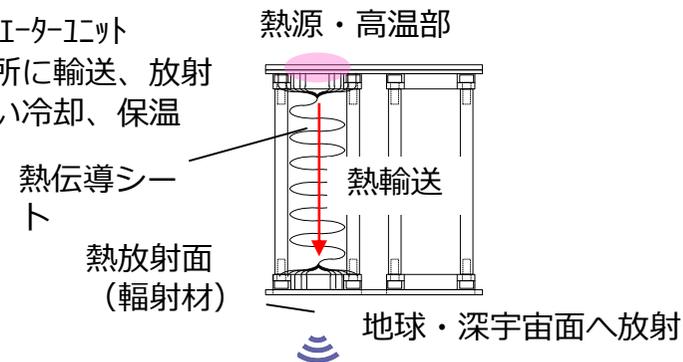
□ 3U Cubesat衛星



外観設計図

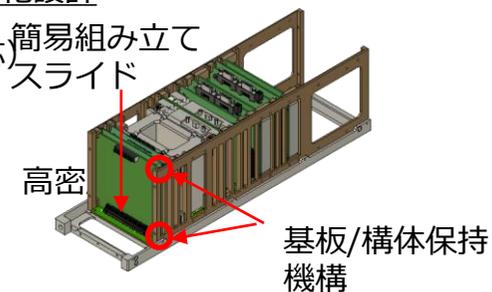
パッシブサーマルマネジメント

- ・熱伝導体+ラジエーターユニット
- ・熱を任意の場所に輸送、放射
- ・電力を用いない冷却、保温システム



構体標準化設計

- ・組み立て簡易化 (量産対応)
- ・スライド方式
- ・基板/構体保持機構



バス部実証

≪2020年度成果≫

小型人工衛星 実証コンセプト構想及びエンジニアリングモデル1次設計完了

（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次ページの通り。

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 宇宙用コンピュータに関する調達・改修設計			
	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	
	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

(単位：百万円)

<資金配分推移表>

	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>

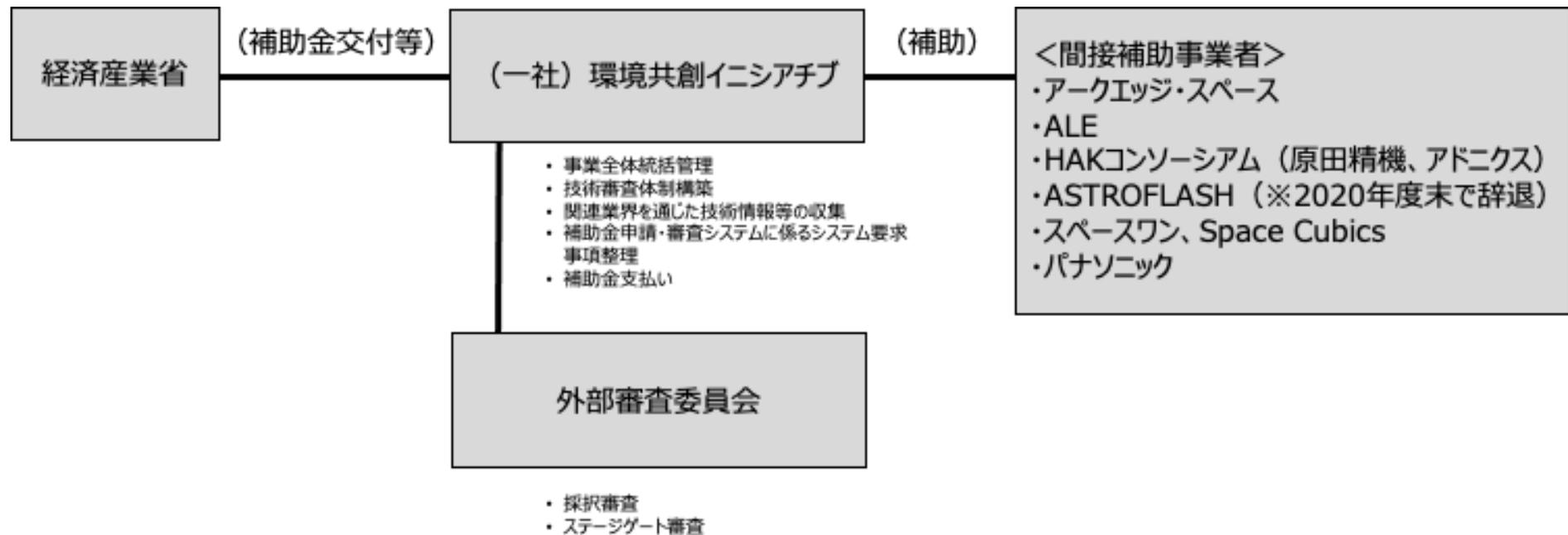
開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期
2019年度	2023年度	2021年度	2024年度

※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）。

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 of 事業計画に反映させた上で開発を進めている。



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。

研究開発項目	中間目標（2019年度）	最終目標（2023年度）	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。

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。

年度	論文数	国内特許出願	国外特許出願	PCT出願
—	—	1(ASTROFLASH:P6962 626)		

国際標準への寄与

—

プロトタイプの実成

—

事業目的を踏まえたアウトカムの内容

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。

アウトカム指標・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。

7. 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	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）

7. 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
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	FM製作・試験 FM仮組	機体製造・試験 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

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。