

**「宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業（宇宙の極限環境に適応する民生品の活用に関する研究開発）」
プロジェクト評価用資料
（終了時評価）**

2022年1月14日

経済産業省製造産業局宇宙産業室

一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構

A－3 宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業(宇宙の極限環境に適応する民生品の活用に関する研究開発)

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」（平成 28 年 4 月 1 日閣議決定）						
担 当 課 室	製造産業局宇宙産業室						
目 的	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、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。 また、開発した部品・コンポーネント等の市場投入を支援するため、各種試験のワンストップ化や軌道上実証機会の拡充に向けた取組を行う。						
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	2011 年度～2018 年度（8 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：2011 年度、中間評価：2015、2018 年度、終了時評価：2021 年度						
実 施 形 態	国 → 一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構（委託） → 国立大学法人九州工業大学等（再委託）						
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）						
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
	132	78	37	－	－	929*	960

* 2011年度～2018年度

1. 国内外の類似・競合する研究開発等の状況

① 国内での類似・競合研究

本事業での成果は以下の通りである。

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した。

- ・ 民生部品・民生技術選定評価ガイドライン、適用設計ガイドラインの作成
- ・ 部品・コンポーネント等販売 WEB サイト Makesat を作成公開し運用中
- ・ 「超小型衛星搭載民生部品データベース」を作成公開し運用中

以上の成果に対し国内での競合は以下の通りである。

類似品として JAXA の宇宙転用ハンドブックがあげられる。

- ・ JAXA 共通 JERG-0-052 宇宙転用可能部品の宇宙転用ハンドブック（共通編）
- ・ JAXA ロケット JERG-1-010 宇宙転用可能部品の宇宙転用ハンドブック（ロケット編）
- ・ JAXA 宇宙機 JERG-2-023 宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（長寿命衛星編）
- ・ JAXA 宇宙機 JERG-2-024 宇宙転用可能部品の宇宙適用ハンドブック（科学衛星編）

② 海外での類似・競合研究

海外では COTS (Commercial Off The Shelf) 部品、商用部品の宇宙転用が推進されている。

欧州では CNES が (RNC-CNES-Q-ST-60-100 : General Requirements for the use of Commercial EEE Parts in Space Application) により商用部品の宇宙転用を推進している。

更にこれをベースに欧州としての標準 ECSS-Q-ST-60-13:Space product assurance-Commercial electrical, Electromechanical (EEE) components が制定されている。

2. 研究開発の内容

(1) 研究開発の全体構成

研究開発項目		実施者
①民生部品・民生技術の極限環境適用技術開発 【宇宙システム開発利用推進機構】	民生部品データベース構築	九州工業大学
②個別要素技術開発 【宇宙システム開発利用推進機構】	(a) トランスポンダ (STRX)	NEC
	(b) 電力制御器 (PCU)	NEC
	(c) グリーンプロペラント推進系 (GPRCS)	MHI
	(d) 半導体増幅器 (SSPA)	NEC
	(e) 環境計測装置 (SPM)	明星電気

(2) 各研究開発項目の実施内容

① 民生部品・民生技術の極限環境適用技術開発

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。

② 個別要素技術開発

(a) 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標とした。

(b) 電力制御器 (PCU)

今回の PCU は、市場動向からリチウムイオンバッテリー (LIB) の使用を前提とする。PCU の充電機能及びバッテリー温度制御機能を要素試作し、試験を行う。

(c) 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トには“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を開発した。

これを JAXA 小型実証衛星 1 号機 (RAPIS-1) に搭載し、宇宙実証を行った。

(d) 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ことを試験し、確認した。

(e) 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 spektrometer 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。

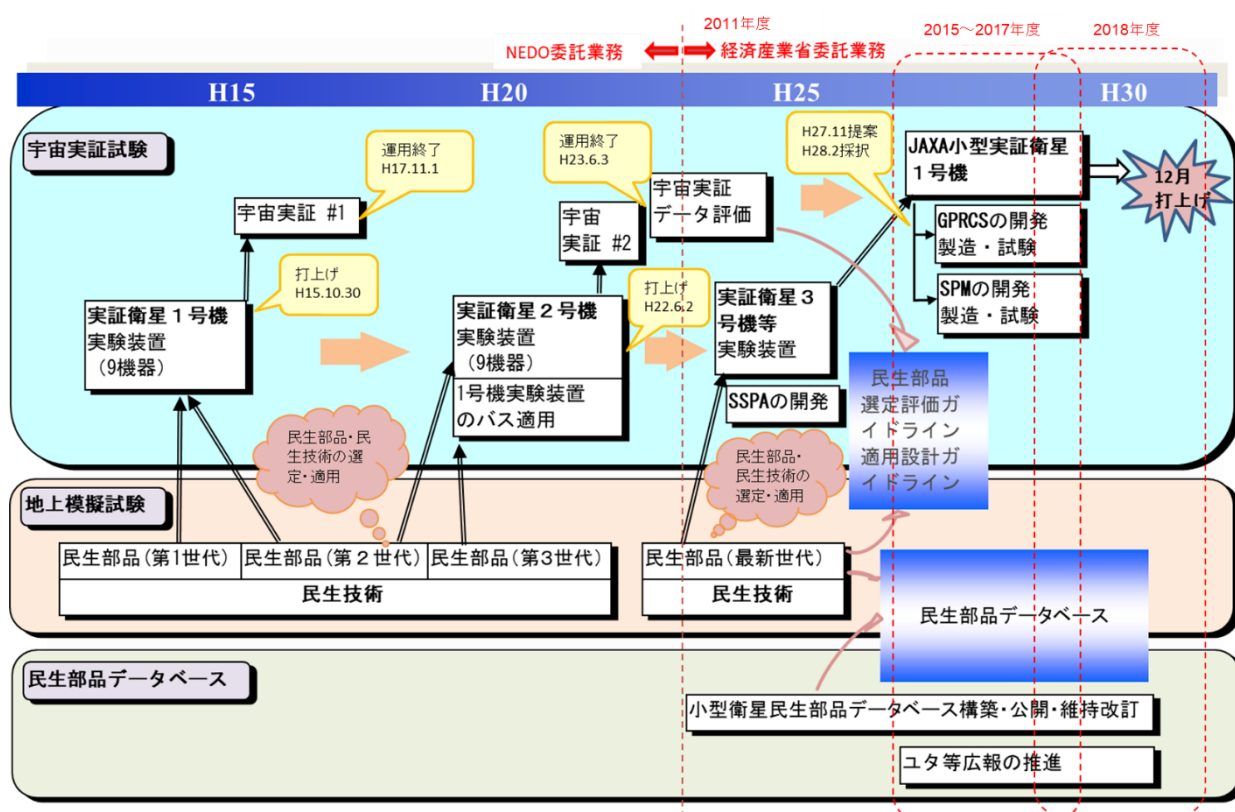
今回実証衛星 3 号機搭載を前提として、新たに低コストで小型の粒子エネルギー spektrometer を開発し、JAXA 小型実証衛星 1 号機 (RAPIS-1) に搭載し、宇宙実証を行った。

3. 研究開発の実施・マネジメント体制等

(1) 研究開発計画

本事業は1999（H11）年度に開始され、2018（H30）年度まで実施した。これを以下の線表に示す。実証衛星1号機及び2号機関連の研究開発は2011（H23）年度の第2四半期までNEDOから宇宙システム開発利用推進機構（以下「機構」という。）への委託業務として実施した。また実証衛星3号機等の研究開発は2010（H22）年度第4四半期にNEDO委託業務として開始したが、2011年度からNEDOから経済産業省に移管された。

研究開発項目は宇宙実証試験、地上模擬試験及び民生部品データベースから成る。この中で、宇宙実証試験を行う実験装置、宇宙用コンポーネントは、宇宙実証終了後はこれらが世界市場で販売でき、一定のシェアを確保することを目指している。またデータベース及びガイドライン類は我が国の宇宙産業の国際競争力強化の実現を目指すものである。更に広報等の推進では、この事業をトリガーにして国内宇宙用部品・コンポーネントの担当各社による輸出拡大の実現を目指す。



(2) 資金配分

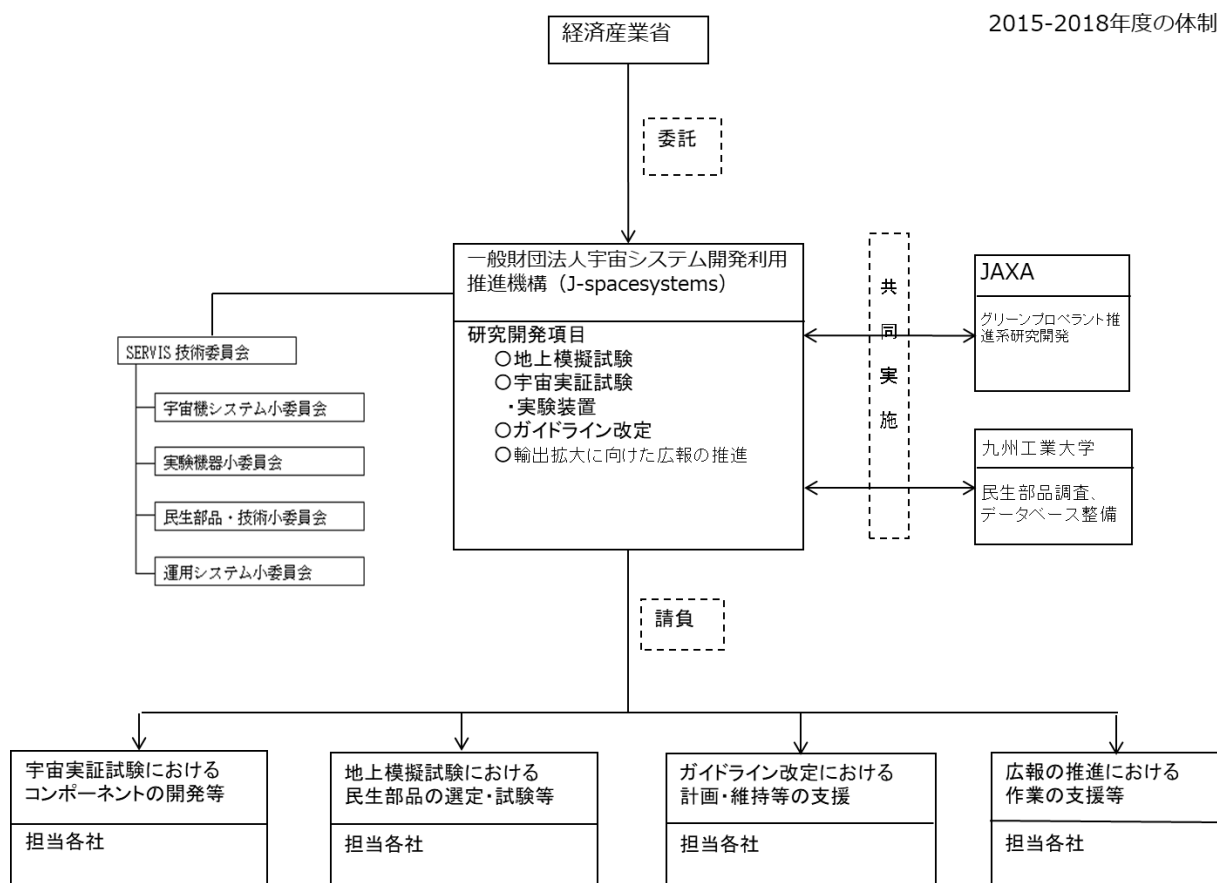
2011～2018年度の資金配分を以下に示す。

(単位：百万円)

研究開発項目	2011FY	2012FY	2013FY	2014FY	2015FY	2016FY	2017FY	2018FY	合計
地上模擬試験		26	23	10					59
民生部品データベース（九州工業大学）				2	2	2	2	2	10
ガイドライン策定・改定	5	5	5	5	5	5	5	5	40
実証衛星3号機	43	17	19	6					85
グリーンプロペラント推進系（GPRCS）	33	20	32	24	30	29	33	25	226
半導体増幅器（SSPA）				33	29	52			114
環境計測装置（SPM）		9	30	26	1	11	15	5	97
その他	117	73	13	25	14	26	20		288
広報等の推進						7	3		10
計	198	150	122	131	81	132	78	37	929

（３）研究開発の実施・マネジメント体制

以下に２０１５～２０１８年度における研究開発の実施体制を示す。機構が経済産業省の委託を受けて、機構内に技術委員会を設置し継続的に有識者によって審議するとともに、必要なものについて JAXA 及び九州工業大学との共同実施を行い、機構が研究開発項目毎にアウトプットを含む仕様等を設定し、各々適切な担当各社を選定して請負う形で事業を進めた。



（４）知財や研究開発データの取扱い

日本版バイ・ドール制度の目的（知的財産権の受託者帰属を通じて研究開発活動を活性化し、その成果を事業活動において効率的に活用すること）及び本プロジェクトの目的を達成するため、本プロジェクトにおいては、知的財産マネジメントを実施することを原則とする。

本方針に記載のない事項については、本プロジェクトの目的を踏まえ、プロジェクト参加者間の合意により必要に応じて定めるものとする。

プロジェクト参加者は、本方針に従い、原則としてプロジェクト開始（委託契約書の締結）までに、プロジェクト参加者間で知的財産の取扱いについて合意するものとする。

なお、プロジェクト参加者間での知的財産の取扱いについての合意書（以下「知財合意書」という。）の作成に当たっては、経済産業省の「委託研究開発における知的財産マネジメントに関する運用ガイドライン」（平成２７年５月）を参考にした。

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（2017 年度） （中間評価時期間： 2015 年度～2017 年度）	最終目標（2018 年度） （最終評価時期間： 2015 年度～2018 年度）	設定（変更）理由
①民生部品・民生技術の極限環境適用技術開発	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。	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する。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する。	民生部品・民生技術データベース等の知的基盤を構築し、これにより、衛星・コンポーネントの低コスト化、短納期化を実現するため。
②個別要素技術開発 (a)トランスポンダ (STRX)	宇宙実証試験の実験装置として、トランスポンダ (STRX) の開発を推進し、製造試験を実施する。	追加すべきレンジング（測距）機能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ことを最終的に確認する	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。
②個別要素技術開発 (b)電力制御器 (PCU)	宇宙実証試験の実験装置として、電力制御器 (PCU) の開発を推進し、製造試験を実施する。	リチウムイオンバッテリー (LIB) の充電機能及びバッテリー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最終的に得ること。	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。
②個別要素技術開発 (c)グリーンプロペラント推進系 (GPRCS)	宇宙実証試験の実験装置として、グリーンプロペラント推進系 (GPRCS) の開発を推進し、製造試験を実施する。	従来のヒドラジン (ITAR 規制対象品) を推薬 (SHP) に置き換えることにより、低毒性で低コストの推進系を開発する。	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)”が望まれているため

②個別要素技術開発 (d)半導体増幅器 (SSPA)	宇宙実証試験の実験装置として、半導体増幅器 (SSPA) の開発を推進し、製造試験を実施する。	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、最終的には Ku 帯で 40W、Ka 帯で 10W の SSPA を開発することを目標とする。	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、これにより高周波領域での SSPA の適用が可能となる。
②個別要素技術開発 (e)環境計測装置 (SPM)	宇宙実証試験の実験装置として、環境計測装置 (SPM) の開発を推進し、製造試験を実施する。	粒子エネルギー spektrometer (SPM) は、現行の放射線計測器の性能を有しながら、小型で低価格な搭載機器を開発する。	小型で低価格な搭載機器のコンセプト実現のため。

(2) 研究開発の成果

研究開発項目	最終目標（2018 年度）	成果・意義	達成 状況	未達の原因分析/ 今後の見通し
①民生部品・民生技術の極限環境適用技術開発	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する。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する。	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を作成し、衛星機器の設計・製作に寄与した。また、データデースの販売 WEB サイトを公開し、広報活動を推進した。	達成	
②個別要素技術開発 (a)トランスポンダ (STRX)	追加すべきレンジング（測距）機能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ことを最終的に確認する。	レンジング（測距）機能の部分の追加回路を要素試作し試験を行い、仕様を満足することを最終的に確認した。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した。	達成	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。
②個別要素技術開発 (b)電力制御器 (PCU)	リチウムイオンバッテリー (LIB) の充電機能及びバッテリー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最終的に得ること。	リチウムイオンバッテリー (LIB) の充電機能及びバッテリー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最終的に得ることが出来た。	達成	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。
②個別要素技術開発 (c)グリーンプロペラント推進系 (GPRCS)	従来のヒドラジン (ITAR 規制対象品) を推進 (SHP) に置き換えることにより、低毒性で低コストの推進系を開発する。	JAXA 小型実証衛星 1 号機への搭載が決定された GPRCS の製造、試験を推進し、JAXA 側に引渡し宇宙実証を完了した。	達成	

②個別要素技術 開発 (d)半導体増幅 器 (SSPA)	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、最終的には Ku 帯で 40W、Ka 帯で 10W の SSPA を開発することを目標と する	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 が可能であることを確 認し、SSPA の開発を完 了した。	達成	
②個別要素技術 開発 (e)環境計測装 置 (SPM)	粒子エネルギースペクト ロメータ (SPM) は、現 行の放射線計測器の性能 を有しながら、小型で低 価格な搭載機器を開発す る。	JAXA 小型実証衛星 1 号 機への搭載が決定され た SPM の製造、試験を 推進し、JAXA 側に引渡 し宇宙実証を完了し た。	達成	

(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
2018 年	5 件	0 件	0 件	0 件

国際標準への寄与

プロトタイプの実証

5. 事業アウトカム

(1) 事業アウトカムの内容

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という事業の目的から、民生品や他分野の部品・技術を活用した機器の実用化数をアウトカムとする。

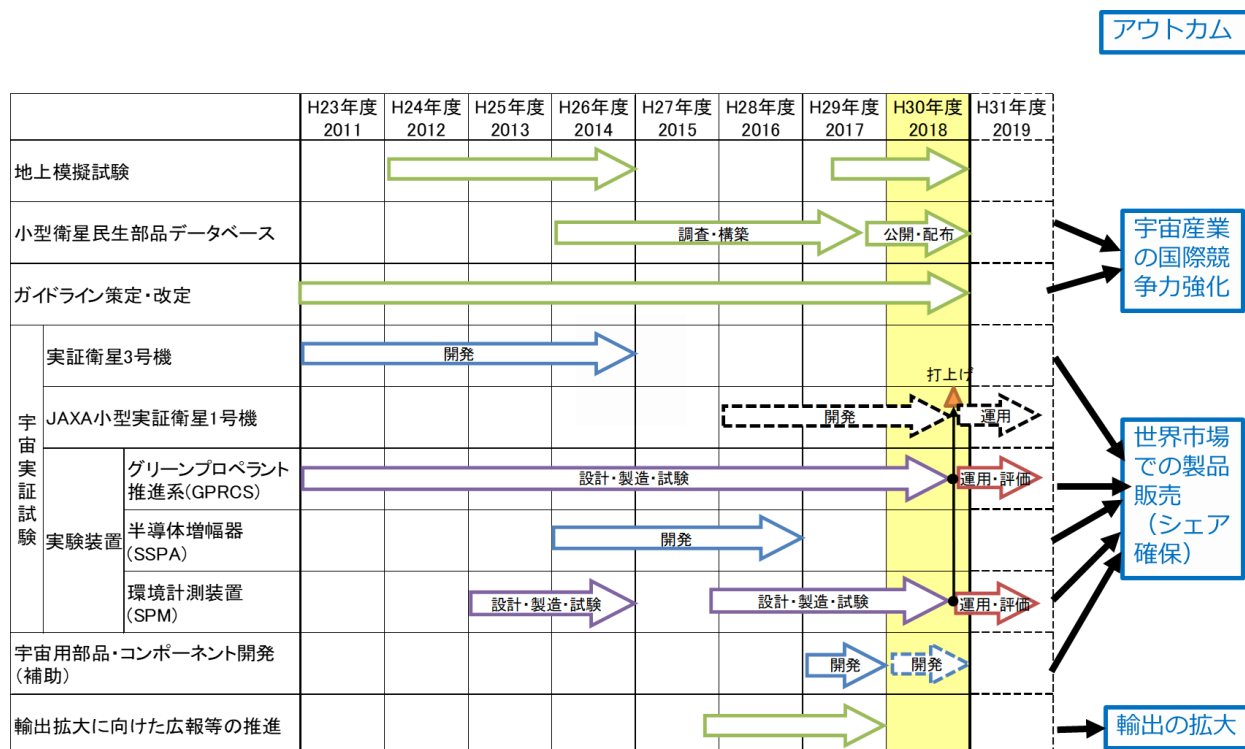
(2) 事業アウトカム目標

アウトカム目標		目標の設定理由	目標達成の見込み
2015年度～ 2017年度	民生部品・技術を活用した機器を3件実用化する。 (2017年度中まで)	民生分野の技術を活用した部品・コンポーネントの実用化には、地上実証や宇宙実証が必要であり、開発から実用化まで	・トランスポンダ (STRX) ・電力制御器 (PCU) ・半導体増幅器 (SSPA) の3機器を2016年度までに開発した。
2018年度	民生部品・技術を活用した機器を2件実用化する。 (2018年度中まで)	に、一定のハードルが存在するため、開発のみで終わらず、実用化にたどり着くために、当該目標設定が適当である。	JAXA 小型実証衛星 1 号機 (RAPIS-1) への搭載が決定された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機器の製造、試験を推進し、JAXA 側に引渡し宇宙実証を完了した。

6. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

2011（H23）年度から2018（H30）年度までの事業の線表を以下に示す。

地上模擬試験、データベース、及びガイドライン類のアウトカムは我が国の宇宙産業の国際競争力強化の実現を目指すものである。宇宙実証試験を行う実験装置、宇宙用コンポーネントは、宇宙実証終了後はこれらが世界市場で販売でき、一定のシェアを確保することがアウトカムとなる。輸出拡大に向けた広報等の推進でのアウトカムは、この事業をトリガーにして国内宇宙用部品・コンポーネントの担当各社による輸出拡大が実現することである。



7. 費用対効果

本事業に2011～2018年度に投入された総額は929百万円である。

知的基盤については、これまでの各担当企業が独立に実施・蓄積してきた民生部品・技術の活用を、我が国で初めて結集し構築したものである。担当各社の知見・経験等を盛り込むために必要とした費用は少なく、ベンチャー企業や大学等の発展に寄与する等、宇宙産業への波及効果は大きい。

機器・コンポーネントについては各々について異なる状況である。その中で、LIBは実証衛星1号機において3億円程度で開発したが、現在までの世界市場でのLIB販売数は300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ることから推定数100億円の波及効果となっている。

衛星バスについては、実証衛星1、2号機での開発費用に比較して、開発担当企業はこの成果を基に世界市場での販売を益々進めており、その効果は大きい。実証衛星3号機に関しては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100kg級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ことからその波及効果は大きい。