平成30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6**-6

# 宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業の概要 (中間評価)

平成30年10月15日 経済産業省製造産業局宇宙産業室 一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構

# 目次

- 1. 事業の概要
- 2. 事業アウトカム
- 3. 事業アウトプット
- 4. 当省(国)が実施することの必要性
- 5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ
- 6. 研究開発の実施・マネジメント体制等
- 7. 費用対効果
- 8. 中間評価の結果

## 1. 事業の概要

#### 概 要

宇宙、深部地中等、地上環境に比べて高温、高放射線等の極限環境で使用する機器の低コスト化、短納期化、高機能化を図るため、我が国が得意とする安価で高機能な民生部品・民生技術を選定して地上模擬試験及び宇宙実証試験を実施する。その結果、宇宙等の極限環境に適用するための民生部品・民生技術データベース等の知的基盤を構築する。これにより、衛星・コンポーネントの低コスト化、短納期化を実現し、我が国宇宙産業の国際競争力を強化する。

### 実施期間

平成23年度~平成33年度(11年間)

### 実施形態

国からの直執行(一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構への委託及び補助事業)

### 予算総額

9. 68億円(委託·補助) (平成27年度: 0. 82億円、平成28年度: 1. 32億円、平成29年度: 1. 76億円)

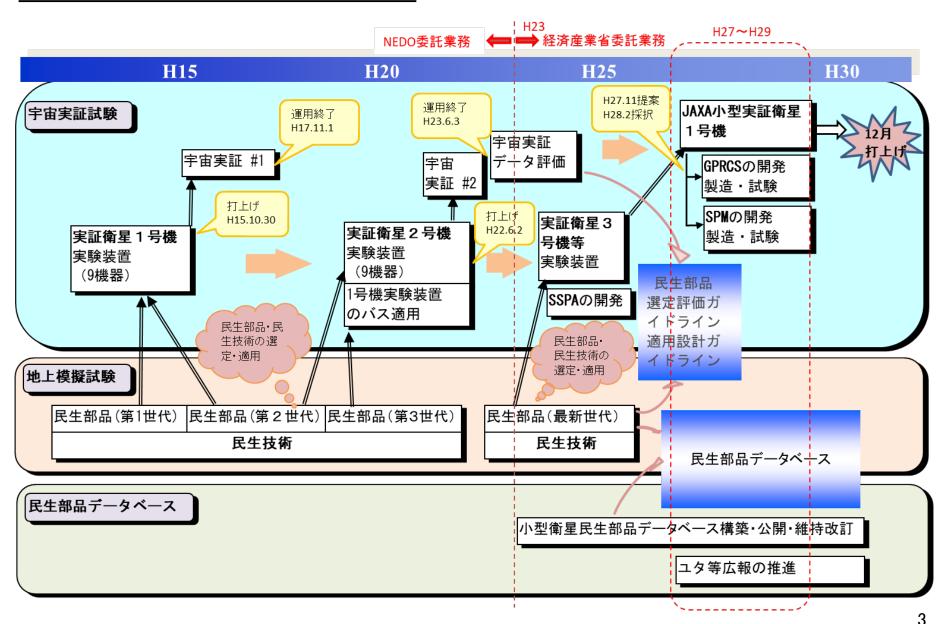
#### 実 施 者

一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構(平成30年度末まで)

### プロジェクト リーダー

一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構 宇宙産業本部 今井孝司 (本部長)

## (参考). 研究開発の流れ



# 2. 事業アウトカム

事業アウトカム指標 (妥当性・設定理由・ 根拠等)	目標値(計画)	達成状況 (実績値・達成度)	原因分析 (未達成 の場合)
民生品や他分野の部品・技術を活用した機器の実用化数。	(事業開始時) 目標設定なし	_	
(民生分野の技・コントの実証では、地が実に、存のでは、地が実に、存のでは、地が実に、対して、が、対して、が、対して、が、では、対して、が、対して、が、対して、が、対して、が、が、が、が、が、が、が、が、が、が、が、が、が、が、が、が、が、が、が	(中間評価時:H23~H26) 宇宙実証を行った民生技術を活用した 機器の実用化数5件(平成27年度中ま で)	平成22年度に打上げた実証衛星2号機により、11件の部品等について、H23年度中まで、宇宙空間での実証を行い、評価・運用を経て実用化し、目標を達成。	
	(中間評価時:H27~H29) 民生部品・技術を活用した機器を5件 実用化する。(平成29年度中まで)	JAXA小型実証衛星1号機への搭載予定のグリーンプロペラント推進系(GPRCS)及び環境計測装置(SPM)の2件の開発を終え、H30年度の宇宙での実証に向けて準備を進めている。また、H29年度の研究開発支援により、3件の開発が終了し、目標を達成。	_
	(事業終了時・事業目的達成時) 民生品や他分野の部品・技術を活用した機器を平成33年度中までに、5件実用化する。(平成31年度中までに3件)	_	

# 3. 事業アウトプット

事業アウトプット指標 (妥当性・設定理由・ 根拠等)	目標値(計画)	達成状況 (実績値・達成度)	原因分析 (未達成 の場合)
我や入しと民星性コ図本品技盤りの短国力が国際のでは、ある部のでは、が国本のでは、ないでは、大きのでは、は、いきのでは、大きのでは、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、は、	(事業開始時) 衛星製造の低コスト化、短納期化、高機能 化を実現するため、宇宙環境で実績のな い民生部品・民生技術を適用するための 知的基盤の構築を推進する。	実証衛星1号機及び2号機の実証試験結果を受けて、民生部品・民生技術データベース、民生部品・民生技術選定評価ガイドライン及び民生部品・民生技術適用設計ガイドラインのドラフトを構築した。	
	(中間評価時:H23~H26) 実証3号機の設計開発を通して、搭載機 器の要素試作を行い、使用している民生 部品・民生技術を適用するための知的基 盤を構築し、活用状況をフォローする。	実証衛星3号機等の開発を開始し、この中で最新の民生部品・民生技術に対する地上模擬試験を実施した。また、実証衛星2号機の宇宙実証試験を評価することにより、民生部品・民生技術データベース及びガイドライン類を改訂した。並行してこれらの活用状況をフォローした。	
	(中間評価時:H27~H29) 宇宙実証試験の実験装置として、GPRCS、 SSPA、SPMの開発を推進し、製造試験を 実施する。また、低価格、高性能な宇宙用 部品・機器開発のための補助事業を実施 する。さらに、小型衛星民生部品データ ベースを構築し、輸出拡大に向けた広報 等を推進する。	SSPAの開発を完了し、JAXA小型実証衛星1号機への搭載が決定されたGPRCS、SPMの製造、試験を推進し、JAXA側に引渡しを完了した。また、国内の部品・機器メーカを対象に、補助事業を展開し、新製品開発の援助を行った。小型衛星に搭載された民生部品を調査し、小型衛星民生部品データベースを構築した。更に、小型衛星部品・機器の販売WEBサイトを公開し、輸出拡大に向けた広報を推進した。	
	(事業終了時・事業目的達成時) GPRCS、SPMの運用を実施し、低価格・ 高性能な宇宙用部品・機器の補助事業を 実施する。また、小型衛星向け民生部品 データベースの累計アクセス回数を平成 33年度中までに500件にする。	_	

※【用語の名称】 GPRCS:グリーンプロペラント推進系、SSPA:半導体増幅器、SPM:環境計測装置

# 個別要素技術の目標設定

本研究開発は①及び②の研究開発項目から成る。

- ①民生部品・民生技術の極限環境適用技術
- ②宇宙用部品・コンポーネントの開発費用を補助する補助事業の実施

#### ①についての目標は次の通りである。

「民生部品·民生技術データベース及び実証衛星1号機・2号機等による宇宙実証データ等に基づき、 最終の民生部品·民生技術選定評価ガイドラインと民生部品·民生技術適用設計ガイドラインを策定する とともに最終の民生部品・民生技術データベースを構築する。」

これに対して今回の目標・指標は、民生部品・民生技術データベース及び実証衛星1号機及び2号機による宇宙実証データ等に基づき、第二次の民生部品・民生技術選定評価ガイドラインと民生部品・民生技術適用設計ガイドラインを構築する。ここにデータベースへの累積登録品種数は200品種以上とする。また実証衛星2号機の宇宙実証試験に適用する民生部品・民生技術を30品種以上とする。そしてこれらの活用状況をフォローする。更に、最新の民生部品・民生技術を適用した実験装置等を開発する。

#### ②についての目標は次の通りである。

「宇宙部品・コンポーネントに関する総合的な技術新戦略」(平成28年3月)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目標とする。

### 個別要素技術のアウトプット指標・目標値及び達成状況

個別要素技術	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析(未達成の 場合)
①民生部品・民 生技術の極限環 境適用技術	民生部品・民生技術データベース及び 実証衛星1号機・2号機等による宇宙実 証データ等に基づき、最終の民生部品・ 民生技術選定評価ガイドラインと民生部 品・民生技術適用設計ガイドラインを策 定するとともに最終の民生部品・民生技 術データベースを構築する。	民生部品・民生技術データベース 及び実証衛星1号機及び2号機に よる宇宙実証データ等に基づき、 第二次の民生部品・民生技術選定 評価ガイドラインと民生部品・民生 技術適用設計ガイドラインを構築し た。	
②宇宙用部品・コンポーネントの開発費用を補助する補助事業の実施	「宇宙部品・コンポーネントに関する総合的な技術新戦略」(平成28年3月)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目標とする。	公募の結果、大学教授等5名の有識者による選考を経て、12企業の提案が採択された。約半年間にわたる開発期間を経て、目標通りの開発成果を12社全てにおいて上げることが出来た。	

## 成果、目標の達成度

# 全体成果

- ・ これまでの地上模擬試験の結果、及び上記2回の宇宙実証試験の結果を反映し、第二次の民生部品・民生技術データベース、民生部品・民生技術選定評価ガイドライン及び民生部品・民生技術適用設計ガイドラインを構築した。
- ・また、実証衛星3号機等による宇宙実証試験に向けて、新たに最新の民生部品・民生技術の地上模擬試験を実施し、これらを適用した実験装置等を開発している。更に衛星システムの統合化も検討した。
- ・新たに開発している実験装置等に対して宇宙実証試験を行い、これらの結果を反映して民生部品・民生技術データベース、民生部品・民生技術選定評価ガイドライン及び民生部品・民生技術適用設計ガイドラインを最終化した。
- ・国内の部品・機器メーカを対象に、補助事業を展開し、民生分野の優れた技術を用いた新製品開発の援助を行った。
- ・さらに、自動車部品など他分野の優れた技術を活用し、低価格・高性能な宇宙部品・コンポーネントを開発するため、「小型衛星・小型ロケットの技術戦略に関する研究会」 等を通じて我が国として注力すべき項目を整理した。
- ・以上の結果、今回の目標を達成した。

## 実証衛星3号機等搭載実験装置の評価等

平成22年度より開発を開始した、実証衛星3号機等に搭載して宇宙実証すべき民生部品・民生技術を適用した実験装置等は以下の通りである。

- ア.トランスポンダ(STRX)
- イ. 電力制御器(PCU)
- ウ. グリーンプロペラント推進系(GPRCS)
- エ. 半導体増幅器(SSPA)
- 才. 環境計測装置(SPM)

これらについて、以下個別に説明する。

# 実証衛星3号機等搭載実験装置の評価等

#### ア.トランスポンダ(STRX)

今回のSTRXは、これまで小型衛星で実績のあるものをベースに機能追加を行い、実験機器でありながら、バス機器としても使用できることを目指した。追加するのはレンジング(測距)機能であり、この部分の追加回路を要素試作し試験を行うことにより、設定した仕様を満足できる見通しを得た。本装置の開発に当っては、地上模擬試験を行い評価した民生部品を適用する。

但し、本装置は全体として衛星バス機能に合わせた仕様とする必要があることから、STRXのフライト品の開発は実施しないこととした。

#### イ. 電力制御器(PCU)

今回のPCUは実証衛星1号機の実験装置である統合電力制御装置(PCDS)で実証し実用化した制御方式(PPT方式)を採用するとともに、安価なNi-MHバッテリを使用する計画であった。しかし、市場動向から本PCUはリチウムイオンバッテリ(LIB)の使用を前提とすることに変更した。それに伴い、PCUの充電機能及びバッテリ温度制御機能を要素試作し、試験を行うことによりLIBを使用した場合の制御ができる見通しを得た。本装置の開発に当っては、地上模擬試験を行い評価した民生部品を適用する。

但し、本装置は全体として衛星バス機能に合わせた仕様とする必要があることから、PCUのフライト品の開発は実施しないこととした。

ウ. グリーンプロペラント推進系(GPRCS)

ロケット、衛星及び探査機などの宇宙機の軌道や姿勢を制御するためのスラスタには"高性能化 (消費推薬量低減)"、"作業性/取扱性向上(推薬低毒化)"、"低コスト化"が望まれている。その ため、現行の有毒な推薬を使用する推進系に替って"グリーンプロプラント"と呼ばれる低毒性推薬を使用する推進系が次世代推進系として着目されている。

これまで開発されてきたグリーンプロペラントを大別すると、HAN (Hydroxyl Ammonium Nitrate)をベースとしたHAN系推薬、ADN (Ammonium DiNitramide)系推薬、HNF (Hydrazinium NitroFormate)系推薬、過酸化水素がある。HANは使用済み核燃料の再処理剤として使用されている民生材料である。HAN系推薬の中で、HANにAN (Ammonium Nitrate)、水、メタノールを添加した推薬(SHP)は、低凝固点、高密度、高比推力であり、宇宙機適用の際にシステムメリットが大きい。本装置はグリーンプロペラントとしてSHPを採用することとした。SHPを使用する場合、推薬を従来のヒドラジン(ITAR規制対象品)を置き換えることになり、この観点でも意義が大きい。

平成23年度にSHPを利用したGPRCSの開発を開始した。本研究開発は宇宙航空研究開発機構(JAXA)との共同研究で実施している。要求性能及び中間評価時点までの達成状況は以下の通りである。

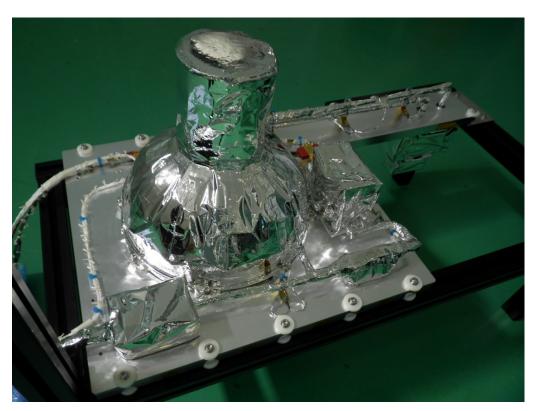
ウ. グリーンプロペラント推進系(GPRCS)

#### GPRCS要求性能及び達成状況

T-2	<u>-                                    </u>	<i>I</i> ⊥.+¥	達成状況	備考
<u>1</u> j	頁目 	仕様  1N	〇	<ul><li>■ 偏考</li><li>・仕様設定根拠は地球周回の小型衛星に</li><li>適用可能なレベル</li></ul>
•	推刀	IIV	0	・本試験実績では、約0.9Nまで確認済み
	比推力	≧210s	Δ	・仕様設定根拠は現行ヒドラジン一液スラスタと同等以上 ・本試験では、約0.9Nで約200sの比推力達成 ・比較的増速量の小さい数100kgの小型衛星では、比推力の影響は少ない・密度比推力が大きいため、(比推力が若干低くても)衛星のコンパクト化が可能
	連続噴射時間	各部が平衡温 度になるまで	Δ	・本試験実績は0.6N級で約60s、0.9N級 で約40s
スラスタ	累積噴射時間	≧3,000s	0	・仕様設定根拠は地球周回の小型衛星に 適用可能なレベル ・本試験実績で約5,000s達成
	総推力	≧3,000Ns	0	・本試験実績で約3,450Ns達成
	最小ONタイム (*)	≦100ms	0	・本試験実績で、100msで着火することを 確認 (インパルスビット@1パルス目=約 0.01Ns)
	触媒層 初期温度	≦200°C	0	・仕様設定根拠は、一般的なヒドラジン一 液式スラスタと同一レベル ・本試験実績で、全試験ケースにおいて、 触媒層初期温度=200℃で試験実施
	累積パルス数	≥20,000	Δ	・本試験実績で、累積パルス数 約 10,000を達成 ・累積パルス数/累積噴射時間の比では 海外他社ヒドラジン1Nスラスタと同等
	搭載数	1基		
<u>g</u>		$5.4 \mathrm{kg}$	ı	・ドライ質量、パネルを含まず
1	力	≦50W	1	

\*: インパルスビットが発生する最小ON時間

ウ. グリーンプロペラント推進系(GPRCS)



GPRCS全体

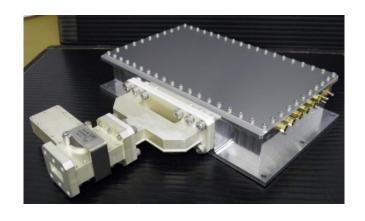


GPRCSスラスタモジュール

#### エ. 半導体増幅器(SSPA)

現在、衛星搭載の通信用増幅器は進行波管増幅器(TWTA)が主流である。一方半導体増幅器(SSPA)は出力が小さいため低周波では徐々に採用されつつあるが、高周波領域では既存デバイスではSSPAに適用することは不可能であった。しかし、今回窒化ガリウム(GaN)を採用し新たにデバイスを開発することで、現在TWTAしか無いKu帯及びKa帯増幅器をSSPAに置き換えることが可能である。

通信ミッションには100Wクラス以上の出力が必要であるが、今回はバス通信系(TTC)を対象とし、Ku帯で40W、Ka帯で10WのSSPAを開発することで世界市場への参入が見込めると判断した。これまでに、Ku帯、Ka帯ともにGaNを使用してモノリシックマイクロ波IC(MMIC)を開発できる見通しを得ている。このMMICには民生部品及び民生技術が適用されている。



Ka帯SSPA

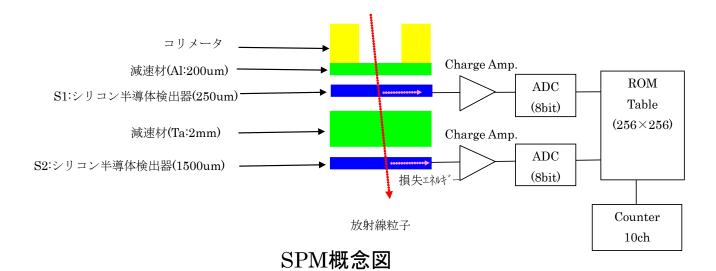
#### 才. 環境計測装置(SPM)

衛星に搭載する民生部品、民生技術の宇宙実証評価には、軌道上での放射線モニタが必須である。 実証衛星1、2号機ではバス機器として粒子エネルギースペクトロメータだけでなく、ドーズモニタ及びアップセットモニタも搭載し、詳細な評価を行った。

開発中の粒子エネルギースペクトロメータ(SPM)は、搭載実績のノウハウを活かし、現行の国内・国外の放射線計測器に対抗し得る性能(観測エネルギー範囲、粒子弁別機能、低電力、軽量等)を有しながら、小型で低価格な搭載機器をコンセプトに開発を進めてきた。

SPMの概念図、外観図、主要諸元を以下に示す。SPMは、S1とS2の2枚のシリコン(Si)検出器を用いて、その間に減速材を挿入する単純なセンサ構成より、広範囲なエネルギー粒子の計測を可能とする装置である。このSPMには4種の民生部品が適用されている。

### 才. 環境計測装置(SPM)





SPMフライトモデル

### 才. 環境計測装置(SPM)

### SPM主要諸元

計測粒子種 / エネルギー範囲	電子:2チャンネル (0.21MeV~1.3MeV) 陽子:6チャンネル (5.5MeV~300MeV) 重イオン:2チャンネル (7.12MeV/n~)
視野	±41.2 <b>度</b>
寸法	102×132×46(mm) コリメータ、コネクタ等突起物含まず)
質量	0.9kg 以下
消費電力	1.1 W 以下

## JAXA小型実証衛星1号機との連携

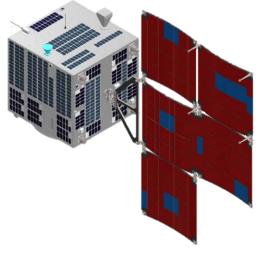
実証衛星3号機の開発は平成26年度までとなったが、SERVISプロジェクトの成果を生かすため以下の2機器は宇宙実証試験を実現すべきと判断し、その方策を検討した。

- ・グリーンプロペラント推進系(GPRCS)
- •環境計測装置(SPM)

その結果、この2機器はJAXA革新的衛星技術実証1号機(小型実証衛星1号機)に搭載する実証 テーマに相応しいことから、平成27年11月にJAXAに提案し、平成28年2月に採択された。

平成28年7月に小型実証衛星1号機の担当会社が選定された後、小型実証衛星1号機とのインタフェース調整を実施すると共に、必要な製造・試験を実施し、平成30年2~3月にGPRCS、SPM共にフライトモデルを衛星システム側に引き渡した。

今後、GPRCS及びSPMを搭載した小型実証衛星1号機はプロトフライト試験、射場作業を行い、 平成30年度内にイプシロン4号機による打上げを行う計画である。



小型実証衛星1号機(RAPIS-1) 軌道上外観

小型実証衛星1号機(RAPIS-1)主要諸元

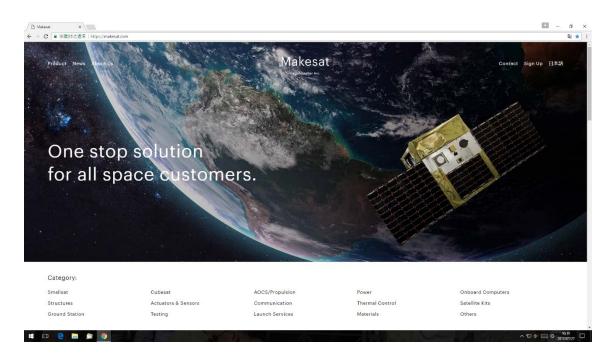
項目	内容
運用期間	打上後2年(定常運用1年(初期運用含む)と後期運用1年)
打上軌道	太陽同期(SSO) 高度500km +/-20km 軌道傾斜角97.24度 +/-0.2度 降交点通過地方太陽時 9:30 +15min/-0min(TBD)
打上げ	2018年度(予定) 強化型イプシロンロケット(4号機)
サイズ	1022 mm×1082mm×1060mm (衛星構体のみ。衛星分離部/突起部は含まない)
質量	200kg以下 (実証テーマ機器+バスシステム)
ミッション機器 供給電力	52.8W(参考)

## 輸出拡大に向けた広報等の推進

#### ア. ウェブサイト

我が国の優れた超小型衛星の機器等を世界に販売する手段の一つとしてウェブサイトを活用することとした。そのため平成27年度より勉強会を開催して議論を行い、平成28年度にウェブサイトの開発仕様を設定・構築し、平成28年8月にMakesatの名称で一般に公開した(URLはhttps://makesat.com))。

Makesatは平成29年度に最終版を構築し、平成30年度から事業化された。



Makesatのトップページ

## 輸出拡大に向けた広報等の推進

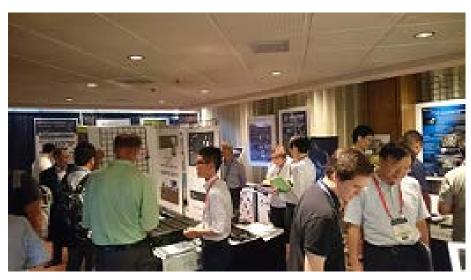
#### イ. 海外展示等

我が国の宇宙用コンポーネント等の輸出拡大を図るため、海外での展示会等を活用して 売り込みを行った。

平成28及び29年度に、米国ユタ州立大学での小型衛星会議(Small Satellite Conference)で日本ブースを開設することで20以上の国内企業・大学等による展示を行い、ネットワーキングと情報発信・収集を行うことにより輸出拡大への大きなステップとなった。







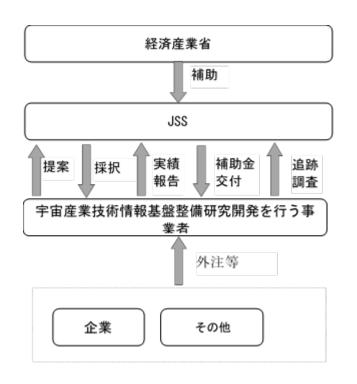
日本ブースの様子

<u>小型衛星会議での日本ブース出展による成果として、平成28年度は145件、平</u>成29年度は84件の商談数となり、本イベント後もその関係は継続している。

### 宇宙用部品・コンポーネントの開発費用を補助する補助事業

### 事業全体のスキームは以下の通り

### 宇宙産業技術情報基盤整備研究 開発補助事業



以下に示す業務管理事業を実施した

- 公募による間接補助事業の実施 全ての開発業者や研究者が公平な機会を享受出来るように、間 接補助事業者の公募を行った。
- 多様な企業から応募を集めるための広報

宇宙関連の新規事業を開拓するためのビジネスコートWEBを活用し、宇宙関連事業者の枠を越えて、広報活動を展開した。また、SERVIS-1,SERVIS-2で培った「民生部品データベースの整備」事業における公開データベースを活用し当事業の広報活動を行った。

- 説明会の開催 公募開始の後、説明会を実施し、広く参加を呼びかけた。
- 採択事業における研究開発の効果の検証と分析 部品やコンポーメントの開発のみに留まらず、目指す設計評定に 段階をつけてサクセスレベルを設定し、到達度合いを検証した。
- 宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業の成果に関するPR 活動(成果発表会の開催、成果報告書の作成と配布、PR動画の 作成と配信 等)
  - 成果発表会や成果報告書の作成と配布を行い、研究開発効果の 検証と分析についてPR活動を行った。
- その他の本事業による効果を高めるための取組の実施 makesat.com を活用し部品・コンポーネントの研究開発事業の機 会を公開することで本事業による効果を高めた。

## ガイドラインの策定、改定

## ガイドライン策定

### 選定評価ガイドライン

- 1. 総則
- 2. 適用文書・関連文書
- 3. 民生部品の宇宙転用への基本的考え方
- 4. 民生部品選定での考慮事項と選定基準
  - 4.1 使用環境
  - 4.2 民生部品選定基準
- 5. 地上評価試験
  - 5.1 試験に対する考え方
  - 5.2 スクリーニング試験項目/条件設定
  - 5.3 品質確認試験項目/条件設定
  - 5.4 放射線耐性試験
    - 5.4.1 放射線源の種類による区分
    - 5.4.2 放射線照射の効果による区分
    - 5.4.3 宇宙実証結果から得られた放射線 試験に対する留意事項
    - 5.4.4 既存及び類似データの有効活用
- 6. 信頼性保証
- 7. まとめ

### 適用設計ガイドライン

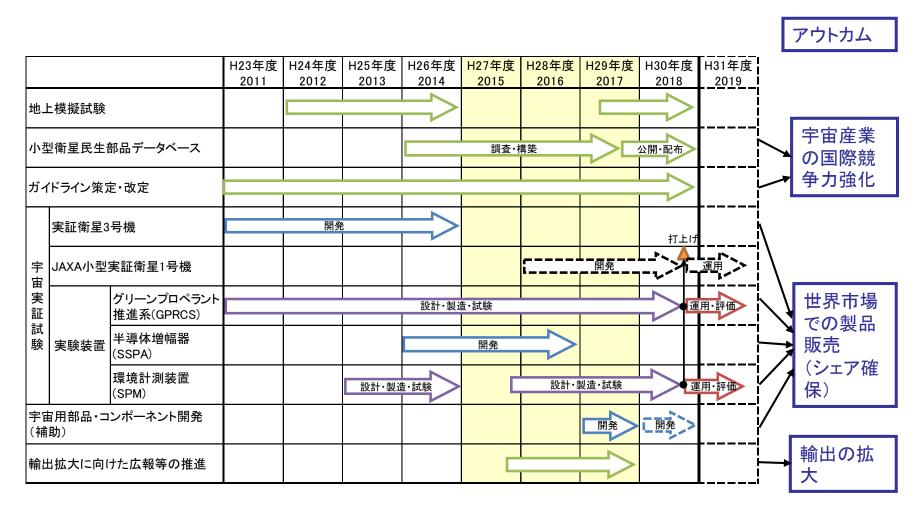
- 1. 目的
- 2. 適用・関連文書等
- 3. 定義
- 4. 設計基準
  - 4.1 全般
  - 4.2 機器総合設計
  - 4.3 電気設計
  - 4.4 機構設計
  - 4.5 熱設計
  - 4.6 EMC設計
  - 4.7 耐放射線設計
  - 4.8 インタフェース設計
  - 4.9 信頼性設計
  - 4.10 安全性設計
  - 4.11 実装設計
  - 4.12 部品·材料選定基準

付録:適用設計例

## 4. 当省(国)が実施することの必要性

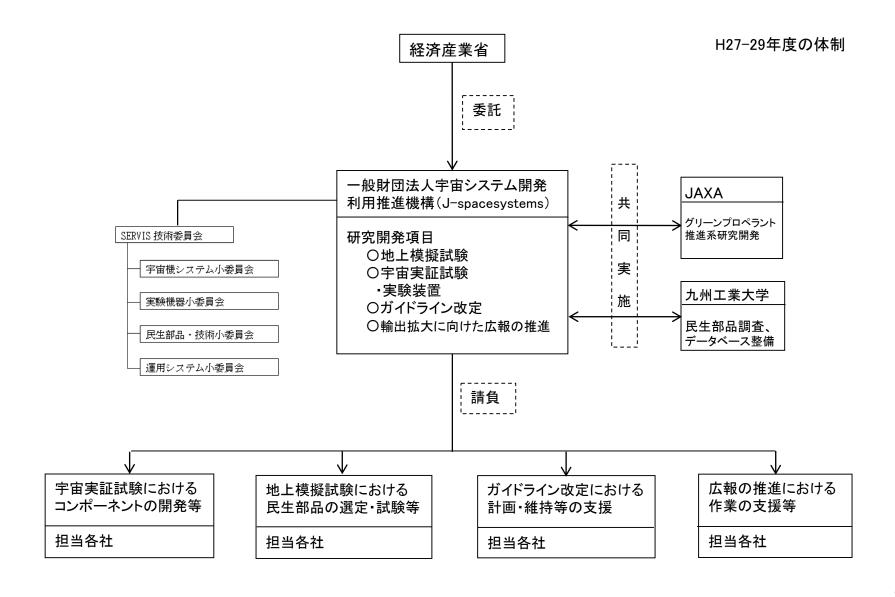
- 宇宙システムは、特殊環境下で極めて高い信頼性が求められ、研究開発や技術実証には多額の費用が必要となるため、世界各国ともに国が責任を持って進めている。特に、宇宙空間において不具合の発生するリスクがMIL部品と比べて高い民生部品・民生技術の宇宙実証は、民間企業のみで実施することが困難である。
- ・このため、国が宇宙実証等の機会を提供し、民生部品・民生技術の衛星転用に必要な知的インフラ(データベース/ガイドライン)を整備する必要がある。また、本事業を通じて整備する知的基盤は、我が国産業界に公開し、整備の受益者が特定企業に限られないため、個別企業による事業実施は現実的でなく、国による事業実施が必要となる。

## 5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



\*H27-29年度が今回の評価範囲

## 6. 研究開発の実施・マネジメント体制等



## 7. 費用対効果

#### (1)知的基盤による効果

本研究開発で構築された民生部品・民生技術データベース、民生部品・民生技術選定評価ガイドライン、民生部品・民生技術適用設計ガイドラインは我が国で初めて構築された知的基盤であり、本研究開発に参画した企業等では継続して活用されている。更に、ベンチャー企業や大学等においても大いに役立っている。これらの情報は機構に申請を頂き審査した結果、提供する形としている。H27~H29年度は、データベースが4社・組織に提供し合計で753品種、またガイドライン類は6社・組織に提供した。これらは我が国の宇宙産業の底上げと裾野拡大に継続的に貢献している。

更にH26年度より、国内で開発・運用されている超小型衛星及びCubeSatを対象として民生部品の調査・収集を行い、新たに小型衛星民生部品データベースとして構築し、H29年10月より一般に公開している。こちらのデータベースはH29年度末時点で約1900件のアクセス数を記録しており、我が国の超小型衛星等の開発ユーザに有益な情報を提供している。小型衛星民生部品調査及びデータベースに関する、H29年度までの論文数は3件である。

(2)実験装置をベースとした機器・コンポーネントの世界市場での販売 ア. リチウムイオンバッテリ(LIB)

実証衛星1号機で3億円程度で開発し宇宙実証された実験装置の1つであるLIBは開発企業により世界市場での販売がなされており、世界の商用衛星の約40%のシェアを獲得している。

LIBの世界展開により、バッテリセルメーカへの波及効果があり、国際宇宙ステーション(ISS)のバッテリはH28年以降全てこのバッテリセルメーカ製のLIBに置き換えられることとなった。

更に、LIBの開発・利用での優位性を維持・強化するため、日本がリードして国際標準化を推進した。その結果、ISO17546としてH28年3月に制定された。

現在までの販売数は100台を超えており、販売価格はサイズによって異なるため単純には示せないものの、1台数億円程度と推定され、推定100億円の波及効果。

## 7. 費用対効果

- (2)実験装置をベースとした機器・コンポーネントの世界市場での販売
  - イ. その他の機器・コンポーネント

実証衛星1号機及び2号機で実証された実験装置の販売も努力を継続しているが、国内衛星への搭載が中心であり海外への展開は容易ではない。

実証衛星3号機の開発における実験装置は、グリーンプロペラント推進系(GPRCS)及び環境計測装置(SPM) をJAXA小型実証衛星1号機で宇宙実証する計画である。この実証結果により世界市場への販売が可能である。GPRCSとSPMを合わせた開発費は約3億円であり、これらはこれまで我が国がOであった世界市場で、一定のシェアを確保することを目指している。H29年度までの論文数はGPRCSが5件、SPMが2件である。

#### (3)衛星バスの低コスト化

実証衛星1、2号機の衛星バスについては、本研究開発の成果として低コスト化の見込みが得られた。これらの実証衛星と同程度の規模(500~1500kgクラス)の衛星バスの場合、将来のリカリング販売においてはコストが半減できる見込みである。

実証衛星3号機に関してはシステム統合化検討の結果、100kg級衛星バスについてペイロード搭載比率向上とペイロードインタフェースの簡素化等によって拡張性と操作性に優れたバスを構築可能となった。その結果として衛星バスの低コスト化が期待できる。実証衛星3号機に投じた開発費は当初計画より1桁小さい約1.4億円であるが、今後の小型衛星バスのベースとなるキー技術を獲得し、将来の海外市場展開への足掛かりとなった。本小型衛星バスに関する、H29年度までの論文数は5件である。

## 8. 中間評価の結果

平成27年度に中間評価を実施した。結論としては中間目標を達成したことが確認された。 そのときの総合評価を以下に示す。

民生技術を活用し、人工衛星等で使用できる安価かつ高機能の部品やコンポーネントを増やしていくことは、我が国宇宙産業の国際競争力強化に極めて重要であり、本事業の意義は大きい。

本事業において進めてきた、民生部品のデータベース化及び選定評価ガイドライン、適用設計ガイドラインの作成は、衛星機器の設計・製作に寄与し、評価できる。

部品については、地上模擬試験の有効性が明らかになってきていること、民生部品についてはライフサイクルが短くなっていることなどを踏まえ、宇宙実証の必要性は低下していると考えられる。また、100~200kg級衛星による宇宙実証は、JAXAの革新的小型衛星技術実証プログラムで実現されつつあり、3号機の開発は必要性がなくなったと考えられる。

今後は、民生技術を活用したコンポーネントの開発及び部品の地上模擬試験に注力するとともに、 JAXAが行う革新的小型衛星技術実証プログラムとの連携を図り、効率的に事業を実施していくべき である。

以上のように、本研究開発で取り組んできた民生部品データベース及びガイドライン類は衛星機器の設計・ 製作に寄与していることが評価された。今後も、小型衛星向けの民生部品データベースの活用を促進する。

また、宇宙産業が取り巻く環境が目まぐるしく変化している状況では、実証衛星3号機の開発の必要性が消失したことは評価の通りである。今後は高機能・低価格の、世界市場で販売可能な宇宙用コンポーネントの開発及び宇宙実証に注力することが重要と認識する。

そのためにも、小型実証衛星1号機に関してはJAXAと密接に連携を取って搭載した2機器の宇宙実証を 完了させ、世界市場での成果を出すことが必須と認識している。