

I 宇宙産業技術情報基盤整備 研究開発事業(SERVIS)

一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構
日本電気株式会社

I-1 事業の目的・政策的位置付け

I-1-1 事業の目的

我が国の宇宙関連企業は、衛星等のコンポーネントについては技術力を有するものの、宇宙実証の機会が少ないため、国際競争力のある分野はごく限定的である。さらに、我が国衛星市場の頭打ちに伴い、近年、国内の宇宙用部品メーカーの市場からの撤退が進んでおり、部品調達に支障を来している。

他方、我が国の衛星に従来用いられてきた MIL 規格(米国国防総省が制定した米軍物資調達規格「Military Standard」の略。)部品は、信頼性が高い反面、高価、低機能、納期が長いことに加え、国内の生産量が少ない。また、MIL 部品の輸入時には、米国での輸出規制(ITAR)手続きの影響により、納入遅延や仕様変更等が発生し、衛星開発に悪影響を与えることが少なくない。

このような状況の中、我が国宇宙産業の成長や国際衛星市場への参入を進める方法の一つとして、我が国企業が得意とする安価かつ高機能な民生部品・民生技術の衛星への転用を進め、信頼性を確保しつつ衛星の低コスト化、高機能化等を図ることが必要となる。

本事業を通じて、民生部品(CPU、メモリ等)・民生技術を活用する知的基盤を整備すること等により、衛星・コンポーネントの低コスト化、高機能化、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。

I-1-2 政策的位置づけ

まず、新成長戦略(平成22年6月18日、閣議決定)において、宇宙産業振興のため、小型衛星の開発や、最先端宇宙科学・技術による競争力の確保が工程表に盛り込まれている。

また、産業構造ビジョン2010(平成22年6月3日、産業構造審議会産業競争力部会報告書)の中で、海外市場獲得に向けた我が国企業の競争力強化のため、国際市場、特に宇宙新興国のニーズ(低コスト・短納期・高性能・高信頼)を踏まえた世界最先端の小型衛星を中心として、新技術の実証手段として期待できる超小型衛星を含めた宇宙システム全体の開発を加速することとされている。

次に、技術戦略マップ2010では、今後5~10年程度は、各分野で必要となる基盤的な技術の蓄積を確実に実施し、宇宙実証機会の確保を重点的に取り組み、宇宙関連産業の競争力と自律性を強化し、さらにその後の宇宙産業の振興に寄与することとされており、国際競争力の獲得に必要な宇宙実証の機会を確保することで、新たな機器の信頼性確保を強化できると述べられている。

さらに、第4期科学技術基本計画(平成23年8月19日閣議決定)では、我が国の産業競争力強化のため、我が国の強みを生かした新たな産業基盤の創出に向けて、統合的システムの構築や、保守、運用までも含めた一体的なサービスの提供に向けた研究開発を、実証実験や国際標準化と合わせて推進するとともに、

これらの海外展開を促進する旨、記載されている。

宇宙分野においては、改訂された新たな「宇宙基本計画」（平成27年1月9日、宇宙開発戦略本部決定）において、我が国の宇宙活動の自立性の確保に中核的役割を担う宇宙産業基盤を維持・強化するため、産業界の投資の「予見可能性」を高め、また、人工衛星等を利用した新たな国内需要の拡大に努め、さらに我が国の宇宙産業の国際競争力を強化するとされている。この目標達成に向けた具体的アプローチとして、我が国の宇宙産業の基幹的部品の安定供給、新規参入の促進、民間需要の新規開拓、国外受注の獲得等に官民一体となって取り組むこととされている。さらに、具体的取組として宇宙システムの基幹的部品等の安定供給に向けた環境整備を行うこととされている。

なお、「宇宙基本計画 工程表」（平成27年1月9日、宇宙開発戦略本部決定）は上記本文とともに宇宙基本計画を構成し、毎年、政策項目ごとの進捗状況を宇宙政策委員会において検証し、宇宙開発戦略本部において改訂される。

I-1-3 国の関与の必要性

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。

I-2 研究開発目標

I-2-1 研究開発目標

我が国が得意とする民生部品・民生技術を、衛星製造等の低コスト化、短納期化、高機能化に活用するため、これらを選定し地上模擬試験及び宇宙実証試験を行う。その結果を受けて、衛星製造等に適用するための知的基盤となる「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」を構築し整備する。また、機器等の開発の効率化を図るため開発支援技術を開発し適用する。

I-2-2 全体の目標設定

本研究開発の全体の目標は次の通りである。

「宇宙実証の結果を踏まえ、平成 29 年度^{*})までに民生部品・民生技術を衛星に転用するための知的基盤を整備することにより、我が国における衛星製造等の低コスト化等を図る。」

その内容を具体的に説明すると次のようになる。

地上模擬試験においては、民生部品・民生技術が宇宙空間で曝される複合環境下での挙動と地上の常温・常圧下で限られた放射線源を使う加速試験結果とを比較・検討してその相関を求めることにより、衛星製造等に適用するための評価試験条件・方法を確立する。また民生部品・民生技術を宇宙で使用するためにどのようにスクリーニング試験及び品質確認試験を行えば効率的に信頼性の評価・確認ができるかも検討する。これらをデータベース、ガイドライン類にまとめる。

これらの地上模擬試験に加え、将来の低コスト化周回衛星バスを構成するバス機器に民生部品・民生技術を適用して実証衛星に搭載して宇宙実証試験を行う。これにより、民生部品・民生技術の評価と同時に低コスト・高機能な先端バス機器の評価も可能となり、我が国の宇宙産業界の国際競争力強化に貢献するものである。

平成 11 年より開始した地上模擬試験の結果、及び平成 15 年 10 月 30 日に打ち上げて約 2 年間の軌道上運用を行った実証衛星 1 号機の実証試験結果を受けて、第一次の民生部品・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。

次に、それ以降の地上模擬試験の結果、及び平成 22 年 6 月 2 日に打ち上げ約 1 年間の軌道上運用を行った実証衛星 2 号機の宇宙実証試験結果を反映して、第二次の民生部品・民生技術データベース及びガイドライン類を平成 23 年度までに構築を完了した。

また、平成 22 年度より新たに実証衛星 3 号機等の開発を開始した。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ており、今後これらを搭載した機器等の宇宙実証試験を実施し評価することにより、これまで構築した民生部品・民

生技術データベース及びガイドライン類を改訂しまとめる。並行してこれらの活用状況をフォローする。

これらを受けて、本研究開発の今回の目標・指標と全体の目標設定を表 1-2-2-1 に示す。

表 1-2-2-1 全体の目標

目標・指標 (事後評価時点)	目標・指標 (中間評価時点)	設定理由・根拠等
宇宙実証の結果を踏まえ、平成 29 年度 [*] までに民生部品・民生技術を衛星に転用するための知的基盤を整備することにより、我が国における衛星製造等の低コスト化等を図る。	平成 23 年度までに第二次の民生部品・民生技術データベース及びガイドライン類の知的基盤の構築を完了し、活用状況をフォローする。	衛星製造等の低コスト化、短納期化、高機能化等を実現するため、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を構築する必要がある。

注*)事業見直しにより、終了は平成29年度に変更された。

1-2-3 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極限環境で使用する機器等の開発支援技術

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・3 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。ここにデータベースへの累積登録品数種数は 230 品数以上とし、実証衛星 3 号機等により宇宙実証する民生部品・民生技術適用数は 3 品数以上とする。」

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数種数は 200 品数以上とする。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 品数以上とする。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し、実証衛星 3 号機のシステム統合化を検討する。

②についての目標は次の通りである。

「実証衛星開発への適用結果に基づき、極限環境で使用する機器等の設計の省力化、情報管理の迅速化、製造・試験期間の短縮化に関する効果を定量的に評価する。」

これに対して今回の目標・指標は、開発支援技術を実証衛星 1 号機及び 2 号機の機器等の開発に適用してきた結果として、設計の省力化、情報管理の迅速化、製造・試験期間の短縮化の効果を確認し定量化する。

各々について、個別の目標設定を表 I-2-3-1 に示す。

表 I-2-3-1 個別要素技術の目標

要素技術	目標・指標 (事後評価時点)	目標・指標 (中間評価時点)	設定理由・根拠 等
① 民生部 品・民生技 術の極限 環境適用 技術	衛星製造等に転用可能性を有する民生部品・民生技術に対し宇宙等極限環境を模擬した地上模擬試験を実施し、その試験結果から民生部品・民生技術データベースを構築する。ここにデータベースへの累積登録品種数は 230 品種以上とする。	データベースへの累積登録品種数は 200 品種以上とする。またデータベース活用状況をフォローする。	衛星機器の低コスト化、高機能化、小型・軽量への寄与の可能性を有する品種数の調査結果等により設定した。
	民生部品・民生技術データベース及びそれに基づき選定した民生部品・民生技術の宇宙実証試験(実証衛星 1 号機・2 号機・3 号機等)のデータ等に基づき、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構築する。ここに実証衛星 3 号機等で宇宙実証する民生部品・民生技術適用数は 3 品種以上とする。	第二次のガイドライン類を構築する。実証衛星 2 号機への民生部品・民生技術適用数は 30 品種以上とする。またガイドライン類の活用状況をフォローする。	実証衛星 1 号機用実験装置への民生部品・民生技術の適用を決定する時の、地上模擬試験結果から得られた予測により品種数を設定した。
		最新の民生部品・民生技術を適用した実験装置等の開発を行い、実証衛星 3 号機のシステム統合化検討を行う。	最新の民生部品・民生技術の宇宙実証試験を行うために必要な作業である。
② 極限環 境で使用 する機器 等の開発 支援技術	実証衛星開発への適用結果に基づき、極限環境で使用する機器等の設計の省力化、情報管理の迅速化、製造・試験期間の短縮化に関する効果を定量的に評価する。	実証衛星 1 号機及び 2 号機の開発に適用しその効果を定量化する。	本技術により衛星機器等の開発の効率化が可能となる。

I-3 成果、目標の達成度

I-3-1 成果

I-3-1-1 全体成果

平成 15 年 10 月 30 日に打ち上げた実証衛星 1 号機は平成 17 年 11 月 1 日に宇宙実証試験を終了した。また、実証衛星 2 号機は平成 22 年 6 月 2 日に打ち上げられ、平成 23 年 6 月 3 日に宇宙実証試験を終了した。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。

以上の結果、今回の目標を達成した。

今後、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する。

本研究開発全体の流れを I-3-1-1-1 に示す。

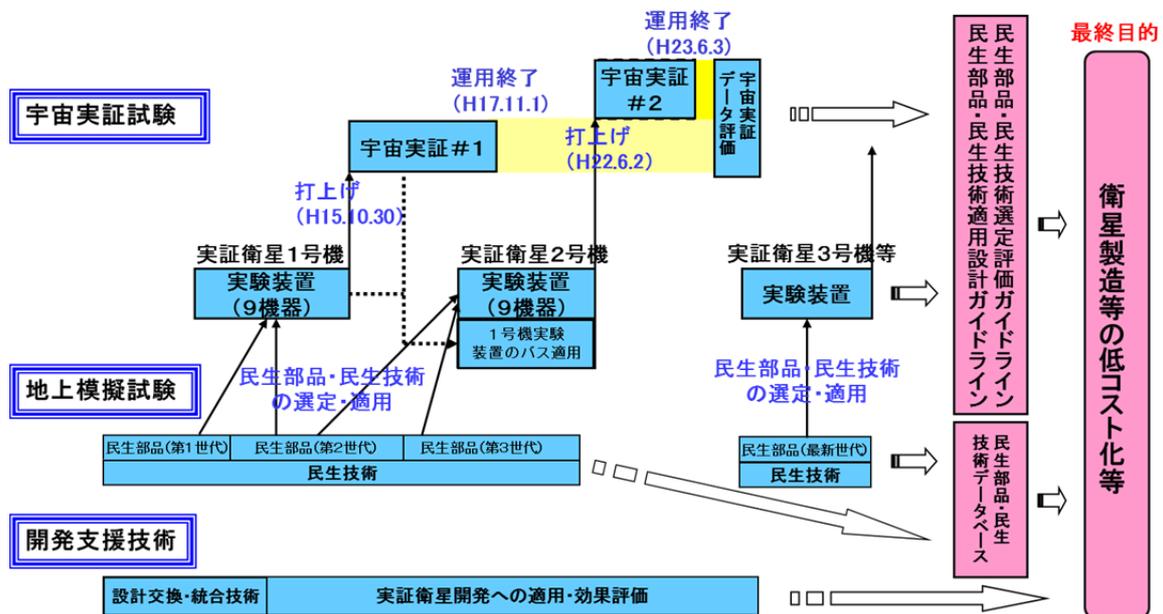


図 I-3-1-1-1 研究開発の流れ

I-3-1-2 個別要素技術成果

①民生部品・民生技術の極限環境適用技術

(1)地上模擬試験

a) 民生部品・民生技術の選定

地上模擬試験に供する民生部品は工業機器、自動車、IT 関連機器、IT 家電等の用途のため、安定した製造プロセスで大量に製造された半導体部品を主とした民生部品及び民生技術を対象とし、特に以下の視点で選定した。

- ・衛星用機器の小型、軽量、高機能及び低コスト化に貢献する民生部品
- ・実証衛星の実験装置に搭載する民生部品
- ・放射線耐性予測方法の評価検討に役立つ民生部品
- ・民生部品を使用する際に必要となる民生技術
- ・低コスト化に貢献する民生技術

選定の手続きとしては、基本的にプロジェクト参画の衛星開発関連参画企業から提案されたものの中から SERVIS 技術委員会の審議を経て採択した。

b) 民生部品の地上模擬試験の試験項目と試験条件

民生部品の地上模擬試験の試験項目は大別するとスクリーニング試験、放射線試験及び品質確認試験である。

スクリーニング試験は初期故障を除去するために実施するもので、全数実施し不良が発生したロットは除外した。その後、環境耐性を調べる放射線試験であるトータルドーズ試験及びシングルイベント試験、更に機械環境・温度環境に対する耐性確認試験である品質確認試験を実施した。なお、民生部品は地上で使用するため、一般に放射線試験を実施することはない。従って宇宙環境での耐性を確認するためには放射線試験が必須である。一方、品質確認試験は、既に部品メーカーで実施しそのデータを取得したものもあり、これらの試験データは部品メーカーから提供頂き試験を省略することも許容した。

これらの地上模擬試験で採用した試験項目・試験条件等を、ガイドライン類の付属文書として「民生部品評価試験条件書」としてまとめた。

c) 民生部品の試験結果

これまでに地上模擬試験が終了した 221 品種について、年度毎の評価品種数を表 I-3-1-2-1 に示す。この中で平成 18 年度までに実施した民生部品については、軌道高度 1000km、5 年ミッションの中低高度地球周回衛星(LEO)において、搭載民生部品までのアルミ遮蔽圧が 5mm の場合は約60%の民生部品が使用可能であることが明らかとなった。また、平成 24 年以降に選定し試験を行った民生部品については、軌道高度 1200km、4 年ミッションの LEO ではほとんどの民生部品が使用可能であることが判明した。

表 I-3-1-2-1 民生部品の地上模擬試験の実績

品種	H11年	H12年	H13年	H14年	H15年	H16年	H17年	H18年	H24年	H25年	H26年	合計
CPU	5	3	4	1	0	0	0	0	1	0	1	15
DSP	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
SRAM	4	12	6	1	1	1	1	1	0	0	0	27
SOI-SRAM	3	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	10
DRAM	1	10	1	1	3	1	1	0	0	0	0	18
PROM	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
EEPROM	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
フラッシュメモリ	0	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	5
ゲートアレイ	3	0	7	1	2	0	0	0	0	0	0	13
デジタルIC	3	0	19	5	0	0	0	0	0	0	0	27
デジタルIC(SOI)	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	8
アナログIC	6	10	21	4	1	0	0	2	5	4	1	54
光部品	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
SOI	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
その他	5	5	11	1	1	0	2	0	1	3	0	29
合計	37	50	81	14	13	2	4	3	8	7	2	221

d) 民生技術の試験結果

これまでに表 I-3-1-2-2 に示す 15 品種の民生技術について地上模擬試験を実施した。これらの民生技術は、ほとんどが技術単独では評価できないため、民生技術を搭載した実験装置レベルでの試験を実施した。試験項目は機能・性能試験に加え、環境試験(機械、温度等)を行い、いずれも問題のないことを確認した。

表 I-3-1-2-2 民生技術の地上模擬試験の実績

No.	民生技術	搭載実験装置	実証衛星No.	備考
1	超塑性加工タンク	ベーン式推薬タンク (VTS)	1	
2	グリース潤滑	次世代パドル駆動機構 (APDM)	1	
3	表面部品実装技術	無調整化TTCTランスポンダ (ATTC)	1	
4	MCM化技術	オンボードコンピュータ (OBC)	1	MCM: Multi Chip Module
5	表面実装技術	スターセンサ統合型衛星制御装置 (SIS)	1	
6	リチウムイオンバッテリーセル	リチウムイオンバッテリーシステム (LIB)	1	Co系電池
7	PHIC実装技術	リチウムイオンバッテリーシステム (LIB)	1	PHIC: Power Hybrid IC
8	リチウムイオン電池	リチウムイオン電池実験装置 (LIBA)	2	Mn系電池
9	MCM実装技術	高性能データ圧縮装置 (HPDC)	2	
10	SOI技術	高性能データ圧縮装置 (HPDC)	2	SOI: Silicon on Insulator
11	GPS受信機	先進測位実験装置 (APE)	2	
12	実装技術	先進測位実験装置 (APE)	2	
13	実装技術	先進衛星構体実験装置 (ASM)	2	
14	磁気軸受	磁気軸受ホイール実験装置 (MBW)	2	
15	MEMS製造技術	RF-MEMS実験装置 (MEMS)	2	

e) 地上模擬試験のまとめ

以上により、これまでに民生部品 221 品種、及び民生技術 15 種、計 236 品種の地上模擬試験を完了し、今回の評価の目標である 200 品種を達成した。民生部品は入れ替わりのサイクルが早く初期のデータは陳腐化して行くことから、平成 24 年度以降の 15 品種の試験は、今後の宇宙実証試験を目指して最新の民生部品を対象として実施したものである。

これらの地上模擬試験結果は、もう1つの研究開発項目である「開発支援システム」のデータベース作成機能を用いて、最初(第一次)の民生部品・民生技術データベースとして登録した。この中で、公開用として第一次のデータベースを平成 19 年に旧(財)無人宇宙実験システム研究開発機構(USEF)のホームページに掲載した。その後、実証衛星 2 号機による宇宙実証結果を受けて必要箇所を見直して平成 24 年に改訂し第二次の民生部品・民生技術データベースとして(一財)宇宙システム開発利用推進機構(J-spacesystems)のホームページに掲載した。

公開用データベースでは、民生部品・民生技術の製造メーカー名は記載せず型式は型式 ID で置き換えることで、製造メーカーへの配慮を行っている。また、試験結果のサマリのみを掲載している。一方、非公開用データベースとして試験結果一式を掲載したものについては、活用を要望する組織・個人が J-spacesystems に対して利用申請書を提出し J-spacesystems による審査を行い、情報管理や目的外利用等に問題なしと判断した場合は個別に提供する形で活用されている。

(2)宇宙実証試験

a) 実験装置

a-1) 実証衛星 1 号機及び 2 号機搭載実験装置

実証衛星に搭載され宇宙実証される実験装置は、国内の宇宙関連企業に公募し、次の観点から SERVIS 技術委員会において審議され、選定を行った。本選定は複数回に亘って行われた。

- ・将来の低コスト化衛星バスを構成するバス機器で、民生部品・民生技術の宇宙実証試験が適切にできる機器であると共に、民生部品・民生技術により抜本的な低コスト化、短納期化、高機能化等が図れる機器であること。
- ・宇宙実証試験が必要なものであると共に、組み込んだ民生部品・民生技術の挙動がモニタできること。
- ・開発担当各社の戦略機器として機器単体でも世界市場での販売が可能なものであること。

その結果として選定・開発され、実証衛星 1 号機に搭載・宇宙実証された実験装置一覧を表 I-3-1-2-3 に示す。また、実証衛星 2 号機の実験装置一覧を表 I-3-1-2-4 に示す。いずれの衛星にも9装置が搭載されることとなった。なお、実証衛星 1、2 号機ともに、民生部品を単体として試験するための装置として部品単体試験装置(CPT) (後述)を搭載しており、これもカウントすると 10 機器となる。

実証衛星 1 号機では約 2 年間の軌道上運用により宇宙実証を行った。また実証衛星 2 号機では約 1 年間の軌道上運用により宇宙実証を行った。1、2 号機ともに全ての実験装置が致命的な不具合もなく、計画した宇宙実証試験を完了し、所期の目的を達成した。

表 I-3-1-2-3 実証衛星 1 号機で宇宙実証された実験装置

No.	名 称	略称
1	ベーン式推薬タンクシステム	VTS
2	統合航法センサシステム	INU
3	統合電力制御装置	PCDS
4	次世代パドル駆動機構	APDM
5	無調整化 TTCトランスポンダ	ATTC
6	オンボードコンピュータ	OBC
7	スターセンサ統合型衛星制御装置	SIS
8	リチウムイオンバッテリーシステム	LIB
9	光ファイバジャイロ慣性基準装置	FOIRU

表 I-3-1-2-4 実証衛星 2 号機で宇宙実証された実験装置

No.	名 称	略称
1	リチウムイオン電池実験装置	LIBA
2	高アシュアランスデータマネジメント装置	ADMS
3	自律フォールトトレラント計算機	CRAFT
4	リモートターミナル実験装置	PPRTU
5	高性能データ圧縮装置	HPDC
6	先進測位実験装置	APE
7	先進衛星構体実験装置	ASM
8	磁気軸受ホイール実験装置	MBW
9	RF-MEMS 実験装置	MEMS

次に、実験装置に搭載され宇宙実証された民生部品及び民生技術を、実証衛星 1 号機について表 I-3-1-2-5 に、また実証衛星 2 号機について表 I-3-1-2-6 に示す。これらの表では民生部品の品種名を示すが、民生技術名は前述の I-3-1-2-2 に示し、ここでは数のみとした。18 の実験装置で評価される民生部品は合計 86 品種、また民生技術は合計 15 種となった。

これらの民生部品や民生技術も、これらが組み込まれた実験装置と同様、ほぼ計画通りに動作し、1 号機は 2 年間の宇宙実証を、また 2 号機は 1 年間の実証を完了した。宇宙実証結果は地上模擬試験結果との比較・検討により地上での予測の妥当性評価を行い、特に 2 号機の結果は民生部品・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に順次反映している。

表 I-3-1-2-5 実証衛星 1 号機の実験装置に搭載・
評価された民生部品・民生技術

略称	民生部品	民生技術	搭載民生部品品種
VTS	1	1	ボイドセンサ
INU	1	0	RFチップ
PCDS	1	0	16bit CPU
APDM	0	1	-
ATTC	11	1	16b D/A C, 12b A/D C, Receiver IF, LN AMP, LN AMP/MIXER, TRANSMIT/RECEIVE SWITCH, UPC, MODULATOR, TRANCEIVER, PA DRIVER AMP, POWER AMP
OBC	6	1	CPU, SDRAM, FPGA, Dig_IC × 2, SRAM
SIS	4	1	CPU, EEPROM, CCD, SDRAM
LIB	0	2	-
FOIRU	5	0	受光、光源、導波路、ファイバ、FOG
合計	29	7	

表 I-3-1-2-6 実証衛星 2 号機の実験装置に搭載・
評価されている民生部品・民生技術

略称	民生部品	民生技術	搭載民生部品品種
LIBA	7	1	CPU、マルチプレクサ、フォトカプラ、リレードライバ、MOS-FET、OPAMP、ホールセンサ
ADMS	17	0	CPU、FLASH MEMORY、SRAM、FPGA、FET、Digital IC × 6種、Analog IC × 4種、Transistor × 2種
CRAFT	4	0	64bit MPU(P-QFP)、64bit MPU(BGA)、SRAM、SDRAM
PPRTU	9	0	IEEE-1394 I/F LS、PLL LSI、LVDS Line Driver、LVDS Line Receiver、PCI I/F デバイス、デュアルポートSRAM、高速FIFO、EDAC、バッファIC
HPDC	7	2	LVD Line Driver、LVDS Line Receiver、LVDS Line Driver/Receiver、Line Receiver、16bit Level Shifting Transceiver、SDRAM、Image Comp Chip
APE	4	2	OPAMP、FIFO、FPGA、SDRAM
ASM	7	1	CPU、FPGA、DRV × 2、OPAMP、EEPROM、SDRAM
MBW	1	1	パワー-MOSFET
MEMS	1	1	RF-MEMSスイッチ
合計	57	8	

機器実験装置に加え、高機能で最先端の半導体メモリ部品を中心に、部品単体としての挙動を詳細に計測するために部品単体試験装置(CPT)を開発し、実証衛星 1 号機及び 2 号機に搭載した。本装置に搭載する民生部品は最先端の 2 世代の SRAM、DRAM 等とした。これにより 2 機の実証衛星により、3 世代の半導体メモリ部品の宇宙実証を実施し、世代の違いが放射線耐性にどのように影響するかも調査した。CPT に搭載した民生部品を表 I-3-1-2-7 に示す。

表 I-3-1-2-7 部品単体試験装置に搭載・評価された民生部品

品種	実証衛星 1 号機	実証衛星 2 号機
SRAM	1Mbit, 4Mbit	4Mbit, 8Mbit
DRAM	128Mbit, 256Mbit	256Mbit, 512Mbit
SOI SRAM	256kbit (0.35 μ m)	128kbit (0.18 μ m)
フラッシュメモリ	NOR 型 32Mbit	NOR 型 128Mbit
FPGA	SRAM 型, EEPROM 型	SRAM 型, EEPROM 型
品種数	11	9

部品単体試験装置では、2機の実証衛星により計20品種の民生部品が評価され、地上模擬試験結果との比較・検討により地上での予測の妥当性評価を行うと共に、民生部品の放射線耐性予測の検討にも反映された。

以上により、実証衛星2号機に搭載された実験装置と部品単体試験装置により民生部品は計66品種、民生技術は計8種が実証されている。即ち、今回の評価の目標である「実証衛星2号機への民生部品・民生技術の適用数30品種以上」に対して、合計74品種となり、十分に目標を達成した。

なお、実証衛星1号機に搭載された実験装置と部品単体試験装置により民生部品は計40品種、民生技術は計7種が実証された。合計で47品種となり、1号機においても30品種以上の目標を達成している。

a-2) 実証衛星3号機等搭載実験装置

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)
- オ. 環境計測装置 (SPM)

これらについて、以下個別に説明する。

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、実証衛星3号機の開発計画が明確になるまで、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バッテリー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ー(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、実証衛星 3 号機の開発計画が明確になるまで、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表 I-3-1-2-8 の通りである。

表 I-3-1-2-8 要求性能及び達成状況

項目	仕様	達成状況	備考	
スラスタ	推力	1N	○	・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 ・本試験実績では、約0.9Nまで確認済み
	比推力	≥210s	△	・仕様設定根拠は現行ヒドラジン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	各部分が平衡温度になるまで	△	・本試験実績は0.6N級で約60s、0.9N級で約40s
	累積噴射時間	≥3,000s	○	・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	○	・本試験実績で約3,450Ns達成
	最小 ON タイム(*)	≤100ms	○	・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	○	・仕様設定根拠は、一般的なヒドラジン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°Cで試験実施
	累積パルス数	≥20,000	△	・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1Nsスラスタと同等
	搭載数	4基	—	
質量	≤13 kg	—	・ドライ質量	
電力	≤80W	—		

*:インパルスビットが発生する最小 ON 時間

表 I-3-1-2-8 の通り、要求性能をほぼ達成しており、今後認定試験として、機械環境試験及び環境試験前後の機能試験を実施し、本事業で開発したスラスタがフライト品質を有することを確認する。

供試体の写真を図 I-3-1-2-1 に示す。

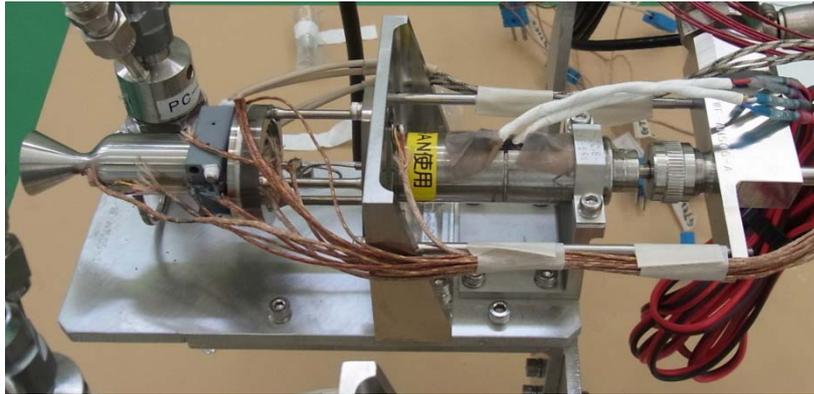


図 I-3-1-2-1 供試体写真

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。

オ. 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 の概念図を図 I-3-1-2-2 に、外観図を図 I-3-1-2-3 に、主要諸元を表 I-3-1-2-9 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。

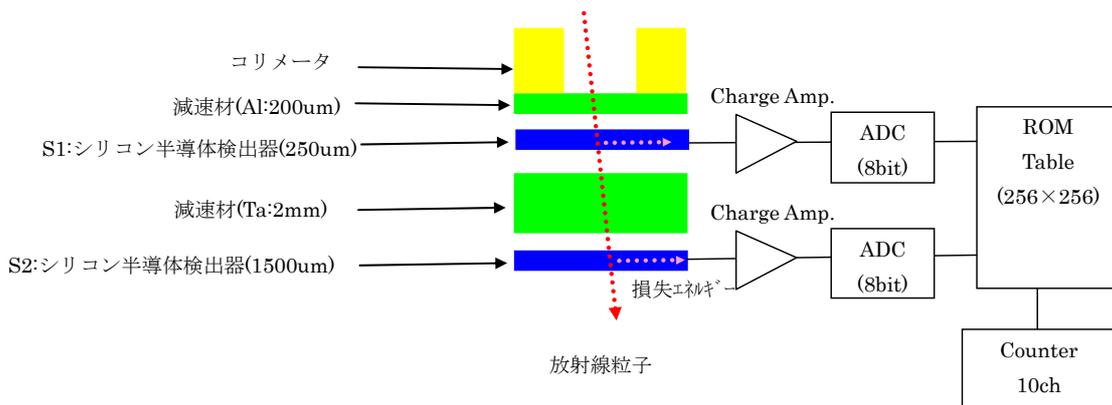


図 I-3-1-2-2 SPM 概念図

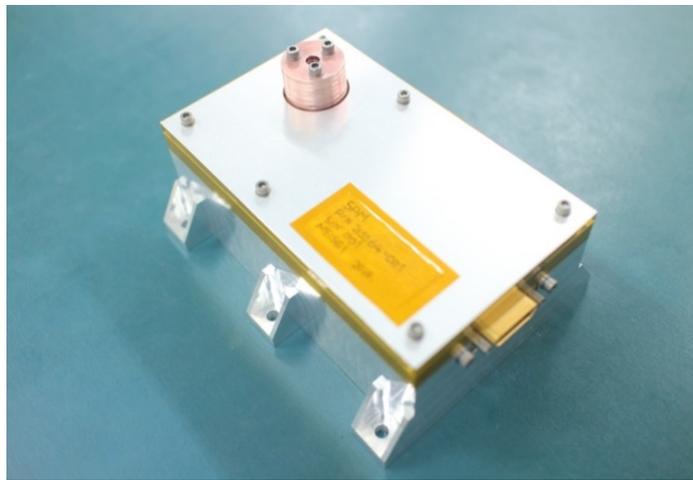


図 I-3-1-2-3 SPM 外観図

表 I-3-1-2-9 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	±21.8 度(衛星軌道により設定)
寸法	102×132×46(mm) 公差±1% (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

b) 実証衛星

b-1) 実証衛星 1 号機

実証衛星 1 号機は、研究開発の効率的推進の観点から、先に開発された次世代型無人宇宙実験システム (USERS) の資産を最大限活用することにした。バス部は USERS 宇宙機サービスモジュール (SEM) をそのまま使い、また USERS 宇宙機リエントリモジュール (REM) の代わりに実験装置を搭載するペイロードユニット (PLU) を取り付けることとした。運用軌道は宇宙実証を行うために必要な放射線環境と、将来の低コスト化周回バス・搭載機器が飛翔すると考えられる範囲を考慮して高度 1000km の太陽同期軌道 (SSO) とした。

実証衛星 1 号機はロシアのプレセツク射場からロコットにより打上げられ、ほぼ計画通りの軌道に投入された。その後は宇宙航空研究開発機構 (JAXA) のグラウンドネットワーク局 (GN 局) を使用して USEF 運用管制センター (USOC) (b-2) 実証衛星 2 号機の説明参照) により約 2 年の軌道上運用を行い、計画された全ての宇宙実証試験を完了した。なお、停波の前に国際機関間スペースデブリ調整会議 (IADC) のガイドラインを遵守し、スペースデブリの発生を抑える処置を可能な範囲で実施した。

衛星の概要を表 I-3-1-2-10 に示す。

表 I-3-1-2-10 実証衛星 1 号機の概要

打上げ日	平成 15 年 10 月 30 日
打上げロケット	ロコット (ROCKOT)
運用軌道	高度 1000 km、軌道傾斜角 99.5deg 太陽同期軌道 (SSO)
運用期間	2 年
衛星重量	840kg
外形寸法	2.5m(H) x 10.2m(L)
発生電力	1300W 以上 (太陽指向時、EOL)
衛星制御系	ISC による統合化制御
姿勢制御系	3 軸制御
電源系	50V フローティングバス NiH ₂ バッテリ
データハンドリング系	CCSDS 準拠パケット方式
通信系	テレメトリ: USB (2kbps), HSB (256kbps) コマンド: 4000bps
推進系	1 液式 (ヒドラジン) 1N スラスタ 12 本
運用管制設備	USEF 運用管制センター (USOC)
追跡管制局	JAXA グラウンドネットワーク (GN) 局
ペイロードへのリソース	重量: 300 kg 以上、電力: 500 W 以上 データレート: 2400 bps 以上

b-2) 実証衛星 2 号機

実証衛星 2 号機は、1 号機搭載の機器実験装置を出来る限りバス機器に採用する方針とした。宇宙実証結果を受けて検討した結果、表 I-3-1-2-3 に示す以下の装置をバス化することとした。

- ・無調整化 TTC トランスポンダ (ATTC)
- ・リチウムイオンバッテリーシステム (LIB)
- ・スターセンサ統合型衛星制御装置 (SIS)

また、実証衛星 2 号機は運用期間が 1 年であり 1 号機の 2 年より短いため、1 号機と等価な累積放射線量を与えることを考慮して高度 1200km の SSO とした。また、運用期間の短縮に合わせて搭載する推薬量を少なくした結果、衛星の質量も 1 号機より小さくなった。実証衛星 2 号機の概要を表 I-3-1-2-11 に示す。

表 I-3-1-2-11 実証衛星 2 号機の概要

打上げ日	平成 22 年 6 月 2 日
打上げロケット	ロコット (ROCKOT)
運用軌道	高度 1200 km、軌道傾斜角 100.4deg 太陽同期軌道 (SSO)
運用期間	1 年
衛星重量	740kg
外形寸法	2.5m(H) x 10.2m(L)
発生電力	1300W 以上 (太陽指向時、EOL)
衛星制御系	ISC による統合化制御
姿勢制御系	3 軸制御
電源系	50V フローティングバス リチウムイオンバッテリー
データハンドリング系	CCSDS 準拠パケット方式
通信系	テレメトリ: USB (2kbps), HSB (256kbps) コマンド: 4000bps
推進系	1 液式 (ヒドラジン) 1N スラスタ 12 本
運用管制設備	USEF 運用管制センター (USOC)
追跡管制局	JAXA グラウンドネットワーク (GN) 局
ペイロードへのリソース	重量: 300 kg 以上、電力: 500 W 以上 データレート: 2400 bps 以上

実証衛星 2 号機の打上げ機も、1 号機と同様ロコット (ROCKOT) による打上げ提案を行ったドイツのユーロコット (Eurockot) 社と打上げサービス契約を締結することとなった。ロケット側の事情により打上げが遅延したため、実証衛星 2 号機はシステム PFT 後に衛星を適切な環境下に保管し、打上げ時期確定後に最終点検と出荷前審査 (PSR) を行い、ロシアのプレセツク射場に輸送した。射場における衛星の外観を図

I-3-1-2-4 に示す。射場整備作業の終了後、衛星は平成 22 年 6 月 2 日 01 時 59 分 11 秒(UTC(協定世界時))に打上げられた。その様子を図 I-3-1-2-5 に示す。



図 I-3-1-2-4 実証衛星 2 号機の外観

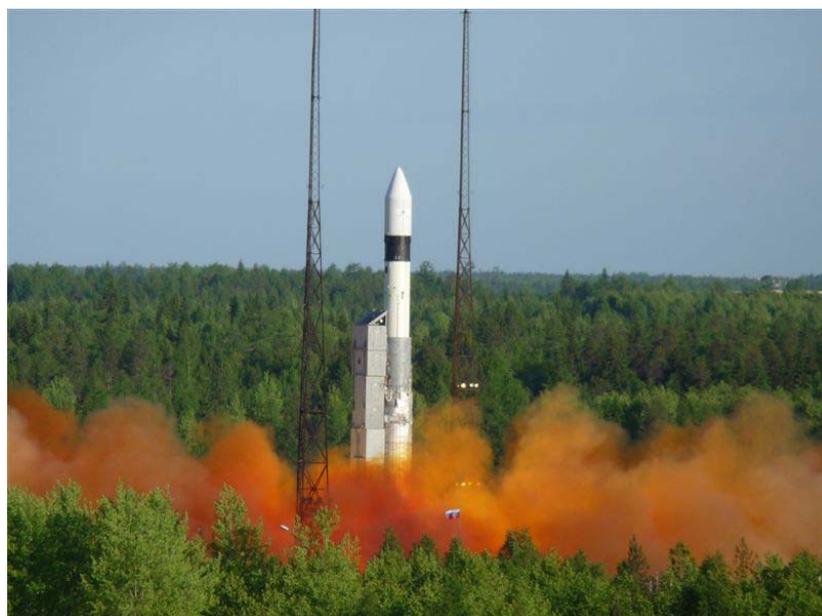


図 I-3-1-2-5 実証衛星 2 号機の打上げ

実証衛星 2 号機は殆ど計画通りの軌道に投入された。その後 SIS をベースとした

統合型衛星制御装置の恒星センサ(STT)により初期捕捉を問題なく完了した。ATTCをバスに転用した通信系、LIBをバスバッテリーとして使用した電源系も正常に動作することが確認できた。初期チェックアウト後、約1年間の軌道上運用を行い、計画された全ての宇宙実証試験を完了した。軌道上運用の終了に際し、1号機と同様、残推薬の消費、バッテリーの放電、不要機器の電源オフ等により、国際機関間スペースデブリ調整会議(IADC)のガイドラインを遵守し、制約の範囲で最大限にスペースデブリの発生を抑える処置を行った後平成23年6月3日に停波し、実証衛星2号機の運用を完了した。

実証衛星1、2号機の運用にはUSEF運用管制センター(USOC)を使用した。USOC開発の基本方針は設備の低コスト化と運用の省力化におかれている。設備の低コスト化では、既存の技術資産を充分活用することに加え、PCベースでのシステム構成とし、最小限の装置冗長と相互代用可能な装置間での機能冗長を採用し、更に追跡管制には宇宙航空研究開発機構(JAXA)のグラウンドネットワーク局(GN局)を活用した。また、運用の省力化では、1名の指揮者(FD: Flight Director)と2名のオペレータでの定常運用作業ができるシステムを構築している。なお、実証衛星2号機用のUSOCにおいては、1号機からの経年に伴うハードウェア、オペレーションシステム等の換装、及び通信環境の高速化に対応して改修を行った。

運用管制システムの構成を図I-3-1-2-6に示す。

b-3) 実証衛星 3 号機

低コストでかつ短期間で宇宙実証試験を実施するために、平成 22 年度より 100kg 級の実証衛星 3 号機の検討を開始した。実証衛星 3 号機の概要を表 I-3-1-2-12 に示す。

表 I-3-1-2-12 実証衛星 3 号機の概要

項目	諸元
ミッション	光学センサ(TBD)
民生部品の適用	最新の民生部品を採用 -機器の小型化、高機能化 -輸出入管理(ITAR規制等)の影響回避
実験装置等	トランスポンダ(STRX) 電力制御器(PCU) グリーンプロペラント推進系(GPRCS) 半導体増幅器(SSPA) 環境計測装置
適合ロケット	H-IIA サブペイロード, イプシロン, ASAP-5, Falcon 等の主要ロケットに適合
軌道	低高度周回軌道(高度 500~700km)
地上局	追跡管制・データ受信局(国内)
設計寿命	1年以上(SERVIS-3 ミッション要求) 5年以上(標準バスとしての設計目標)
質量	打上質量: 170kg(内、推薬 4kg) ペイロード搭載能力: 最大 80kg
電力	発生電力: 370 W(1年後) ペイロード供給電力: 最大 80W

実証衛星 3 号機においては、特に小型衛星バスの競争力強化を図るために、バスの拡張性と操作性の向上とペイロードへのリソース増大を目指して、システム統合化の検討を行った。これを図 I-3-1-2-7 に示す。

パイロードI/F関連装置(PIU・TCIM・SWR・DR)を統合化

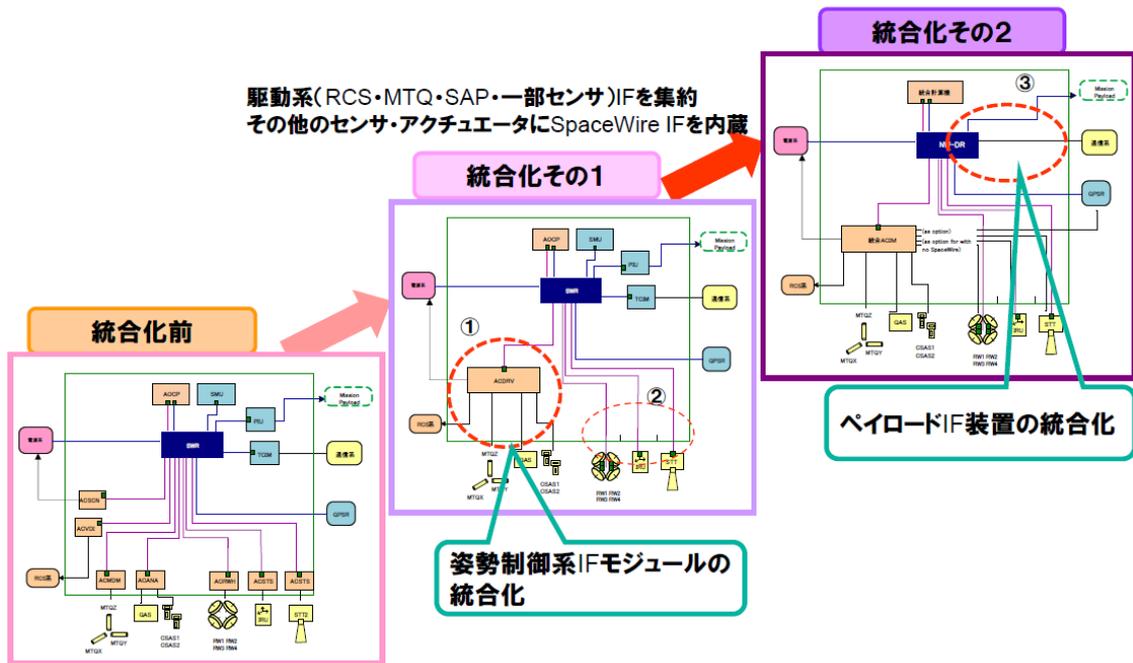


図 I-3-1-2-7 システム統合化の流れ

システム統合化の検討は下記のア、イを対象として実施した。

ア. 姿勢制御系インターフェース統合化

i) 姿勢制御系インターフェースモジュールの統合化

磁気トルカ(MTQ)駆動インターフェース、推進系(RCS)駆動インターフェース、アナログインターフェース、及び太陽電池パドル駆動インターフェースの各モジュールを統合した回路(ACDRV; Attitude Control DRiVer)を開発することにより、機器数を約1/4、質量を約2/3、電力を約1/4、搭載面積を1/2と、大幅にリソースを削減できることを確認した。

ii) 姿勢制御系機器へのスペースワイヤ(SpW)インターフェース回路内蔵化

姿勢制御系機器であるリアクションホイール(RW)、慣性基準装置(IRU)、及び恒星センサ(STT)に、各々SpWインターフェース回路を内蔵するための要素試作を行い、実現の方策を確認した。実現すれば該当インターフェースモジュールの削減が可能となる。

イ. パイロードインターフェース統合化

パイロードインターフェース技術及び標準試験装置技術の世界市場を調査し、その結果統合化パイロードインターフェース装置(NW-DR; NetWork Data Recorder)に対する開発項目を識別した。

また、NW-DRによりペイロードインタフェースユニット(PIU)、通信インタフェースモジュール(TCIM)、スペースワイヤルータ(SWR)、データレコーダ(DR)等を統合化し、大幅な小型軽量省電力化が実現可能であることを確認した。

(3)ガイドライン策定

a) 民生部品・民生技術選定評価ガイドライン

本研究開発における知的基盤の構築の一環をなす民生部品・民生技術選定評価ガイドラインは、民生部品・民生技術を宇宙等極限環境下で使用に耐えうるか否かを評価するための試験項目及び試験条件、使用に当たっての配慮事項、注意事項等をまとめたものである。

本ガイドラインは、民生部品・民生技術の地上模擬試験結果と宇宙実証試験結果を分析し、耐環境性を評価する地上試験として最適で、かつ必要最小限な試験項目と試験条件を導き出すものである。また、民生部品を宇宙機器として使用する場合に必要となる信頼度計算に用いる部品単体の信頼度に対する考え方を整理したものである。本ガイドラインは、宇宙用機器開発企業が有効且つ短時間で、また宇宙実証することなく民生部品・民生技術の選定評価を行うことを可能とすることを目的とした。

本ガイドラインは、宇宙実証試験等の進捗とともに内容の充実を図り、今回の中間評価時点では実証衛星2号機の軌道上実証試験結果の比較検討結果まで反映した第二次の民生部品・民生技術選定評価ガイドラインを構築し、目標を達成できた。その目次を表 I-3-1-2-13 に示す。

表 I-3-1-2-13 民生部品・民生技術選定評価ガイドラインの目次

1. 総則
2. 適用文書・関連文書
3. 基本方針
4. 民生部品選定基準
4.1 民生部品の定義
4.2 環境条件
4.3 部品選定基準
5. 評価試験
5.1 スクリーニング項目／試験条件設定
5.2 品質確認試験項目／試験条件設定
5.3 放射線耐性試験
5.3.1 トータルドーズ試験方法
5.3.2 シングルイベント耐性
5.3.3 その他の放射線耐性特性
6. 信頼性保証
7. 採用に当たっての留意点・制約事項
8. 宇宙実証結果との比較方法
9. 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

b) 民生部品・民生技術適用設計ガイドライン

本研究開発における知的基盤の構築の一環をなす民生部品・民生技術適用設計ガイドラインは、民生部品・民生技術を宇宙等極限環境で使用される機器設計に有効に適用するための配慮事項、注意事項等をまとめたものである。

本ガイドラインは、本研究開発終了後に各企業において民生部品・民生技術を採用した宇宙用機器を設計する際の手引きとなるもので、実験装置の開発、宇宙実証試験、地上模擬試験等で得られた民生部品・民生技術を宇宙機器に適用するための設計的ノウハウをまとめた。本ガイドラインに従って機器設計を実施すれば、見落としなく適切に宇宙用機器の設計ができることを狙いとしている。なお、付録として実証衛星 1、2 号機に搭載した機器実験装置毎に、民生部品・民生技術の適用事例としてまとめた。

本ガイドラインは、宇宙実証試験等の進捗とともに内容の充実を図っており、今回の中間評価時点では実証衛星 2 号機までの宇宙実証試験結果の比較検討結果を反映した第二次の民生部品・民生技術適用設計ガイドラインを構築し、目標を達成できた。その目次を表 I-3-1-2-14 に示す。

表 I-3-1-2-14 民生部品・民生技術適用設計ガイドラインの目次

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

②極限環境で使用する機器等の開発支援技術

本研究開発項目は、実証衛星の開発に参画する関係者間のタイムリーで齟齬のない情報伝達、インタフェース設計情報交換及び機器・衛星等の3次元CADモデルを使った3次元設計、仮想環境を用いた解析を効果的かつ効率的に行なうためのシステムを構築するものである。本システムは設計情報交換システム及び設計情報統合システムから成る。これを図 I-3-1-2-8 に示す。

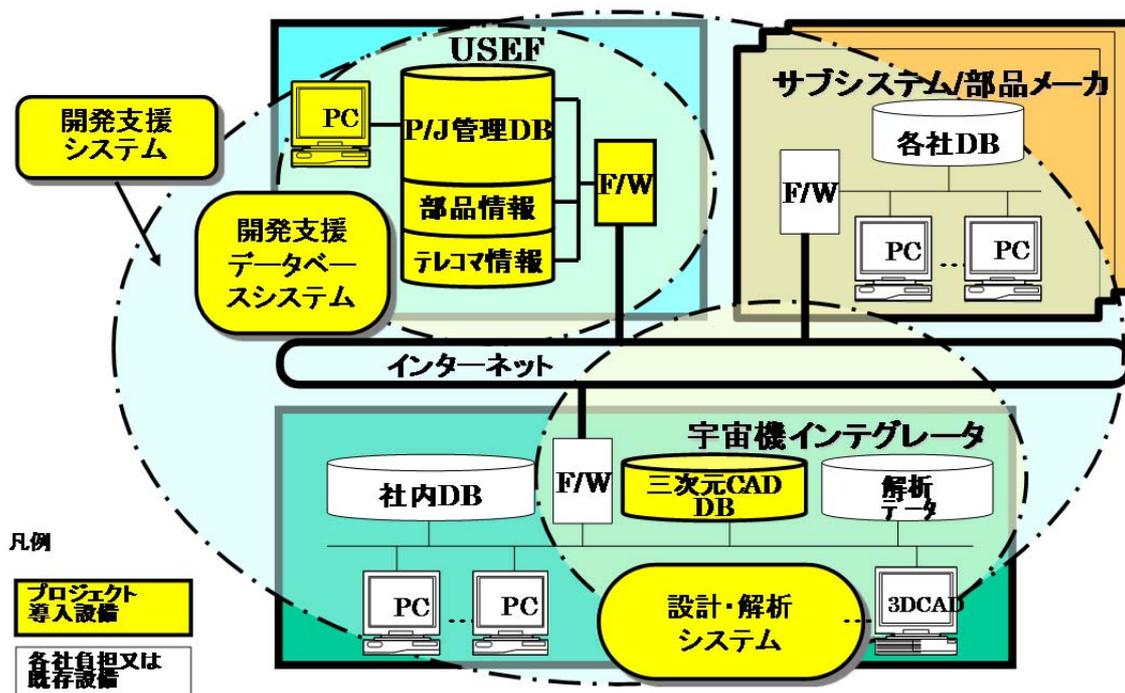


図 I-3-1-2-8 開発支援システムの構成

この開発支援技術は平成 12 年までに構築を完了し、研究開発項目①民生部品・民生技術の極限環境適用技術の研究開発に適用した。

(1) 設計情報交換技術

実証衛星及び実験装置の開発業務並びに、プロジェクト管理業務を支援するためのシステムであり、衛星及び機器の開発仕様情報とプロジェクト管理情報をデータベースとし、ネットワークを介してそれらの情報の登録・保管・検索・提供を行った。

(2) 設計情報統合技術

実証衛星を構成するシステム、サブシステム、実験装置の設計業務を担当各社間で効率的且つ正確に行うためのシステムであり、衛星の設計情報をデータベースとし、ネットワークを介して、それらの情報の登録、保管、検索、提供を行った。

(1)、(2)により実証衛星 1 号機及び 2 号機の開発において、設計の省力化、情報管理の迅速化、製造・試験期間の短縮化が図れた。これらの効果を実証衛星等の全体開発費用に対する改善時間を費用に換算して定量的に評価した結果、有意な効果を確認し中間目標を達成した。

なお、本研究開発に着手してから現在まで十余年が経過しており、その間に衛星の開発環境とりわけネットワーク環境は長足の進歩を遂げている。その中において本

研究開発で開発されたシステムの枠組みや技術は既に実用・標準となっており、当初の目標方向が正しいものであったことを裏付けている。

I-3-1-3 特許出願状況等

表 I-3-1-3-1 に特許出願状況を示す。また、表 I-3-1-3-2 に学会発表・論文等の状況を示す。

なお、学会発表・論文等の状況については、前回の中間評価以降(平成 23 年 4 月以降)を対象とし、平成 27 年 3 月までを示している。

表 I-3-1-3-1 特許出願状況

機器名	特許名称	出願国	出願日	出願番号	状態・登録番号	登録日
LIB	バッテリー蓄電装置	日本	20001215	2000-350378	登録済み	
SIS	恒星センサ	日本	20020202	2001-027041	3733293	2005.10.21
SIS	人工衛星の姿勢決定装置	日本	20020227	2001-052803	3871891	2006.10.27
VTS	液体用タンク	日本	20010518	P2001-149482		
SIS	恒星センサ	日本	20020205	2002-028318		
LIB	バッテリー蓄電装置	米国	20020416	6373224	登録済み	
LIB	蓄電装置	日本	20020510	2002-135988		
LIB	バッテリーセル用セルシャント回路	米国	20020514	6388424	登録済み	
LIB	バッテリー充電器	米国	20020604	6400124		
LIB	バッテリーセル用セルシャント回路	日本	20020628	2002-186191	3828354	2006.7.14
LIB	バッテリー充電器	日本	20020628	2002-186192		
LIB	低軌道人工衛星用リチウムイオンバッテリー装置	日本	20020628	2002-186196	3767378	2006.2.10
SIS	恒星センサ	日本	20020619	2002-177985	3804579	2006.5.15
LIB	バッテリーモジュール	日本	20040513	2004-139934	3888283	2006.12.08
LIB	バッテリー装置	日本	20050113	2005-012958	4291629	2009.4.10
PPRTU	IEEE1394インタフェース回路	日本	20141104	2014-224049		
CRAFT	テレメトリ監視修復装置及び監視修復方法	日本	20141225	2014-262167		

[注] LIB:リチウムイオンバッテリーシステム
 SIS:スターセンサ統合型衛星制御装置
 VTS:ベーン式推薬タンクシステム
 PPRTU:リモートターミナル実験装置
 CRAFT:自律フォールトトレラント計算機

表 I-3-1-3-2 学会発表・論文等の状況 (1/2)

No.	年月日	論文名	発表先	著者(組織)	口頭	論文
1	平成23年6月7日	The Summary of the SERVIS Project	28th International Symposium on Space Technology and Science (28th ISTS)	USEF	○	○
2	平成23年6月7日	Spacecraft Attitude and Body Rate Estimation with Four Star Sensor Heads: Concepts and On-Orbit Results	28th International Symposium on Space Technology and Science (28th ISTS)	MELCO, USEF	○	○
3	平成23年10月4日	The SERVIS Project	62nd International Astronautical Congress	USEF	○	○
4	平成23年12月1日	SERVISプロジェクト概要	第55回宇科連	USEF	○	○
5	平成23年12月1日	SERVIS運用管制システムと軌道上運用	第55回宇科連	USEF	○	○
6	平成23年12月1日	SERVIS宇宙機システム評価と低コスト化バス構築に向けて	第55回宇科連	MELCO, USEF	○	○
7	平成23年12月1日	SERVIS-2環境計測装置(EMSS)による宇宙環境計測結果	第55回宇科連	MPC, USEF	○	○
8	平成23年12月1日	リチウムイオン電池実験装置(LIBA)の宇宙実証結果	第55回宇科連	IA, USEF	○	○
9	平成23年12月1日	高アキュラシステーマネージメント装置(ADMS)の宇宙実証結果	第55回宇科連	IA, USEF	○	○
10	平成23年12月1日	自律フォールトトレラント計算機(CRAFT)の宇宙実証結果	第55回宇科連	NTSpace, USEF	○	○
11	平成23年12月1日	リモートターミナル実験装置(PPRTU)の宇宙実証結果	第55回宇科連	NTSpace, USEF	○	○
12	平成23年12月1日	高性能データ圧縮装置(HPDC)の宇宙実証結果	第55回宇科連	MHI, USEF	○	○
13	平成23年12月1日	先進測位実験装置(APE)の宇宙実証結果	第55回宇科連	MELCO, USEF	○	○
14	平成23年12月1日	先進衛星構体実験装置(ASM)の宇宙実証結果	第55回宇科連	MELCO, USEF	○	○
15	平成23年12月1日	RF-MEMS 実験装置(MEMS)の宇宙実証結果	第55回宇科連	MELCO, USEF	○	○
16	平成23年12月1日	磁気軸受ホイール実験装置(MBW)の宇宙実証結果	第55回宇科連	MPC, USEF	○	○
17	平成23年12月1日	SERVIS衛星における運用概要	第55回宇科連	USEF	○	○
18	平成23年11月30日	実利用向け100kg級標準バスの開発	第55回宇科連	NEC, USEF	○	○
19	平成23年12月16日	衛星用複合材料の研究開発 (ASM)	第27回複合材料研究センター発表会	MELCO	○	
20	平成24年2月3-8日	Spacecraft Attitude and Body Rate Estimation with Multi-Head Star Sensor: Concept, Design and On-	35th Annual AAS Guidance & Control Conference	MELCO, USEF	○(ポスター)	○

表 I-3-1-3-2 学会発表・論文等の状況 (2/2)

No.	年月日	論文名	発表先	著者(組織)	口頭	論文
21	平成24年4月12日	GPS信号受信強度を用いた衛星の姿勢推定手法に関する研究	日本航空宇宙学会第43期年会講演会	東大	○	○
22	平成24年10月4日	The Study on Satellite Attitude Determination Method Using GPS Signal Strength	63rd International Astronautical Congress	東大	○	○
23	平成24年10月4日	Development of Operational 100kg-class Standard Spacecraft Bus	63rd International Astronautical Congress	NEC, J-spacesystems	○	○
24	平成24年11月20日	SERVISプロジェクトにおける民生部品・技術の宇宙適用	第56回宇科連	J-spacesystems	○	○
25	平成24年11月20日	SERVIS-3 SpW I/F内蔵化の要素試作試験結果	第56回宇科連	MPC, J-spacesystems	○	○
26	平成24年11月22日	国際競争力を有する実利用向け100kg級標準バスの検討	第56回宇科連	NEC, J-spacesystems	○	○
27	平成25年9月25日	Development of Green Propellant Reaction Control System (GPRCS) for SERVIS-3 Project	64th International Astronautical Congress	MHI, JAXA, J-spacesystems	○	○
28	平成25年10月9日	次世代高性能低毒性推進系の開発状況	第57回宇科連	JAXA, MHI, J-spacesystems	○	○
29	平成26年10月3日	Integrated and Standardized System Architecture for Small Standard Satellite Bus	65th International Astronautical Congress	NEC, J-spacesystems	○	○
30	平成26年11月12日	小型衛星システムアーキテクチャの統合化と標準化の検討	第58回宇科連	NEC, J-spacesystems	○	○

I-3-2 目標の達成度

表I-3-2-1に、各々の目標に対する成果・達成度を示す。今回の中間評価ではいずれの項目も目標を達成し、事業終了時の目標を達成できる見通しを得た。

表 I-3-2-1 目標に対する成果・達成度の一覧表

要素技術	目標・指標 (中間評価時点)	成果 (中間評価時点)	達成度
① 民生部品・民生技術の極限環境適用技術	衛星製造等に転用可能性を有する民生部品・民生技術に対し宇宙等極限環境を模擬した地上模擬試験を実施し、その試験結果から民生部品・民生技術データベースを構築する。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。またデータベース活用状況をフォローする。	地上模擬試験を実施し、その試験結果から民生部品・民生技術データベースを構築した。ここにデータベースへの累積登録品種数は236品種となった。またデータベース活用状況を調査し利用促進を検討した。	達成
	民生部品・民生技術データベース及びそれに基づき選定した民生部品・民生技術の実証衛星1号機及び2号機の宇宙実証試験のデータ等に基づき、第二次の民生部品・民生技術選定評価ガイドラインと適用設計ガイドラインを構築する。ここに実証衛星2号機への民生部品・民生技術適用数は30品種以上とする。またガイドライン類活用状況をフォローする。	第二次の民生部品・民生技術選定評価ガイドラインと適用設計ガイドラインを構築した。ここに実証衛星2号機への民生部品・民生技術適用数は74品種となった。またガイドライン類の活用状況を調査し利用促進を検討した。	達成
	最新の民生部品・民生技術を適用した実験装置等の開発を行い、実証衛星3号機のシステム統合化検討を行う。	実験装置等の開発を行い、実証衛星3号機のシステム統合化方針を明確化した。	達成
② 極限環境で使用する機器等の開発支援技術	実証衛星開発への適用結果に基づき、極限環境で使用する機器等の設計の省力化、情報管理の迅速化、製造・試験期間の短縮化に関する効果を定量的に評価する。	設計の省力化、情報管理の迅速化、製造・試験期間の短縮化に関する効果を定量的に評価し、有意な効果を確認した。	達成

I-4 事業化、波及効果について

I-4-1 事業化の見通し

(1) 知的基盤の活用

本研究開発の開始以来、これまでに 236 品種の民生部品・民生技術を試験し、極限環境における機能についてのデータを「民生部品・民生技術データベース」として蓄積した。また、これらの部品、技術を使用した衛星搭載機器を実証衛星 1 号機で9機器、更に 2 号機でも9機器を開発して宇宙実証に供してきた。これらの成果を踏まえて民生部品・民生技術を衛星製造等に適用するための「民生部品・民生技術選定評価ガイドライン」ならびに「民生部品・民生技術適用設計ガイドライン」は第二次案まで構築できた。

これらの知的基盤はいずれも我が国としては初めての成果である。これは我が国宇宙産業界で早くから期待されていたものであり、民生部品・民生技術を宇宙に積極的に利用して行くために必須のものである。更に、本知的基盤の確立により、衛星および搭載機器の低コスト化、短納期化、高機能化、小型軽量化が進み、我が国の宇宙産業界の国際競争力強化にも大いに役立つものである。

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宇宙システム開発利用推進機構(J-spacesystems)ホームページに配布申請要領を公開しており、申請を受けて機構内で可否を審査した上で配布を実施している。第一次の公開以降これまでに計41件配布され利用されている。配布状況を図 I-4-1-1 に示す。

これによると、既存の宇宙関連企業のみならず、新規参入企業にも活用されており、本ガイドライン類が宇宙産業の裾野を広げることに貢献していることを示す。これらの活用状況を適宜調査し、利用促進の努力を継続している。

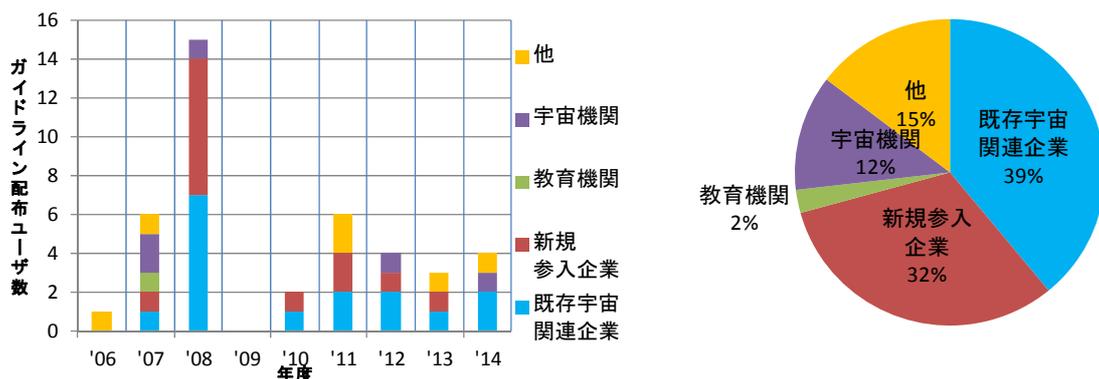


図 I-4-1-1 ガイドライン類配布数の年度推移と配布先区分

民生部品、民生技術データベースも、ガイドライン類と同様 J-spacesystems ホームページに配布申請要領を公開しており、申請があった時点で機構内で可否を審査した上で配布を実施している。これまでに19件配布され利用されている。配布状況を

図 I-4-1-2 に示す。データベースも既存の宇宙関連企業のみならず新規参入企業に活用されており、宇宙産業の裾野を広げることに貢献している。これらの活用状況を適宜調査し、利用促進の努力を継続している。

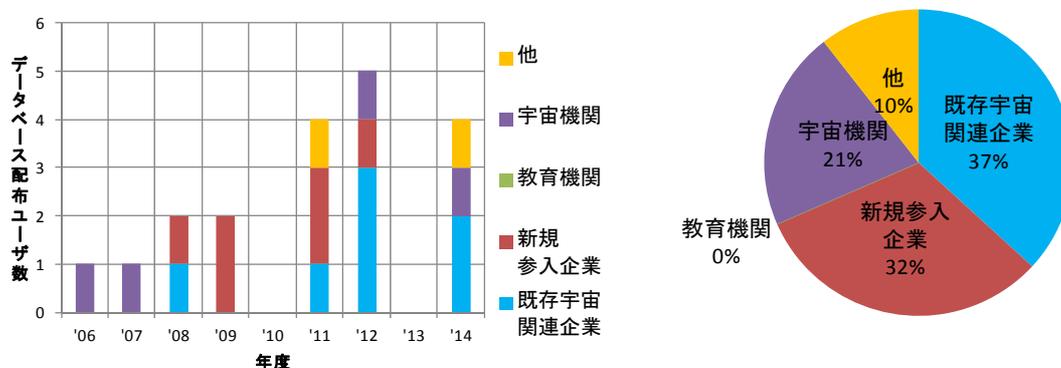


図 I-4-1-2 データベース配布数の年度推移と配布先区分

以下にこれらの活用の具体例を示す。

- ・九州工業大学: 小型衛星用部品の試験技術開発、小型衛星開発
- ・JAXA(複数組織): 衛星への民生部品適用、JAXA 内委員会での参考等
- ・MHI(複数組織): 新型基幹ロケット開発での民生部品適用等
- ・AES: 小型衛星設計における部品選定
- ・キヤノン電子: 小型衛星の民生部品使用による低コスト化推進

(2) 実証衛星に搭載された機器実験装置の売り込み

実証衛星 1、2 号機に搭載する実験装置を選定する際の判断基準の1つとして、開発担当企業の戦略機器として単独でも販売可能な機器とし、計 18 機器を選定した。

現在、2機の実証衛星による軌道上実績をベースに、開発担当各企業により海外の衛星メーカ等に販売活動を展開している。以下にその例を示す。

- ・リチウムイオンバッテリー(LIB): 世界でのシェアの約40%を確保
- ・次世代パドル駆動機構(APDM): JAXA 科学衛星に採用
- ・統合電力制御装置(PCDS): ASNARO 等の電源系に採用済
- ・オンボードコンピュータ(OBC): 科学衛星搭載機器の OBC として事業化
- ・リモートターミナル実験装置(PPRTU): スペースワイヤの前身の方式を確立

(3) 低コスト衛星バス構築と売り込み

本研究開発により、衛星バスの低コスト化を実現する方策が得られた。

本研究開発においては、まず実証衛星1号機のバス部に、先行する次世代型無人宇宙実験システム(USERS)のサービスモジュール(SEM)を適用した。そして低コストで高機能な実験装置を搭載して宇宙実証を行い、その成果を反映して 2 号機のバス

機器として採用した。次に、実証衛星 2 号機に搭載した実験装置を将来の衛星バスに適用して行くことにより更にコストが低減できる。これらの民生部品・民生技術を適用した低コスト化に加え、本研究開発において開発した開発支援システムの適用等により、実証衛星の製造費、資材費、管理費も低減できた。

これらの成果により、実証衛星 1 号機及び 2 号機と同規模(500~1500kg)の将来衛星バスのリカリングコストは半減できる見通しが得られた。以上により、衛星バスの世界市場での売り込みも期待できる。

(4) 国際標準化

リチウムイオンバッテリー(LIB)は国際標準(ISO)化作業を進めており、平成 22 年度に日本が ISO に提案し新規プロジェクト化されたものである。現在、ISO/TC20/SC14 のワーキンググループ(WG)1 において日本がリードして国際審議を継続している。

本標準では宇宙用 LIB について性能、安全、及びロジスティクスを規定し、機器産業が活性化できることを目指している。また、この標準化によって我が国のメーカーが世界市場において競争力が強化できることを図る。

(5) 開発支援技術

本研究開発にて開発した開発支援技術は、我が国の主要な宇宙関連企業間において、インタフェース部分の共通化を図り、3次元 CAD ソフトもデファクトスタンダードとなりつつあるソフトに統一し、インターネットを使用した電子的情報交換システムを確立した。この開発支援システムを実証衛星等の開発に適用することにより、効率的な開発が行えることが確認できた。

本システムは、他の衛星機器開発への適用が見込まれ、我が国の宇宙産業界の国際競争力強化につながる事が期待できる。

I-4-2 波及効果

放射線耐性を持つ民生部品・民生技術のデータベースおよびそれを選定・利用するためのガイドラインは、宇宙関連機器への適用にとどまらず石油掘削装置、原子力関連設備等への波及効果が期待できるため、これら我が国関連企業等へのデータベース等の提示も行っている。

当初想定していなかった波及効果として、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災とその後の大津波により福島第一原子力発電所が被災したことへの対応がある。人が近づけない放射線量の中で、発電所内で稼働するロボットを製作する際の民生部品選定において、本研究開発で構築した民生部品・民生技術データベース、ガイドライン等を適用できるか検討を行った。

その結果、現状設計のロボット等に対してはデータベースが比較的古くなっている

ことからそのまま使用できる部品は少ないが、本研究開発で作成した放射線耐性予測関係式により目安を得ることは可能である。また、再設計を行う場合は、民生部品・民生技術選定評価ガイドラインによる部品の選定、また民生部品評価試験条件書による試験条件の設定を行うことができる。更に、民生部品・民生技術適用設計ガイドラインにより回路設計等を行うことが可能である。

I-5 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等

I-5-1 研究開発計画

研究開発計画開始の平成 11 年度から平成 26 年度までの計画と実績を図 I-5-1-1 に示す。

①民生部品・民生技術の極限環境適用技術の研究開発項目の構成は次の通り。

- (1)地上模擬試験
- (2)宇宙実証試験
 - a)実験装置(各々の実証衛星に搭載)
 - b)実証衛星(1号機、2号機、3号機)
- (3)ガイドライン策定
 - ・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

図 I-5-1-1 に示されるように、(1)地上模擬試験と(3)ガイドライン策定は平成 11 年度より開始した。データベースは地上模擬試験の結果を順次反映して蓄積してきた。また、(2)宇宙実証試験での成果を反映してガイドラインを構築してきた。平成 19 年に第一次のデータベース、ガイドラインを構築後、平成 24 年に第二次のデータベース、ガイドラインを構築している。

(2)宇宙実証試験は大きく a)実証衛星と b)実験装置から成る。実証衛星 1、2 号機搭載の実験装置は、各々の実証衛星に搭載し宇宙実証することから並行して開発されたことが図に示される。実証衛星 1 号機はほぼ当初計画通りに打上げられ実証試験が行われたが、2 号機の打上げ機が変更されたことで遅延し、更にロケット側の都合で打上げが延期となったことから、計画されていた実証時期が当初計画から遅れることとなった。しかし、宇宙実証自体は順調に進められ、所期の成果は得られた。実証衛星 3 号機はシステム統合化を中心に設計が進められ、実験装置は独立に開発が進められている。

②極限環境で使用する機器等の開発支援技術は図 I-5-1-1 の最後の段に示されるが、平成 11 年度より開発支援システムとして開発され、計画通り平成 12 年度に完了した。その後は①の開発・運用に継続して適用された。

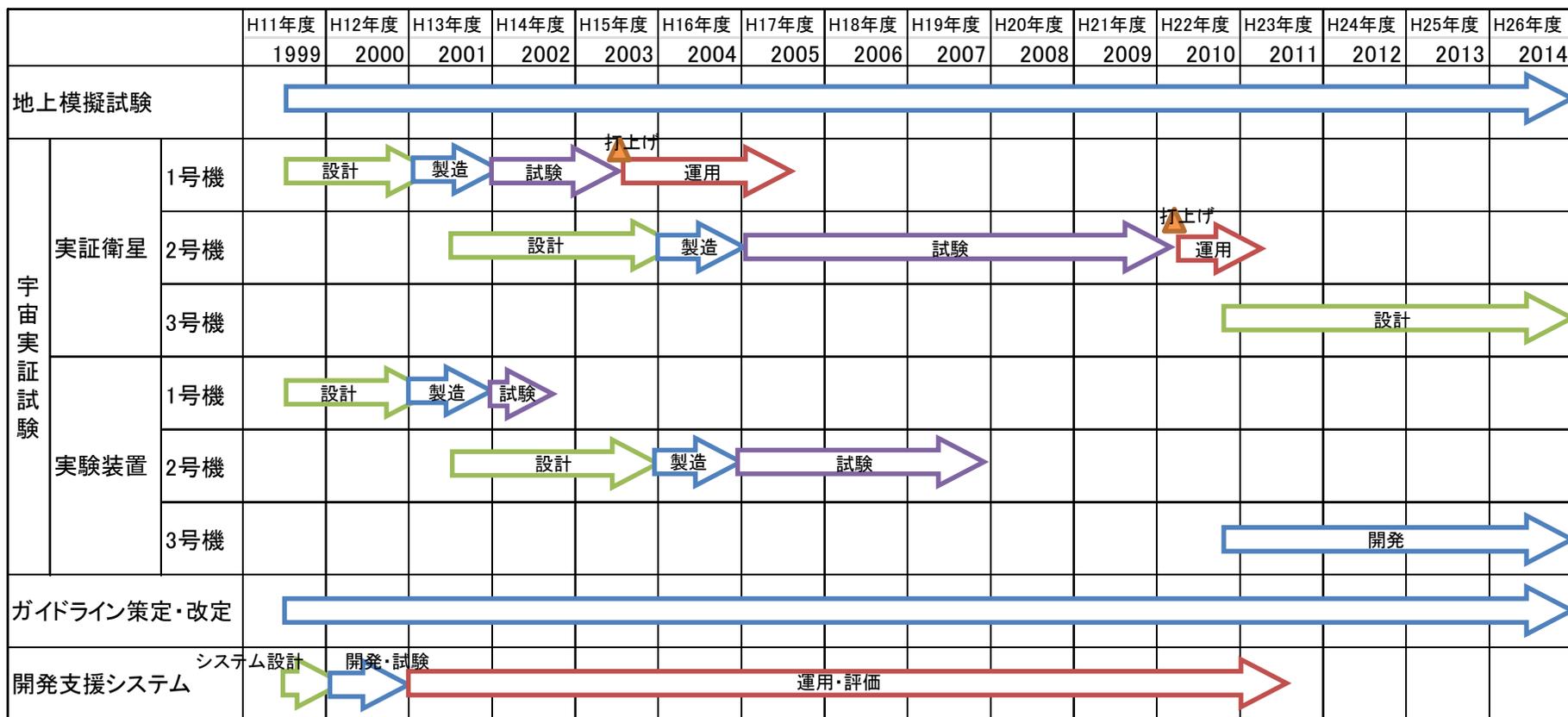


図 I-5-1-1 研究開発計画

I-5-2 研究開発実施者の実施体制・運営

本研究開発は NEDO が基本計画を策定して平成 11 年度に公募を行い、選定審査手続きを経て委託先として旧(財)無人宇宙実験システム研究開発機構(USEF)が選定された。NEDO は USEF の協力を得て本研究開発の運営管理を行ない、USEF は本研究開発の研究主体として目標に向かって我が国宇宙産業界を束ね、リードする形で研究開発の推進にあたった。その際、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター、早稲田大学理工学総合研究センター、及び九州大学大学院総合理工学研究院と共同実施することにより、研究開発の効率的推進を図った。

実証衛星 3 号機等の開発は、新たに平成 22 年度に NEDO により公募が行われ、選定審査手続きを経て USEF 及び日本電気(株)(NEC)が共同実施者として選定され研究開発を開始した。なお、USEF は平成 24 年 3 月 30 日より(財)宇宙システム開発利用推進機構(J-spacesystems)に統合され、更に平成 25 年 4 月 1 日より一般財団法人に移行した。本研究開発においても J-spacesystems が運営管理を行い事業を推進した。その際、宇宙航空研究開発機構(JAXA)宇宙科学研究所、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター、及び九州工業大学先端機能システム工学研究系と共同実施することにより、研究開発の効率的推進を図った。

本研究開発の全体の実施体制を図 I-5-2-1a(実証衛星 1 号機及び 2 号機の開発等)及び図 I-5-2-1b(実証衛星 3 号機等の開発)に示す。

委託先である J-spacesystems の実施体制を図 I-5-2-2 に、また NEC の実施体制を図 I-5-2-3 に示す。更に、J-spacesystems の共同実施先の実施体制を図 I-5-2-4a(実証衛星 1 号機及び 2 号機の開発等)及び図 I-5-2-4b(実証衛星 3 号機等の開発)に示す。

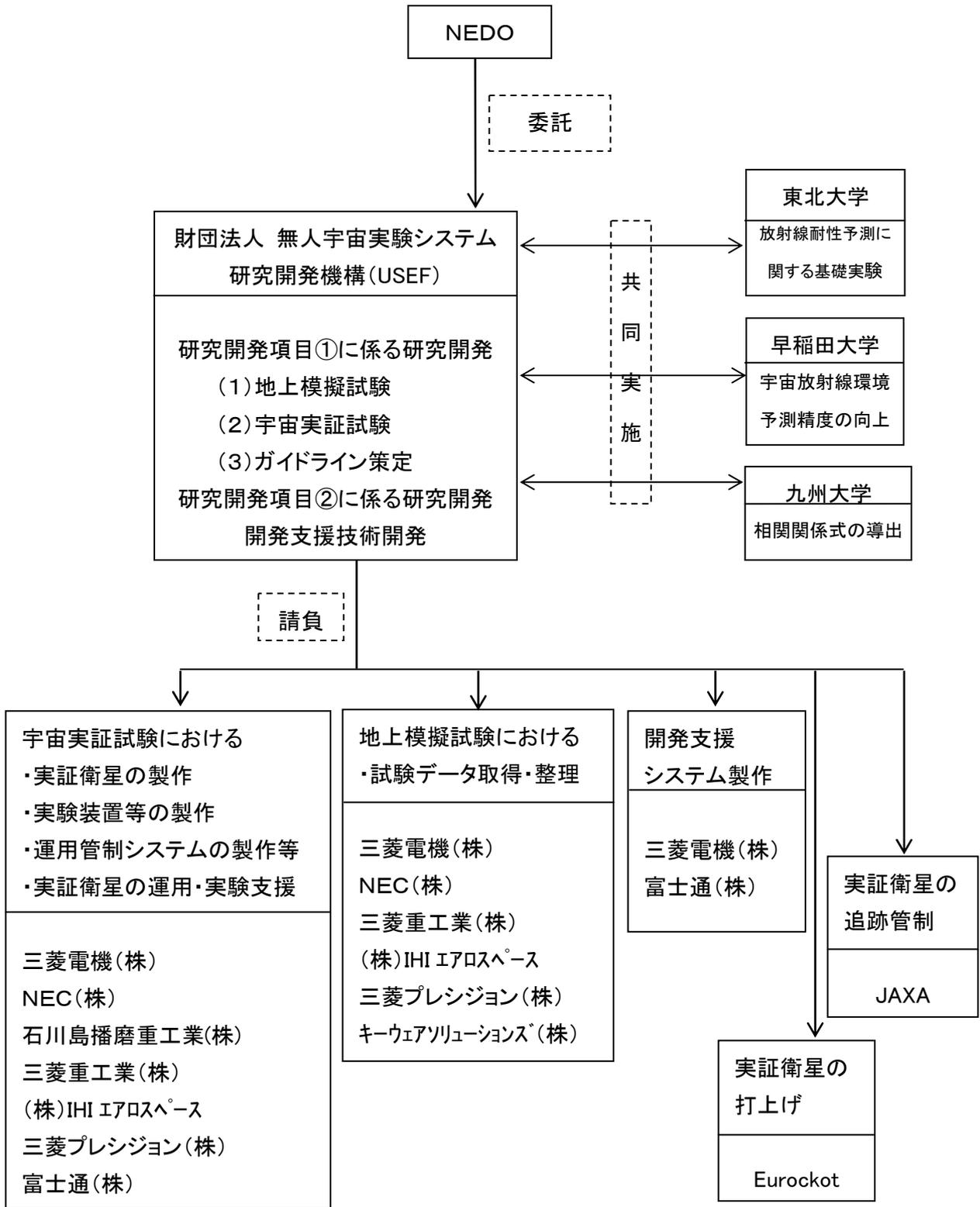


図 I-5-2-1a 本研究開発の実施体制（実証衛星 1 号機及び 2 号機の開発等）

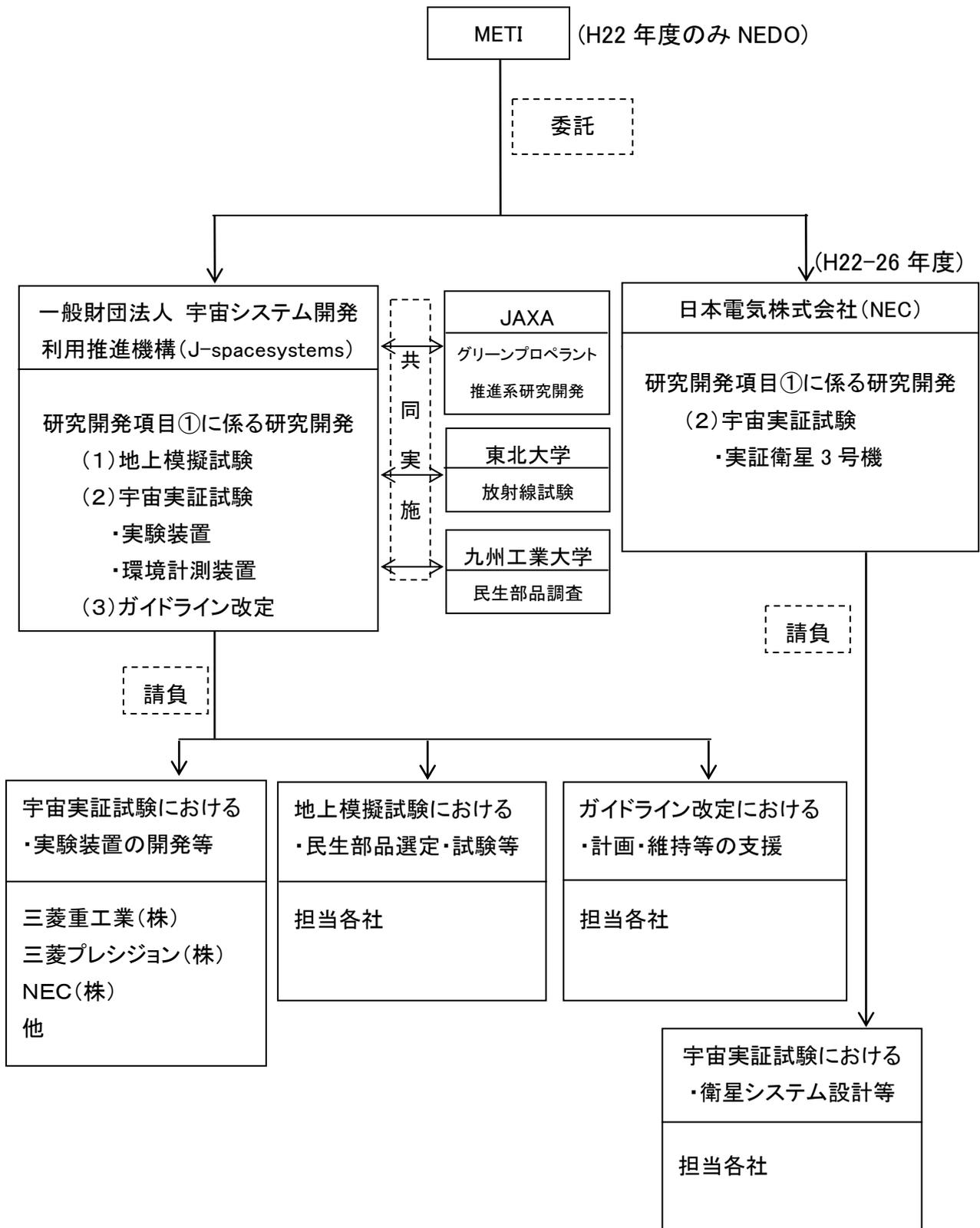


図 I-5-2-1b 本研究開発の実施体制（実証衛星3号機等の開発）

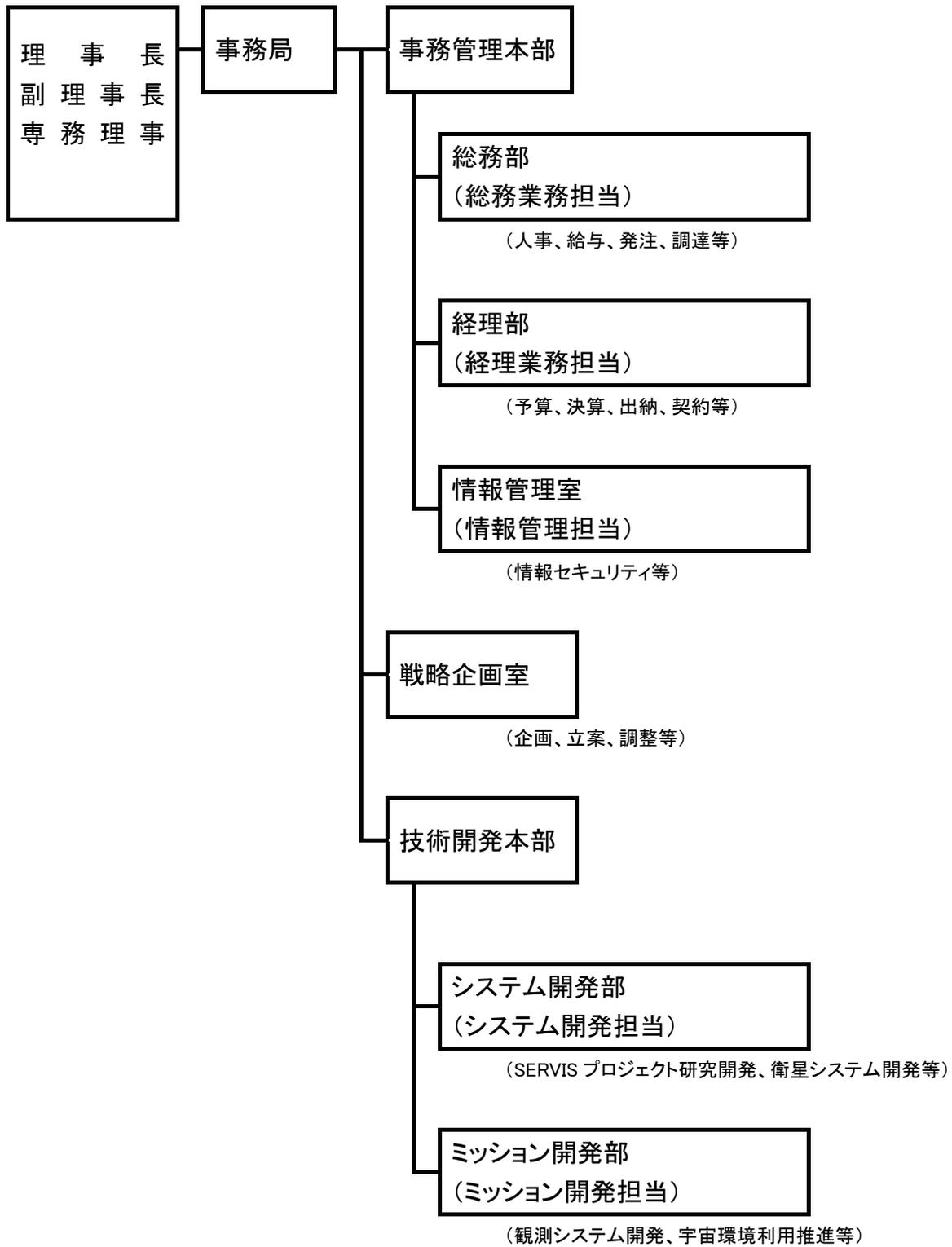


図 I-5-2-2 J-spacesystems 実施体制

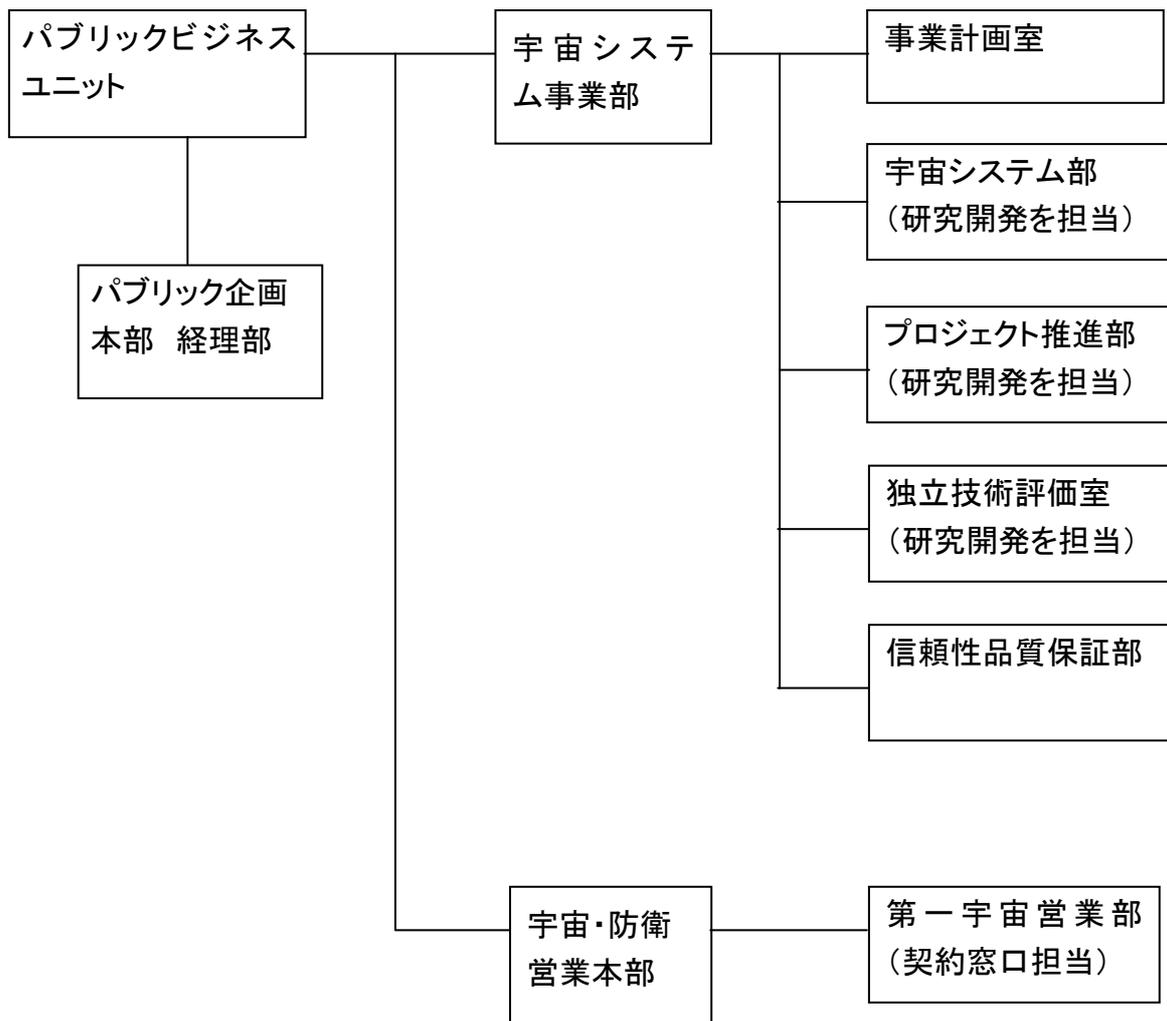
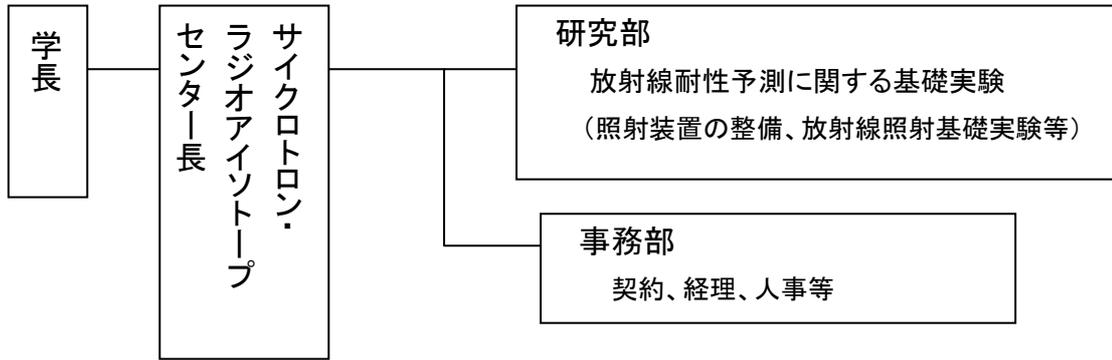
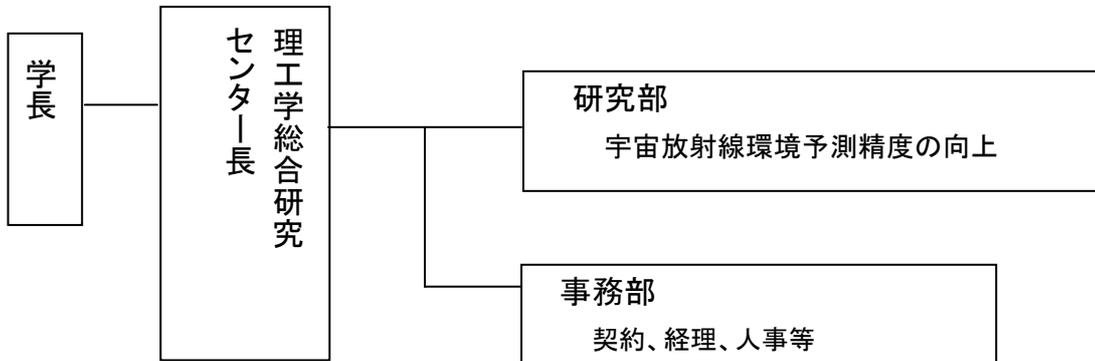


図 I-5-2-3 NEC 実施体制

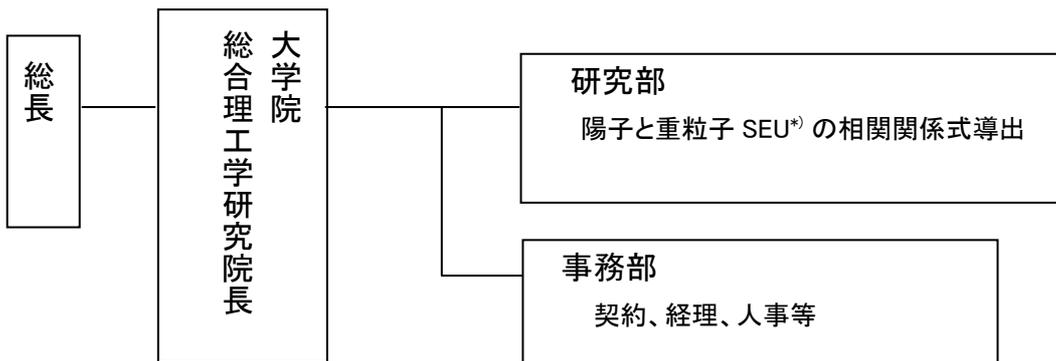
東北大学



早稲田大学



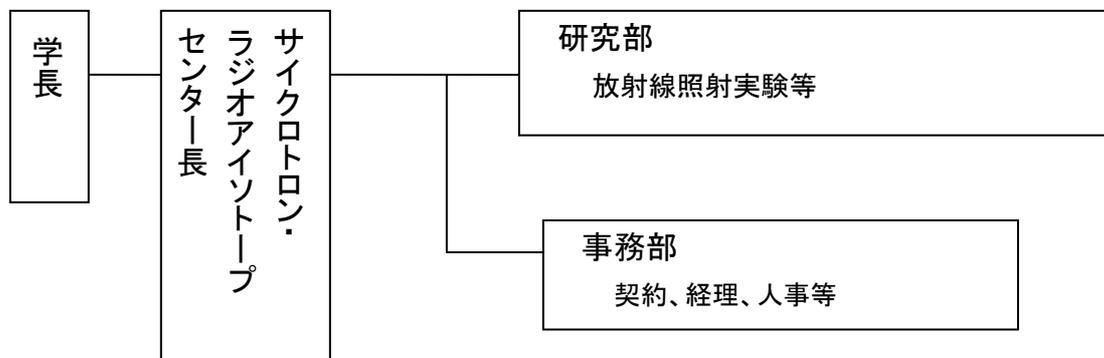
九州大学



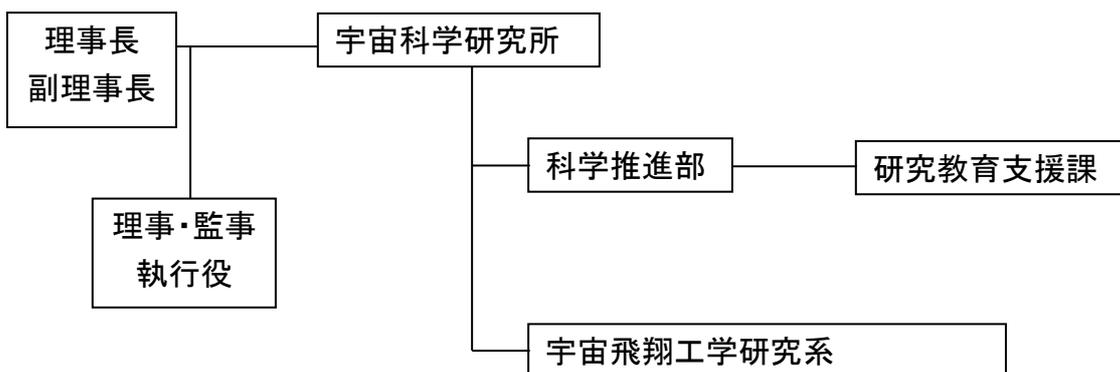
[注] *) SEU: Single Event Upset

図 I-5-2-4a 共同実施先の実施体制(実証衛星 1 号機及び 2 号機の開発等)

東北大学



JAXA



九州工業大学

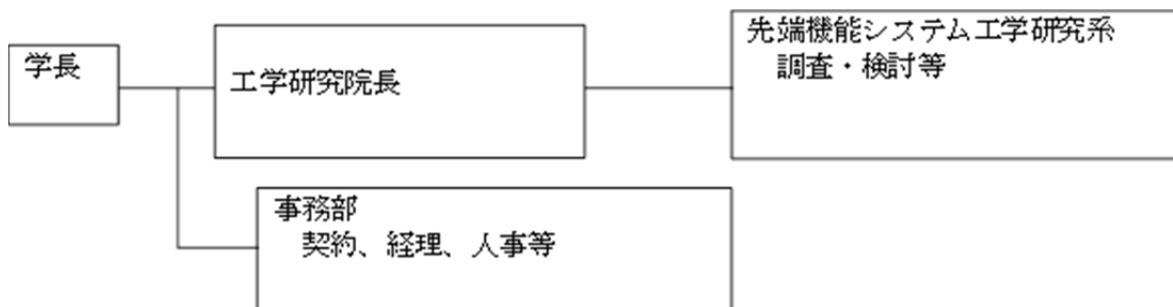


図 I-5-2-4b 共同実施先の実施体制（実証衛星 3 号機等の開発）

J-spacesystems における研究開発を確実に推進するために、外部有識者からなる SERVIS 技術委員会を組織し、定期的にまた必要時に技術的助言を受けて研究開発に反映している。本技術委員会には、専門的事項を審議するために、宇宙機システム小委員会、実験機器小委員会、運用システム小委員会、民生部品・技術小委員会、開発支援システム小委員会の5小委員会を設けた。なお、システムの開発が完了した平成 12 年度で開発支援システム小委員会は廃止し、現在は4小委員会となっている。

技術委員会の組織を図 I-5-2-5 に示す。

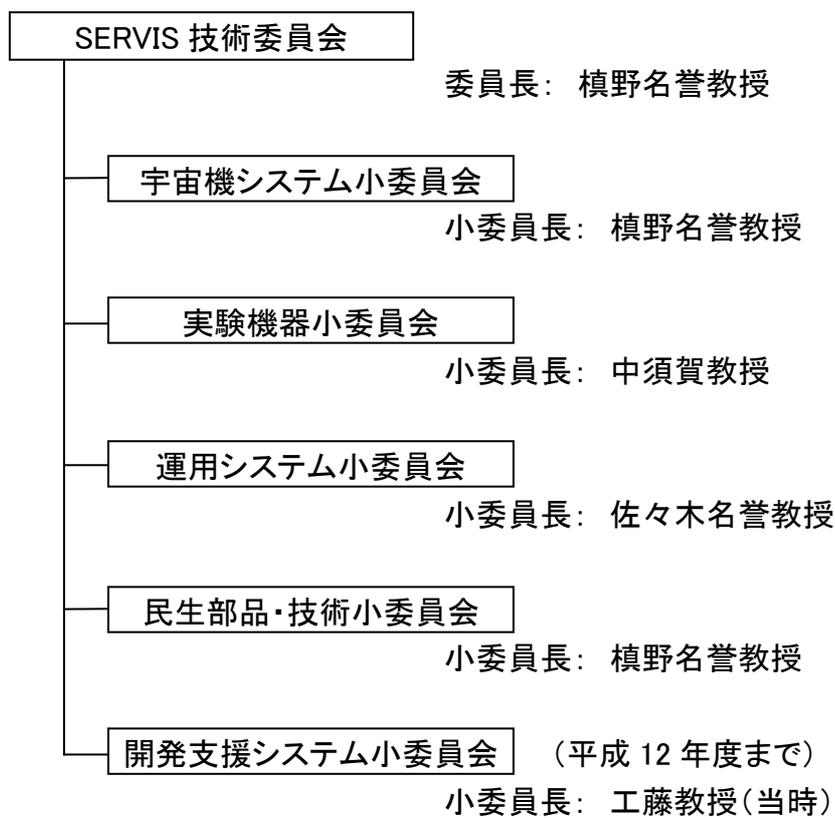


図 I-5-2-5 SERVIS 技術委員会の組織構成

I-5-3 資金配分

本研究開発全体の資金配分を、平成23年度から平成27年度まで表I-5-3-1に示す。この表では、J-spacesystems及びNEC分を合計した確定予算を示す。

表 I-5-3-1 全体の資金配分

(単位:百万円)

年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
確定 予算	188	140	117	126

次に、①民生部品・民生技術の極限環境適用技術、及び②極限環境で使用する機器等の開発支援技術の各研究開発項目の内訳の実績を表I-5-3-2に示す。①は大きく地上模擬試験、宇宙実証試験、ガイドライン策定に分かれるため、この3項目についての資金配分を示す。②は開発支援技術の1項目であり、平成22年度までに完了しているため0となる。

表 I-5-3-2 各研究開発項目の資金配分

(単位:百万円)

	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
①地上模擬試験	2	27	24	11
①宇宙実証試験	184	111	91	113
①ガイドライン策定	2	2	2	2
②開発支援技術	0	0	0	0
総 額	188	140	117	126

I-5-4 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、平成 19 年に公開されて以降、これから宇宙に参画しようとしている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。これらの定量的効果は明確化できないが、我が国の宇宙産業の底上げと裾野拡大に貢献している。

(2) 実験装置をベースとした先端的バス機器の販売

実証衛星 1 号機で宇宙実証された実験装置の 1 つである LIB (リチウムイオンバッテリー) は開発企業により世界市場での販売がなされており、販売以来継続的に約 40% のシェアを獲得している。売り上げは年間数十億円レベルである。

1 号機の成果を受けたその他の先端的バス機器、また実証衛星 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。

(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ている。今回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現状の半額程度とできる見込みである。

また、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であり、その結果として衛星バスの低コスト化が期待できる。

I-5-5 変化への対応

(1) 世界市場変化への対応

本研究開発を開始した平成 11 年時点では、宇宙機器産業の観点では欧米と日本しか念頭がなく、日本企業が欧米に勝ることを中心として考えていた。即ち、欧米企業の製品に対して低コスト化、短納期化、高機能化を図ればこれを凌駕できることを想定していた。

しかし、最近では中国、インド、韓国等の台頭、更に欧米企業の新興国市場への進出を受けて国際競争は激しさを増しており、これに勝ち抜くためには、日々進歩する最新の民生部品・民生技術を適用することが重要となっている。

このため、平成 22 年度から実証衛星 3 号機等の開発に着手することにより、日々

進歩する最新の民生部品・民生技術の地上模擬試験及び宇宙実証試験を継続し、データベース、ガイドライン等の最新化を図って行く。また、最新の民生部品・民生技術を適用した先進的な実験装置を開発し、海外展開を図る。更に実証衛星についても我が国が現在保持していない量産化を志向する 100kg 級小型衛星バスを開発し、新興国への輸出も含めて世界市場での競争力の確保を目指すこととした。

(2) 過去の間接評価への対応

平成 22 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。そのときの提言を以下に示す。

- 1) 民生技術・部品の宇宙実証 (SERVIS 衛星) によるデータベースを活用して国際標準化する方法を探せないか。往々にして日本は国際的な戦略に劣るので、日本の優れた材料や部品で国際的な戦略を立てるのが望ましい。その意味で、次世代構造部材創成・加工技術も戦略的な技術となり得る。
- 2) 空中発射システムを使って 50kg 級を3機同時打上げとし、毎年2、3回打上げることを国によるアンカーテナンシーとして確保することで、事業化を促進するとともに、宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業等で、ベンチャー衛星メーカーによる 50kg 級の衛星を年6～9機作る。これに載せて技術実証すべき中小企業による開発機器を載せて軌道上実証させるなど、ロケットメカ、ベンチャー衛星メーカー、新規参入の中小企業とすべてを関連付けて成果に結び付けていくことも必要であると考え。特にベンチャーや中小企業の製品は、大手に比べて低コストで実証ができる。

- 1) については、本事業の中ではないが本事業での民生部品に対する放射線試験に関する成果を反映し、平成 26 年度から「民生部品の宇宙放射線試験に関する国際標準化委員会」を設け、この委員会で放射線試験をベースにした国際標準化の検討を開始した。これが実現できれば、日本にとって有利なものとなる。また、これとは別にリチウムイオンバッテリー (LIB) は ISO において審議を継続しており、標準化による競争力強化が期待できる。
- 2) については、新規参入のベンチャー企業が本事業で構築したデータベースやガイドライン類を活用することにより衛星、機器の開発においては力を付けてきており、実現に近づきつつある。ただ、空中発射システムは実現が厳しい見込みであることから衛星の打ち上げは別の手段で実現する必要がある。

なお、本事業で構築している知的基盤によって宇宙産業の裾野を広げる等により、今後とも普及啓発を図って行く所存である。