

宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業 (民生品を活用した宇宙機器の軌道上実証) 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
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
インターステラテクノロジズ株式会社

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

1. 事業の概要

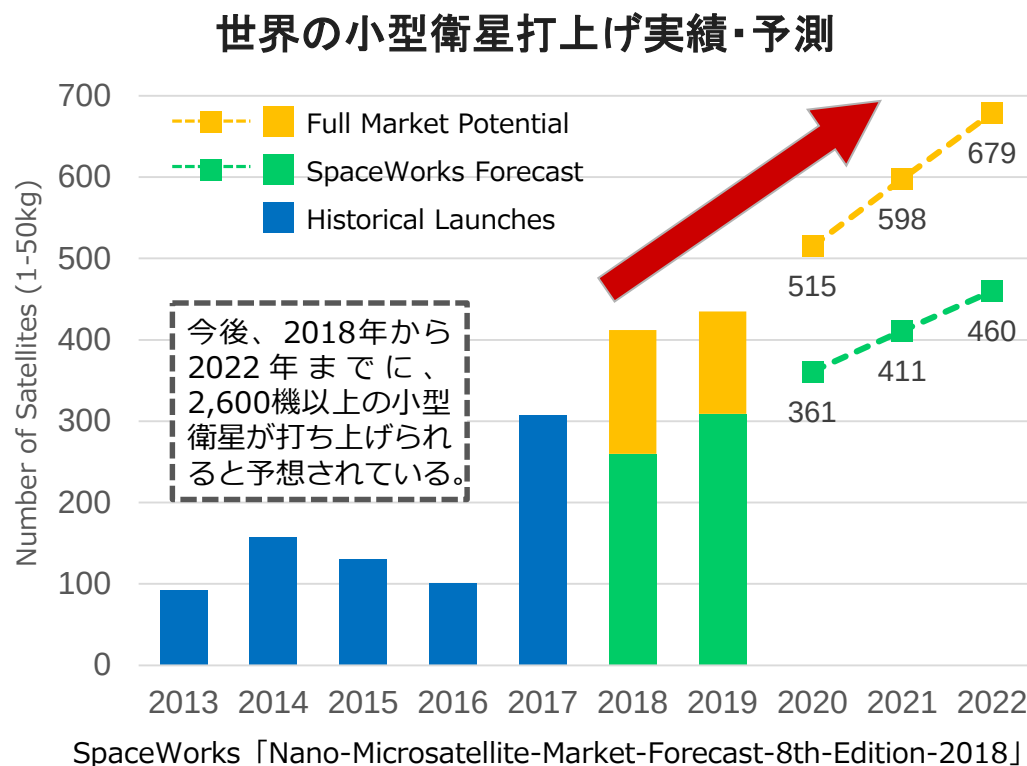
概 要	超小型衛星の打上げ需要の増加を見据え、我が国の優れた民生部品・技術等を活用して、低コストな商業用超小型衛星打上げシステムの実現に向けたロケット用機器・部品及び民生品を適用した実用超小型衛星の研究開発・軌道上実証を実施する。
実施期間	平成27年度～平成32年度（6年間）
実施形態	国からの直執行（国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）及びインターステラテクノロジズ株式会社への委託事業）
予算総額	6.06億円（平成27～29年度） 平成27年度：2.18億円 平成28年度：2.18億円 平成29年度：1.70億円
実 施 者	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA） インターステラテクノロジズ株式会社

【事業の目的等】

近年、大量の小型衛星を打ち上げることで、全世界をカバーしてグローバルにサービスを展開する「コンステレーション型ビジネス」が国内外で進展。

これに伴い、世界的に小型衛星の打上げ需要が増加しており、世界各国で開発競争が活発化。我が国として、価格競争力のある商業用小型衛星用ロケットシステムを世界に先駆けて開発することが重要。

このため、本事業により、ロケット打上げサービスの低コスト化、高機能化、短納期化等による国際競争力の強化を目指し、我が国の優れた民生部品・民生技術を活用した、性能及び価格に優れた機器及び部品、並びにその製造や運用技術の開発を実施。



【事業の実施者】

平成27年度からの研究開発開始にあたって、平成29年度までの本事業の委託先について公募を行ったところ、8件の応募があり、提案内容について外部の有識者による審査を行った結果、JAXAとインターステラテクノロジズ株式会社を委託先として決定。

平成30年度から平成32年度までの委託先について、再度公募を行ったところ、5件の応募があり、提案内容について外部の有識者による適正な審査を行い、再び、JAXAとインターステラテクノロジズ株式会社の提案が採択された。

(H27～29年度)

- JAXA: ①民生品を適用したロケットモータ、ノズル材料の研究開発
②民生技術(人工筋肉)を転用した固体推進薬の製造技術に関する研究開発
③民生技術(イオン液体)を利用した低毒性液体推進薬の研究開発
④飛行安全系の搭載機器及び関連装置の開発
⑤実用超小型衛星(3U-CubeSat)の研究開発

インターステラテクノロジズ:

- ⑥工業製品や汎用材料を用いた小型・軽量・高性能なロケットエンジンの研究開発

(H30～32年度(予定))

JAXA: ⑦自律飛行安全システムの開発

インターステラテクノロジズ:

- ⑧量産化を見据えた小型液体ロケットエンジシステムの開発
⑨量産化を見据えた小型液体ロケット機体製造技術開発

宇宙基本計画(平成28年4月閣議決定)

【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】

民間事業者等の人工衛星等の開発・整備・打ち上げ・運用に係る費用を大幅に引き下げるための活動を支援するべく、低価格・高性能な宇宙用機器や部品の開発・評価等に取り組む。(経済産業省、文部科学省)

宇宙産業ビジョン2030(平成29年5月宇宙政策委員会決定)

【民生部品を用いた安価な小型ロケットの開発】

超小型衛星を安価に打ち上げることが可能な小型ロケットを世界に先駆けて市場に投入するため、民生部品を用いた安価な小型ロケット開発支援を継続する。加えて、飛行安全に要するコストの低減に向け、自律飛行安全技術の早期確立及びその安全基準の策定を進める。また、早期開発の実現に向け、リスクマネー供給等を通じた支援を行う。

未来投資戦略2017(平成29年6月閣議決定)

【宇宙ビジネスの拡大】

国際競争力強化を目指したH3ロケットの開発、民間小型ロケット事業の競争力強化、民間打ち上げ射場の整備に向けたガイドラインの整備等、世界的に旺盛な小型衛星打ち上げビジネス需要の我が国への取り込みを図る。

未来投資戦略2018(平成30年6月閣議決定)

【宇宙ビジネスの拡大】

衛星データの活用を支える民間の小型衛星・小型ロケットの競争力強化のため、自律飛行安全技術のシステム開発及び民生品・技術の活用を拡充するとともに、来年度より、競争力のある部品・コンポーネントの軌道上での実証機会の提供や、国内に点在する試験設備をワンストップで活用できる仕組みの構築等を行う。

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を宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業全体で5件実用化する。	(事業開始時 :平成27年度) 一件	我が国の優れた民生部品・技術等を活用して、低コストな商業用小型衛星打上げシステムの実現に向けたロケット用機器・部品及び民生品を適用した実用超小型衛星の研究開発に着手。	—
	(中間評価時 :平成30年度) 一件	平成30年1月に小型ロケットの打上げ実験を行い、開発した飛行安全系の搭載機器及び関連装置が正常に動作したことを確認。 また、実用超小型衛星(3U-CubeSat)を同ロケットに搭載し、正常に動作したことを確認。	—
	(事業終了時 :平成32年度) 一件	—	—
	(事業目的達成時 :平成33年度予定) 5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)
民生品や他分野の部品・技術を活用した機器の実用化に向けて、要素技術の研究開発を実施する。	(事業開始時 :平成27年度) ①工業製品や汎用材料を用いた小型・軽量・高性能なロケットモータを開発する。 ②民生技術(人工筋肉)を転用した固体推進薬の製造技術を開発する。 ③民生技術(イオン液体)を利用した低毒性液体推進薬を開発する。 ④飛行安全系の搭載機器及び関連装置を開発する。 ⑤実用超小型衛星(3U-CubeSat)を開発する。 ⑥工業製品や汎用材料を用いた小型・軽量・高性能なロケットエンジンを開発する。	我が国の優れた民生部品・技術等を活用して、低コストな商業用小型衛星打上げシステムの実現に向けたロケット用機器・部品及び民生品を適用した実用超小型衛星の研究開発に着手。 ①低コストモータケース製造技術に向けてCFRTP(熱可塑性樹脂含浸カーボン繊維複合材料)の基礎検討を実施 ②固体ロケット用の実用組成を適用した捏和(＝混練)検証により捏和可能を証明 ③アンモニウムジニトラミドを基材とする高エネルギーイオン液体の組成設計検討及び液滴の微細化による着火技術基盤を構築 ④軌道上実証に必要とされる小型ロケット向けの飛行安全管制システムの検討、同搭載追跡用コマンド受信器(MRT:ミニチュアレーダトランスポンダ)及び小型軽量電源の開発 ⑤軌道上実証に向けた衛星の設計検討を実施 ⑥炭化水素系液体推進剤ロケットエンジンシステムの改良を実施	—

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)
民生品や他分野の部品・技術を活用した機器の実用化に向けて、要素技術の研究開発を実施する。	(中間評価時 :平成30年度) ①工業製品や汎用材料を用いた小型・軽量・高性能なロケットモータを開発する。 ②民生技術(人工筋肉)を転用した固体推進薬の製造技術を開発する。 ③民生技術(イオン液体)を利用した低毒性液体推進薬を開発する。 ④飛行安全系の搭載機器及び関連装置を開発する。 ⑤実用超小型衛星(3U-CubeSat)を開発する。 ⑥工業製品や汎用材料を用いた小型・軽量・高性能なロケットエンジンを開発する。	①低コストなCFRTPによるモータケース成形とレーザー溶着技術の適用可能性を確認するとともに、RTM(樹脂注入)成形によりノズル形状成形物の形成を完了 ②実用レベルに近いソフトアクチュエータ式固体推進薬捏和装置を製作し、固体ロケットモータの試作実証実験、燃焼試験を実施し、ロケットとしての推進性能が既存技術で製造したものと同等以上であることを確認 ③アンモニウムジニトラミドを基剤とする高エネルギーイオン液体推進剤を適用した液体推進系の実現性を実証実験で確認 ④超小型ロケット向け搭載追跡用コマンド受信器(ミニチュアレーダトランスポンダ)及びCMD(コマンドデコーダ)、小型軽量電源の開発を行いロケットに実装し、軌道上実証により、総合的な機能検証を実施 ⑤民生品を活用した3Uサイズの衛星を実際に開発して小型ロケットに搭載し、軌道上実証を実施し、正常に機能したことを確認 ⑥軌道投入用ロケットエンジンのポンプシステムのガス発生器とタービンの地上試験段階の基礎開発を完了	—

3-1. 事業の年次展開予定

	← 委託期間（3年間） →					
	平成27年度 (2015年度)	平成28年度 (2016年度)	平成29年度 (2017年度)	平成30年度 (2018年度)	平成31年度 (2019年度)	平成32年度 (2020年度)
① 民生品を適用したロケットモータ、ノズル材料の研究開発	レーザー加熱成形手法の基礎的な検討 ノズル計上プリフォーム成形手法の検討 平板計上CFRPによる製作条件の最適化	小型モータケースの試作試験 ノズル形状ライナ試作試験		小型モータケースやノズルの製作について、固体ロケットに留まらない幅広い技術の適用を視野に入れ、事業化に向けた課題抽出を民間事業者と実施		
② 民生技術（人工筋肉）を転用した固体推進薬の製造技術に関する研究開発	固体推進薬連続製造装置の試作機の製作及び運用テスト			中央大学設立の大学ベンチャーによる実用化に向けた研究開発継続		
③ 民生技術（イオン液体）を利用した低毒性液体推進薬の研究開発	推進薬組成の検討 レーザー点火方式の検討 スラスタ燃焼試験の準備		スラスタ燃焼試験の実施	民間事業者と共同研究を開始し、レーザ着火方式によるイオン液体推進系のシステム研究を実施。超小型衛星等への実装を目指す		
④ 飛行安全系の搭載機器及び関連装置の開発	飛行安全搭載機器及び地上設備の開発	SS-520 4号機による飛行実証	SS-520 5号機による軌道上実証	低コスト化した飛行安全搭載機器・コンポーネントの開発実績を今後の小型ロケット開発に応用		
⑤ 実用超小型衛星（3U-CubeSat）の研究開発	超小型衛星TRICOM-1の開発	SS-520 4号機による飛行実証	超小型衛星TRICOM-1Rの開発 SS-520 5号機による軌道上実証	TRICOM1-Rと同タイプの衛星をルワンダ政府の衛星として開発、打上げ		
⑥ 工業製品や汎用材料を用いた小型・軽量・高性能なロケットエンジンの研究開発	炭化水素系液体ロケットエンジンの燃焼器の開発		観測ロケットMOMOにより実証・実用化			
		軌道投入機用ガス発生器及びポンプ・タービンの要素開発				

				← 委託期間（3年間） →		
	平成27年度 (2015年度)	平成28年度 (2016年度)	平成29年度 (2017年度)	平成30年度 (2018年度)	平成31年度 (2019年度)	平成32年度 (2020年度)
⑦自律飛行安全システムの開発				自律飛行安全ソフトウェア・搭載計算機・地上解析ツールの開発		
				機体健全性評価機能の高度化研究		
⑧量産化を見据えた小型液体ロケットエンジンシステムの開発				軌道投入機用小型液体ロケットエンジンシステムの要素開発		
				軌道投入機用小型液体ロケットエンジンシステムの統合試験		
⑨量産化を見据えた小型液体ロケット機体製造技術開発				機体製造技術の要素試験及びサブスケール試験		
				機体製造技術の実スケール試験		

3-2. ①民生品を適用したロケットモータ、ノズル材料の研究開発 (平成27～29年度)

○研究開発目的

大幅に成形コストを低減するために、各種複合材料の抜本的な低コスト製造を民生技術を活用して実現する。自動車、航空機の民生分野の低コスト化製造手法を取り入れ、これまでのロケット用素材の成形手法とはまったく異なる技術、手法、素材を適用した各種低コスト複合材料の技術開発を行う。

※1 CF RTP: 熱可塑性樹脂を含浸させた炭素繊維強化樹脂

※2 RTM: 熱硬化性樹脂を金型に封入された繊維プリフォームに注入後に加熱硬化する方法

従来の成形手法

モータケース

プリプレグのワインディングによる成形
オープンによる樹脂硬化

ノズルライナ

プリプレグのラッピングによる成形
ハイドロクレーブ、オートクレーブによる高圧高温環境での樹脂硬化



CFRTPによる圧力容器形状の成形品

2つの低コスト化技術の開発

- (1) レーザ溶着技術を適用したCF RTP(※1)によるモータケース成形の低コスト化
- (2) RTM成形(※2)によるノズル形成の低コスト化

- (1) 素材費の削減
- (2) 工程の短縮
- (3) 設備の簡素化



試作したRTM成形品

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)
・レーザ溶着技術 ・CF RTP成形技術 ・RTM成形技術	工業製品や汎用材料を用いた小型・軽量・高性能なロケットモータを開発する。	低コストなCF RTPによるモータケース成形とレーザ溶着技術の適用可能性を確認するとともに、RTM(樹脂注入)成形によりノズル形状成形物の形成を完了。	—

3-2. ②民生技術(人工筋肉)を転用した固体推進薬の製造技術に関する研究開発(平成27~29年度)

○研究開発目的
固体推進薬の製造過程における燃料材料の固液混合及び運搬を連続的かつ少ないせん断力で実現し、効率と安全性向上ならびに抜本的コストダウンを狙った、蠕動運動型ポンプによる次世代型多機能搬送システムを開発する。

従来の固体推進薬の製造過程



粉末・液体 混合



運搬



注型

× 製造プロセスが不連続
× 摩擦・衝撃・せん断力による発火リスク

人工筋肉を転用した固体推進薬の製造過程



混合と運搬の連続実施

○混合, 運搬の連続プロセス化
○非金属+せん断軽減による安全性向上

○地上燃焼試験

株式会社カーリットHDの施設内にて、実推進薬組成で実験を実施し、**ロケット用固体燃料として、実用可能なレベルであることを確認。**

- 1) 実火薬1.65kgの捏和に成功
- 2) 性能確認試験を実施: 引っ張り試験、ストランドバーナー試験、地上燃焼試験



地上燃焼試験の様子

○ベンチャー設立

2018年3月に共同記者発表会を開催。実用化を目指し、中央大学はベンチャー企業「SoLARIS(ソラリス)」を設立。



共同記者発表会の様子(c)中央大学

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)
・人工筋肉技術	民生技術(人工筋肉)を転用した固体推進薬の製造技術を開発する。	実用レベルに近いソフトアクチュエータ式固体推進薬捏和装置を製作し、固体ロケットモータの試作実証実験、燃焼試験を実施し、ロケットとしての推進性能が既存技術で製造したものと同程度以上であることを確認。	—

3-2. ③民生技術(イオン液体)を利用した低毒性液体推進薬の研究開発(平成27~29年度)

○研究開発目的

・汎用のヒドラジンは、毒性があるため運用コストが大きい
⇒高エネルギー物質による代替に向けた研究が世界中で進む

・一般に高エネルギー物質は室温で固体であり、どう液体化するかがポイント
⇒本研究では**民生分野(創薬、医療等)**で**実用化が進むイオン液体技術**に着目し、ヒドラジンに代わる新しい高性能低毒性推進剤「**イオン液体推進剤(EILPs)**」を開発する。

○研究開発の進展

①組成検討

EILPsの基剤: アンモニウムジニトラミド(ADN)

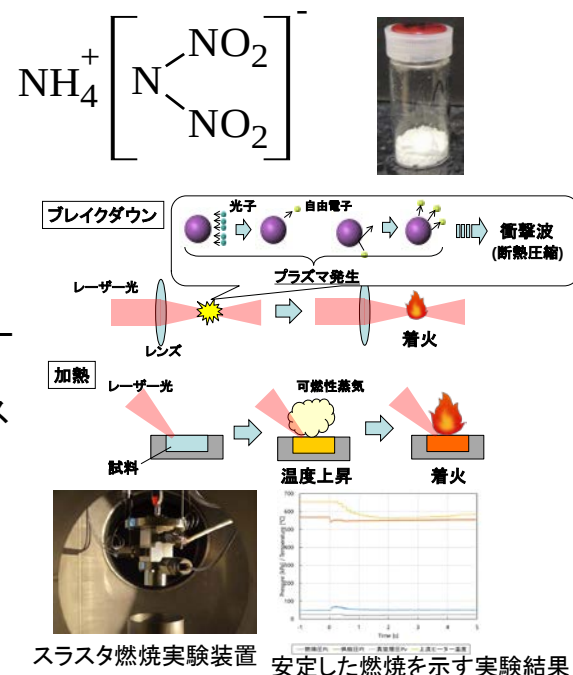
- 高エネルギー密度、低毒性
- 融点: 92°C
- 特定の物質と共融し、融点低下(イオン液体化)

②点火方式の確立

- ブレイクダウン、加熱を用いた様々な方式でレーザー点火の可能性が示された。
- これまでのシステムにとらわれない新しいスラスタ概念への変革となる。

③スラスタ燃焼試験

- 改良型インジェクタによる微粒化の改善がなされ、それを用いた**加熱点火式スラスタにて燃焼パラメータの取得に成功した。**



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)
・イオン液体組成調製技術 ・レーザー点火技術	民生技術(イオン液体)を利用した低毒性液体推進薬を開発する。	アンモニウムジニトラミドを基剤とする高エネルギーイオン液体推進剤を適用した液体推進系の実現性を実証実験で確認。	—

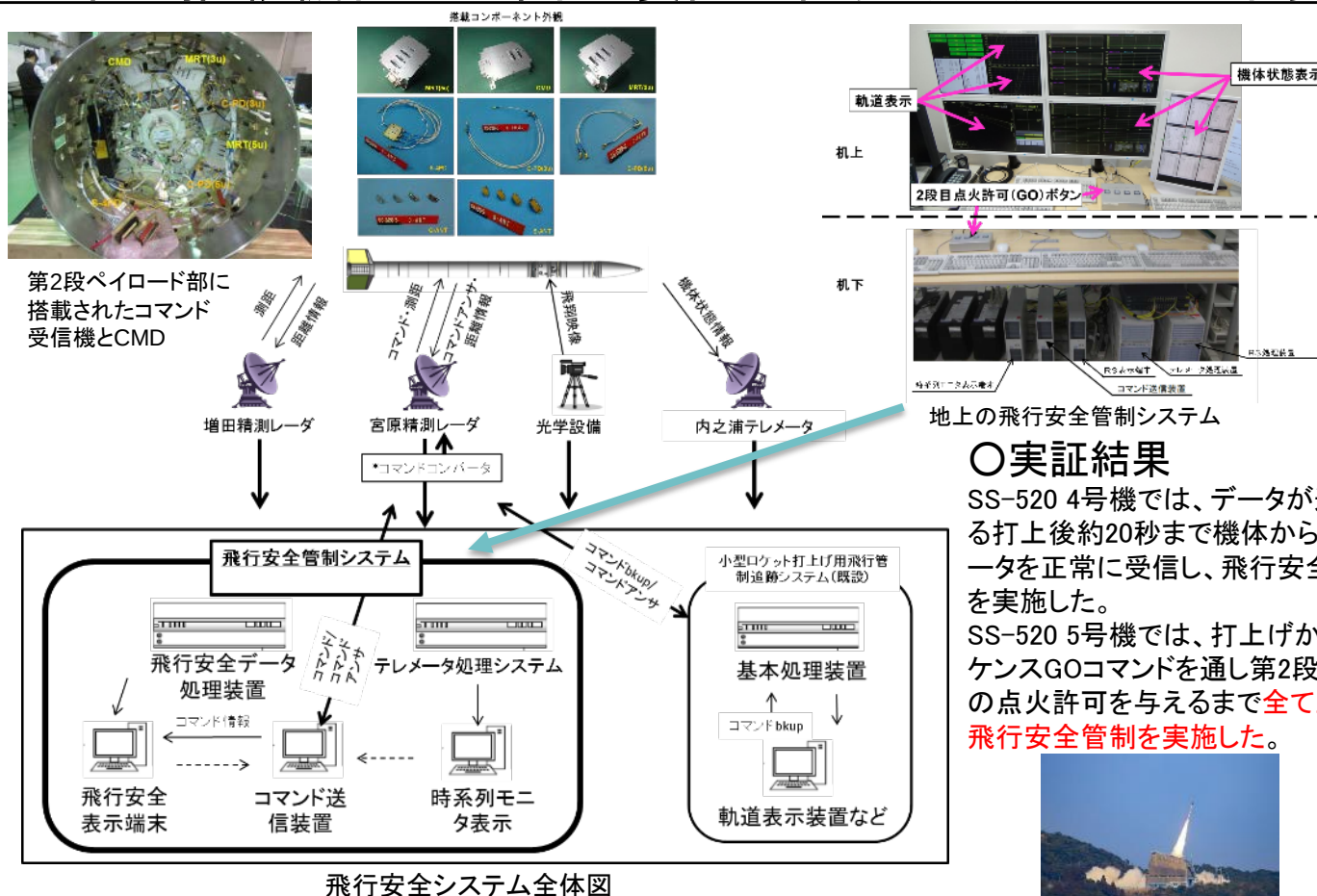
3-2. ④飛行安全系の搭載機器及び関連装置の開発(平成27～29年度)

○研究開発目的
SS-520 4/5号機用の
レーダ・コマンド搭載機
器の開発・製造及びコ
ンポーネントのフライト
実証

○機器構成

SS-520-4/5号機には位置速度計測システムとしてのコマンド受信機(ミニチュアレダトランスポンダ(MRT))が2台と地上からのコマンドをロケットへ届けるためのCMD(コマンドデコーダ)1台が第2段ペイロード部に搭載されている。**MRTには民生部品による回路設計、及び回路構成の簡素化が行われている。**

地上の飛行安全管制システムではロケットの飛翔位置をリアルタイムで監視し、異常事象が検出された場合には速やかに飛行中断もしくはロケットシーケンスを中止する措置を施す。



○実証結果

SS-520 4号機では、データが途絶する打上後約20秒まで機体からのデータを正常に受信し、飛行安全管制を実施した。
SS-520 5号機では、打上げからシーケンスGOコマンドを通し第2段モータの点火許可を与えるまで**全て正常に飛行安全管制を実施した。**



SS-520 5号機の打上げ実験

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)
・飛行安全技術	飛行安全系の搭載機器及び関連装置を開発する。	超小型ロケット向け搭載追跡用コマンド受信器(ミニチュアレダトランスポンダ)及びCMD(コマンドデコーダ)、小型軽量電源の開発を行いロケットに実装し、軌道上実証により、総合的な機能検証を実施。	—

3-2. ⑤実用超小型衛星(3U-CubeSat)の研究開発(平成27～29年度)

○研究開発目的

民生品を活用する新たな設計手法や活用技術を開発するとともに、その実証のための超小型ナノ衛星を開発・製造・軌道上実証する。

○衛星の仕様・ミッション

- ・超小型ナノ衛星は重量3.2kg以下
分離機構は0.8kg以下
- ・設計手法・活用技術: **地上用高感度無線デバイスを複数利用したS&Fミッションの実証**
- ・民生機器・技術: **光学・撮像素子に民生デバイスを採用したカメラによる地球観測カメラの実証**
- ・軌道上実証: **30日間の軌道上実証期間**
- ・**オンデマンド即時観測ミッション**
(TRICOM-1Rから追加)

○ミッション結果

○ S&Fミッション (Store and Forward)

海や地上に置かれた小型の送信機から衛星に向かって付属センサ等で取得したデータの送信を行い、地球を周回している衛星が、送信機から送られるデータを収集していくシステム。無線デバイスには民生デバイスを採用し、宇宙空間における利用実証を実施。

TRICOM-1において、モジュールの基本的な受信機機能の確認を実施し、TRICOM-1Rでは**衛星での受信・転送に成功した。**



衛星側受信機



地上側送信機

○地球観測カメラの実証

高性能な民生カメラの宇宙実証を目的としてキャノン製地球観測カメラ(CE-CAM)を搭載。衛星側面・底面には計5台の小型サブカメラを搭載し、**想定通りの画像を取得、民生カメラの宇宙実証に成功した。**



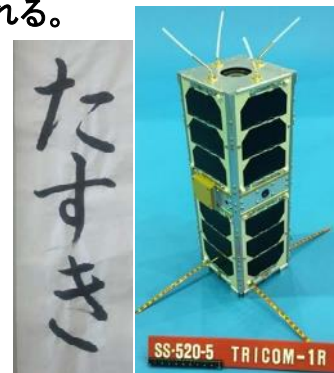
CE-CAMにて撮影した地球

○オンデマンド即時観測実験

自律的判断により、与えられた目標を達成するシーケンスを動的に構築する機能。テレメトリモニタによる状態推定と、状態に即したコマンド指示が可能。TRICOM-1Rによるオンデマンド即時観測実験では、**自律的に撮影が実行されることを確認した。**

○総括

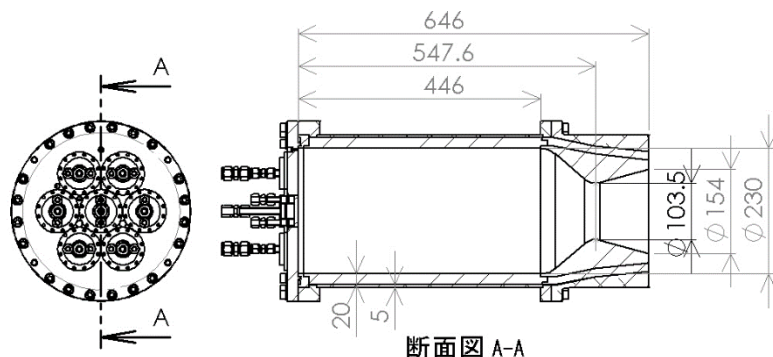
- ・民生部品・民生技術を用いた衛星であっても、各機器の設計において対策を行うことで成果を得ることが可能。
- ・TRICOM-1R(「たすき」)は**軌道上実証にて民生部品を使用した地球撮像に成功。**S&Fにおいては、民生の無線モジュールを使用した低コスト受信機を複数搭載し、**衛星搭載受信器及び地上送信機のコスト削減に成功。**
- ・国際商業市場において**競争力のある超小型ナノ衛星の実現が可能になった**と考えられる。



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)
・超小型衛星設計・製造技術	実用超小型衛星(3U-CubeSat)を開発する。	民生品を活用した3Uサイズの衛星を実際に開発して小型ロケットに搭載し、軌道上実証を実施し、正常に機能したことを確認。	—

3-2. ⑥工業製品や汎用材料を用いた小型・軽量・高性能なロケットエンジンの研究開発(平成27～29年度)

○研究開発目的
宇宙ロケットの商業化を加速させるため、現状と同等の信頼性を確保した上で低コストな打上げシステムの実現を目指し、革新的なロケットエンジンシステムを開発。

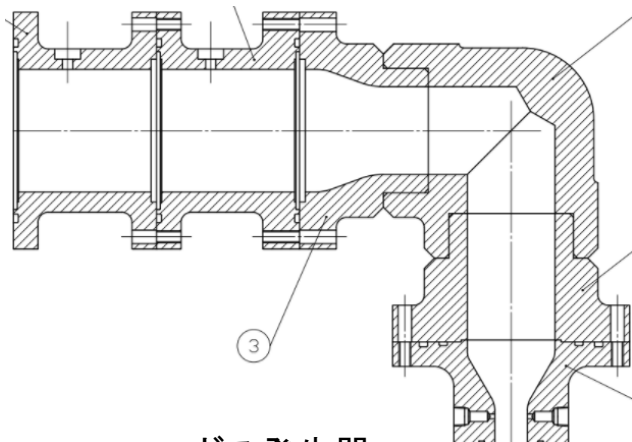


推力10 kN 級エンジン



推力10 kN 級エンジンの燃焼試験

推力10kN級エンジンを設計・製造して燃焼試験を実施し、燃焼効率の取得を行った



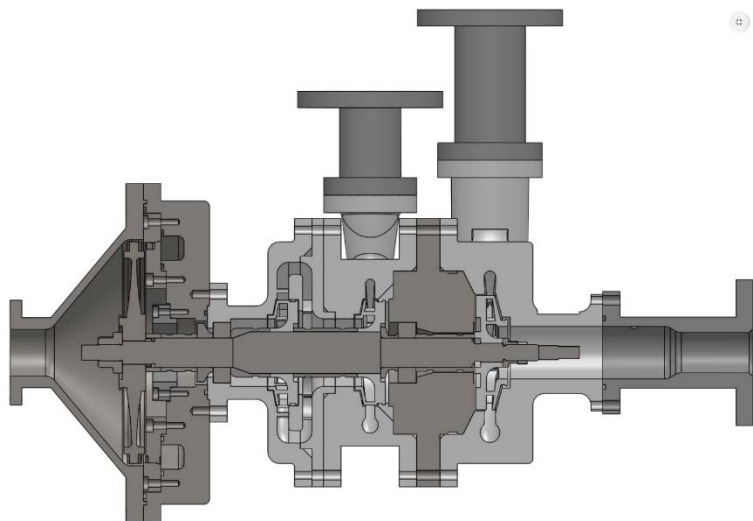
ガス発生器



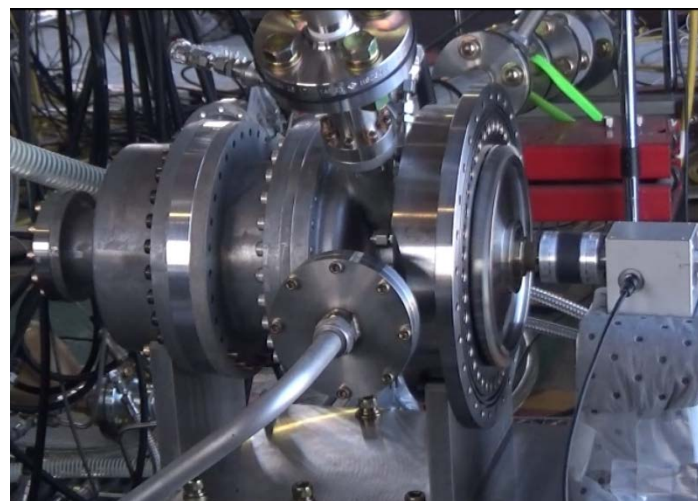
ガス発生器の燃焼試験

ガス発生器を設計・製造して燃焼試験を実施し、ガス温度・流量の取得を行った

3-2. ⑥工業製品や汎用材料を用いた小型・軽量・高性能なロケットエンジンの研究開発(平成27～29年度)



タービン効率取得供試体

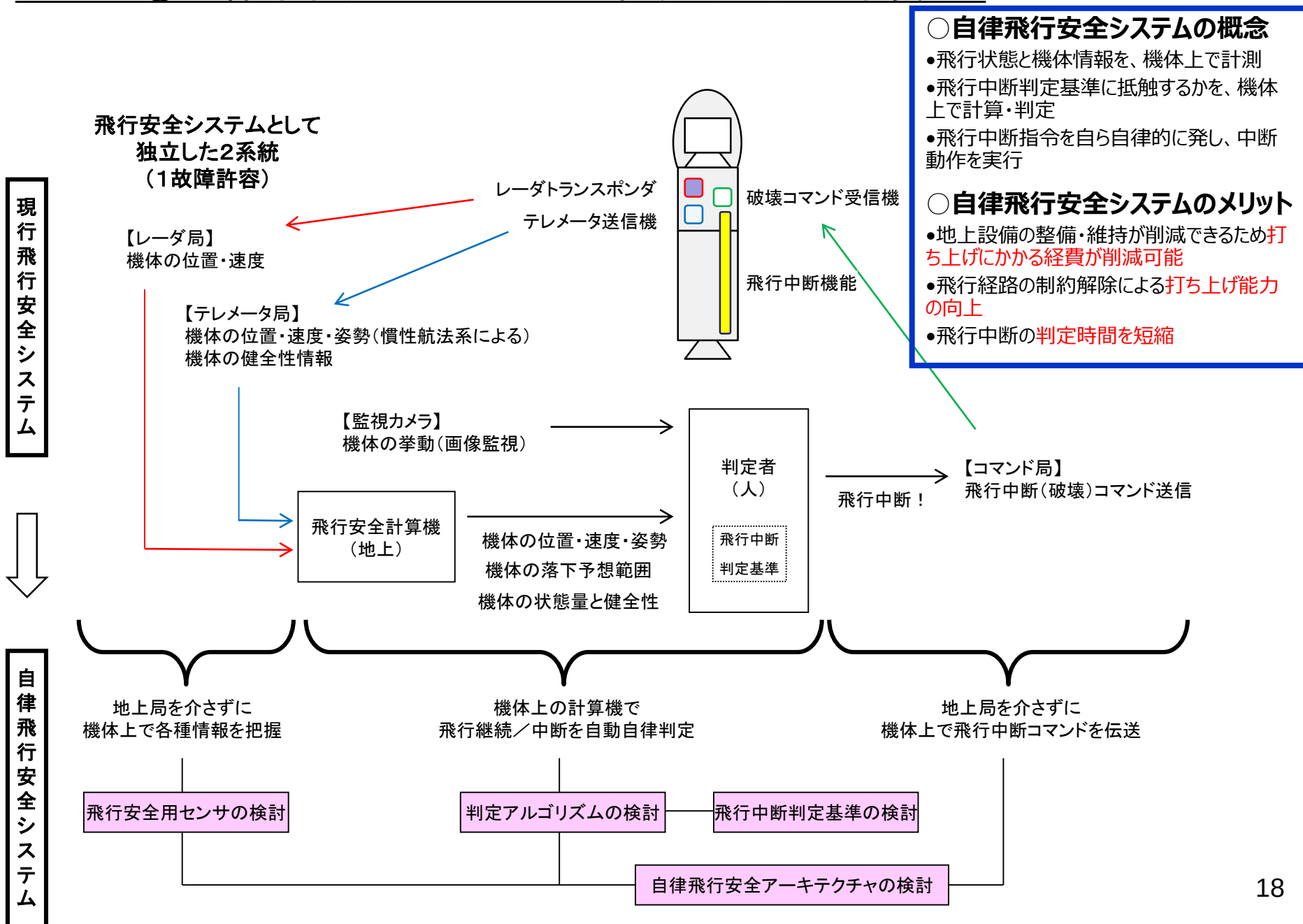


タービン効率取得試験

ターボポンプの要素試験供試体を設計・製造して熱走試験を実施し、タービン効率の取得を行った

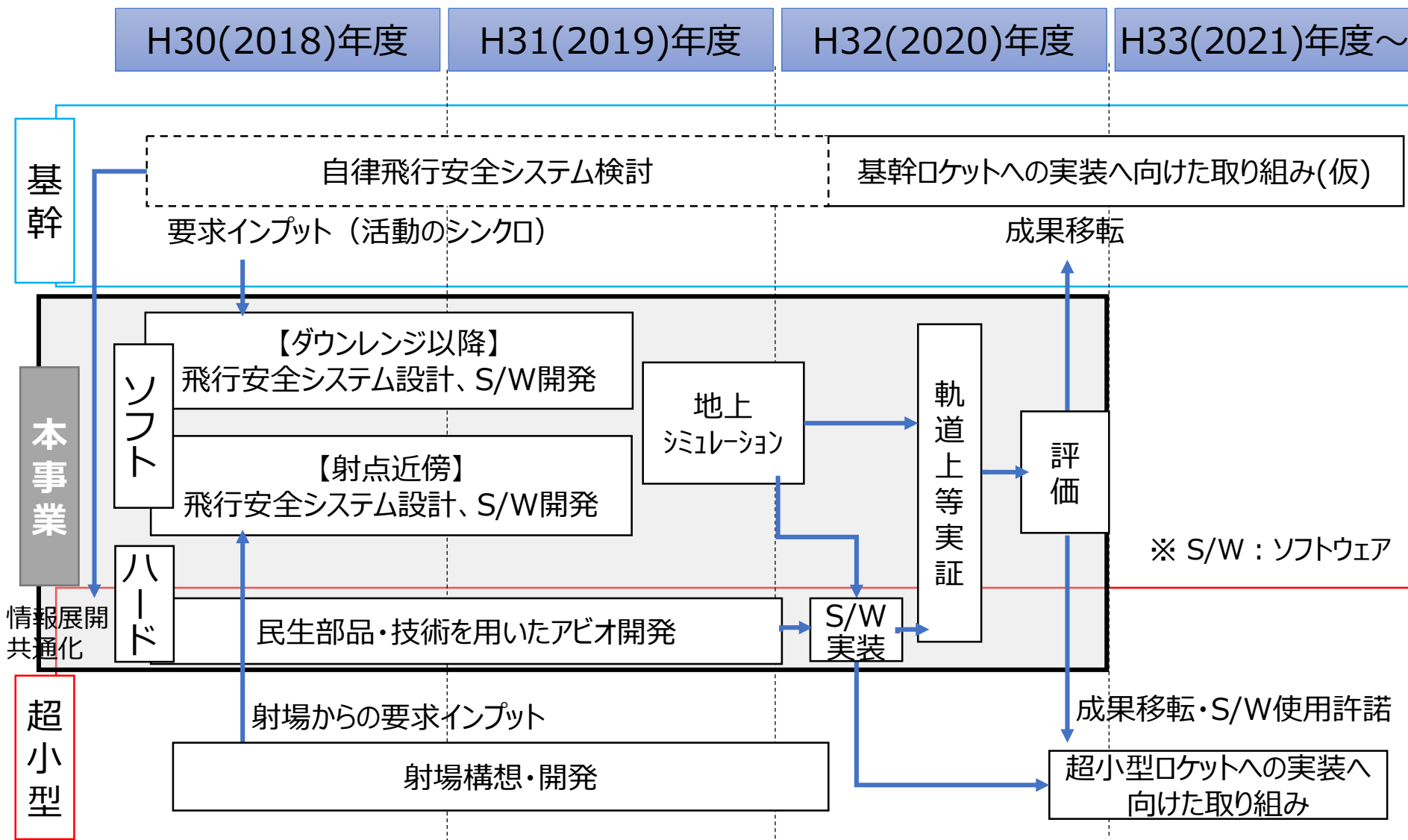
個別要素技術	アウトプット指標・目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析(未達成の場合)
推力10kN級炭化水素系液体ロケット燃焼器の開発	c*効率80%で燃焼時間100秒に耐える燃焼器の開発	達成済み	—
軌道投入機用ガス発生器の開発	タービンを駆動できる温度・流量をもつガス発生をさせる	達成済み	
軌道投入機用ポンプシステムの要素開発	ポンプ単体試験によりポンプ効率の取得及び、タービン熱走試験によりタービン効率の取得	達成済み	

3-2. ⑦自律飛行安全システムの開発(平成30年度～)



3-2. ⑦自律飛行安全システムの開発(平成30年度～)

本事業のアウトプットの適用シナリオ

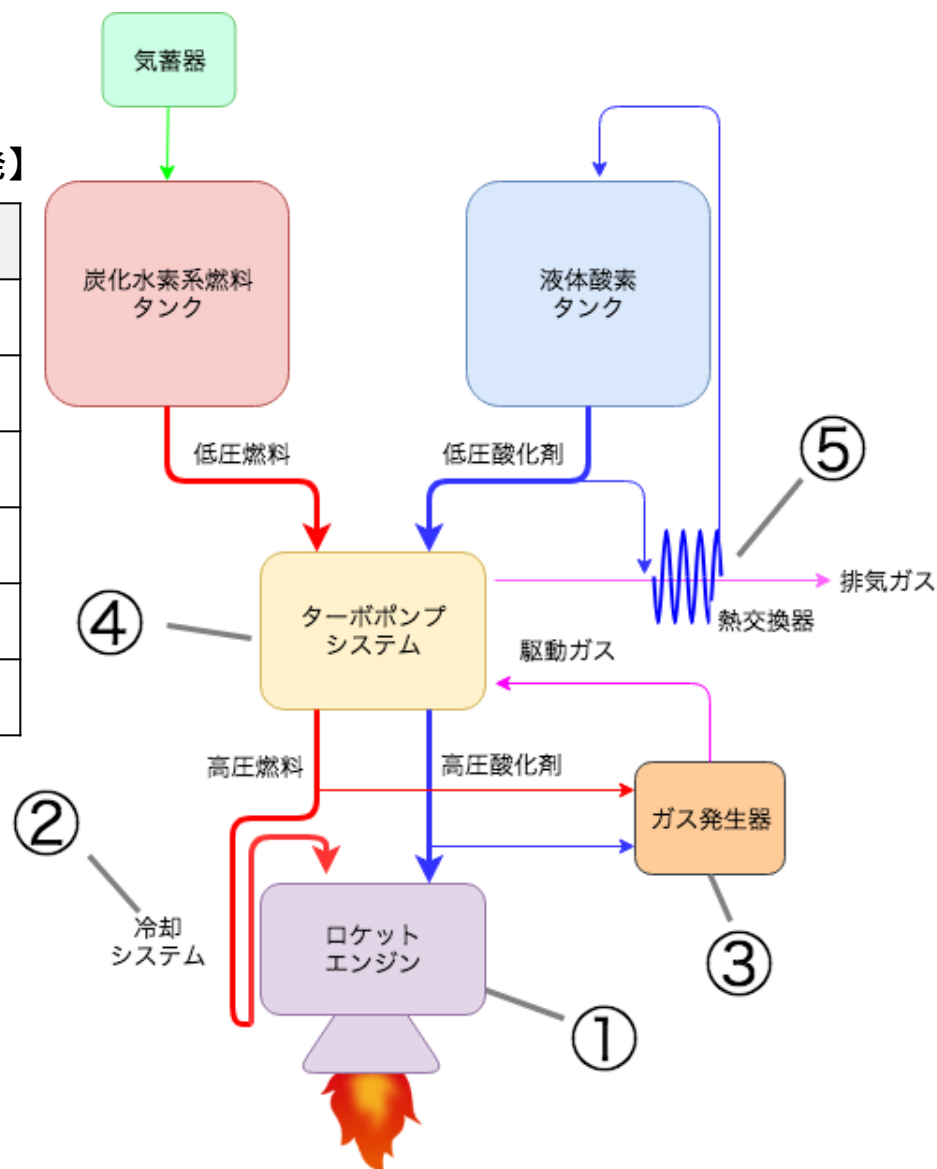


3-2. ⑧量産化を見据えた小型液体ロケットエンジンシステムの開発 (平成30年度～)

【軌道投入機用の小型液体ロケットエンジンシステムの開発】

No.	開発等項目
①	高C*効率のロケットエンジン燃焼器の開発
②	ロケットエンジン燃焼器の冷却システム開発
③	GGサイクルロケットエンジンのガス発生器開発
④	GGサイクルロケットエンジンのターボポンプ開発
⑤	エンジンシステムの押しガス用熱交換器開発
⑥	ロケットエンジンの地上統合燃焼試験

超小型人工衛星を軌道投入可能な小型液体ロケットに必要な各コンポーネントの性能を確認し、地上統合燃焼試験によって全体の性能を取得する。また、量産化を見据えた各コンポーネントの製造方法の評価を行う。



ロケットシステムの概念図と開発項目

3-2. ⑨量産化を見据えた小型液体ロケット機体製造技術開発 (平成30年度～)

【軌道投入機用の小型液体ロケット機体製造技術開発】

No.	開発等項目
1	構造の基礎モデル強度試験
2	実スケール強度試験
3	量産化を見据えた推進剤タンク製造技術開発

超小型人工衛星を軌道投入可能な小型液体ロケットの構造及び推進剤タンクの製造方法ごとの基礎モデルの強度試験とロケット実物大スケールの強度試験を行う。また、量産化を見据えた製造方法の評価を行う。



タンクの製造方法として検討している
FSW(摩擦攪拌接合)の試験片

4. 当省(国)が実施することの必要性

宇宙基本計画や宇宙産業ビジョンにおいて示されているように、民生部品・民生技術を活用した宇宙用部品・コンポーネントの低コスト化は、我が国の宇宙機器産業の競争力強化に不可欠であるものの、一般的な民生部品・技術は宇宙空間という特殊な環境下での使用を前提とした設計・仕様になっていないため、低コスト化と信頼性を同時に達成するという高度な開発課題の解決が必要となる。

また、コンステレーション型ビジネス等の進展に伴い、現在、小型衛星の需要増加を踏まえた、低価格な小型衛星用打上げサービスの開発が各国において積極的に進められているものの、いずれも事業化には至っておらず、世界に先駆けて、競争力を有する打上げサービスの投入が重要となっている。

このため、低価格な小型衛星用打上げサービスの実現に資する民生部品・民生技術を活用した宇宙用部品・コンポーネントの低コスト化については、新規技術の研究開発であり、開発要素及び研究におけるリスクが大きいことから、本技術の研究開発は国による委託事業として実施することが必要。

なお、本事業は、これまでロケット打上げに係る知見やデータを蓄積してきたJAXAや小型ロケットのビジネス化に取り組むインターステラテクノロジズを中心として進めており、開発完了後に本事業の成果を民間事業者に移転することで、我が国小型ロケット産業全体への波及効果が期待できる。

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



平成27年～

我が国の優れた民生部品・技術等を活用して、競争力のあるロケット用機器・部品等の開発

- ①民生品を適用したロケットモータ、ノズル材料の研究開発
- ②民生技術(人工筋肉)を転用した固体推進薬の製造技術に関する研究開発
- ③民生技術(イオン液体)を利用した低毒性液体推進薬の研究開発
- ④飛行安全系の搭載機器及び関連装置の開発
- ⑤実用超小型衛星(3U-CubeSat)の研究開発
- ⑥工業製品や汎用材料を用いた小型・軽量・高性能なロケットエンジンの研究開発

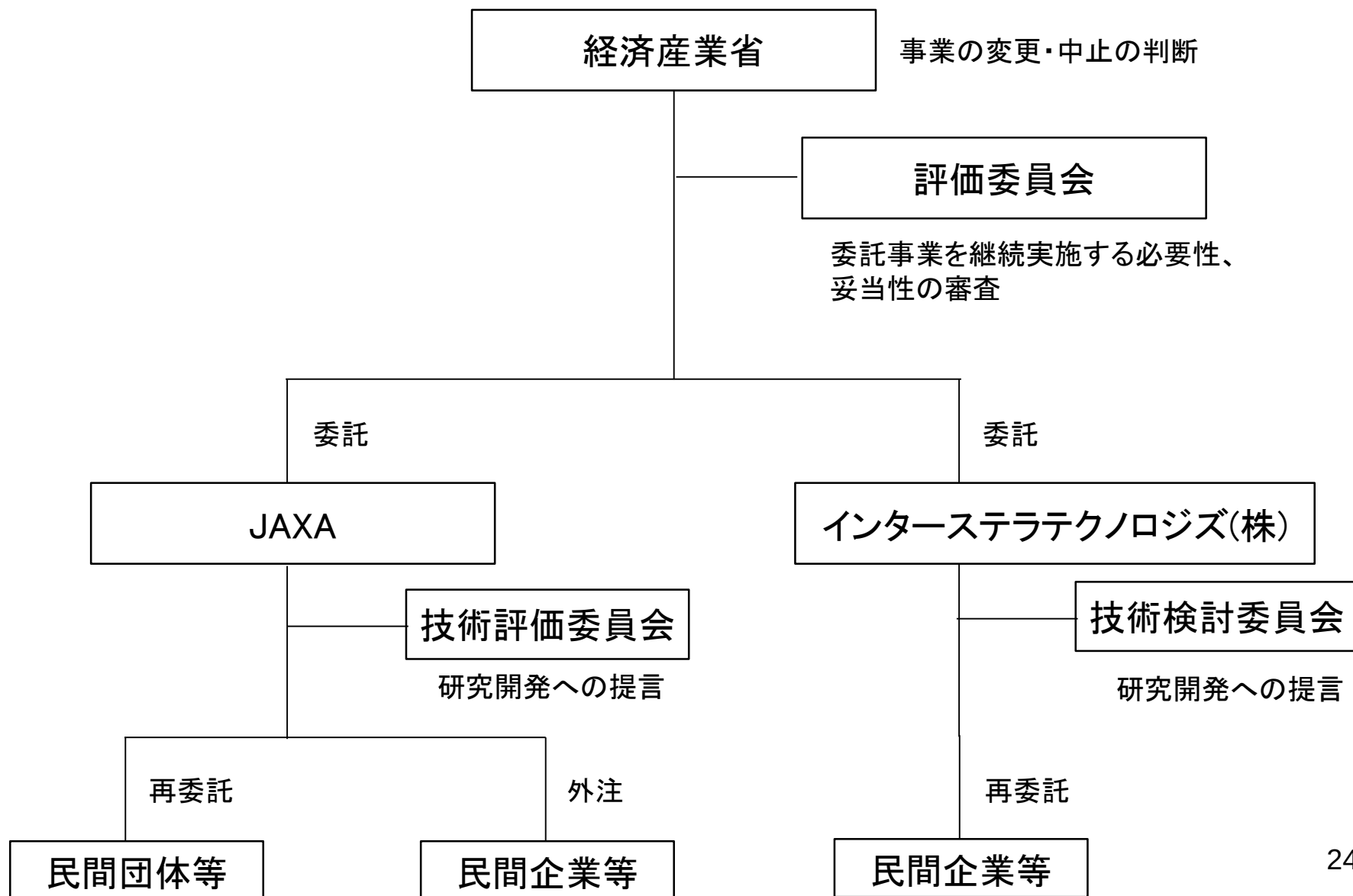
平成30年～

- ・基盤技術研究に基づくサブシステム等の開発
- ・小型ロケット等への組込、統合試験
- ・地上実証、軌道上実証、評価

平成33年～

- ・商業用小型衛星打上げシステムでの活用(実用化)
→民生品や他分野の部品・技術の活用により、
価格や性能の面での競争力が強化される。

6. 研究開発の実施・マネジメント体制等



7. 費用対効果

小型衛星の打上げ需要の増加に伴い、小型衛星を柔軟かつ安価に打ち上げることが可能な小型ロケットのニーズが世界的に高まっているものの、現在、小型ロケットの打上げサービスを事業化している企業は世界にない。このため、世界に先駆けて、価格競争力のある小型ロケット打上げサービスを提供できれば、小型衛星の打上げ市場を獲得することが可能となる。

本研究開発では、民生部品や民生技術を活用した低価格な宇宙用部品・コンポーネントを開発し、地上実証や小型ロケットによる軌道上実証を経て成果を着実に積み重ねているところ。これら成果や現在開発を進めている自律飛行安全システム等により、打上げ価格を数億円規模で低減させることが可能と考えており、これらが我が国小型ロケット事業者へ技術移転されれば、海外のロケット事業者に対して価格・打上能力の観点から比較優位となるため、相当程度の打上げ需要の獲得が期待でき、研究開発費を大きく上回る費用対効果を有する。（日本や米国で開発されている小型ロケットの打上げ価格は5～10億円程度を予定。）

なお、内閣府の小型・超小型衛星の打上需要調査結果（平成30年5月）によれば、我が国企業が獲得の可能性のある小型ロケットの打上げ機数は、最大105機/年との予測。