

独立行政法人宇宙航空研究開発機構  
平成26年度業務実績等報告書

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構



## 独立行政法人宇宙航空研究開発機構の平成26年度業務実績評価について

(総括)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構（Japan Aerospace Exploration Agency-JAXA:平成27年度から国立研究開発法人）は、平成25年4月から5カ年の第3期中期目標期間に入りました。その2年目となる平成26年度は、独立行政法人通則法の改正(平成26年6月)や、新たな宇宙基本計画の策定（平成27年1月宇宙開発戦略本部決定）など、機構を取り巻く環境が大きく変化し、「政府全体の宇宙開発利用を技術で支える中核的实施機関」である機構の役割はますます重要になりました。

このような環境変化に対応するため、理事長の強いリーダーシップの下、人材育成の強化と機構設立以来最大規模の組織改編を行い、プロジェクト等の確実な実施と将来を見据えたミッションの高度な企画力と研究開発力を強化するための体制を整えました。

また、関係機関のご協力を仰ぎつつ、宇宙状況監視(SSA)情報の米国への提供による安全保障分野への協力の強化、防災機関等における衛星データ利用の定着、新事業促進センターを通じた民間事業者等への支援など事業遂行に努めました。

また、我が国の基幹ロケット(H-II A・Bロケット)については、単年度では過去最多となる5機すべてを所定の時期に打ち上げることに成功し、人工衛星等の着実な運用を含め、ミッションを喪失することなく計画を遂行することができました。

平成26年度の主な実績は以下のとおりであり、その中には当初の計画を上回る優れた成果を上げることができたものもありました。

(項目別評価)

### ○衛星利用分野

火山活動、地盤沈下、地滑り等に係る防災・減災対策として、従来から地上、航空機及び人工衛星による観測・監視が行われてきましたが、防災関係機関が求める微小な地表変化・地殻変動の効率的・周期的な監視が困難等の理由により、実用には不十分でした。

この課題について、これまでの衛星からの電波(Lバンド)による観測技術の蓄積に加え、平成26年度に打ち上げた陸域観測技術衛星「ALOS-2」で高効率・大電力送信技術や自律的な高精度軌道制御等に取り組み世界最高性能のLバンド合成開口レーダ技術を確立したことで、微小な地表変化・地殻変動の情報を、高精度(安定してcm級の精度)かつ迅速(当日～最大3日以内)に観測・監視することを実現し、国土地理院(地震予知連)や気象庁(火山噴火予知連)の定常業務に組み入れられ、防災機関の取るべきアクションを判断するための情報として定着するに至りました。

洪水等の水災害による死者数の80%以上がアジア・太平洋地域に集中しています。これらの地域では、防災・減災に必要な洪水予測を算出するにも、雨量計の圧倒的不足や、既存の衛星降水情報でも十分な精度が得られないという課題がありました。

この課題の解決については、機構がこれまで開発してきた衛星全球降水マップ(GSMaP)に、新しい衛星の観測データの追加とアルゴリズムの改良・開発を施すことで、洪水予測

に適用可能な精度を実現しました。その結果、パキスタンが GSMaP を利用した洪水予警報システムの運用が開始されることとなりました。

更に、日本の民間保険会社がミャンマーを対象として日本初の衛星降水データを用いた農業保険を日本として初めてサービス事業として開始するなど、防災・災害対策以外の分野においても利用が拡大しました。

#### ○宇宙輸送分野

平成 26 年度はこれまで最高の年間 5 機、そのうち 4 機の打ち上げを下半期に計画しましたが、天候以外の要因での延期はなく全機オンタイムでの打ち上げに成功しました。

打ち上げ衛星の中には、気象衛星、情報収集衛星等の国の重要ミッション及び打ち上げ可能時期が限られる「はやぶさ 2」などがありましたが、固体ロケットブースタ製造・貯蔵能力の向上や、大規模な資金投入を必要としない作業効率向上策を策定し実施することで、短期間での多数打ち上げを可能としました。これにより新宇宙基本計画に示された政府方針の打ち上げ計画を実現する上で有効な実績になるとともに、日本の基幹ロケットの信頼性と打ち上げ時期の実現精度の高さを世界に改めて示し、打ち上げサービスのビジネスチャンス拡大の基盤を強化することができました。

#### ○宇宙科学・宇宙探査分野

米国航空宇宙局(NASA)、欧州宇宙機関(ESA)の衛星から平成 26 年度に由来の不明な X 線輝線が検出され、暗黒物質候補として存在を予測されてきた「右巻きニュートリノ」の存在を示唆すると世界で注目されていました。これについて機構の X 線天文衛星「ASTRO-E II」を用いて銀河団からの X 線をより精度の高い方法で探索したところ、検出したとされる X 線輝線が存在しない証拠を得ました。

また、金星探査機「PLANET-C」が太陽周回している機会を利用した観測により、太陽風が太陽半径の数倍の高度で急激に加速される様子を明らかにしました。このことは、太陽風加速の機構の解明にとって、極めて重要な情報を提供することとなりました。

小惑星探査機「はやぶさ 2」は平成 26 年 12 月に成功裡に打ち上げられ、その後、順調に運用を続けています。

#### ○国際宇宙ステーション(ISS)分野

日本実験棟「きぼう」(JEM)利用成果の最大化を目指し、引き続き取り組みを進めております。

平成 26 年度は特に、ISS ならではの利用方法であり、日本が他国をリードしている「高品質タンパク質結晶生成実験」で、新たな抗菌薬の開発に繋がる成果を発表するとともに、4℃結晶化技術の軌道上実証や膜タンパク質等の実験を可能とする技術開発を進めることで、医学研究や創薬における JEM の役割を増大させました。

また、日本人宇宙飛行士として初めて ISS コマンダー(第 39 次船長)に就いた若田宇宙飛行士を万全の体制でサポートし、任務完遂に導きました。

## ○航空科学技術分野

「災害救援航空機情報共有ネットワーク(D-NET)」の技術を活用した新しい「集中管理型消防防災ヘリコプター用動態管理システム」を、総務省消防庁が採用し平成26年度より正式に運用を開始しました。これにより、自治体消防局からは、「D-NET導入により、総務省消防庁、自治体および消防防災ヘリ間の情報共有を実現する体制を確立でき、大規模災害時に非常に役立つ」との評価を得るなど、複数の災害対応機関が救援活動に従事するような大規模災害への備えに貢献しております。

また、気象庁との共同研究により、従来よりも小型で安価な気象観測装置の開発と、10分先の大気状態を高精度に予測し、空港の運航管理者やパイロットに情報を提供するシステムを構築しました。この成果を受け、気象庁が本システムを成田空港や羽田空港において平成28年より運用する予定となりました。

## ○情報技術

ロケット打ち上げ輸送サービスでは契約受注から打ち上げまでに振動・音響等解析等多くの各種解析作業が必要となります。これらの解析作業はそれぞれ独立した個別システムやプログラムにおいて実施されており、解析を実施するために必要な情報入力・確認に多くの時間と人員がかかるという課題がありました。そこで、この個別システム/プログラムの連携機能を試作し、更にロケットに搭載するソフトウェアまで自動的に製作する取り組みを進めました。これにより解析工程とソフトウェア製作工程期間を短縮(半減)できる目処を得ました。

## ○産業振興、国際競争力の強化

産業振興への貢献として、新事業促進センターに外部機関等からの問合せ全般に対応する一元窓口を設置しました。民間事業者の求めに応じて衛星試験等に関する講義・研修を行うなど、機構の技術的知見等を活かした援助及び助言を行いました。宇宙航空分野にとどまらず様々な業界からの相談も増加しており、これに対して、機構の保有する技術・成果の利用機会を拡大しています。

また、政府が推進するインフラ海外展開において、相手国のニーズ把握、機構の技術紹介、支援策の提案を行うなどして、政府に対する協力を行いました。

## ○外交・安全保障及び国際協力

防衛省技術研究本部との包括協定「航空宇宙分野における研究協力に関する協定」(平成26年3月締結)の枠組みのもと、機構と防衛省相互の対話・交流を拡大させました。その結果、宇宙技術の安全保障分野への影響・効果についての理解が進んでいます。

また、日米協力における安全保障について、「日米宇宙状況監視(SSA)に関する了解覚書」(平成25年度締結)に基づき、機構と米国実施機関のSSAに関する連携運用を日常化させ、監視能力と日米信頼関係の強化に貢献しました。更に、国連宇宙空間平和利用委員会及び同小委員会における活動を通じて、日本政府による協議を支援しています。

## ○広報・教育

広報、宇宙教育においては、若田飛行士の長期滞在やはやぶさ2の打ち上げ成功等事業の着実な積重ねもあり、宇宙博（NHK、NHKプロモーション、朝日新聞）、「TeNQ」（東京ドーム）、「宇宙×芸術」展（東京都現代美術館）等、機構単独では実施出来ないような大規模な展示、イベント、情報発信等の機会を頂きました。機構の情報を配信していただける科学館も100館を超えております。理事長月例記者会見、タウンミーティングの全都道府県での開催、タイムリーなプレス発表など、説明責任を果たすため積極的な情報発信と、国民の理解増進に努めました。

また、宇宙を題材に地域が自ら積極的に教育活動を実施し、更に周辺地域にも活動を波及できるよう、宇宙教育指導者育成セミナーを開催してまいりました。地域の皆様にも、宇宙は理科だけでなく”多角的な教育素材”となることをご理解いただき、多数の地域にて小中学生向け体験型科学教室「コズミックカレッジ」を開催いただきました。特に、平成26年度には、経費を含め自主的に継続開催した地域が前年度開催地域の9割に達し、一過性のイベントではなく定着、拡大、浸透してきております。

## ○業務運営

業務や経費の効率化に努めるとともに、全社リスク縮減活動を通じた内部統制強化にも引き続き取り組みました。政府の方針に沿って、資産や業務運営の見直しを着実に進めております。

当機構は、平成27年度から国立研究開発法人となりました。宇宙航空分野の研究開発力の更なる強化は勿論のこと、様々な異なる分野の知見を取り入れて開かれた「JAXA」として組織運営を行い、国立研究開発法人の設立趣旨である日本全体としての研究開発成果最大化を目指してまいります。

以上

# 平成26年度業務実績に係る内部評価結果

項目名	中期目標期間中の評価の経年変化					項目名	中期目標期間中の評価の経年変化				
	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度		25年度	26年度	27年度	28年度	29年度
<b>I. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置</b>						<b>II. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置</b>					
1. 宇宙利用拡大と自律性確保のための社会インフラ	/	/	/	/	/	1. 内部統制・ガバナンスの強化	/	/	/	/	/
(1)測位衛星	(A)	B				(1)情報セキュリティ	(A)	B			
(2)リモートセンシング衛星	(S)	<b>S</b>				(2)プロジェクト管理	(A)	B			
(3)通信・放送衛星	(A)	B				(3)契約の適正化	(A)	B			
(4)宇宙輸送システム	(S)	<b>A</b>				2. 柔軟かつ効率的な組織運営	(A)	B			
2. 将来の宇宙開発利用の可能性の追求	/	/	/	/	/	3. 業務の合理化・効率化	/	/	/	/	/
(1)宇宙科学・宇宙探査プログラム	(A)	B				(1)経費の合理化・効率化	(A)	B			
(2)有人宇宙活動プログラム	(S)	B				(2)人件費の合理化・効率化	(A)	B			
(3)宇宙太陽光発電研究開発プログラム	(A)	B				4. 情報技術の活用	(S)	B			
3. 航空科学技術	/	/	/	/	/	<b>III. 予算(人件費の見積りを含む)、 収支計画及び資金計画</b>	-	-	-	-	-
(1)環境と安全に重点化した研究開発	(B)	<b>A</b>				<b>IV. 短期借入金の限度額</b>	-	-	-	-	-
(2)航空科学技術の利用促進	(A)	B				<b>V. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる 財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画</b>	-	-	-	-	-
4. 横断的事項	/	/	/	/	/	<b>VI. 重要な資産を処分し、又は担保に供しようとする ときは、その計画</b>	-	-	-	-	-
(1)利用拡大のための総合的な取組	(A)	B				<b>VII. 剰余金の使途</b>	-	-	-	-	-
(2)技術基盤の強化及び産業競争力の強化への貢献	(A)	B				<b>VIII. その他主務省令で定める業務運営に関する事項</b>	/	/	/	/	/
(3)宇宙を活用した外交・安全保障政策 への貢献と国際協力	(A)	<b>A</b>				1. 施設・設備に関する事項	(A)	B			
(4)相手国ニーズに応えるインフラ海外展開の推進	(A)	B				2. 人事に関する計画	(A)	B			
(5)効果的な宇宙政策の企画立案に資する 情報収集・調査分析機能の強化	(A)	B				3. 安全・信頼性に関する事項	(A)	B			
(6)人材育成	(A)	<b>A</b>				4. 中期目標期間を超える債務負担	-	-	-	-	-
(7)持続的な宇宙開発利用のための環境への配慮	(A)	B				5. 積立金の使途	-	-	-	-	-
(8)情報開示・広報	(A)	<b>A</b>					/	/	/	/	/
(9)事業評価の実施	(A)	B					/	/	/	/	/



	(1)		A-2
	(2)		A-5
	(3)		A-27
	(4)		A-31
	(1)		B-2
	(2)		B-41
	(3)		B-68
	(1)		C-2
	(2)		C-10
	(1)		D-2
	(2)		D-14
	(3)		D-32
	(4)		D-42
	(5)		D-44
	(6)		D-47
	(7)		D-61
	(8)		D-64
	(9)		D-73
	(1)		E-1
	(2)		E-3
	(3)		E-6
			E-12
	(1)		E-15
	(2)		E-17
			E-19
			F-1
			F-4
			F-6



# 凡例(1 / 2)

中期計画の項目番号 中期計画の項目名

中期計画記載事項:

当該項目の中期計画を転載

特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

※当該項目に関する社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点など最新のトピックス等を必要に応じて記入

# 凡例(2/2)

平成26年度年度計画の小項目の記号・項目名

平成26年度年度計画本文

平成26年度年度計画を転載

**実績:** ※平成26年度年度計画に対する業務の実績を記入

**効果:** 年度計画の実施により、アウトカムとして機構内外に技術的・社会的・経済的な影響を与えた場合に記入

評価結果	評定理由(総括)

# 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する 目標を達成するためにとるべき措置

## I. 1. 宇宙利用拡大と自律性確保のための社会インフラ

評価項目	平成25年度 内部評価	平成26年度 内部評価				頁
I.1.(1) 測位衛星	(A)	B				A-2
I.1.(2) リモートセンシング衛星	(S)	S				A-5
I.1.(3) 通信・放送衛星	(A)	B				A-27
I.1.(4) 宇宙輸送システム	(S)	A				A-31

## ■ 第3期中期目標期間における財務及び人員に関する情報

### I. 1. 宇宙利用拡大と自律性確保のための社会インフラ

	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
決算額 (千円)	211,177,437 の一部	207,856,661 の一部			
従業員数* (人)	約 470	約 480			

\*常勤職員の本務従事者数

# I.1.(1) 測位衛星

平成26年度 内部評価 B

## 中期計画記載事項:

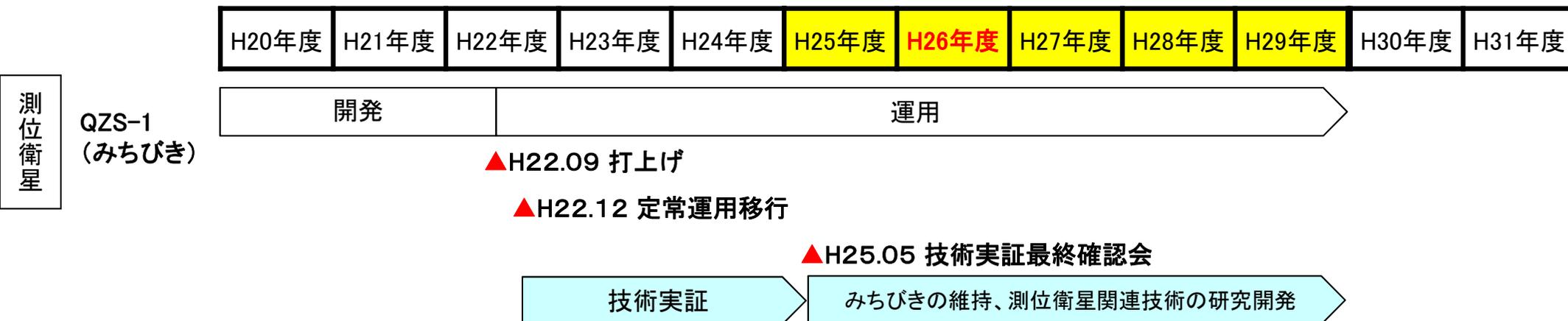
初号機「みちびき」については、内閣府において実用準天頂衛星システムの運用の受入れ準備が整い次第、内閣府に移管する。その移管までの期間、初号機「みちびき」を維持する。

世界的な衛星測位技術の進展に対応し、利用拡大、利便性の向上を図り、政府、民間の海外展開等を支援するとともに、初号機「みちびき」を活用した利用技術や屋内測位、干渉影響対策など測位衛星関連技術の研究開発に引き続き取り組む。

## 特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

- 「実用準天頂衛星システム事業の推進の基本的な考え方」(平成23年9月30日閣議決定)が閣議決定。「我が国として、実用準天頂衛星システムの整備に可及的速やかに取り組む。実用準天頂衛星システムの開発・整備・運用にあたっては、「みちびき」の成果を利用しつつ、内閣が実施する。」こととされた。
- 国際的にも、欧州、中国、インドにおいて社会インフラとして衛星測位システムの開発整備が進み、一部運用が開始されている。

## マイルストーン



測位衛星

QZS-1 (みちびき)

内閣府において、実用準天頂衛星システムの運用の受入れ準備が整うまでの期間、初号機「みちびき」を維持する。  
 世界的な衛星測位技術の進展に対応し、利用拡大、利便性の向上を図り、政府、民間の海外展開等を支援するとともに、初号機「みちびき」を活用した利用技術や屋内測位、干渉影響対策など測位衛星関連技術の研究開発に引き続き取り組む。

**実績：**

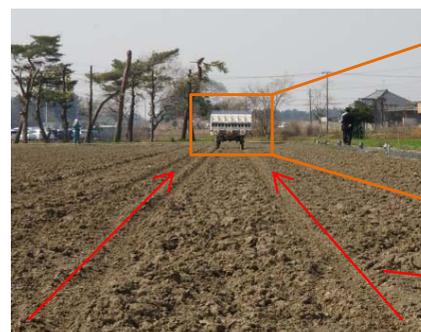
- 「みちびき」については、健全な機能、性能を維持し、安定した運用を継続しており、政府による実用準天頂衛星システムの運用準備が整い次第、移管ができる状況にある。
- 政府や民間企業での海外展開を見据えて、オーストラリアとは精密農業、タイとは高度交通システムの実証実験を実施する等、「みちびき」のカバーエリアであるアジア・オセアニア地域での利用拡大に向けた取組を実施した。
- JAXAでは、複数の測位衛星システムを用いて高い測位精度を実現するため、測位衛星自体の軌道等を高精度に推定するツール（高精度軌道時刻推定ツール：MADOCA）の開発を進めてきた。平成26年度には、本ソフトウェアを改善したことで、測位衛星の軌道推定誤差をこれまでの10.3cmから5.7cmと約5割近くまで半減することに成功した。これは農機自動走行等の移動体で必要とされる安定的な10cm級の測位精度の実現に寄与する成果である。また、MADOCAによる軌道情報等は、これまで「みちびき」から専用の受信機向けに配信してきたが、受信機を持たないユーザにも対応できるようにインターネット配信を開始したことで、民間を含む19機関まで利用が拡大した。
- 屋内外のシームレスな測位サービスを提供する屋内測位システム（IMES）については、JAXAが中心となって、平成25年度の実証実験を踏まえ、送信機が適切な場所・形態で使用されるよう運用規定等を定めた管理要領をとりまとめた。

**効果：**

- 「みちびき」から高品質・信頼性の測位信号の安定した提供を継続してきたことで、世界の主なチップベンダー12社のうち10社（8割以上）で「みちびき」に対応したチップが製造されるなど利用が拡大した。
- 屋内測位システム（IMES）の管理要領を制定したことで、病院、大手建設会社をはじめとした普及が進み、送信機の出荷実績が1,400台超にのぼった。
- 高精度軌道時刻推定ツール（MADOCA）を農機の自動走行に応用する取組みについて、その精度や利便性を向上させたことで、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）に採択され、農機メーカーを含むコンソーシアムによる実用化を目指した取組みが開始された。

**世界の主要な受信チップベンダー（12社）の対応状況**

	みちびき 対応	GALILEO (欧)対応	GLONASS (露)対応	BeiDou (中)対応
FY24	36%	45%	73%	28%
FY25	75%	67%	83%	53%
FY26	<b>83%</b>	75%	92%	66%



わだちが直線で精度良く自動制御できていることが確認できる

**MADOCA-PPPによる農機自動走行の取組み@中央農研**

評価結果	評定理由(総括)
B	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。また、「研究開発成果の最大化」に向けた成果を創出した。主な取組成果は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 「みちびき」について、高品質・高信頼性の測位信号を安定的に提供した結果、「みちびき」1機のための運用にもかかわらず、世界の主要チップベンダーの8割以上が「みちびき」対応の受信機を製造するなど、利用の拡大につながった。</li> <li>● JAXAが中心となって開発した屋内測位システムについて、利用に際しての運用ルールをとりまとめたことで1,400台超にのぼる送信機が出荷され、屋内外のシームレスな測位サービスの提供が開始された。</li> <li>● 測位衛星自体の軌道等を高精度に推定するツール(MADCOGA)を改善し軌道推定誤差を半減させたことで、農機自動走行等の移動体で必要とされる10cm級の精度が安定的に得られることを確認した。これら成果を踏まえ、MADCOGAを活用した農機自動走行の取り組みがSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)に採択され、農機メーカーを含むコンソーシアムによる実用化を目指した動きが開始された。</li> </ul>

## 補足説明資料: QZS-1プロジェクト成功基準

### プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

クライテリア	ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	平成26年度までの達成状況
GPS補完システム技術	GPS 補完信号を送信して都市部、山間部等で可視性改善が確認できること。	近代化GPS(*1)民生用サービス相当の測位性能が得られること。	電離層遅延補正等の高精度化により目標を上回る測位性能が確認されること。	平成24年度までにエクストラサクセスを含め、全て達成済み
次世代衛星測位基盤技術(*2)	—	将来の測位システム高度化に向けた基盤技術実験により所定の機能が確認されること。(実験計画制定時に、目標の具体化を図る。)	将来の測位システム高度化に向けた基盤技術実験により所定の機能が確認されること。(実験計画制定時に、目標の具体化を図る。)	平成24年度までにエクストラサクセスを含め、全て達成済み

\*1 : 近代化GPS: 米国で計画されている次世代の高精度化、高信頼性化衛星測位システム

\*2 : 将来の高度化に向けた基盤技術とは、実験信号(周波数・コード・メッセージ)等による測位精度の更なる高精度化、高信頼性化を目指した技術開発を計画中である。

## I.1.(2) リモートセンシング衛星

平成26年度 内部評価 S

### ① 防災等に資する衛星の研究開発等

#### 中期計画記載事項:

我が国の防災、災害対策及び安全保障体制の強化、国土管理・海洋観測、リモートセンシング衛星データの利用促進、我が国宇宙システムの海外展開による宇宙産業基盤の維持・向上、ASEAN 諸国の災害対応能力の向上と相手国の人材育成や課題解決等の国際協力のため、関係府省と連携を取りつつリモートセンシング衛星の開発を行う。その際、他機関の衛星と協調することにより、利用拡大に不可欠となる同一、同種のセンサによる継続的なデータ提供と高い撮像頻度(1日1回以上の撮像)を目指すとともに、「ASEAN 防災ネットワーク構築構想」等に貢献するため、光学(可視域中心)及び SAR(合成開口レーダ。Lバンド、Xバンド等上記の目的に合致するもの)の衛星により構成される衛星コンステレーション(複数の衛星による一体的な運用)とするべく衛星開発等に取り組む。具体的には、データ中継技術衛星(DRTS)、陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)に係る研究開発・運用を行うとともに、今後必要となる衛星のための要素技術の研究開発等を行い、また、安全保障・防災に資する静止地球観測ミッション、森林火災検知用小型赤外カメラ等の将来の衛星・観測センサに係る研究を行う。これらのうち、陸域観測技術衛星2号(ALOS-2:Lバンド合成開口レーダによる防災、災害対策、国土管理・海洋観測等への貢献を目指す。)については、打上げを行う。

上記の衛星及びこれまでに運用した衛星により得られたデータについては、国内外の防災機関等のユーザへ提供する等その有効活用を図る。また、衛星データの利用拡大について、官民連携への取組みと衛星運用とを統合的に行うことにより効率化を図るとともに、衛星データ利用技術の研究開発や実証を行う。

さらに、これらの衛星運用やデータ提供等を通じて、「ASEAN 防災ネットワーク構築構想」、センチネルアジア、国際災害チャータ等に貢献する。

### ② 衛星による地球環境観測

#### 中期計画記載事項:

「全球地球観測システム(GEOSS)10年実施計画」に関する開発中の衛星については継続して実施する。具体的には、気候変動・水循環変動・生態系等の地球規模の環境問題の解明に資することを目的に、

- (a) 熱帯降雨観測衛星(TRMM/PR)
- (b) 温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)
- (c) 水循環変動観測衛星(GCOM-W)
- (d) 陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)
- (e) 全球降水観測計画／二周波降水レーダ(GPM/DPR)
- (f) 雲エアロゾル放射ミッション／雲プロファイリングレーダ(EarthCARE/CPR)
- (g) 気候変動観測衛星(GCOM-C)
- (h) 温室効果ガス観測技術衛星2号(GOSAT-2)

に係る研究開発・運用を行う。

## ②衛星による地球環境観測(続き)

### 中期計画記載事項:

これらのうち、陸域観測技術衛星2号(ALOS-2:Lバンド合成開口レーダによる森林変化の把握等への貢献を目指す。)、全球降水観測計画/二周波降水レーダ(GPM/DPR)及び気候変動観測衛星(GCOM-C:多波長光学放射計による雲、エアロゾル、海色、植生等の観測を目指す。)については、打上げを行う。雲エアロゾル放射ミッション/雲プロファイリングレーダ(EarthCARE/CPR)については、海外の協力機関に引き渡し、打上げに向けた支援を行う。また、温室効果ガス観測技術衛星2号(GOSAT-2)については、本中期目標期間中の打上げを目指した研究開発を行う。

上記の衛星及びこれまでに運用した衛星により得られたデータを国内外に広く使用しやすい形で提供することにより、地球環境のモニタリング、モデリング及び予測の精度向上に貢献する。

衛星・観測センサの研究開発やデータ利用に当たっては、他国との共同開発や、他国との連携によるデータ相互利用を進めるとともに、衛星以外の観測データとの連携や、各分野の大学の研究者等との連携を図る。

さらに、国際社会への貢献を目的に、欧米・アジア各国の関係機関・国際機関等との協力を推進するとともに、国際的な枠組み(地球観測に関する政府間会合(GEO)、地球観測衛星委員会(CEOS))に貢献する。

## ③リモートセンシング衛星の利用促進等

### 中期計画記載事項:

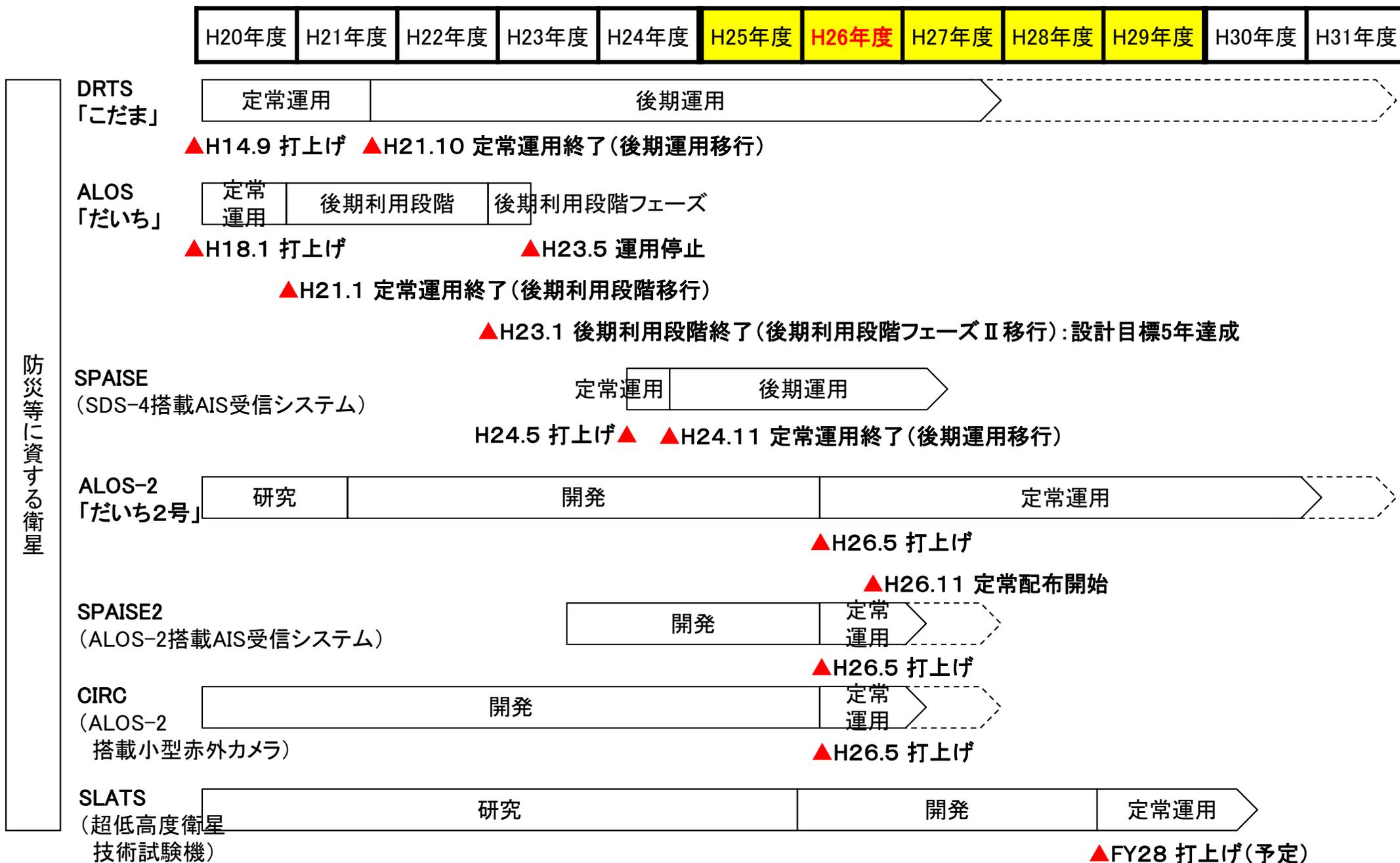
①及び②に加えて、国民生活の向上、産業の振興等に資する観点から、これまで以上に研究開発の成果が社会へ還元されるよう、社会的ニーズの更なる把握に努め、国内外のユーザへのデータの提供、民間・関係機関等と連携した利用研究・実証及び新たな衛星利用ニーズを反映した衛星・センサの研究を行うことにより、衛星及びデータの利用を促進するとともに新たな利用の創出を目指す。

衛星データの配布に当たっては、政府における画像データの取扱いに関するデータポリシーの検討を踏まえ、データ配布方針を適切に設定する。

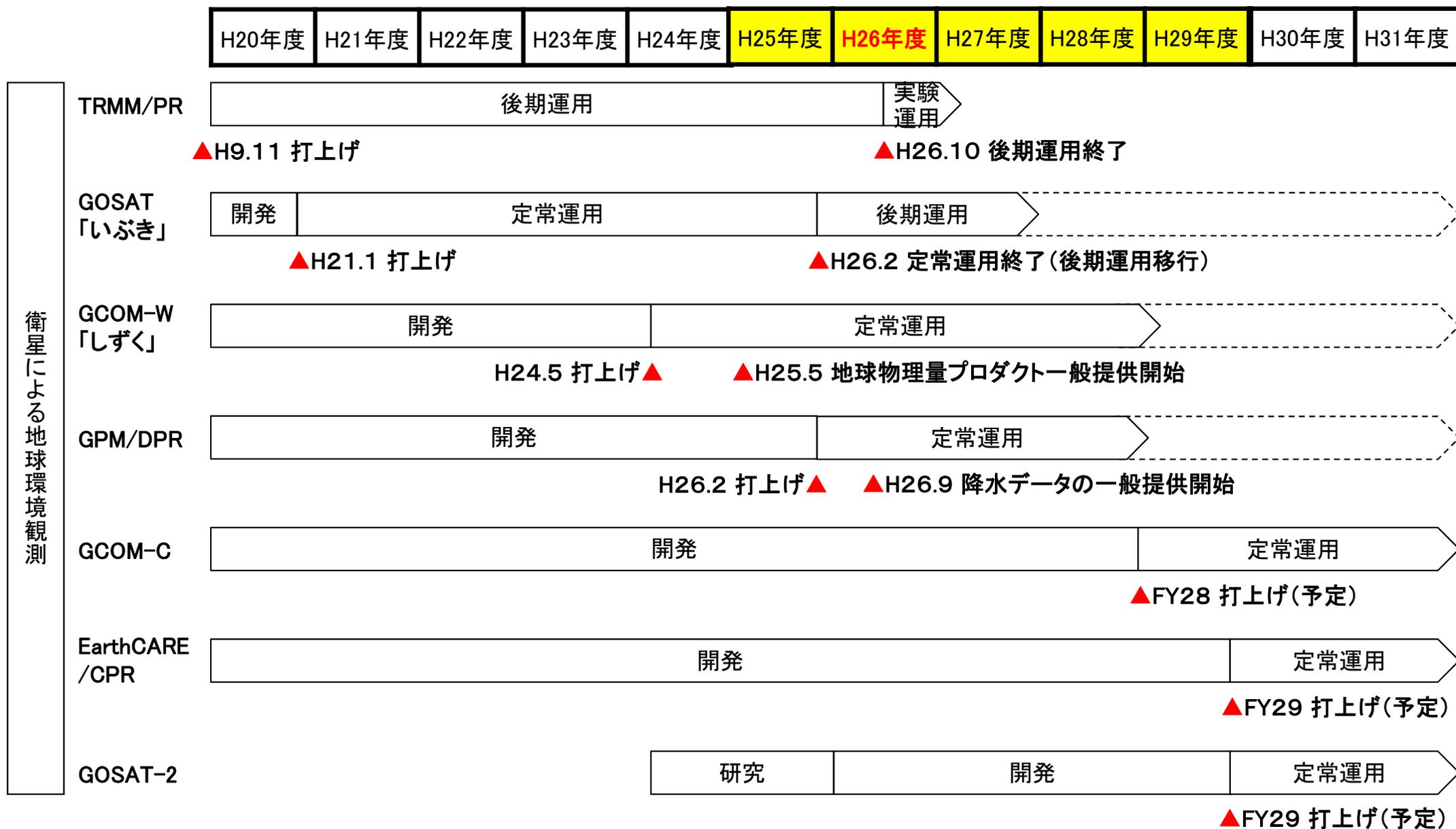
### 特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

- 新たな「宇宙基本計画」(平成27年1月9日宇宙戦略本部決定)が制定され、“先進光学衛星については平成27年度に開発に着手し、平成31年度をめどに運用を開始する。また先進レーダ衛星については平成28年度をめどに開発に着手し、平成32年度をめどに運用を開始する。”とされた。
- 第3回国連世界防災会議において、「仙台防災枠組み2015-2030」が採択され、災害リスクを理解するための衛星の役割が定義付けされた。また、日本政府(首相)より「仙台防災協カイニシアティブ」が発表され、“災害の観測、予測、予警報のために必要な人工衛星、情報インフラ基盤の整備”が、今後具体的に取り組むべく施策として明記された。

# マイルストーン



# マイルストーン



## ①防災等に資する衛星の研究開発

防災、災害対策及び安全保障体制の強化、国土管理・海洋観測、産業基盤の維持向上、国際協力等のため、関係府省と連携を取りつつリモートセンシング衛星の研究開発を行う。具体的には以下を実施する。

- ・ データ中継衛星(DRTS)の後期運用を行うとともに、データ中継機能の継続的な確保に向けた研究を行う。
- ・ 小型実証衛星4型(SDS-4)に搭載した船舶自動識別装置(AIS)受信システムの後期運用を行う。
- ・ 陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)の射場作業、打上げ及び初期機能確認を実施後、定常運用を開始する。(次頁にて記載)
- ・ ALOS-2 に搭載する船舶自動識別装置(AIS)受信システム及び森林火災検知用小型赤外カメラ(CIRC)の軌道上実証を行う。(次頁にて記載)
- ・ 超低高度衛星技術試験機(SLATS)の詳細・維持設計の実施、及びプロトフライトモデルの製作、地上設備の設計に着手する。
- ・ 将来の安全保障・防災等に資するミッションに向けた研究を行う。

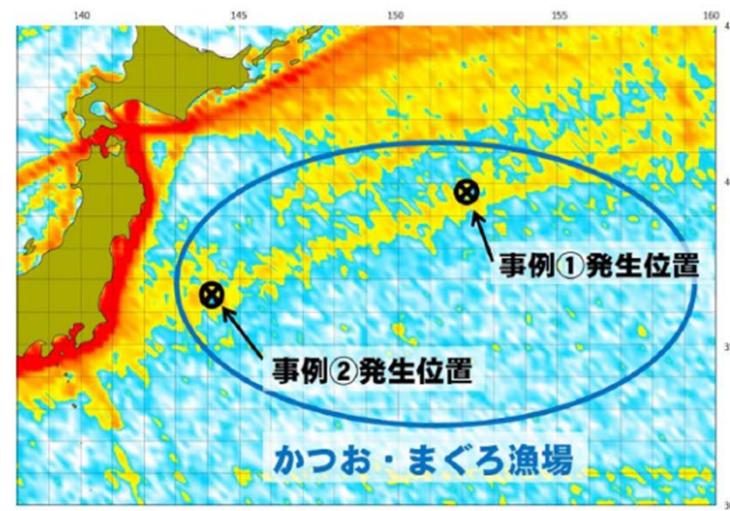
また、政府が取り組む広域災害監視衛星ネットワーク関係調査への貢献も考慮して、他機関の衛星と協調した衛星コンステレーション等について、関係府省等と連携して検討を行う。

### 実績:

- ・ DRTSについて、ALOS-2との衛星間通信実験を実施し、運用達成率99%以上の安定したデータ提供を継続した。
- ・ SDS-4搭載AIS受信システム(SPAISE1)の後期運用を行い、協定・共同研究ユーザへの安定したデータ提供を継続した。
- ・ SLATSについて、衛星・地上システムの詳細設計を着実に実施した。また、本衛星に関心をもつ様々な関係機関との間で新たな協力関係を構築し、後継機の実現に向けてミッションシナリオ等の意見交換に取り組んだ。
- ・ ALOSの観測技術を発展・継承させた「先進光学衛星」の開発に着手し、防災・災害対策等を含む広義の安全保障に資する国の方針(宇宙基本計画)に対応した取り組みを強化した。
- ・ ドイツ航空宇宙センター(DLR)と共同で大型展開アンテナを用いた将来LバンドSARについての研究開発を継続し、より高度な防災利用等への発展につなげる計画を推進中。(先進レーダ衛星の一候補)
- ・ 政府が取り組む広域災害監視衛星ネットワーク関係調査について、内閣府から調査事業を受託し、海外を含めた動向調査、求められる衛星のシステム検討等を実施した。

### 効果:

- ・ DRTSが12年を超える安定した衛星間通信実験を実現したことで、グローバルなデータ中継の有用性が認識された。これを受けて、次世代のデータ中継として光データ中継衛星計画に着手し、先進光学衛星等次世代のグローバルな観測衛星を支える通信インフラの整備に進展した。
- ・ 海上保安庁は、北太平洋航路での衝突海難防止対策として、SDS-4で受信したAISデータによる船舶密度の分析結果を公開した。(北太平洋航路では、大型船と漁船の衝突が発生しており、衝突エリアが陸上局によるAISのカバー地域の外となる遠洋にも渡るため、沿岸以外のAIS信号も受信可能な衛星AISが活用されている。)



SDS-4搭載AISデータによる大型船の分布把握  
(海上保安庁のホームページから抜粋)

資料提供: 宇宙航空研究開発機構(JAXA)

～(省略)～

- ・陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)の射場作業、打上げ及び初期機能確認を実施後、定常運用を開始する。
- ・ALOS-2 に搭載する船舶自動識別装置(AIS)受信システム及び森林火災検知用小型赤外カメラ(CIRC)の軌道上実証を行う。

～(省略)～

国内外の防災機関等のユーザへ ALOS アーカイブデータ等を提供するとともに、防災機関等と連携した利用実証を実施し、ALOS-2 等の研究・開発中の衛星の利用研究、利用促進に向けた準備を行う。ALOS-2 の運用開始後は、各機関の要求に基づき緊急観測を行い、データを提供する。

#### 実績:

- ・ ALOS-2について、平成26年5月24日に種子島宇宙センターから打上げ、初期機能確認、初期校正検証を完了させ、11月からデータの定常配布を開始した。以下の技術課題を解決し、**世界最高性能のLバンド合成開口レーダ技術を確立**した。
  - ✓ 宇宙用で**世界初の窒化ガリウム(GaN)を用いた送受信モジュール**による大電力(7kW超)送信 ⇒ 長時間観測と高画質
  - ✓ 地球観測衛星の定常運用では**世界初となる自律的な軌道制御** ⇒ 高精度・高頻度の差分干渉観測
  - ✓ 宇宙用で世界初の多値変調(16QAM)方式の直接伝送系による**800Mbpsの高速データ伝送** ⇒ 広域・高頻度観測
- ・ また、運用面では、緊急観測受付期限を観測1時間前(ALOSでは5時間前)、観測データ提供を観測後1時間(ALOSでは3時間)に短縮するなどの改善を図り、**観測要求への迅速な対応を実現**した。
- ・ 合成開口レーダのほかにALOS-2に搭載した船舶自動識別装置(SPAISE2)及び小型非冷却赤外カメラ(CIRC)についても、当初予定どおりのデータ取得が行われており、SPAISE2では**世界初となるSARとAISの同時観測**による船舶検出への利用、他衛星搭載の大型冷却赤外センサに比しても**実用に十分なCIRCの森林火災検知性**を実証した。
- ・ 上記の技術課題の克服に加え、打上げ前段階から防災関係府省庁等との間で防災利用実証の枠組みを構築し、予め準備を進めてきた結果、打上げ後間もない初期の段階から、火山活動や活断層評価などの緊急観測に活用され、政府機関等における情報共有に活かされている。

#### 効果:

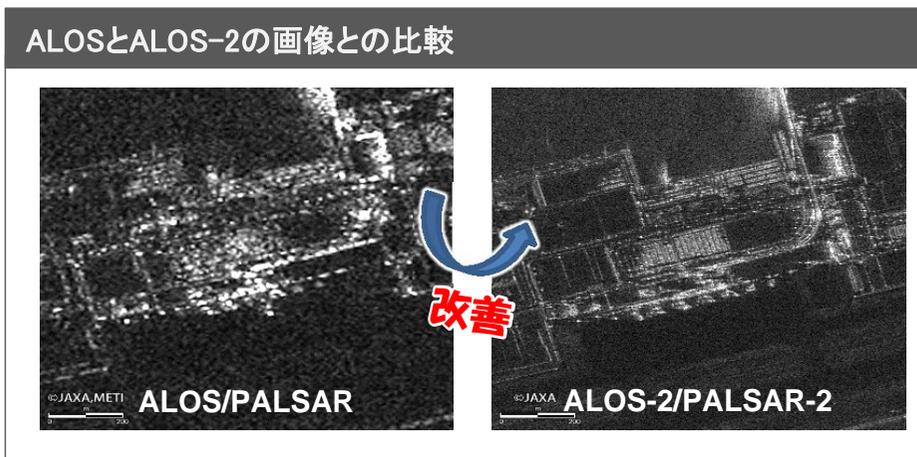
- ・ ALOS-2により、高効率・大電力送信技術や自律的な高精度軌道制御など世界最高性能のLバンド合成開口レーダ技術を確立したことで、防災関係機関が求める**微小な地表変化・地殻変動の情報を、高精度(安定してcm級の精度)かつ迅速(当日～最大3日以内)に観測・監視することを実現**した。これにより、ALOS-2の利用が、火山活動、地盤沈下、地すべり等の観測・監視手段として、国内防災機関の定常業務に組み入れられ、**防災機関の取るべきアクションを判断するための情報として定着**した。

# ALOS-2による先端技術の確立 ～世界最高性能のLバンド合成開口レーダ技術の実現～

## ■ LバンドSARによる長時間観測と高画質の実現

災害状況の正確な把握のためには、大規模域の長時間観測及び電波的に暗い水域等を識別できる高画質化が課題であった。

ALOS-2では、高出力デバイスである**窒化ガリウム(GaN)を宇宙用として世界で初めて用いた送受信モジュールを開発**し、連続48分間の長時間観測(海外のSARでは数分～十数分程度)、7kW超の大電力送信(ALOSの3倍)、ALOSに比べ約3分の1の明るさのターゲットを識別可能とした。



衛星	周波数帯	分解能	観測幅	連続観測時間
<b>ALOS-2(日本)</b>	<b>Lバンド</b>	<b>3/6/10 m</b>	<b>50/50/70 km</b>	<b>最大 48 分</b>
TerraSAR-X(独)	Xバンド	3 m	30 km	最大 3 分
CosmoSkyMed(伊)	Xバンド	3 m	40 km	最大10 分
Radersat-2(加)	Cバンド	25 m	100 km	最大 28 分
Sentinel-1(欧州)	Cバンド	5 m	80 km	最大 25 分

**世界最高性能を実現**

## ■ 高精度・高頻度差分干渉解析の実現

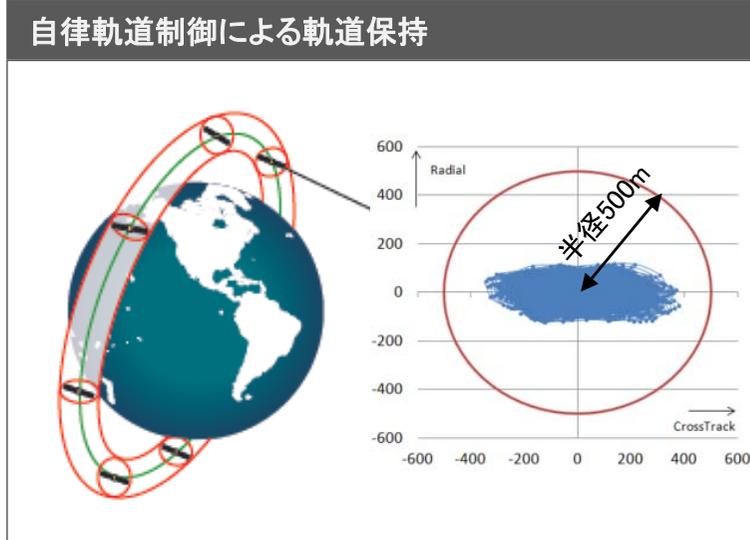
地震や火山による地殻変動の正確な検出には、高頻度の比較画像の取得や、高いコヒーレンス(比較画像同士の波長の一致性)を実現することが課題であり、その解決には比較前後で画像を取得する際の軌道間距離をできるだけ小さくする、つまり軌道のずれを小さくする必要があった。

ALOS-2は、地球観測衛星の定常運用では**世界初となる自律的な軌道制御を実現**し、衛星自身で目標軌道に対し半径500mのチューブ内を飛行させ、地表の変化をより正確にとらえることを可能とした。

## ■ 広域・高頻度観測のための高速伝送

広域・高頻度観測のために長時間の観測データの取得が必要であり、データ伝送の高速化が課題であった。

ALOS-2は、宇宙用で世界初の多値変調(16QAM)方式の直接伝送系により**800Mbpsもの高速データ伝送を実現**し、大容量(130GByte)のデータレコーダを用いて長時間観測データの取得を可能とした。



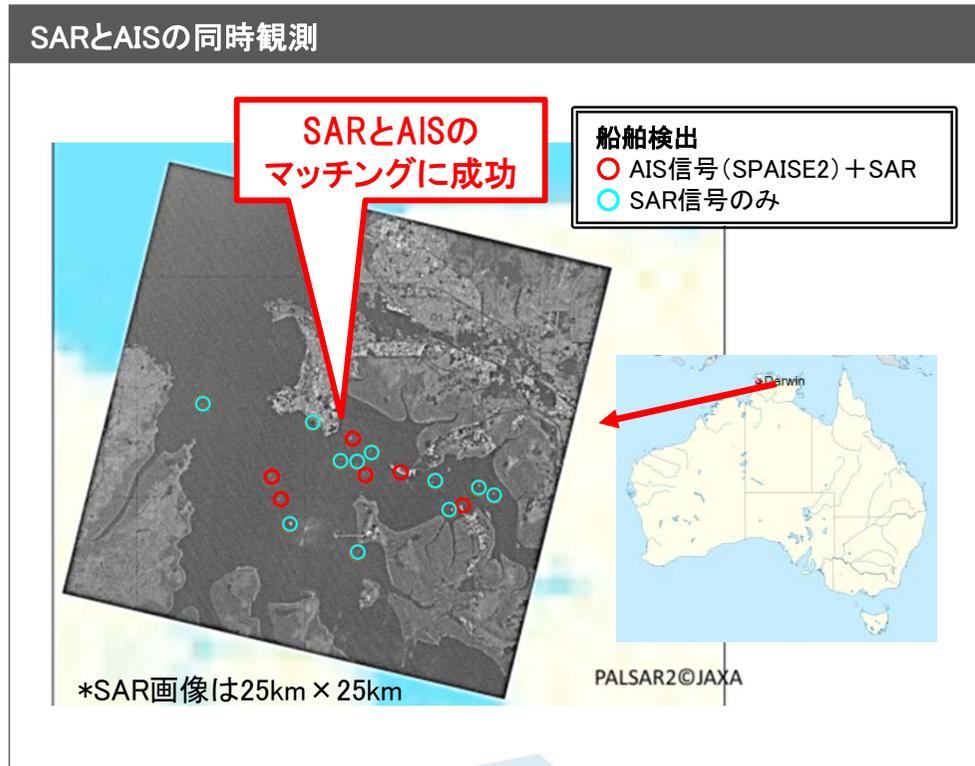
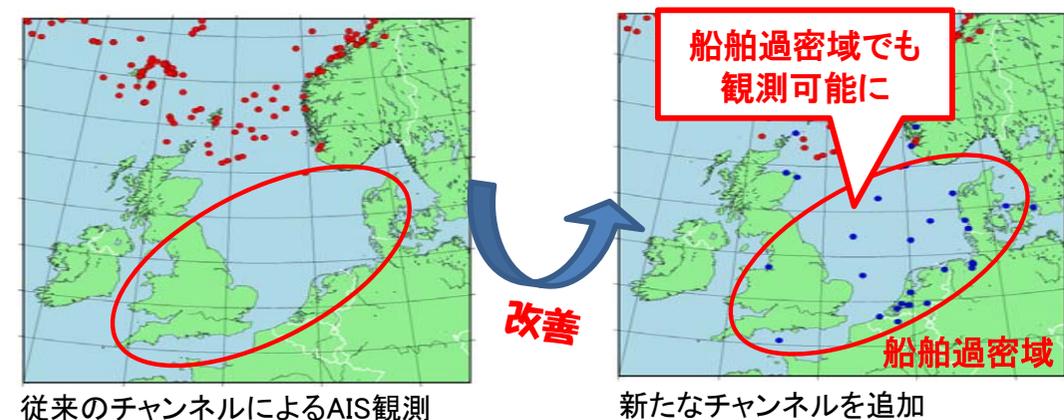
# ALOS-2による先端技術の確立 ～世界初となるSARとAISの同時観測による船舶検出への利用～

## ■ SPAISE2: 船舶検出率の向上及びSARとの同時観測の実現

SPAISE2では従来(SDS-4搭載AIS受信システム)に比べ、新たに衛星AIS用チャンネルを2つ追加した結果、信号を受信できなかった**船舶過密域での受信が可能**となった。(下図)

また、**世界初となるAISとSARの同時搭載による観測を実現**させ、新たな船舶検出手法を可能とした。(右図)

### 船舶過密域での受信性能向上



# ALOS-2がもたらす社会への波及効果

～火山活動の早期評価、地殻変動の検出、発災前の予防・減災への適用～

## ■ 火山活動の早期評価 (H26.9.27 御嶽山噴火)

噴火前後の画像比較から**新たに形成された噴出孔を確認**(右下図)し、火山噴火予知連絡会(事務局:気象庁)及び内閣府(防災担当)に提供し、火山活動の早期評価に活用された。

御嶽山噴火における噴火前後の画像比較



2014/08/18



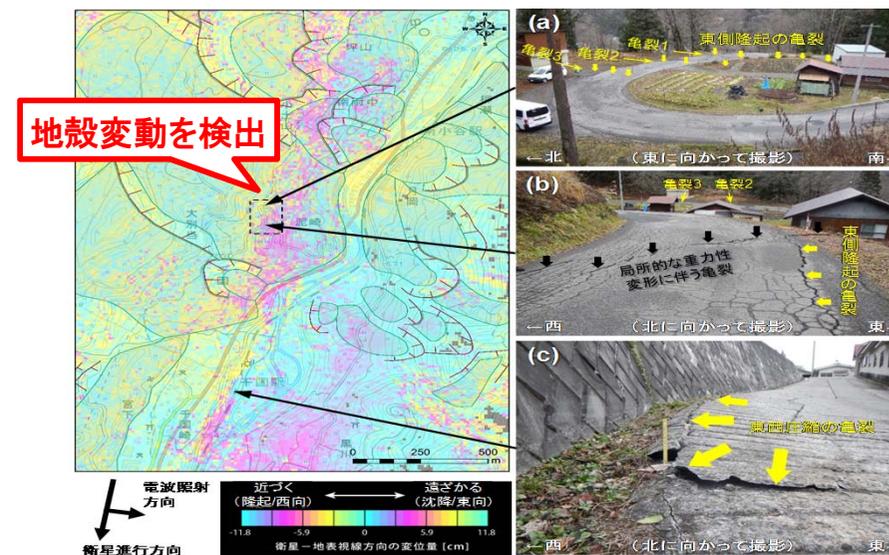
2014/09/28

## ■ 地殻変動の検出 (H26.11.22 長野県北部地震)

地震発生後、差分干渉解析した結果、これまで**断層が見つかっていなかった小谷村付近で地殻変動を検出**(左下図)。現地確認により小谷村まで震源断層が伸びていることが判明。

小谷村における新たな活断層の発見

(出典: 国土地理院)

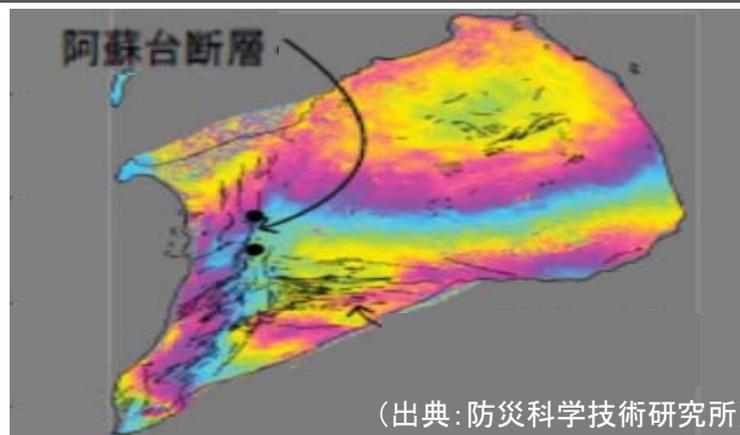


## ■ 予防・減災活動への適用 (H27.2 硫黄島定期監視)

火山噴火予知連と連携し、山体膨張・火山性微動・傾斜変動等がみられる火山(霧島山、草津白根山、硫黄島など)の**定期的な監視を実施**し、差分干渉解析による**結果を火山噴火予知連に報告**。

平成27年2月の硫黄島解析結果では、阿蘇台断層沿いに急激な変化が確認されたことから(右図)、現地にも共有すべく、気象庁より情報を提供。

硫黄島内における断層の急激な変化を確認



(出典: 防災科学技術研究所)

# ALOS-2がもたらす社会への波及効果 ～ALOS-2データによる新たな利活用の提案～

## ■ 官民連携による社会インフラ維持に向けた利用

ALOS-2により広域・高精度・高頻度観測を実現したことで、土木・建築分野のインフラ監視においても衛星データが活用可能となり、ALOS-2データの社会インフラ調査・点検への応用として、国の「戦略的イノベーション創造プログラム」(SIP)に3件が採択された。土木・建築分野におけるALOS-2データ利用への取組が、官民連携で開始されている。

### 【従前】

人力・徒歩による目視点検。

- 長大な河川堤防(一級河川:13,989km)、広大な港湾施設(国内994箇所)などを経年的かつ広範囲にわたり変状把握することは困難。
- 加えて、徒歩による目視点検は調査者の主観に頼る部分が多く、調査者の経験・能力に依存。

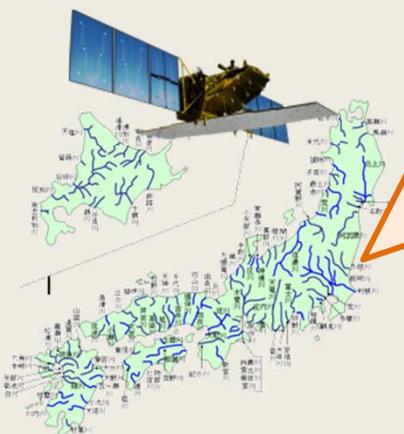


### 【期待される効果】

ALOS-2データによる差分干渉解析により、安定したcm級の精度で形状変化を広域かつ面的に捉え、危険箇所を抽出し、UAV等による詳細点検監視システムを構築。

⇒ 人力による点検に比して、低コスト化/省力化/安全・信頼性の向上を実現。

改善提案



ALOS-2による形状変化の広域監視

cm級の精度で形状変化を計測



異常・危険箇所をUAV・ソナー等により詳細点検

また、衛星データの利用拡大について、ALOS における民間活用の実績を踏まえ、ALOS-2 において、衛星データの利用拡大における官民連携の取組みと衛星運用を統合的に行うことによる効率化を目指した準備を行う。

国際災害チャータの要請に対して、ALOS のアーカイブデータ、ALOS-2 の観測データを提供するとともに、センチネルアジアについて、STEP3 システムの運用を推進することにより、アジア太平洋地域の災害状況の共有化を一層進める。

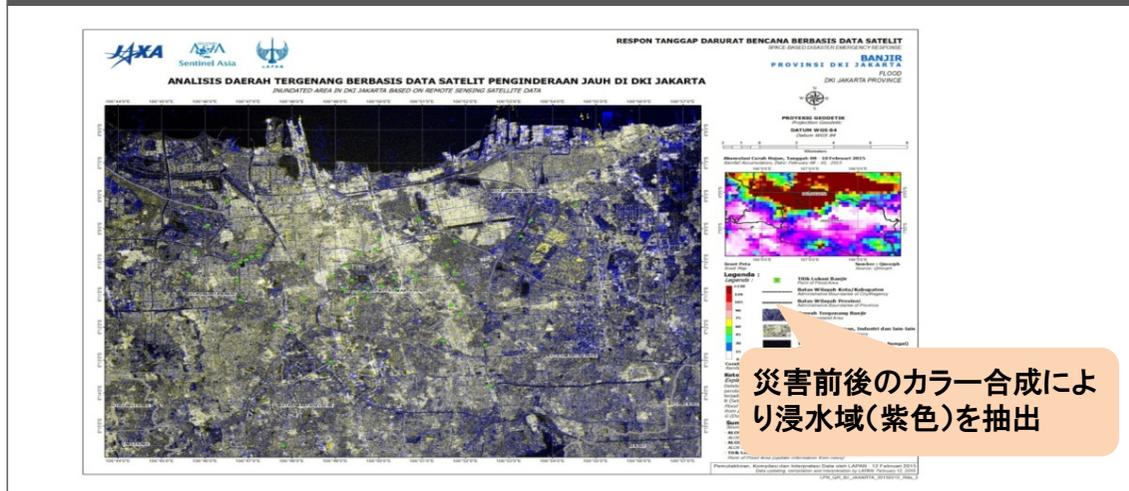
### 実績:

- ALOS-2について、データ配布と運用を一体的に行う民間事業者を選定するとともに、データ配布にあたっては、国内政府機関や共同研究者への配布はJAXA、それ以外の配布は民間事業者が行う分担として、利用拡大を見据えた体制を構築した。
- 国際災害チャータについて、平成27年2月のインドネシア・ジャカルタの洪水災害(右上図)等を含む14件の海外で発生した災害に対応した(平成25年度は18件)。
  - ⇒ **平成27年4月のネパール大地震でもいち早く緊急観測を実施し、政府関係機関等へ観測データを提供**(右下図)。
- センチネルアジアについて、共同プロジェクトチーム会合(平成26年11月@ヤンゴン)、第21回アジア・太平洋地域宇宙機関会議(APRSAF-21)(平成26年12月@東京)を通じて、共同推進、戦略的運営等を柱としたセンチネルアジアの改革計画をまとめた。特に、これまでの宇宙機関・防災機関・国際機関に加えて、開発援助機関も連携する改革計画とすることで、参加機関が共同で推進する持続可能な取組みとするための道筋をつけた。

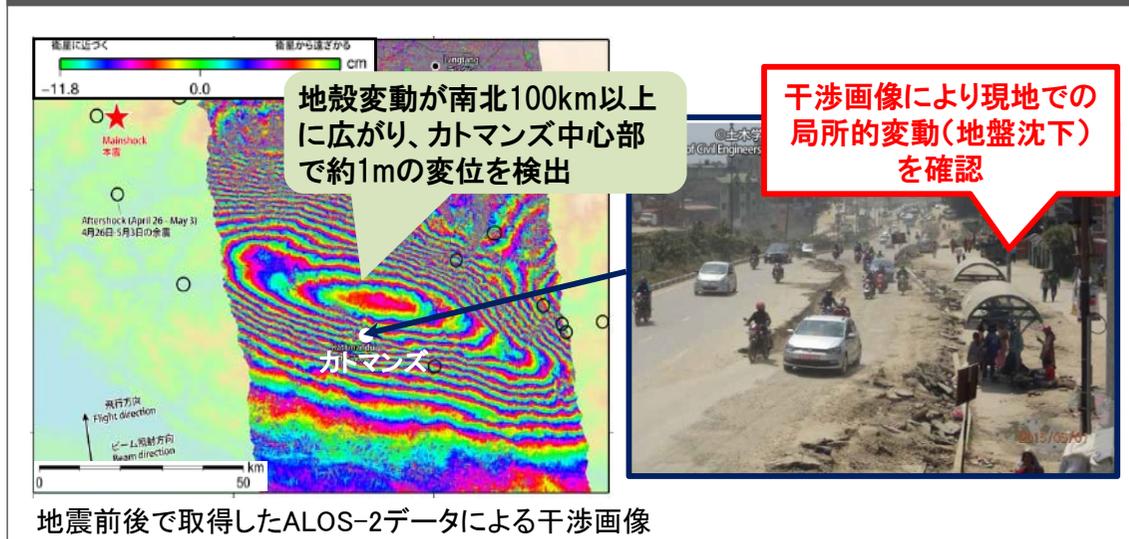
### 効果:

- 国際災害チャータについてはその有用性が評価された結果、従来の内閣府(防災担当)に加えて、**人為的災害においても国際災害チャータを活用したデータ利用要望のある内閣官房**が我が国の指定ユーザ(AU)として参画することとなった。

### 平成27年2月 インドネシア・ジャカルタ洪水



### 平成27年4月 ネパール大地震



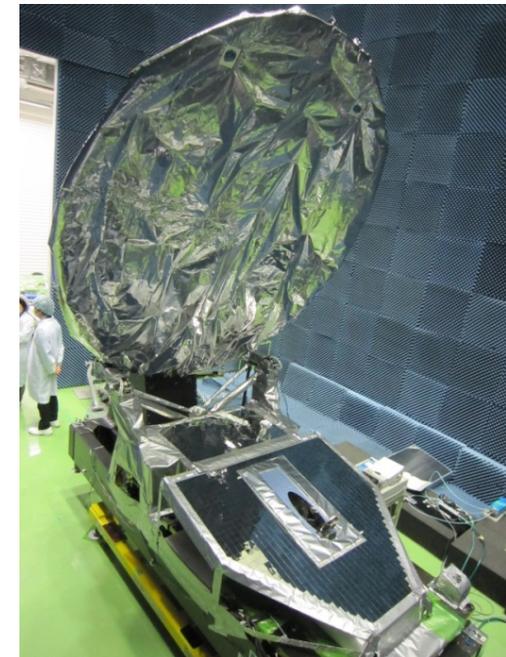
## ②衛星による地球環境観測

地球規模の環境問題の解明に資する衛星の研究開発等として以下を実施する。

- ・ 米国航空宇宙局(NASA)と連携し、熱帯降雨観測衛星(TRMM)の後期運用を行う。
- ・ 温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)の後期運用を継続し、温室効果ガス(二酸化炭素、メタン)に関する観測データを取得する。
- ・ GCOM-Wの定常運用を継続し、水蒸気量・海面水温・海水分布等に関する観測データを取得する。
- ・ 陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)の射場作業、打上げ及び初期機能確認を実施後、定常運用を開始する。((1)項で記載)
- ・ NASAと連携し、全球降水観測計画／二周波降水レーダ(GPM/DPR)の初期機能確認を実施後、定常運用を開始し、降水に関するデータを取得する。
- ・ 雲エアロゾル放射ミッション／雲プロファイリングレーダ(EarthCARE/CPR)の維持設計、プロトフライトモデルの製作試験、及び地上システムの開発を実施する。
- ・ 気候変動観測衛星(GCOM-C)の維持設計、プロトフライトモデルの製作試験、及び地上システムの開発を実施する。
- ・ 温室効果ガス観測技術衛星2号(GOSAT-2)の基本設計、エンジニアリングモデルの製作試験、及び地上システムの開発を実施する。
- ・ 上記の各地球観測衛星に関連する共通的な地上システム等の開発・運用を行う。
- ・ 将来の地球環境観測ミッションに向けた観測センサ及び衛星システムの研究、国際宇宙ステーション搭載に向けた観測センサの研究を行う。

### 実績:

- ・ TRMM/PR(降雨レーダ)、GOSAT及びGCOM-Wの運用を継続し、観測データを取得した。特に、TRMMは平成9年の打上げから17年以上もの長期にわたるデータ取得を達成。(その後、残燃料の枯渇に伴い、平成27年4月に運用を停止。)
- ・ GPM/DPRについて、定常運用を開始し、初期校正検証運用を完了させた。
- ・ EarthCARE/CPRの維持設計を着実に進めるとともに、プロトフライトモデルの製作試験については、海外でのサブシステム製造は全て完了し日本国内での開発に集約するとともに、日本国内でのプロトフライトモデルの全機器の製造試験を完了した。
- ・ GCOM-C、GOSAT-2について、それぞれ維持設計、基本設計を行う等、着実に開発を進めた。
- ・ 共通的な地上システムについて、これまで、ネットワーク、データ保存機能、データ提供機能(G-Portal)の整備を推進してきたところ、新たにデータ収集・配信・管理機能の共通化に着手した。
- ・ GCOM-W後継ミッション等の将来センサ、周回衛星・静止衛星システムの基盤技術、及びきぼう曝露部搭載を視野に入れた植生ライダー等の研究を実施した。



EarthCARE/CPRの外観

これらの観測データについて、品質保証を継続的に実施し、国内外の利用者に提供するとともに、関係機関と連携して、気候変動、水循環変動、生態系等に係る衛星データの利用研究を実施するとともに、開発段階の衛星についても、利用研究、利用促進に向けた準備を行う。これらの活動を通じ地球環境のモニタリング、モデリング及び予測の精度向上に貢献する。

アジア太平洋各国の関係機関と連携して宇宙技術を用いた環境監視(SAFE)の取り組みを進める。また、東京大学、独立行政法人海洋研究開発機構等との協力によるデータ統合利用研究を継続する。

衛星による地球環境観測を活用した国際的な取り組みについて、欧米・アジア各国の関係機関、国際機関等との協力を推進するとともに、国際的な枠組み(地球観測に関する政府間会合(GEO)、地球観測衛星委員会(CEOS))に貢献する。

### 実績:

- TRMM/PR、GOSAT、GCOM-Wの校正検証、データ提供を継続した。GPM/DPRは、初期校正検証を完了し、平成26年9月に観測データの一般提供を開始した。また、GCOM-C及びEarthCARE/CPRに関し、地上データ・既存衛星データを用いたアルゴリズム開発、精度評価を実施するとともに、GOSAT-2の利用研究系システムの基本構成及び仕様、実施計画を策定した。また、気象庁との間で、JAXAの地球観測衛星と「ひまわり8号」の衛星データをもとに、エアロゾル等の高精度な物理プロダクトを共通的に導出するための共同研究を開始した。
- 複数衛星(TRMM、GPM、GCOM-Wや海外衛星)のデータを複合利用した**衛星全球降水マップ(GSMaP)の高精度化を達成、実利用を拡大**した(パキスタン気象局でGSMaPを用いた洪水予警報システムの運用開始、ミャンマーで日本初の衛星降水データを用いた農業保険サービスの開始など)。なお、データ提供時間を大幅に短縮した速報版の開発にも着手し、準実時間降水マップの実現に向けた取組を実施中。
- **TRMMが長年にわたりデータを蓄積したことで**、詳細な地域別の降水分布、豪雨をもたらす雲降水システム等の**地球規模の環境問題の解決に貢献**した。
- SAFEについて、インドネシア(干ばつ監視/マングローブ監視)、バングラディッシュ(沿岸監視)、カンボジア(水資源管理案件)を完了した。
- 東京大学、海洋研究開発機構と協力し、文部科学省が進めている地球環境情報統融合プログラム(DIAS-P)への貢献として、複数の衛星データからなる衛星観測データセットを作成し、提供した。(平成26年度までにDIASに投入したデータセット累積数は620万シーンを超えている。)
- 平成26年10月にJAXAがCEOS議長に就任し、次期GEOSs実施計画の宇宙部分の国際調整を主導した。また、第3回国連防災世界会議に際しては、GEO、文科省等とワーキングセッションを共催し、地球観測衛星によるポスト2015年行動枠組みへの貢献について調整を行った。

### 効果:

- SAFEのインドネシア干ばつ案件では、現地語によるWeb-GISを構築したことで、農業省や関連機関の意思決定層が継続的に利用しており、この成果は現業機関と宇宙機関が共同で宇宙技術を利用して社会課題解決に取り組んだ成功例として、APRSAF-21本会議等で取り上げられた。
- **第3回国連世界防災会議において**、日本政府(首相)より「仙台防災協力イニシアティブ」が発表され、**“災害の観測、予測、予警報のために必要な人工衛星、情報インフラ基盤の整備”が、今後具体的に取り組むべき施策として明記**された。
- JAXAが開発した衛星・センサの長期観測データは、粘り強いデータ解析によって長期の気候データの構築にも貢献しており、2013年～2014年に発行されたIPCC第5次報告書でも、TRMM、AMSR、GOSATの成果が引用されている。



インドネシア語版Web-GIS

APLIKASI MONITORING KEKERINGAN LAHAN

# 地球観測衛星により得られた新たな知見 ～世界トップクラスの全球降水マップの実現～

## ■ 世界の降水観測衛星のデータを用いた衛星全球降水マップ(GSMaP)の高精度化

JAXAは国内の研究機関と協力し、平成9年のTRMMの観測開始当初から、TRMM単一衛星による観測域の空間的及び時間的不足を補うべく、複数の衛星データを使用した全地球の降水マップの研究開発を実施。

その結果、平成19年に「世界の雨分布速報」として公開し、以降改良を重ね、**平成26年度にはGPM/GMIデータの取り込みや地形性降雨補正導入などのアルゴリズムの改良、雨量計補正アルゴリズムの開発等により高精度化を達成、世界の全球降水マップのなかでトップクラスの性能を実現。**

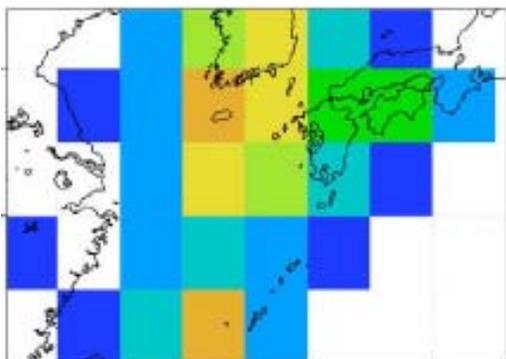
(15の降水観測衛星のデータ等を複合利用し、全地球(北緯60度から南緯60度まで)の降水データを1時間ごとに提供。)

現在、データ提供時間を大幅に短縮した速報版(観測の4時間後に提供から30分後に提供)の開発にも着手し、準実時間降水マップの実現に向けた取組を進めている。

衛星搭載マイクロ波放射計を利用した世界の主な降水マップ

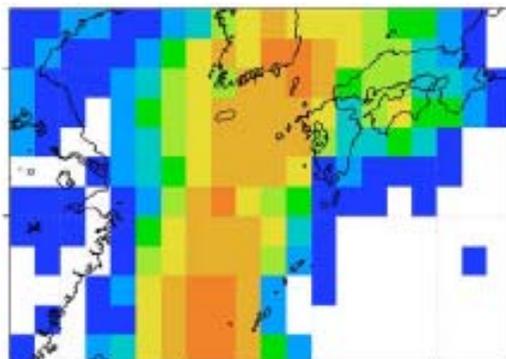
作成機関	衛星降水マップ名称	対象領域	空間/時間分解能	提供時間
JAXA	<b>GSMaP</b> 【世界の雨分布速報】	<b>全球</b>	<b>約10 km / 1時間</b>	<b>4時間</b>
NASA	<b>IMERG</b> 【GPMのための統合複数衛星リトリバル・プロダクト】	全球	約10km / 30分	6時間
EUMETSAT	H-SAF 【現業水文・水管理のための衛星応用ファシリティ】	欧州域	約8km / 3時間	試験運用中
NASA	TMPA 3B42RT 【TRMM複数衛星降水解析プロダクト準リアルタイム版】	全球	約25km / 3時間	10時間
NASA	GPCP-1DD 【全球降水気候値プロジェクト1度日平均版】	全球	約100km / 1日	3ヶ月
NOAA	CMAP 【気候予測センター降水量合成解析リアルタイム版】	全球	約250km / 5日	6日

CMAP (NOAA)



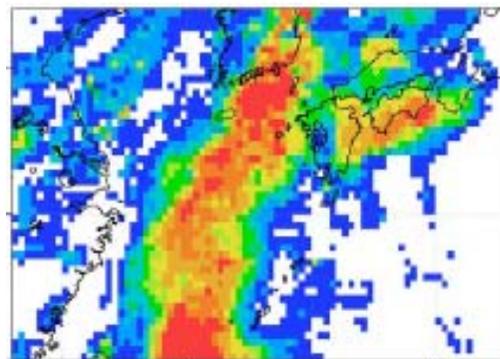
(Xie and Arkin, 1997)  
水平分解能：2.5x2.5 度格子

GPCP-1OD (NASA)



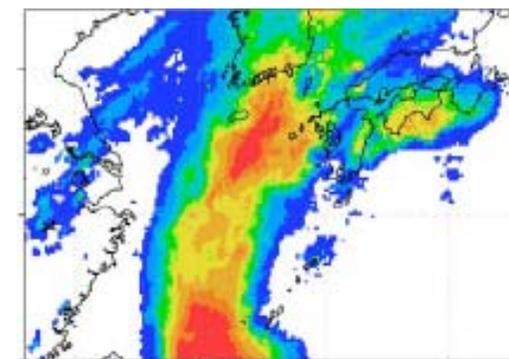
(Huffman et al., 2003)  
水平分解能：1x1 度格子

TMPA 3B42 (NASA)



(Huffman et al., 2007)  
水平分解能：0.25x0.25度格子

**GSMaP (JAXA)**



水平分解能：0.1x0.1度格子

# 地球観測衛星がもたらす社会への波及効果 ～GSMaPを用いた実利用の創出～

## ■ 洪水予警報関連システムの構築

豪雨により、たび重なる洪水の被害を受けるパキスタンでは、ユネスコの「パキスタンにおける洪水警報及び管理能力の戦略的強化プロジェクト」として、**現地の洪水解析システム※に地上雨量計データで補正したGSMaPデータを入力したところ、洪水予測に適用可能な雨量精度(地上データとの相関度が0.5から0.7に大幅向上)を実現した。**

その有用性が評価され、**パキスタン気象局での実運用が開始**されている。(右図)

※)土木研究所が開発したインダス統合洪水解析システム

なお、バングラディッシュやフィリピンでも、GSMaPを利用した洪水予測システムが構築され、実運用に向けた準備が進められている。

## ■ 我が国初の民間保険サービスの開始

**ミャンマーではGDPの約4割を農業が占めているが、近年の気候変動により干ばつ等の自然災害が多発。**  
(損害保険ジャパン日本興亜(株)では、平成22年から、タイの稲作農家向け地上観測データによる天候保険サービスの実績あり。(平成22年:1,158件、平成23年:6,000件超))

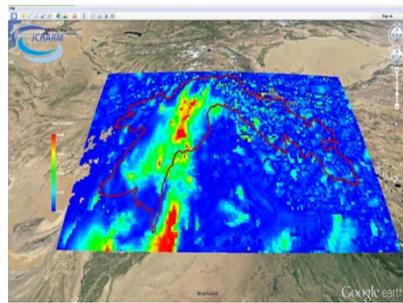
**⇒地上インフラが十分でないミャンマーに対し、日本の民間保険会社として初めて衛星データ(GSMaPデータ)を用いた「天候インデックス保険」をRESTECと共同で開発し、平成27年4月から開始。(他の東南アジア諸国にも展開予定。)**

### 【保険概要】

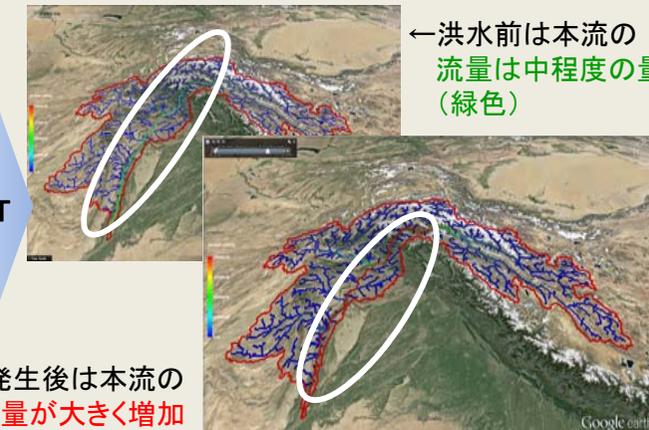
被保険者:対象地域の農家  
対象作物:米、ゴマ  
対象地域:ミャンマー中央乾燥地帯  
対象リスク:干ばつ

### パキスタンにおける洪水予警報関連システム運用事例

**衛星全球降水マップ(GSMaP)による降水量**  
(黄色～赤色が雨の強いことを示す)



**洪水解析システムにGSMaP降水量を入力し得られた河川流量**  
(流域で雨が降ると、対応して流量が増加)



←洪水前は本流の流量は中程度の量(緑色)

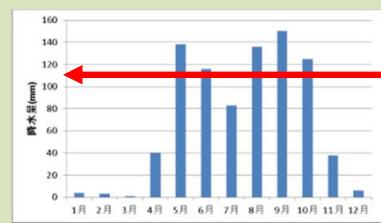
洪水発生後は本流の流量が大きく増加(赤色)→

INPUT

画像提供: 土木研究所

### 衛星データ(GSMaPデータ)を用いた「天候インデックス保険」

GSMaPによる降水量データ



損害保険ジャパン日本興亜(株)が保険を設計

過去データからある期間での降水量累積値の基準値を予め設定。

↓

GSMaPにより推定された降水量が予め設定した基準値を下回った場合に保険金を支払い

農家へ保険金の支払い

(損保ジャパン/RESTEC 平成26年12月プレスリリース)

# 地球観測衛星により得られた新たな知見 ~TRMMデータの蓄積がもたらす科学的成果~

## ■ 地域別の降雨分布の詳細を解明

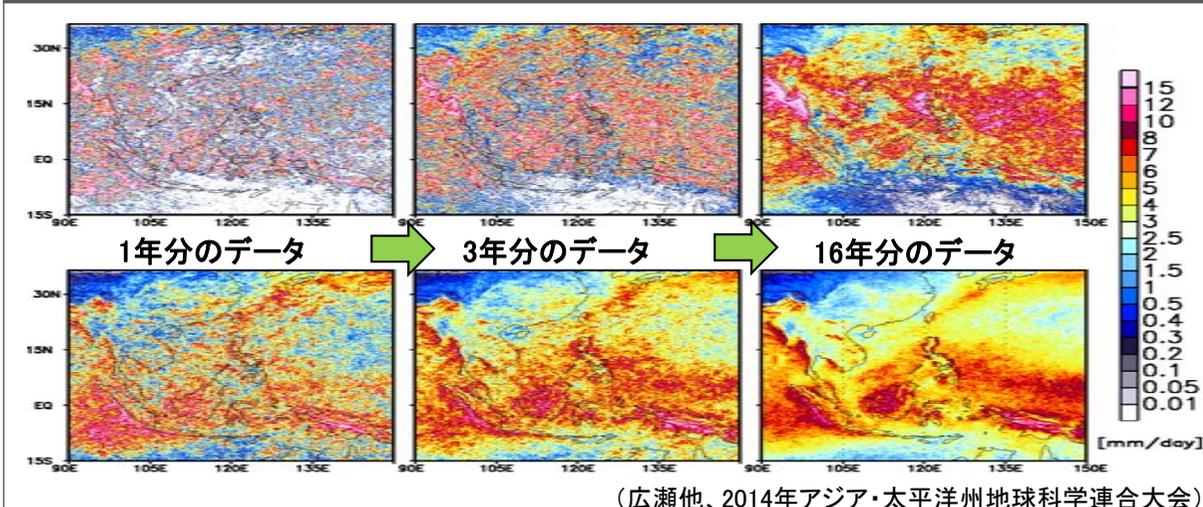
TRMMにおける当初目標では、

- ・3年の観測データで、5度格子、500km分解能の降雨分布を得ることだったが、長期運用の結果、

- ・**17年間のデータ蓄積で、0.1度格子、10km分解能の高分解能な降雨分布図(右図)が作成可能になった。**

※蓄積期間が短いと、雨を捕捉するサンプリングにばらつきが残り、誤差が大きい。長期間蓄積して初めて、空間的欠測もなく、地形に固定された降雨分布を明瞭に捕捉できる。

蓄積年数別の8月平均(上)および年平均(下)の降雨分布



(広瀬他、2014年アジア・太平洋州地球科学連合大会)

## ■ 「最も強い雨は最も高い雨から降らない」ことを発見

地上付近の降水の平均雨量について、

- ・極端に高い降水(右図): 約27mm/h
- ・極端に強い降水(左図): 約100mm/h

となった。

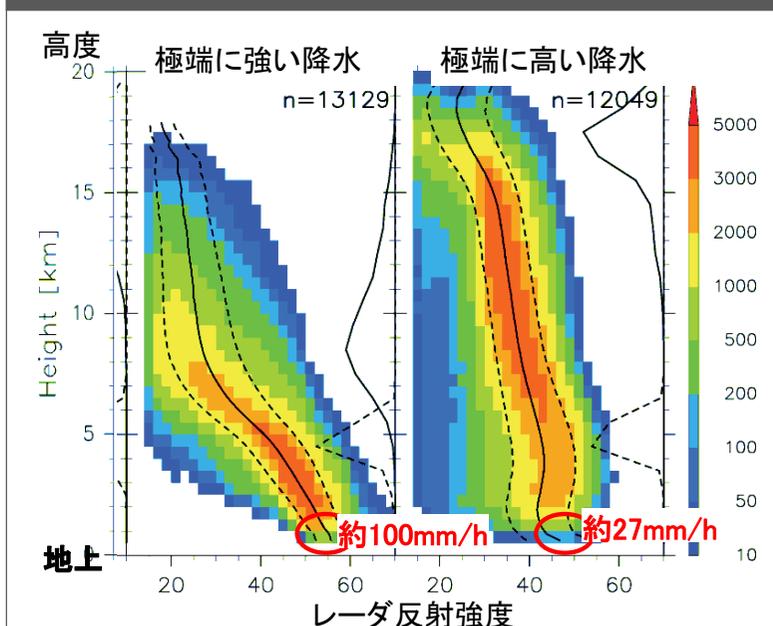
熱帯亜熱帯陸上の各地域において、最も強い雨は、必ずしも非常に高い対流を伴った雨ではないことが示された。

この結果は、**最も高い対流が最も強い雨をもたらす、といった従来の常識に疑問を呈するものである。**

※鉛直情報のないマイクロ波や雲頂高度の情報しか示し得ない赤外面像ではこのようなことは判別できない。

(濱田他、2015年、ネイチャー・コミュニケーションズ誌)

TRMM観測域の陸上における、各2.5度格子での上位0.1%の強い地表降水vs 高い降水イベントの鉛直構造



## ■ 学術的貢献

各衛星・センサに関する論文数・被引用数

	論文数	被引用数	h指数
<b>TRMM</b>	<b>2,220</b>	<b>43,697</b>	<b>85</b>
AMSR	815	13,283	52
ALOS	801	6,485	35
GPM	606	7,203	41
HAYABUSA	249	2,391	23
SELENE	338	3,673	29
ASTRO-E	77	1,803	23

Web of Science 2015/4/13検索、収録対象1993年以降の累計  
 ※h指数:トピックや著者等の論文の被引用に関する指標。少なくともx回以上引用された論文がx本あるということ。

### ③リモートセンシング衛星による利用促進等

TRMM、GOSAT、GCOM-W、GPM等の観測データについて、国内外のユーザへの提供を行うとともに、民間・関係機関等と連携した利用研究・実証を通じ、観測データの利用の拡大を行う。

新たな衛星利用ニーズを反映した衛星・センサとして、海洋観測ミッション A(海面高度計)の研究を行う。また、衛星データ利用の促進のため、海洋情報一元化に資する検討を行う。

社会的ニーズの更なる把握に努め、衛星及びデータの利用分野の創出に取り組むとともに、新たな利用ミッションの候補の検討を行う。

#### 実績:

- ALOSデータを用いた全球高精度デジタル3D地図は、世界で例のない光学センサの3方向同時観測による全地球規模の高精細なデータと、ALOSの運用を通じて得た高い位置精度を活かした付加価値プロダクトであり、民間事業者と連携して平成25年度末から整備と利用拡大に取り組んでいる。JAXAが全球高精度デジタル3D地図の高速整備を可能とするアルゴリズムを開発し、利用は民間主導のもと、これまでの標準データの提供だけでなく、高次の解析プロダクト、その解析ツール、解析システムを一括パッケージとしたサービスも含む事業とした新たな利用開拓に取り組んだ。この結果、開始1年で、販売件数:90件、売上:約6億円の事業規模の獲得につながった。
- 海洋情報一元化について、日本の主要な海洋モデルデータ(気象庁・気象研、JAMSTEC、九州大学)をもとに世界に先駆けて海洋のマルチモデルアンサンブルデータを新たに作成した。各機関のモデルデータよりも衛星観測値(海面水温、海面高度)との良い一致を示しており、標準プロダクトにできることの可能性を示した。
- 衛星データの市場が、衛星データそのものの配布事業から付加価値を付してソリューションを提供するビジネスモデルに変化しつつある状況を踏まえ、衛星データを利用したことのない民間企業と連携して、サービスソリューションの一部に衛星データを取り込んだ新たなビジネスモデルを試行中。(衛星データ等を用いて再生可能エネルギーの電力変動に応じた高精度な発電量予測システムの実現、など)

#### 効果:

- ALOSの全球高精度デジタル3D地図について**、WHOにおける感染症防止対策(地形が入り組んだ都市部での有効性を確認)、風力発電のサイト選定や地滑り被害規模推定など、**社会課題解決のための利用も進展**。また、**ALOSデータを用いて国土地理院が北方四島の2万5千分1地形図を完成**した。
- 水産庁が、平成27年度より独自にGCOM-C利用関連の予算を獲得し、GCOM-C利用のための事業(平成27年度からの3年間事業(赤潮・珪藻発生等の漁場環境観測・予測手法))を立ち上げるなど、利用が促進されている。

# 地球観測衛星の利用拡大 ～様々な分野への利活用の展開～

## ■ WHOによるポリオ撲滅への利用

WHOでは、定期的な下水のサンプリングによるウイルス伝播の状況把握と、再感染時に早急に検出・対応する体制の整備を急務としており、効果的な実施には、より広く多くの人々が住むエリアから下水の流れ込みの把握が重要。

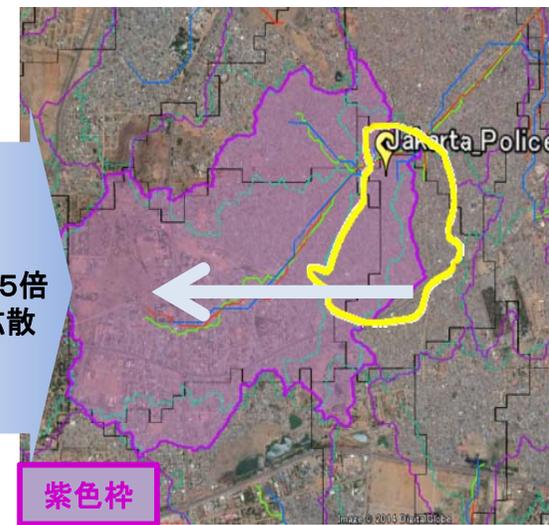
WHOはナイジェリアを対象として、これまで最大30m解像度のデジタル3D地図を用いて解析してきたが、JAXAが整備中のALOSデータを用いた5m解像度の全球高精度デジタル3D地図に注目し、ナイジェリアを対象とした試行解析を実施。

その結果、一例として、**30m精度のデジタル3D地図と比べて西方向に2km、面積で約5倍程度広い流域界**（下水が流れ込む範囲）を識別でき、WHOはその有効性を確認。

### ナイジェリアでのポリオウイルス伝播状況（下水の流域界）の把握



黄色枠  
既存の30m解像度のデジタル3D地図を使用した流域界



紫色枠  
ALOSの全球高精度デジタル3D地図（5m解像度）を使用した流域界

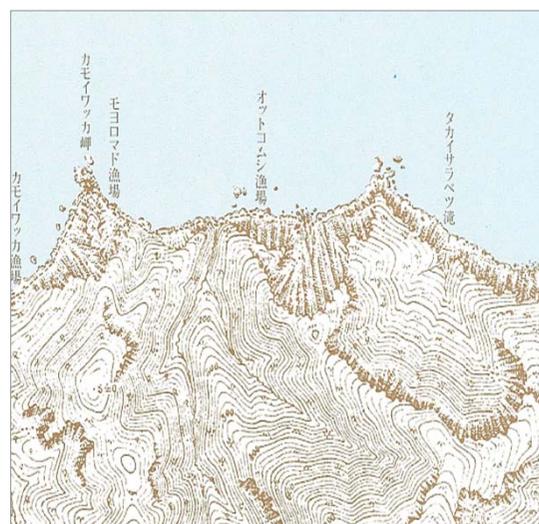
実際は  
西へ約5倍  
近く拡散

## ■ 衛星データが無ければ作成できなかった地図

国土地理院では、平成21年からALOS画像を用いて北方四島の2万5千分1地形図を作成しており、**平成26年7月に北方四島全域を完成**させた。（これまで同地域については、大正11年に現地測量で作成した5万分1地形図が最も詳細な地図であった）。

⇒ 今回の2万5千分1地形図の完成により、現況に即したより詳細な地形の状況が把握できるようになり、面積、山の高さ、日本最北端の緯度経度などの数値も更新された。

### ALOS画像により国土地理院が北方四島 2万5千分の1地形図を完成



これまで  
（大正時代に現地測量により作成）



平成26年度完成  
（ALOS画像をもとに作成）

評価結果	評定理由(総括)
<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">S</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。さらに、<b>利用機関と一体となって「研究開発成果の最大化」</b>に取り組んだ結果、衛星データの利用が従来の参照データから実務としての利用に転換し、<b>社会への波及効果</b>を生み出す等、極めて顕著な成果を創出した。具体的には、以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>防災機関等におけるALOS-2データ利用の定着(我が国の防災・災害対策の強化)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(ア)火山活動、地盤沈下、地すべり等に係る防災・減災対策として、従来、地上及び航空機による観測・監視が行われてきたが、①面的な監視が困難、②広域の効率的・周期的な監視が困難、③災害発生時のアクセスが困難という課題があった。これに応える人工衛星の利用が進められてきたが、これまでは実利用には不十分であった。</li> <li>(イ)この課題を解決するため、JAXAは、1992年打上げのJERS-1以降、微小な変化の観測(差分干渉観測)に適した世界的にもユニークなLバンド合成開口レーダ技術に取り組んできた。 さらに、平成26年度に打上げたALOS-2では高効率・大電力送信技術や自律的な高精度軌道制御等に取り組むことで、防災関係機関が求める<b>微小な地表変化・地殻変動の情報を、高精度(安定してcm級の精度)かつ迅速(当日～最大3日以内)に観測・監視することを実現した</b></li> <li>(ウ)これにより、<b>ALOS-2の利用が、火山活動、地盤沈下、地すべり等の観測・監視手段として、国土地理院(地震予知連)や気象庁(火山噴火予知連)の定常業務に組み入れられ、防災機関の取るべきアクションを判断するための情報として定着した。</b></li> </ul> </li> <li>● <b>アジア等の防災・災害対策の強化に向けた、複数衛星のデータ利用による新たなプロダクトの創出</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(ア)洪水等の水災害による死者数の80%以上がアジア・太平洋地域に集中している。しかしながら、アジア地域を始めとする途上国では地上の雨量計が圧倒的に不足しており、既存の衛星降水情報でも洪水予測には十分な精度ではなかった。</li> <li>(イ)この課題を解決するため、複数衛星(TRMM、GPM、GCOM-Wや海外衛星)のデータを複合利用した、<b>世界的にも類をみない時間分解能、精度、更新頻度の衛星全球降水マップ(GSMaP)をJAXAで開発するとともに、さらにリアルタイム補正を組み合わせることで、洪水予測に適用可能な雨量精度(地上データとの相関度を0.5から0.7に向上)を実現した。</b></li> <li>(ウ)その結果、パキスタンにおいて、<b>当該国の防災機関がGSMaPを利用した洪水予警報システム※の運用を開始するとともに、バングラデシュやフィリピンにおいても実運用に向けた準備が進められている。</b></li> <li>(エ)なお、民間保険会社がミャンマーを対象として日本初の衛星降水データを用いた農業保険をサービス事業として開始するなど、<b>防災・災害対策以外の分野においてもGSMaPの価値が認識され衛星利用が拡大した。</b></li> </ul> </li> </ul> <p>※ユネスコプロジェクト「パキスタンにおける洪水警報及び管理能力の戦略的強化プロジェクト」として土木研究所と共同で開発</p>

## 補足説明資料①:ALOS-2プロジェクト成功基準

目的	ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス	平成26年度までの達成状況
公共の安全の確保	<p>打上げ後1年間にわたって、国内または海外の災害時(防災訓練などの対応を含む)の観測を1回以上行い、「だいち」相当のプロダクトを提供すること。</p>	<p>打上げ後5年間にわたって、国内または海外の災害時(防災訓練などの対応を含む)に観測を行い、機関毎に取り決めたプロダクトを、取り決めた時間内に提供し、防災活動において利用実証されること。</p>	<p>利用機関と協力し、船舶監視のための利用を実証すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期機能確認中から災害観測を実施しており、5年間の観測を継続できる見込み。</li> <li>・機関毎に取り決めたプロダクト(「だいち」相当のプロダクトを含む)を取り決めた時間以内に提供している。</li> <li>・船舶監視については海上保安庁等と共同研究を実施するとともに、防衛省海上幕僚監部と利用協定を締結。</li> </ul>
国土保全・管理	<p>打上げ後1年間にわたって、いずれかの観測モードより、日本の国土を一回以上観測し、データを蓄積・提供すること。</p>	<p>打上げ後5年間にわたって、日本の国土を観測し、データを蓄積・提供すること。</p>	<p>利用機関と協力し、海外での利用を含めた国土保全・管理に関する新たな利用を実証すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期校正検証期間からベースマップ取得を開始し、日本の国土を1回以上観測済み。5年間の観測を継続できる見込み。</li> <li>・地殻変動監視、海氷監視についてはそれぞれ国土地理院、海上保安庁との共同研究を実施中。</li> </ul>
食料供給の円滑化	—	<p>打上げ後5年間にわたって、国内の水稲作付面積把握のためのプロダクトを提供すること。</p>	<p>利用機関と協力し、農業や沿岸漁業に関する新たな利用を実証すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水稲作付面積把握については農水省との共同研究を実施中。5年間の観測を継続できる見込み。</li> </ul>
資源・エネルギー供給の円滑化	—	<p>打上げ後5年間にわたって、陸域及び海底の石油・鉱物等の調査のためのプロダクトを提供すること。</p>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・石油・鉱物等の調査についてはJOGMECと協定を締結、データを提供。5年間の観測を継続できる見込み。</li> </ul>
地球規模の環境問題の解決	—	<p>打上げ後5年間にわたって、熱帯雨林等を観測し、森林減少・劣化に関するプロダクトを提供すること。</p>	<p>利用機関と協力し、地球規模の環境問題に関する新たな利用を実証すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期校正検証期間からベースマップ取得を開始し、世界の森林を観測。5年間の観測を継続できる見込み。</li> </ul>
技術実証		<p>打上げ後1年以内にSARセンサの新規開発技術(デュアルビーム方式、スポットライト方式等)の軌道上評価ができること。</p>	<p>打上げ後7年間にわたって観測運用が継続できること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期機能確認においてデュアルビーム方式、スポットライト方式の機能・性能を実画像により確認、フルサクセス達成。</li> <li>・打上げ後順調に観測運用を行っており、打ち上げ前の検証結果とあわせて、7年間の観測運用を継続できる見込み。</li> </ul>

## 補足説明資料②: GCOM-Wプロジェクト成功基準

評価条件		ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス	平成25年度までの達成状況
プロダクト生成に関する評価	標準プロダクト (標準精度／目標精度)	校正検証フェーズを終了し、外部にプロダクトリリースを実施すること。リリース基準精度を達成すること。 【打上げ約1年後に評価】	標準精度を達成すること。 【打上げ5年後(予定運用終了時)に評価】	目標精度を達成するものがあること。 【打上げ5年後(予定運用終了時)に評価】	H25年1月に輝度温度プロダクト、(打ち上げ1年後の)5月に地球物理量プロダクトがリリース基準精度に達成していることを確認した。 【ミニマムサクセス達成】 精度向上のための校正検証を継続して実施中。一部物理量については目標精度も達成の見込み。 【フルサクセス達成見込み】
	研究プロダクト (目標精度)	/	/	気候変動に重要な新たなプロダクトを追加出来ること。または、目標精度を達成するものがあること。 【打上げ5年後(予定運用終了時)に評価】	研究プロダクトの試作、試行提供を実施中。一部の試行提供プロダクトは既に現業利用に供されている。 【エクストラサクセス達成可能性】
データ提供に関する評価	実時間性	リリース基準精度達成後、稼働期間中に目標配信時間内配信を継続していること。 【打上げ4年後に評価】	稼働期間中に目標配信時間内配信を継続していること。 【打上げ5年後(予定運用終了時)に評価】	/	ミッション要求書に定められた利用実証機関(気象庁、漁業情報サービスセンター)に全球観測データ及び日本周辺観測データの準リアルタイムプロダクトを連続して提供中。所定の時間内に配信する達成率95%の要求に対して、実績は約99%。 【フルサクセス達成見込み】
	連続観測	リリース基準精度達成後、稼働期間中に継続的にデータを提供していること。 【打上げ4年後に評価】	稼働期間中に継続的にデータを提供していること。 【打上げ5年後(予定運用終了時)に評価】	/	

### 補足説明資料③: DRTSプロジェクト成功基準

ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	達成状況
ADEOS-II、ALOSとの衛星間通信リンクを確立でき、衛星間通信実験を実施できること。	ALOSとの278Mbpsの衛星間通信実験を実施できること。ミッション期間中に亘り、衛星間通信実験を継続できること。	将来のデータ中継ミッションに有効的な、運用手段又は通信実験手段を確立できること。	エクストラを含め、全て達成済み

### 補足説明資料④: GOSATプロジェクト成功基準

評価条件	ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス	達成状況
【目標1】 温室効果ガスの全球濃度分布の測定 (1000kmメッシュ、3ヶ月平均相対精度1%)	雲・エアロソルの影響のほとんどない条件において、SWIRで1000kmメッシュ、3ヶ月平均相対精度1%程度で、CO2気柱量の陸域測定ができる。 【判断時期: 打上げ1年半後】	雲・エアロソルの影響のほとんどない条件において ①SWIRの1.6μm、2.0μm帯で、SNRが300以上で観測できる。 ②SWIRのサングリント観測またはTIRの10または15μm帯で、SNRが300以上で海域を観測できる。 ③そのデータからCO2気柱量を1000kmメッシュ、3ヶ月平均相対精度1%以下で算出できる。また、CH4気柱量を、1000kmメッシュ、3ヶ月平均相対精度2%以下で算出できる。 【判断時期: ミッション期間終了時】	下記の何れかの成果が得られる。 ・雲・エアロソルの影響を補正し、SWIRでCO2気柱量を、1000kmメッシュ、3ヶ月平均相対精度1%以下で測定できる。 ・TIRでCO2気柱量を精度1%程度で算出できる。 ・TIRでCO2濃度の高度分布を精度1%程度で算出できる。 ・TIRでCH4、H2O、気温、長波長放射、O3等の物理量が測定できる。 【判断時期: ミッション期間終了時】	エクストラを含め、全て達成済み
【目標2】 CO2吸収排出量の亜大陸規模(約7000kmメッシュ)での推定誤差の半減	CO2の吸収排出量の亜大陸規模での年当りの推定誤差を低減できる。 【判断時期: 打上げ1年半後】	CO2の吸収排出量の亜大陸規模での年当りの推定誤差を半減できる。 【判断時期: ミッション期間終了時】	下記の何れかの成果が得られる。 ・CO2の吸収排出量の3000kmメッシュ規模での年当りの推定誤差を半減できる。 ・CO2の季節ごとの吸収排出量の亜大陸規模での推定誤差を半減できる。 ・CO2の吸収排出量の亜大陸規模での年当りの推定誤差を大幅に低減できる。 【判断時期: ミッション期間終了時】	エクストラを含め、全て達成済み
【目標3】 温室効果ガス測定技術基盤の確立	GOSATの技術を拡張することにより、国単位での吸収排出量の測定が可能であることが示せる。 【判断時期: 開発終了時】	上記に加え、下記の要素技術の何れか一つを軌道上で実証できる。 ・90km~260kmメッシュ(中緯度域)での測定 ・高SNR(500以上)での測定 ・サングリント観測 ・広波長測定(SWIRとTIRの同一地点・同時測定) 【判断時期: 打上げ1年半後】	上記の要素技術を二つ以上、軌道上で実証できる。 【判断時期: 打上げ1年半後】	エクストラを含め、全て達成済み

# I.1.(3) 通信・放送衛星

平成26年度 内部評価 B

## 中期計画記載事項:

東日本大震災を踏まえ、災害時等における通信のより確実な確保に留意しつつ、通信技術の向上及び我が国宇宙産業の国際競争力向上を図るため、通信・放送衛星の大型化の動向等を踏まえて大電力の静止衛星バス技術といった将来の利用ニーズを見据えた要素技術の研究開発、実証等を行う。また、

- (a) 技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)
- (b) 超高速インターネット衛星(WINDS)

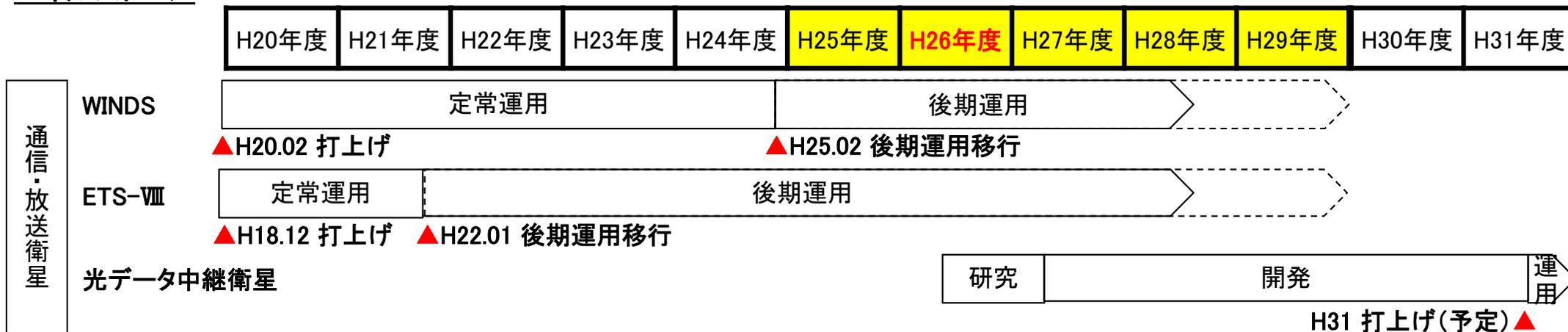
の運用を行う。それらの衛星を活用し、ユーザと連携して防災分野を中心とした利用技術の実証実験等を行うとともに、超高速インターネット衛星(WINDS)については民間と連携して新たな利用を開拓することにより、将来の利用ニーズの把握に努める。また、技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)については、設計寿命期間における衛星バスの特性評価を行い、将来の衛星開発に資する知見を蓄積する。

また、大容量データ伝送かつ即時性の確保に資する光衛星通信技術の研究を行う。

## 特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

- 新たな「宇宙基本計画」(平成27年1月9日宇宙戦略本部決定)が制定され、“光データ中継衛星の開発に平成27年度から着手”及び“新たな技術試験衛星を平成33年度を目途に打ち上げることを目指す”とされた。
- 総務省主催の「次期技術試験衛星(通信放送分野)に関する検討会」が実施されている。

## マイルストーン

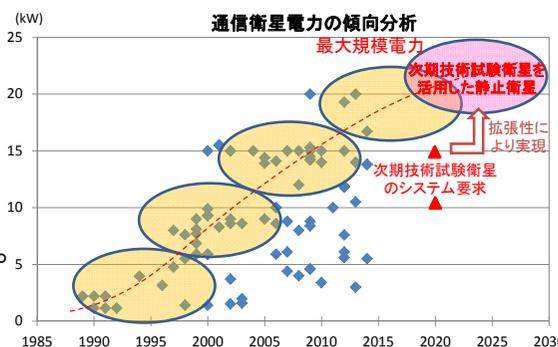


東日本大震災を踏まえ、災害時等における通信のより確実な確保に留意しつつ、通信技術の向上及び我が国宇宙産業の国際競争力向上を図るため、通信・放送衛星の大型化の動向等を踏まえて大電力の静止衛星バス技術といった将来の利用ニーズを見据えた上で、次世代情報通信衛星の研究等を行う。

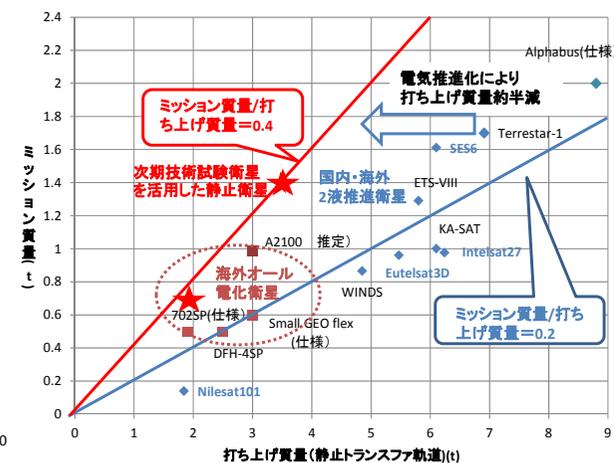
超高速インターネット衛星(WINDS)について、後期運用を行う。センチネル・アジアの活動として、大規模災害が発生した場合を想定した、災害状況に関する地球観測データを提供する通信実験を行う。また、国内では、地方自治体や防災機関等と共同で、通信衛星による災害通信実験を行うとともに、民間等による実利用を目指した実験の枠組みを継続する。さらに、国内外の通信実験を通じて、衛星利用の拡大に取り組み、将来の利用ニーズの把握に努める。

### 実績:

- 2020年～2030年頃の衛星の技術動向を踏まえ、国際競争力を有する衛星開発を進められるよう、我が国が保有すべき技術を分析した。具体的には、3.5トン級で15kW、2.0トン級で10.5kWの衛星を電気推進で成立させる機能性能を有した衛星を次期技術試験衛星の候補として整理し、今後さらに具体的な開発計画とすることができるよう検討を深めている。
- WINDSについては、下記の取組を中心とした後期運用を継続した。
  - 災害発生直後の地上通信インフラが確保出来ない期間に衛星通信インフラを活用した救援活動に役立てる取り組みを実施。特に内閣府、国土交通省、自治体等国内の災害関係機関、日本医師会、災害派遣医療チーム等医療機関と連携した災害対応活動が迅速且つ円滑に実施できるように訓練を重ね着実に実行できるように改善を加えた。
  - また、JAXAではアジア地域を対象に衛星を使った災害対応の国際協力プロジェクトとしてセンチネルアジアを推進中。そのなかで、災害前後の当該地域の地球観測データを迅速に提供するため、WINDSを用いてデータ配信を実施。(平成26年12月のフィリピンでの台風災害では、ALOS-2緊急観測データがフィリピン政府の被災情報把握に活用された。)



(最大発生電力の動向)



(質量とペイロード比の動向)

### 静止衛星の世界的動向と次期技術試験衛星のターゲット



利用ユーザ自らWINDS地球局を輸送・組立(自律運用)

### 効果:

- 地球局の組立・データ設定作業の簡素化など、現場ユーザの声を踏まえて地球局の設置・運用手順を改善したことで、災害発生時等の緊急時に、現地のユーザのみでWINDS地球局をスムーズに利活用することを可能とした。

技術試験星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)の後期運用を行い、ユーザと連携して防災分野を中心とした利用技術の実証実験を行う。  
大容量データ伝送かつ即時性の確保に資する光衛星通信技術の研究を行う。

**実績:**

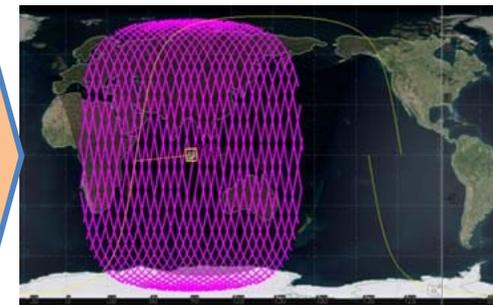
- ETS-Ⅷについて、GPS津波計を海上ブイに設置し、津波の規模を早期に精度よい検知(QZSS活用)と沿岸への即時情報展開(ETS-Ⅷ活用)を実証し、津波被害減災に向けた技術開発を行った。この際、データを受信するETS-Ⅷ基地局の冗長構成を実証し、より確実なデータ配信を実現するなど、非常時における運用方法を検証した。
- 光衛星通信技術について、「きらり(OICETS)」で得られた成果および、これまで実施してきたシステム検討や要素技術試作により、短期間で光衛星間通信機器を実現できる目処を得た。

これにより、光衛星間通信を用いた光データ中継衛星の開発が新たな宇宙基本計画に取り上げられたことを踏まえ、同衛星の計画を立ち上げ、各システムの概念設計に取り組み、フロントローディング作業としてキーとなる要素技術である「高感度受信機」や「光ファイバ増幅器」を試作して目標の達成を確認するなど、平成27年度の開発着手に向けた準備を進めた。



GPS津波計からのデータ伝送実験(@高知県室戸沖)

●光データ中継衛星のメリット



即時通信可能な広大な通信可能領域を実現

評価結果	評定理由(総括)
<p style="font-size: 2em; text-align: center;">B</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。また、「研究開発成果の最大化」に向けた成果を創出した。主な取組成果は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 通信技術及び国際競争力の向上を目指し、次期技術試験衛星に求められる衛星バス技術の主要諸元をとりまとめた。</li> <li>● WINDS及びETS-Ⅷについて、防災利用実証を中心に利用拡大及び将来ニーズの把握を実施した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 特にWINDS地球局に関しては、組立・データ設定作業の簡素化など、現場ユーザの声を踏まえて地球局の設置・運用手順を改善したことで、災害発生時等の緊急時に、現地のユーザのみでWINDS地球局をスムーズに利活用することを可能とした。</li> <li>➢ 光衛星間通信技術の研究を進め、キーとなる要素技術の試作等を先行的に実施し目標の達成を確認するなど、光データ中継衛星の平成27年度の開発着手に向けた準備を進めた。</li> </ul> </li> </ul>

## 補足説明資料①: WINDSプロジェクト成功基準

評価条件	ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス	達成状況
通信速度の超高速化	家庭で155Mbps、企業等で1.2Gbpsの超高速通信が実施できること			・初期機能確認にて達成
通信カバレッジの広域化	アジア・太平洋地域の任意の地点との超高速通信が実施できること			・初期機能確認にて達成
パイロット実験	パイロット実験が実施されWINDSへの仕様要求が明確化されること			・打上げ以前に達成
衛星IP技術検証	開発された通信ネットワーク機能が予め設定された基準範囲内にあることが確認でき、その有効性が実証できること			・基本実験実施により達成。
通信網システム(ミッション期間達成)		国内外の実験がミッション期間(5年目標)継続して実施されること		・平成25年2月23日、5年目標を達成。
衛星IP技術検証			実用化への技術的な目処が立つこと	・東北地方太平洋沖地震等で実証。

## 補足説明資料②: ETS-VIIIプロジェクト成功基準

評価条件	ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス	達成状況
レベル1(30%)	大型衛星バス	3トン級静止衛星バスが、システムとして正常に作動すること		イオンエンジンを除き左記基準を達成(30%×0.9=27%)
レベル2(10%)	測位ミッション	各機器の機能・性能が正常であり、3年間にわたり基本実験を実施できること		左記基準を達成(10%)
レベル3(30%)	大型展開アンテナ	大型展開アンテナが正常に展開すること		左記基準を達成(30%)
レベル4(30%)	移動体衛星通信ミッション	各機器の機能・性能が正常であり、3年間にわたり基本実験を実施できること		PIM特性(※2)以外の実験項目は全て実施(30%×0.6=18%)
レベル5	(運用期間の延長)(国内外における利用実験)	3年以上運用し、国内外の機関、研究者の参加を得た利用実験を実施できること		左記基準を超える6年3か月の運用を達成した上、実証実験を継続中。

# I.1.(4) 宇宙輸送システム

平成26年度 内部評価 A

**中期計画記載事項:** 宇宙輸送システムは、我が国が必要とする時に、必要な人工衛星等を、独自に宇宙空間に打ち上げるために不可欠な手段であり、今後とも自律的な宇宙輸送能力を保持していく。具体的には、以下に取り組む。

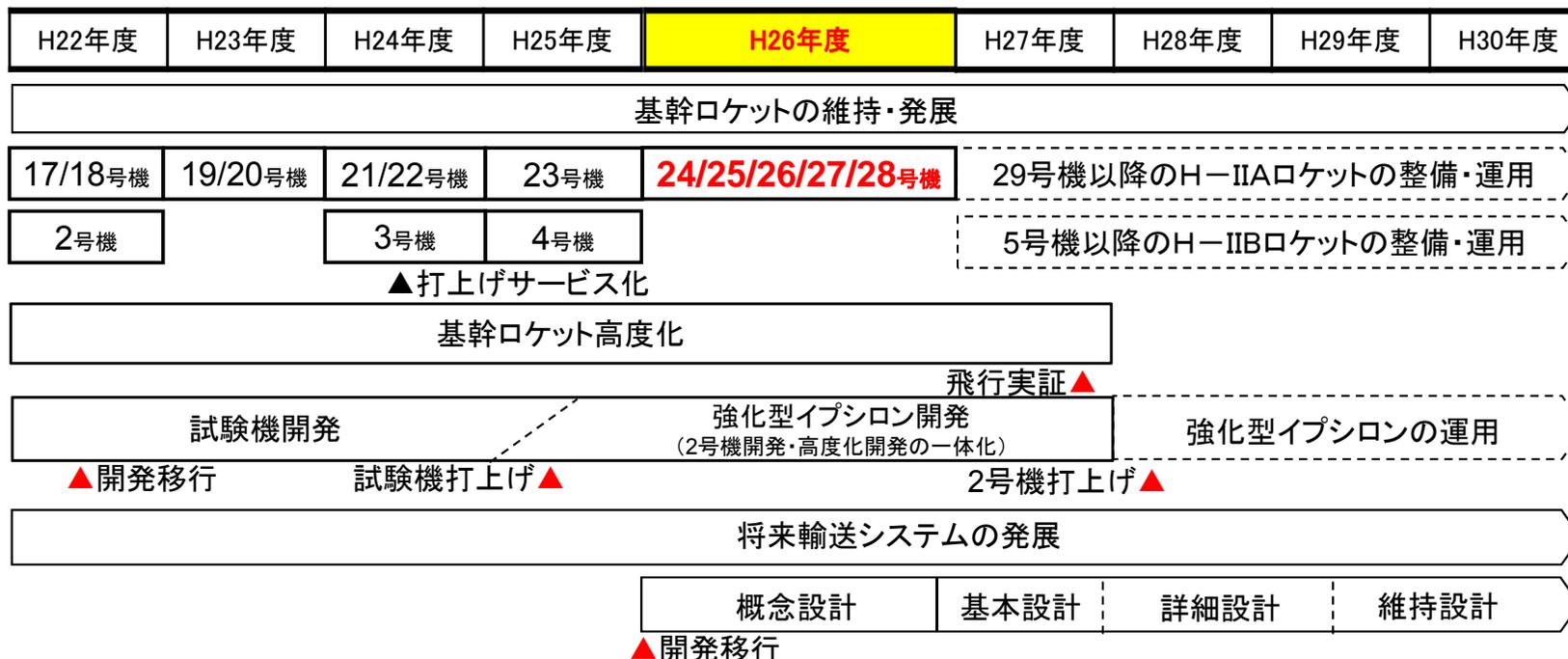
我が国の基幹ロケットであるH-IIAロケット及びH-IIBロケットについては、一層の信頼性の向上を図るとともに、技術基盤の維持・向上を行い、世界最高水準の打上げ成功率を維持する。H-IIAロケットについては、打上げサービスの国際競争力の強化を図る。そのため、基幹ロケット高度化により、衛星の打上げ能力の向上、衛星分離時の衝撃の低減等に係る研究開発及び実証を行う。

固体ロケットシステムについては、打上げ需要に柔軟かつ効率的に対応でき、低コストかつ革新的な運用性を有するイプシロンロケットの研究開発及び打上げを行う。また、システム構成の簡素化、固体モータ改良、低コスト構造の適用等を行い、イプシロンロケットを高度化することにより、更なる低コスト化を目指す。

液化天然ガス推進系、高信頼性ロケットエンジン、再使用型輸送システム、軌道上からの物資回収システム、軌道間輸送システム等の将来輸送技術については、引き続き研究開発を行う。

また、これまでの我が国ロケット開発の実績を十分に評価しつつ、より中長期的な観点から、基幹ロケット、物資補給や再突入、サブオービタル飛行、極超音速輸送、有人宇宙活動、再使用ロケット等を含め、我が国の宇宙輸送システムの在り方について政府が実施する総合的検討の結果を踏まえ、必要な措置を講じる。

## 特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等) なし



## ①基幹ロケットの維持・発展

1) 基幹ロケット(H-IIA ロケット及びH-IIB ロケット)について、一層の信頼性の向上を図るとともに、部品枯渇に伴う機器等の再開発を引き続き進め、開発した機器を飛行実証する。

### 実績 ○信頼性向上の取り組み

H-IIA/Bロケットの民間移管以降もJAXAは継続的に改良・改善を行ってきており、その結果、打ち上げに影響を及ぼす不具合が減少するなど信頼性・確実性が一層向上している。平成26年度には年度内に5機、そのうち後半6カ月間に4機が集中(※1補足)するという、短い期間での多数の打ち上げが計画されたが、天候以外の要因での延期はなく、**高い信頼性を背景に全機On-Timeでの打ち上げに成功した**(※2補足)。

これにより、安全保障強化(情報収集衛星2基)、地球規模課題解決(だいち2号、ひまわり8号)、小惑星探査(はやぶさ2)など、**我が国の重要な宇宙開発利用の促進に貢献**した。

また、これまでの取り組みの成果としての打ち上げ成功実績が評価され、3基目の海外衛星(UAEの衛星)の打ち上げサービスをMHIが受注した。これは国際競争力の強化を示す成果であるとともに、相乗りによる機構の衛星打ち上げ費用の低減にもつながった。

(※1補足) 後半4機のうち、はやぶさ2については、小惑星探査軌道への投入という非常に限られた特定の打ち上げ可能期間(10日間)で打ち上げる必要があった。

(※2補足) 不具合による延期が起こった場合、年度内の打ち上げ計画実現は困難なものとなる。全機On-Timeでの打ち上げ成功は短期間多数機打ち上げの計画実現の礎となった。

### ○部品枯渇に伴う機器等の再開発

H-IIAロケットの部品・材料の部品枯渇リスクを回避するため、機器の再開発を進めた。

(1) 固体ロケット、誘導制御機器や飛行安全機器等の再開発を進め、H-IIA24~28号機で飛行実証を行った。

(2) 電力・電装系機器、誘導制御計算機、ガスジェット装置等の再開発を完了した。(平成27年度打ち上げのH-IIA30号機以降に適用、飛行実証予定)

### 効果

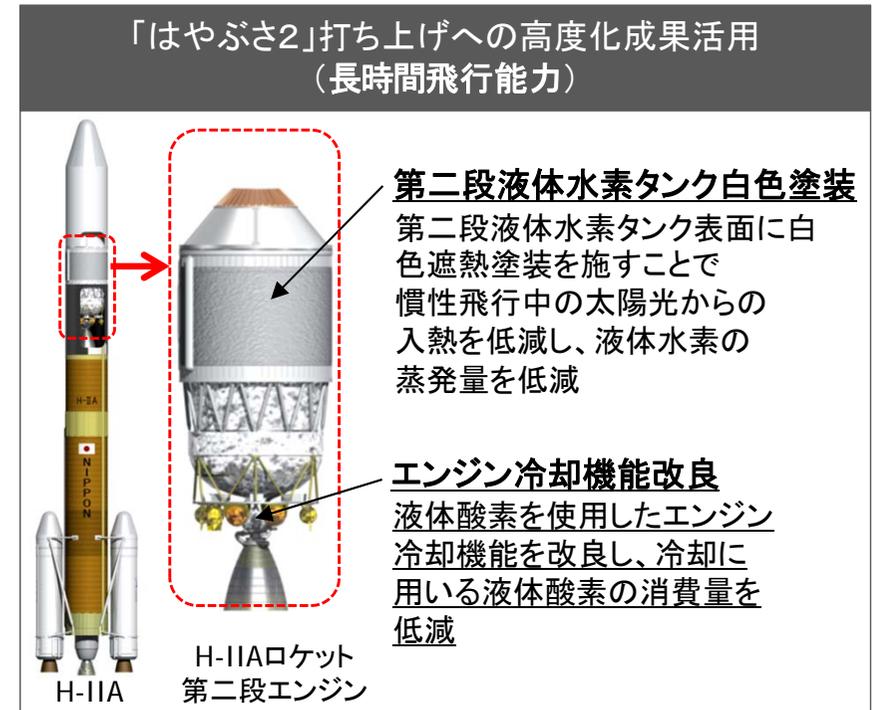
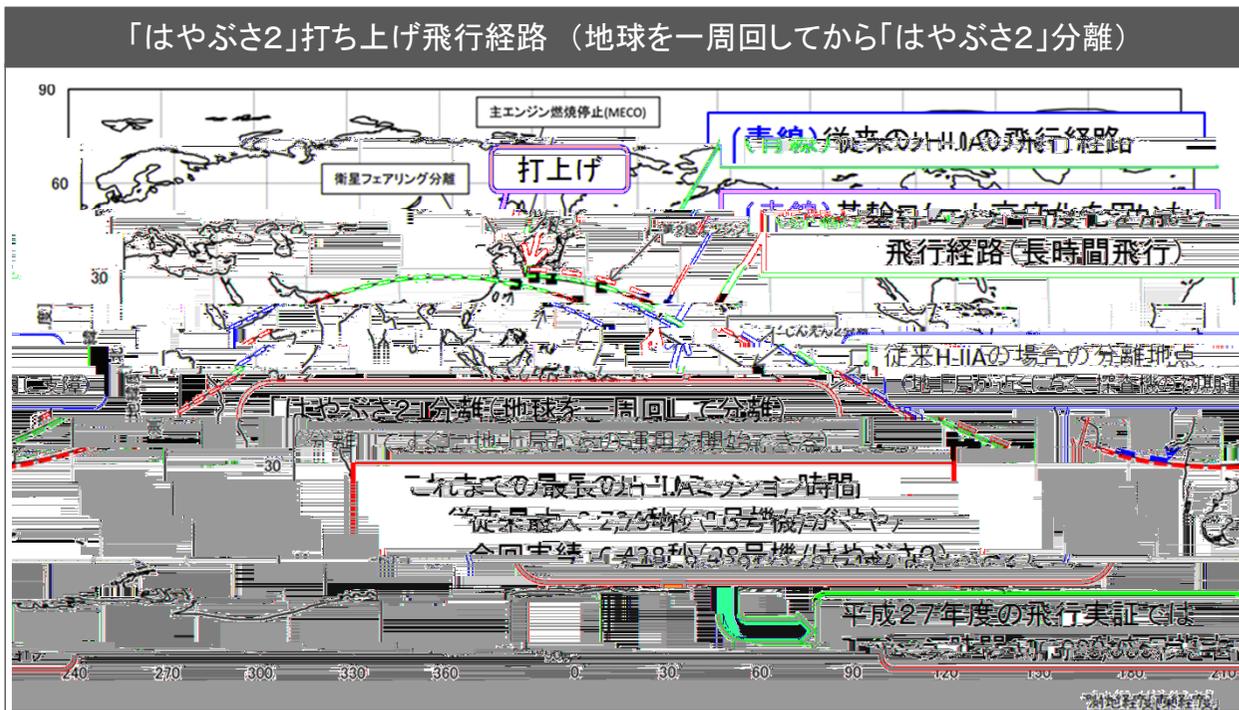
- 信頼性向上や部品枯渇に伴う機器の再開発によって、今後の打ち上げ需要に対して**安定的な打ち上げ機会の提供**が可能となり、我が国の**将来にわたる宇宙開発利用計画の自律性を一層高める**ことにつながる。
- 連続成功および打ち上げ成功率(信頼性、確実性)の向上によって、衛星顧客の信頼獲得、そして商業受注につながり、部品メーカを含めた**産業基盤の維持・向上**や、**国際競争力の強化**につながる。

**世界水準:** H-IIA/Bロケットの**打ち上げ成功率は96.9%と世界水準を維持**、過去5年の**On-time打ち上げ率(※3)は93.3%と世界水準を凌駕**している。海外ロケットの打ち上げ成功率は、アリアンV(ES/ECA)97.9%、アトラスV97.7%、デルタIV96.0%(左記のロケットの平均97.4%)であり、過去5年のOn-time打ち上げ率(※3)は、アリアンV(ES/ECA)74.1%、アトラスV70.0%、デルタIV50.0%(左記のロケットの平均67.1%)。

3:天候による延期を除く

2)さらに、国際競争力を強化し、かつ惑星探査ミッション等の打上げにより柔軟に対応することを目的とした基幹ロケット高度化について、設計及び試作試験を行い、飛行実証に向けた機体製造を進める。また、ロケットの衛星相乗り打上げ能力を向上させるための開発を行う。

- 実績**
- 基幹ロケット高度化の取り組みの中の第二段機体の改良について、平成27年後半に飛行実証を実施すべく機体の製造を進めた。なお、飛行実証では基幹ロケット高度化の成果を活かし商業衛星の打ち上げを行う。
  - 基幹ロケット高度化で獲得した**長時間の飛行能力**を、**小惑星探査機「はやぶさ2」**の打ち上げに適用することで、**小惑星と会合するための軌道投入**と、**探査機と地上局とのロケット分離直後からの通信確保**という「はやぶさ2」の要求を満足させ、**打ち上げ可能時期が限られた中で**打ち上げを成功させた。
  - 異なる軌道(高度)への複数衛星の同時打ち上げを可能とする技術の開発(**相乗り打ち上げ能力向上開発**)に着手した。衛星相乗りにより打ち上げサービス費用を衛星間で分担することができ、中小型の衛星打ち上げをより効率的に行うことが可能となる。また、これはロケットの**スペースデブリ(宇宙ゴミ)化低減にもつながる技術であり、国際的にスペースデブリの問題が議論されているなかで、その対応能力の向上につながる。**
- 効果**
- **高性能(高比推力)かつ長時間飛行可能なエンジンを持つのは米国と日本のみ**であり、これによってこれまで以上に衛星ユーザの希望に沿った軌道投入が可能となり、**基幹ロケットの国際競争力の強化**につながる。
  - 「はやぶさ2」の打ち上げ成功は、**基幹ロケット高度化の成果を活かした平成27年度の商業衛星打ち上げに向けた実績**となるとともに、**多様なミッションへの対応能力を示す実績**となり、**将来の宇宙ミッションの自由度や宇宙輸送の自立性の向上**につながる。
  - 相乗り打ち上げ能力向上による**中小型衛星の打ち上げ価格低減により国際競争力の強化**が望めるとともに、ロケットの**デブリ化低減により、宇宙輸送の自立性の継続的な保持に貢献**することが期待できる。

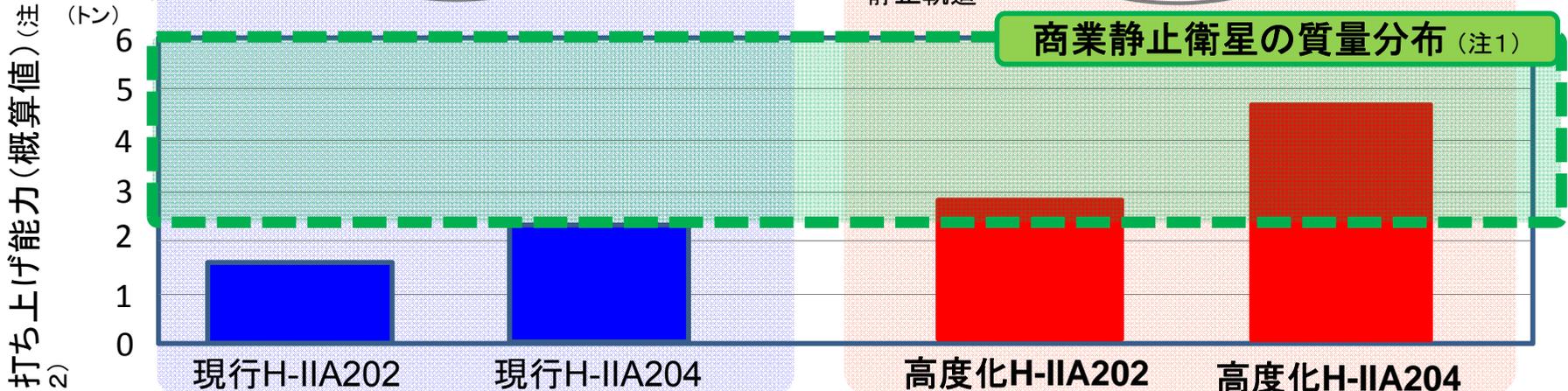
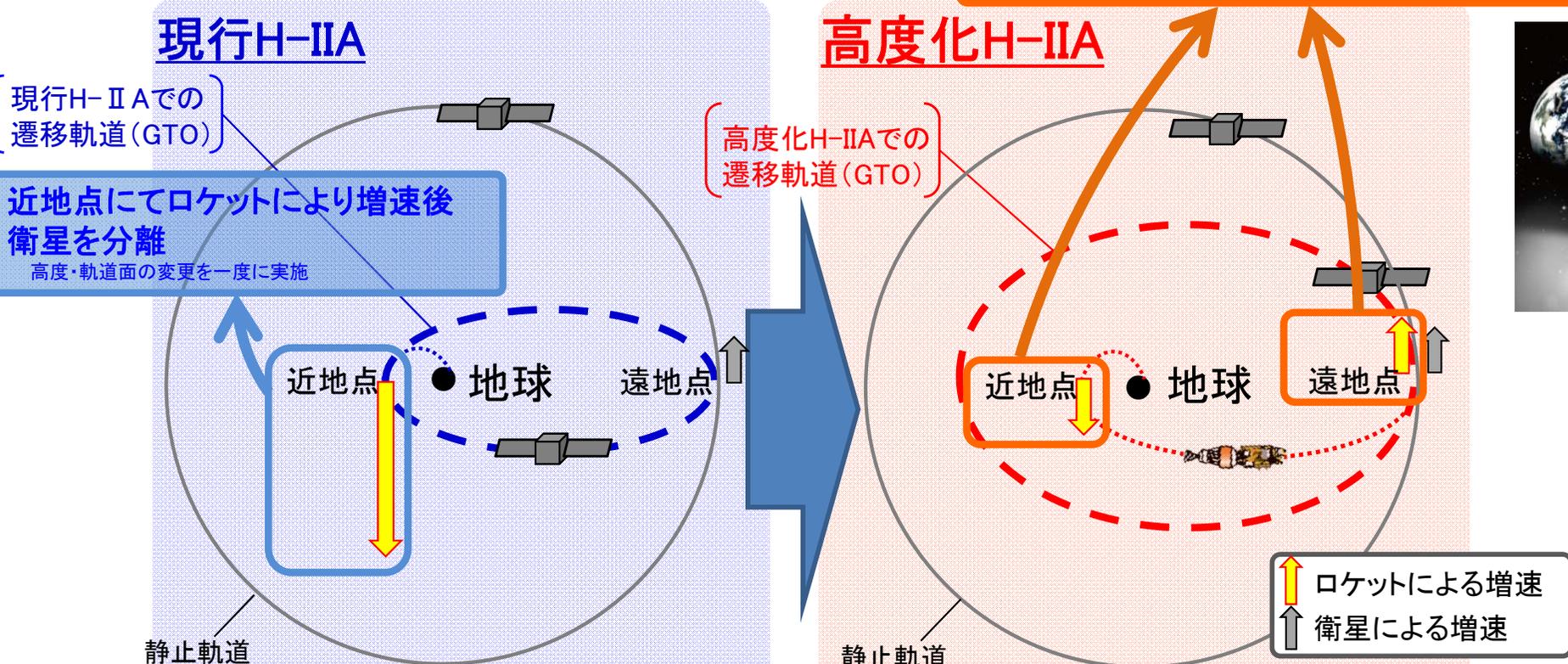


# 静止衛星打ち上げ能力の向上による国際競争力の強化

(基幹ロケット高度化 補足説明)

世界の商業衛星は、赤道付近から打ち上げるロケット(アリアン5等)を基準に衛星側増速量を設定している。これらの衛星をH-IIAで打ち上げる場合の打ち上げ能力を向上する。

ロケットによる衛星の増速を近地点に加え、軌道面の変更に効率の良い遠地点でも実施することで、打ち上げ能力を向上させる



(注1) 2003~2011年に打ち上げられた商業静止衛星の質量分布(JAXA調べ)  
(注2) 静止化増速量 $\Delta V=1500\text{m/s}$ 時

3) 打上げ関連施設・設備については、効率的な維持・老朽化更新及び運用性改善を行う。

**実績** 平成26年度は**気象衛星、情報収集衛星等国の重要なミッション並びに打ち上げ可能時期が限られる「はやぶさ2」といった多数の打ち上げが集中**し、これまでの年間3機の打ち上げ実績を大きく上回る、**後半6か月に4機を含む年間5機の打ち上げ**に対応する必要があった。各社にまたがる打ち上げ関連作業全体の構成を把握し、施設・設備の運用を担う立場から、機構は以下の取り組みを行い、**ロケット製造能力の向上と打ち上げ間隔の短縮**を実現し、全ての衛星を要望どおりの時期に打ち上げることに成功し、**我が国の重要な宇宙開発利用の促進に貢献した**。

● **ロケット製造能力の向上**

これまで固体ロケットブースタの製造・保管本数が制約となり、年間5機の打ち上げが不可能であったが、以下に示す方策で、大規模な資金を投入せずにブースタ1本当たりの製造期間短縮と2本並行製造を可能とし、**固体ロケットブースタの年間製造能力を向上させ(年産8本→11本)、貯蔵能力も高めた(6本→10本)**。これにより、**平成26年度の打ち上げ需要への対応に必要な製造能力を確保した**。

- ✓ 既存施設を利用した施設・設備改修を行うことで、従来建屋ごとに分散していた作業の統合・集約を行った。同時に横置き作業を縦置きへ変更することによる省スペース化や遠隔作業の導入による作業期間の短縮などにより固体ロケットの製造能力を向上した。
- ✓ 安全に対する合理的な技術検討を行い、官の承認を得て、製造後の固体ロケットブースタの保管に必要な火薬庫の貯蔵能力を向上させた。

● **打ち上げ間隔の短縮**

打ち上げから次の打ち上げまでには、打ち上げにより焼損した設備の修繕や点検等の準備作業(設備補修作業)と、ロケット機体の組立・点検作業の期間が必要である。作業の不備等により大きな手戻りが生じないよう、設備補修作業の良好な実施を確認後、ロケット組立・点検作業に着手するなど、ステップバイステップで実施することを基本としていた。平成26年度はこの作業フローでは衛星ミッションの要望する時期での打ち上げは不可能であったため、機構はこれまで蓄積された作業実績等を踏まえ、安全性や確実性も踏まえたリスク評価を行い、**作業の同時実施が可能なものを分類し並行実施するなど、作業フローの見直し**を行った。

また、**既存設備を当初の整備目的に捉われず、機能・性能で再評価し、使用範囲を拡大(※)**するなど、**大規模な資金投入を必要としない作業効率向上策**を立案した。

これらを打ち上げ事業者と実現することで、**打ち上げ間隔を従来計画の最短65日から53日へと短縮**した。

※ **【既存設備の使用範囲拡大】**:これまで多くの時間を要していたロケット発射設備の配管の点検に、従来からの設備に加えて、H-IIIBロケット用の空調設備(本来は配管の点検に用いることを想定していない)を用いることで配管点検の並行実施を可能とし、従来6日かかっていた作業を3日に短縮した。設備増強にあたり、新規整備ではなく設備の流用で対応したことで、費用を抑えられたとともに点検期間の短縮を早期に実現することができた。

■ **老朽化の進む打ち上げ関連施設・設備については、汎用製品の進歩を踏まえ、更新のタイミングで必要機能の確保とライフサイクルでの費用低減を両立したシステムに切り替えることで、効率的な維持を行っている。**

- ✓ 大掛かりなマイクロ波通信設備を、一般に使用されている簡易な無線設備(PTP)と公衆光回線へ転換。
- ✓ 打ち上げ時のロケット追尾用設備について、カメラ部を遠隔集中操作可能な設備とする整備に着手。



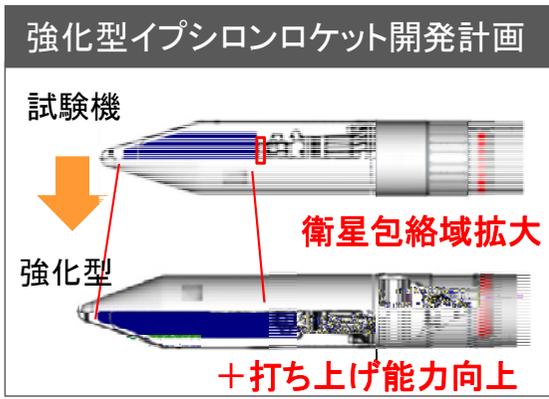
ロケットの搬入・据付

**効果** 平成26年度に確立した作業実施工程は、**今後多数機の打ち上げを実施するための基盤となる**とともに、**新型基幹ロケットの射場作業工程の検討に資する知見となった**。新型基幹ロケットでは単一の整備棟、発射台、射点を使用して打ち上げ間隔を半分にするを目指している。

## ②固体ロケットシステム技術の維持・発展

1)固体ロケットシステム技術の維持・発展方策として、低コストかつ革新的な運用を可能とするイプシロンロケットの2号機の開発及び製造を実施する。また、性能向上及び低コスト化のためのイプシロンロケットの高度化開発として、3号機以降への適用を目指して、2段固体モータ及び構造の改良を行う。

**実績:**当初2号機開発と高度化開発を別々に実施する計画であったが、2号機開発と高度化開発を一体的に推進する強化型イプシロンロケット開発計画(右図)を設定、**開発の効率化を図るとともに当初計画よりも能力向上を前倒しで実現することでジオスペース探査衛星(ERG)やASNARO2等の今後の衛星要求への柔軟な対応**を可能とした。宇宙開発利用部会での審議を経て開発に着手、ERG打ち上げ用機体である2号機機体の製造に着手した。  
 開発の目的は打ち上げ能力向上(30%向上)と衛星包絡域(衛星搭載スペース)の拡大により**小型衛星需要に幅広く対応**することにあるが、開発のカギは、下記のように構造・推進・電子機器の高性能化のための技術革新(★)にある。



- ① 第二段固体モータ(推進技術)については、これまで三層構造であった断熱材を一体構造化することで、軽量化に目途を得た**(継続的研究開発による断熱材の軽量化)**。
- ② 第二段モータケース(構造技術)については、設計を根本から変えて新規設計の薄肉(軽量)構造としているが、材料試験及び小型モータケース破壊試験(写真参照)の実施により、実現可能な目途を得た**(複合材を用いた薄肉設計技術の確立による軽量化)**。
- ③ 第一段機器搭載構造(構造技術)については、複合材を用いて一体構造化を図り、性能向上の目途を得た**(軽量化のカギを握るCFRP一体構造の実現)**。
- ④ 電力分配器(電子機器技術)については、ロケット固有の厳しい安全要求に汎用部品を適合させる新たな技術の開拓により、軽量化にめどを得た**(汎用部品の活用を可能とするロケット技術の高度化)**。

★ 構造力学・材料特性などの物理現象への知見を深めたうえで、安全上の制約に対する対応策を構築するなど、根源にさかのぼった検討を行うことで、設計の自由度を増やし、適用可能な部品・材料の幅を広げるもの。



**効果:****2号機開発と高度化開発を一体的に推進することにより効率的な開発**が可能になるとともに、民間衛星を含めた今後想定される**小型衛星需要に対して幅広く効率的に対応**する態勢が、当初の計画より早い2号機の段階で整った。それにより2号機ペイロードであるジオスペース探査衛星(ERG)の**科学成果の最大化に貢献**することができるのと同時に、早くも成果として**ASNARO2の打ち上げを受注**した。

2)さらに、アビオニクス改良などによるさらなる低コスト化の研究を実施する。

**実績:**ニーズ・需要調査や新型基幹ロケットとのシナジー効果を最大限に引き出せるような固体ロケットの形態の在り方に関する検討や、低コスト化技術の成立性に関する研究を実施した。

**効果:**固体ロケット技術の維持・向上、および将来の固体ロケットの自立性確保に資する研究成果を得た。

### ③将来輸送システムの発展

1) 液化天然ガス推進系等の要素技術や、軌道上からの物資回収システム、再使用型輸送システム、軌道間輸送システム等の研究を進める。

- 実績**
- 液化天然ガス(LNG)推進系については、世界トップレベルのLNG推進系技術の確立と、適用先の拡大を目指し、より一層の高性能化・低コスト化・軽量化を実現するための要素技術研究を推進した。平成26年度は、従来取得されていなかった高い圧力条件下におけるLNGの熱交換特性データを取得し、燃焼室設計に必要な予測式の精度を向上させた。これにより、従来よりも燃焼圧力の高いエンジンの設計が可能となり、高性能なエンジンの実現に近づいた。また、高精度化した予測式を使うことで、より無駄のない燃焼室設計が可能となった。
  - 軌道上からの物資回収システムについては、宇宙機の大気圏再突入における現象把握により、精度の高い設計技術の確立とともにスペースデブリ等の落下時の安全性評価につながることを目指した研究を行っている。平成26年度は再突入時の複雑な気流や熱環境を高精度に予測・計測するための試験技術を確立し、耐熱材の最適設計により機体の軽量化につながる成果を得た。また現象把握の一環としてロケット上段の再突入の機会を利用して機体表面の加熱率や破壊状況等のデータを取得するための再突入システムの概念設計を完了し、システムの試作及び試験を行った。
  - 再使用型輸送システムについては、システム実現のための主要な技術である空気吸い込み式(エアブリージング)エンジンについて、大幅な軽量化につながる複合材(SiCコーティングしたC/C)燃焼室の試作等を実施し、次年度の燃焼試験における実証に向けた準備を進めた。また各要素技術の飛行実証システム案の検討を進め、要求条件を明確化した。
  - 軌道間輸送システムについては、液体推進薬の蒸発低減を目指した高性能断熱システムの要素試験や、推進薬の挙動を高精度に解析可能なツールの開発を行い、月惑星探査など長期間ミッションの成立性評価を可能とした。また電気推進システムではホールスラスタに関するシステム及び要素技術の研究を実施し、ホールスラスタを用いたスラスタシステムの設計検討を行い、宇宙機への搭載の目途を得た。

**効果:** 新型基幹ロケット等続く次の宇宙輸送技術の確立を目指した検討を行い、主要な技術の成立性確認等を進めることにより、我が国の宇宙輸送能力の維持・発展につながる将来輸送システムの実現に必要な技術の課題を明確にするとともに、実現に向け進捗した。

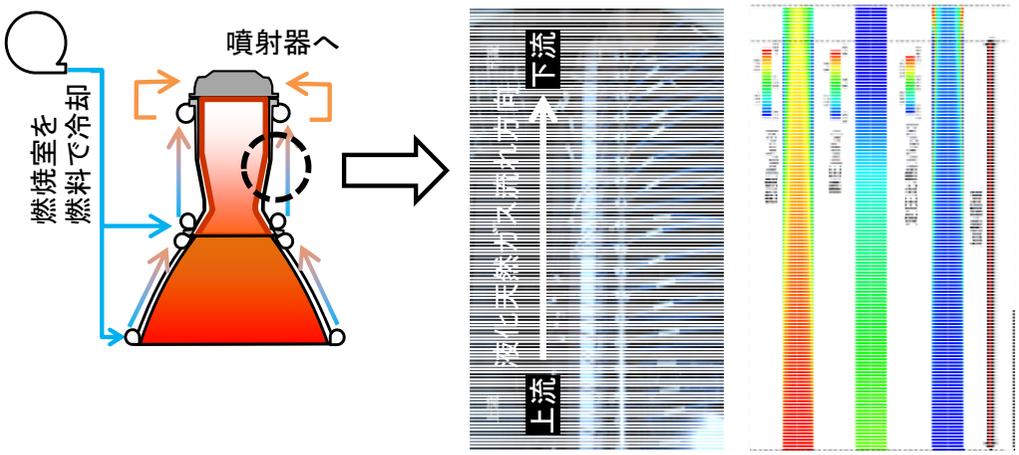
2) 政府が実施する総合的検討に資するため、これまでの我が国ロケット開発の実績を十分に評価しつつ、より中長期的な観点から、基幹ロケット、物資補給や再突入、サブオービタル飛行、極超音速輸送、有人宇宙活動、再使用ロケット等を含め、我が国の宇宙輸送システムの在り方について検討し、積極的な情報提供・提案を行う。また政府の総合的検討結果を踏まえ、必要な措置を講じる。

**実績:** 政府の総合的検討の結果策定された「宇宙輸送システム長期ビジョン」(平成26年4月3日宇宙政策委員会)を踏まえ、再使用型宇宙輸送システムの構築において共通かつ普遍的に必要な研究課題の明確化を機構の再使用型宇宙輸送システムに関する新しいプログラムの下、本部横断体制で行った。また、各所で行われている研究を統合し効率化を図るとともに研究者間の意見交流を図り、実験機の構築に向けて各種システム試験を行い開発への目途づけを行った。さらに、長期ビジョンで述べられている「段階的開発プロセス」の第一段階である実験機(再使用型ロケット実験機、エアブリージングエンジン搭載型実験機)の検討を行い、宇宙政策委員会宇宙輸送システム部会にて報告及び情報提供を行った。また、同部会での議論や委員からの指摘を踏まえ、実験機の絞り込みに向けた研究開発を加速させた。

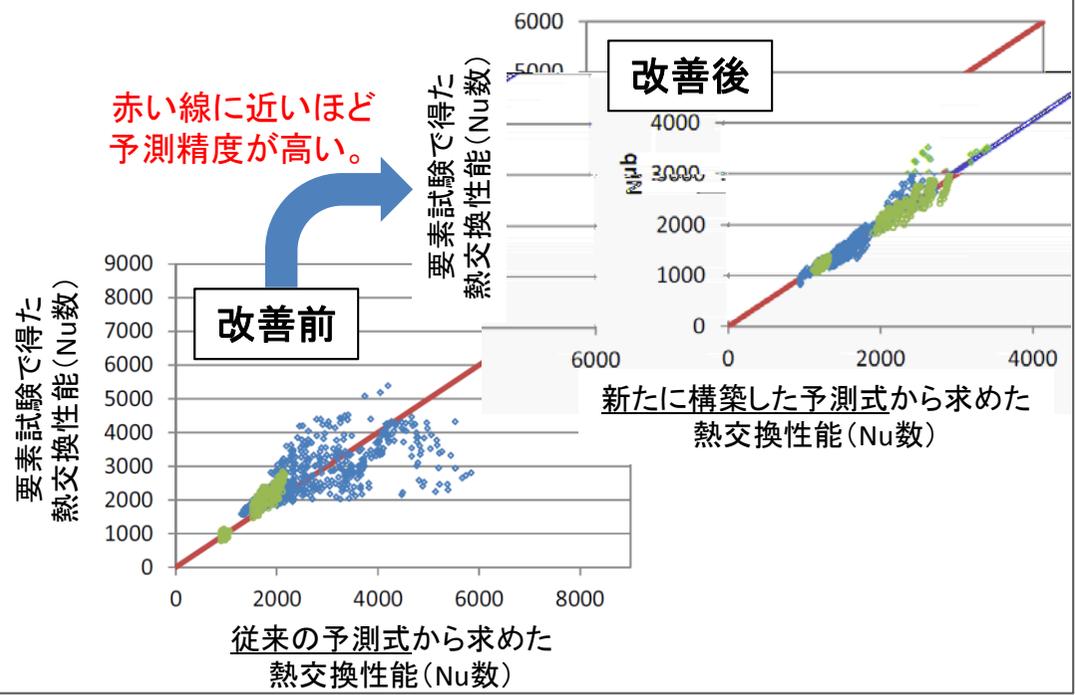
**効果:** 宇宙基本計画(平成27年1月9日宇宙開発戦略本部決定)において「新型基幹ロケット」等の次の宇宙輸送技術の確立を目指し、再使用型宇宙輸送システムの研究開発を推進する」とされ、再使用型宇宙輸送システムの研究開発を推進することが政策として位置づけられた。

# 液化天然ガス推進系の要素技術研究

燃焼室周囲の溝に燃料を流し冷却する際の熱交換データを取得し、予測式の精度を向上した。

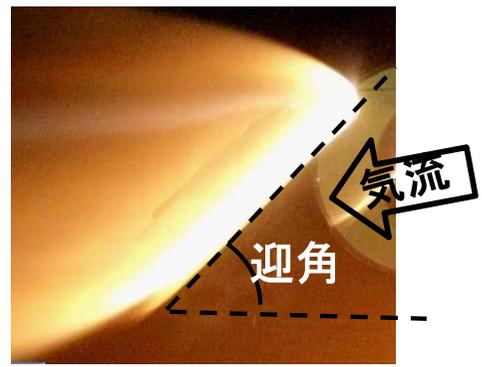


上記により、以下の通りLNGの熱交換性能を高精度に予測可能となった。



# 軌道上からの物資回収システム

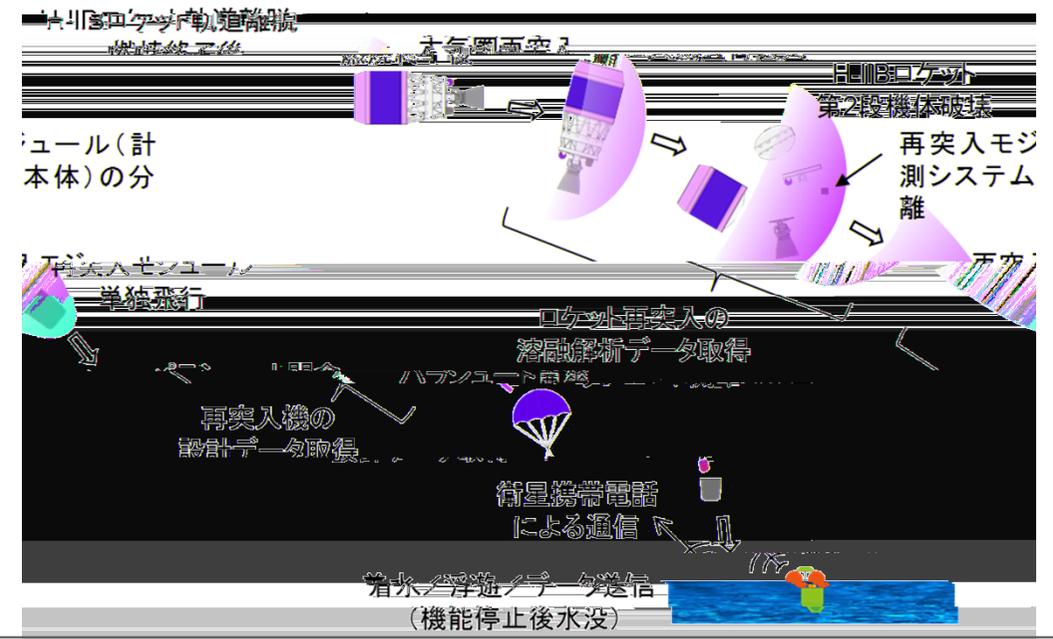
## ■ 高温衝撃風洞におけるフリーフライト法による大迎角での試験状況



- 一般的な風洞試験では、棒状の構造で後ろから模型を支えるが、電磁石で模型を保持することで実際の飛行環境に近い環境での試験を可能とした(フリーフライト試験法)。
- 試験装置の位置や角度、実験手順を調整することで、試験環境のバラツキを抑え、試験の再現性を高めることに成功した。

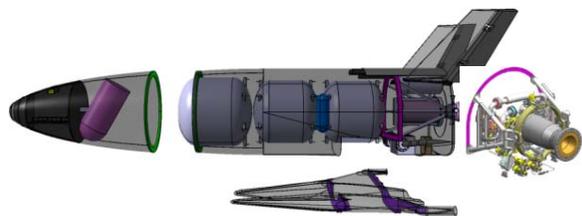
## ■ 再突入データ取得システムの概要

ロケット上段に搭載し、再突入時の各種データを取得する。



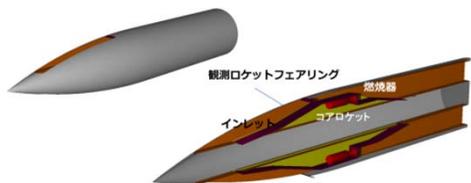
## 再使用型輸送システムの研究

- 九州工業大学、東レ・カーボンマジック社、テキサス大学エルパソ校 (UTEP) 他と検討している実験機

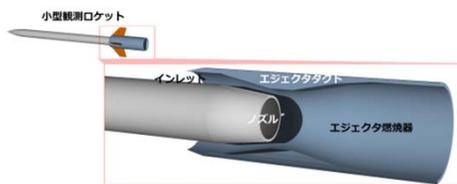


全長, mm	3,980
全幅, mm	2,518
空虚質量, kg	319
全備質量, kg	500
海面上推力, kN	10
到達高度, m	6,000以上

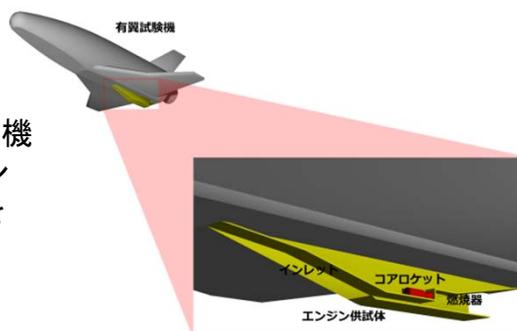
- エアブリージングエンジンの実証実験の形態案



極超音速の試験形態案



遷音速の試験形態案

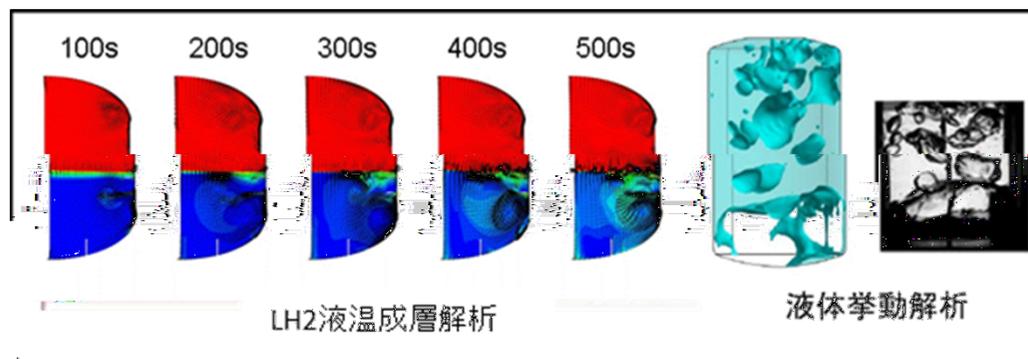


超音速の試験形態案

エンジンのみの作動確認から、往還機形態での飛行実験まで、飛行実証システム案の検討を進め、要求条件を明確化した。

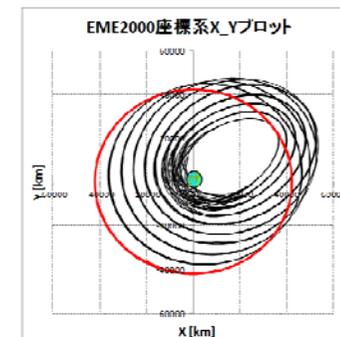
## 軌道間輸送システムの研究

- 推進薬挙動解析ツール



- 時間の経過によって液体燃料が揺れたり気泡が入ってくる現象を高精度に解析した(左)。また、無重量下で液体と気体が混じる現象を高精度に解析した(右)。これらの解析結果を使って、長時間の飛行時にどの程度の加速度を掛けるべきかを解析している。

- ホールスラストの研究



ホールスラストの作動試験を行うとともに、ホールスラストを使用した際の最適な軌道変換の方法を解析するためのツールを開発した。

(ホールスラストの原理)

- 推進剤のキセノンを電子の衝突により電離し、イオンを生成
- 生成したイオンは電場により加速、電子により中和され、推力を発生

3) 新型基幹ロケットについて、概念設計を行い、ロケットシステム、地上設備等の総合システム仕様を定義するとともに、基本設計以降の開発計画を設定する。設定した開発計画に基づき、基本設計に着手する。

- 実績・ 政策文書「新型基幹ロケット開発の進め方」(平成26年4月3日、宇宙政策委員会)を具体化したミッション要求に基づき、新型基幹ロケットの概念設計を実施した。概念設計では以下を目的とした総合システムを構成する各システム(ロケット、地上設備、打ち上げ安全監理)の仕様を定義するとともに開発計画を設定し、打ち上げ価格やインフラ維持コストの半減を実現可能な計画を立てた。この結果を受け、基本設計に着手した。
- ✓ 政府衛星を他国に依存することなく独力で打ち上げる能力を保持すること(自立性の確保)。
  - ✓ 利用ニーズを踏まえた高い信頼性及び競争力のある打ち上げ価格と、柔軟な顧客対応等を可能とする宇宙輸送システムとすること(国際競争力のあるロケット及び打ち上げサービス)。
- ・ 同政策文書に基づき、新型基幹ロケットの開発・運用における民間の主体性を重視した官民分担の枠組みを基本協定等により構築するとともに、ロケットエンジン等の自立性確保に欠かせないキー技術については機構が担当し、国の技術基盤の保持・活用が可能な体制とした。
- ・ 国際競争力の面では、2020年代の国内外の衛星動向と他国の競合ロケットの動向に関する市場分析を継続し、プライムコントラクトの提案を反映しながら、柔軟・迅速な検討により他国の競合ロケットに対し価格優位性の高いロケットシステム仕様を定義した。この際、イプシロンロケットとの固体ロケットの共用によるシナジーや日本が得意とする車載部品等の民生技術を活かすことで、価格競争力を一層高めることができた。

- 効果・ 平成26年度に定義したシステム仕様と、構築した官民分担の枠組みにより2020年代に以下を実現し、我が国の自立的な宇宙輸送系を発展させる。
- ✓ 打ち上げ価格の低減とインフラ維持コストの低減により、宇宙輸送システムの運用・維持に関する政府支出を大幅に抑えることができる。
  - ✓ 新型基幹ロケットの国際競争力を高めることで民需を獲得し、産業基盤を維持・発展するための打ち上げ機数を確保することができる。

### 新型基幹ロケット 総合システム コンセプト

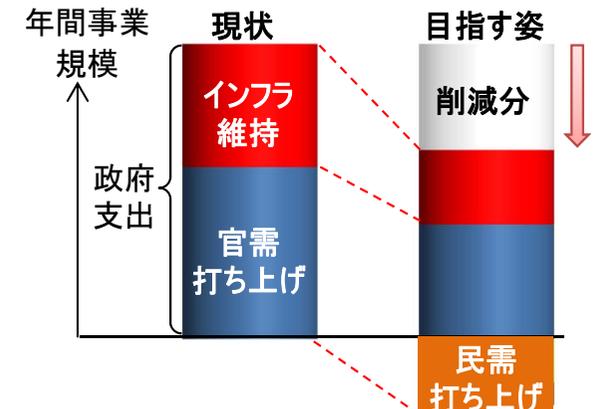
(「新型基幹ロケット開発の進め方」(平成26年4月3日、宇宙政策委員会)と総合システムコンセプトとの整合)

- 利用ニーズを踏まえた高い信頼性及び競争力のある打ち上げ価格と柔軟な顧客対応
- 簡素な機体構成で高い信頼性と競争力ある打ち上げ価格
- 市場動向の変化に柔軟に対応可能なシステム構成(大型衛星フェアリング、1段エンジン2基/3基可変、固体ブースタ0~4本)
- 産業基盤や技術力を国内に保持・向上
- ロケットの自動点検や簡素な整備方式による射場作業効率化により打ち上げ機数確保に対応
- イプシロンロケットとのシナジー
- イプシロンロケット第一段モータと共用可能性



### 新型基幹ロケットの目指す事業構造

- インフラ維持にかかる費用負担を抑制
- 官需をベースロードとしつつ、民需の獲得により打ち上げ機数を確保し、産業基盤を維持



## 評価結果

## 評定理由(総括)

年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。  
さらに、技術蓄積を活用した工夫により「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果を創出した。

### ■ 短期間・多数機の打ち上げの実現による重要ミッションへの貢献

平成26年度は気象衛星、情報収集衛星等国の重要なミッション並びに打ち上げ可能時期が限られる「はやぶさ2」といった多数の打ち上げが集中し、これまでの年間3機の打ち上げ実績を大きく上回る、後半6か月に4機を含む年間5機の打ち上げに対応する必要があった。打ち上げに関わる作業全体の構成を把握し、施設・設備の運用を担う立場から、JAXAは以下の取り組みを行い、ロケット製造能力の向上と打ち上げ間隔の短縮を実現した。継続的に実施している信頼性向上の取り組みを背景とした、全機On-Time打ち上げの成功もあり、全ての衛星を要望どおりの時期に打ち上げ、我が国の重要な宇宙開発利用の促進に貢献した。

- 固体ロケットブースタの製造能力から、これまで年間5機の打ち上げは不可能であった。固体ロケット製造に関する設備を統合・集約し、作業フローの簡素化・効率化等をJAXAが行うことで、年間5機のH-IIAロケット打ち上げを可能とする製造能力を実現した。
- ロケット準備作業に要する期間が制約となり、衛星ミッションが要望する時期での打ち上げは不可能であった。打ち上げ後の設備補修とロケット組立・点検作業を並行実施するなどの作業フロー見直しを行うとともに、既存設備を機能・性能で再評価し、使用範囲拡大の計画を作成するなど、大規模な資金投入を必要としない作業効率向上策を立案した。これらを打ち上げ事業者と実現することで、打ち上げ間隔を従来計画最短の65日から53日へと短縮し(27号機と28号機の実績)、打ち上げスケジュールを成立させた。

### ■ 長時間飛行による高度なミッション対応能力の「はやぶさ2」への貢献

- JAXAの実施する基幹ロケット高度化で獲得した長時間の飛行能力を、小惑星探査機「はやぶさ2」の打ち上げに適用することで、小惑星と会合するための軌道投入と、探査機と地上局とのロケット分離直後からの通信確保という「はやぶさ2」の要求を満足させた。これは高度化の成果を活かした平成27年度の商業衛星打ち上げに向けた実績となるとともに、多様なミッションへの対応能力を示す実績となり、将来の宇宙ミッションの自由度や宇宙輸送の自立性の向上につながる。
- 高性能(高比推力)かつ長時間飛行可能なエンジンを持つのは米国と日本のみであり、これによってこれまで以上に衛星ユーザの希望に沿った軌道投入が可能となり、基幹ロケットの国際競争力の強化につながる。

⇒ 短期間・多数機の打ち上げ実施と高度なミッション対応等により顧客要求への柔軟な対応を可能とした。これにより、自立性の確保と国際競争力の強化を目的とした新型基幹ロケットの投入までの市場対応能力が整った。

### ■ 宇宙輸送能力の向上・発展(宇宙輸送の継続的な自立性確保)

- 基幹ロケット高度化の成果を活かす取り組みとして、中小型衛星の打ち上げの効率化とロケット機体のスペースデブリ化低減を目指した開発を開始した。
- 小型衛星の打ち上げ需要への柔軟な対応を可能とするため、イプシロンロケットの打ち上げ能力向上(30%向上)と衛星搭載スペースの拡大を行う強化型イプシロンロケット開発計画を設定した。本開発設定により、ERGの科学成果の最大化に貢献するとともに、ASNARO2の打ち上げを受注した。
- 新型基幹ロケットの開発では、打ち上げ価格やインフラ維持コストの半減といった政府要求を実現する計画を立て、システム定義を完了した。
- 将来輸送システムの開発に必要な主要な技術の研究を進め、現在の課題を明確にするとともに実現に向けて進捗した。

A

## 1. 2. 将来の宇宙開発利用の可能性の追求

評価項目	平成25年度 内部評価	平成26年度 内部評価				頁
I.2.(1) 宇宙科学・宇宙探査プログラム	(A)	B				B-2
I.2.(2) 有人宇宙活動プログラム	(S)	B				B-41
I.2.(3) 宇宙太陽光発電研究開発プログラム	(A)	B				B-68

## ■ 第3期中期目標期間における財務及び人員に関する情報

### I. 2. 将来の宇宙開発利用の可能性の追求

	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
決算額 (千円)	211,177,437 の一部	207,856,661 の一部			
従業員数* (人)	約590	約580			

\*常勤職員の本務従事者数

## I.2. (1) 宇宙科学・宇宙探査プログラム

平成26年度 内部評価 B

### 中期計画記載事項:

人類の知的資産及び我が国の宇宙開発利用に新しい芽をもたらす可能性を秘めた革新的・萌芽的な技術の形成を目的とし、宇宙物理学、太陽系科学、宇宙飛行工学、宇宙機応用工学及び学際科学において、長期的な展望に基づき、また、一定規模の資金を確保しつつ、我が国の特長を活かした独創的かつ先端的な宇宙科学研究を推進し、世界的な研究成果をあげる。  
また、多様な政策目的で実施される宇宙探査について、政府の行う検討の結果を踏まえて必要な措置を講じる。

### ①大学共同利用システムを基本とした学術研究

### 中期計画記載事項:

宇宙科学研究における世界的な拠点として、研究者の自主性の尊重、新たな重要学問分野の開拓等の学術研究の特性に鑑みつつ、大学共同利用システム※を基本として国内外の研究者の連携を強化し、宇宙科学研究所を中心とする理学・工学双方の学術コミュニティの英知を結集し、世界的に優れた学術研究成果による人類の知的資産の創出に貢献する。このために、

宇宙の起源とその進化についての学術研究を行う宇宙物理学、

太陽、地球を含む太陽系天体についての学術研究を行う太陽系科学、

宇宙飛行技術及び宇宙システムについての学術研究を行う宇宙飛行工学、

宇宙機技術、地上システム技術、及びその応用についての学術研究を行う宇宙機応用工学、

宇宙科学の複数の分野にまたがる、又は宇宙科学と周辺領域にまたがる学際領域、及び新たな宇宙科学分野の学術研究を行う学際科学の各分野に重点を置いて研究を実施するとともに、将来のプロジェクトに貢献する基盤的取組を行い、また、人類の英知を深めるに資する世界的な研究成果を学術論文や学会発表等の場を通じて提供する。

また実施にあたっては、新たなプロジェクトの核となる分野・領域の創出、大学連携協力拠点の強化、大学研究者の受入促進、及び人材の国際的流動性の確保により、最先端の研究成果が持続的に創出される環境を構築する。

※ 大学共同利用機関法人における運営の在り方を参考にし、大学・研究所等の研究者の参画を広く求め、関係研究者の総意の下にプロジェクト等を進めるシステム

## ■ 第3期中期目標期間における数値目標の達成状況

### I.2.(1) 宇宙科学・宇宙探査プログラム

上段：中期計画／年度計画に定めた目標

下段：当該年度における実績

	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	中期期間計
大学共同利用システム に参加する研究者 (大学共同利用システム 研究員) (人)	400	400	400			
	<b>766</b>	<b>872</b>				
シンポジウム	20	20	20			
(件)	<b>22</b>	<b>21</b>				

(a) 宇宙科学研究所の研究系を中心とした研究

宇宙科学研究における大学共同利用研究所として、研究者の自主性の尊重及び研究所の自律的な運営のもと、宇宙科学研究所に集う国内外の研究者と連携協力し、宇宙科学研究所の研究系を中心に以下の活動に取り組み、人類の英知を深める世界的な研究成果の創出を目指すとともに、その研究成果を国際的な学会、学術誌等に発表し、我が国の宇宙科学研究の実施・振興に資する。

実績:

- ① 昨年度策定された「宇宙科学・探査ロードマップ」【参考】の具体化検討を行うため、今後20年を見据えた宇宙科学・探査の長期的戦略について理・工・宇宙環境利用の3研究委員会にISAS所長より諮問し、コミュニティの意見の聴取を行った。
- ② 太陽系探査科学においては、(1)長期にわたる継続的な工学技術の開発が必要であること、(2)我が国で実績のある小惑星探査に加えて、探査対象天体として月や火星の科学上の重要性が増していることから、重力天体の着陸技術の獲得について傾注する必要があることを、宇宙政策委員会の宇宙科学・探査部会にてISAS所長から報告した。部会での議論の結果、新宇宙基本計画の策定において、太陽系無人探査科学で新たに「プログラム化」というコンセプトを導入することとし、新宇宙基本計画のうち宇宙科学・探査分野について以下の文言となった。  
 新宇宙基本計画(H27/1/9宇宙開発戦略本部決定)より抜粋:  
 『太陽系探査科学分野については、効果的・効率的に活動を行える無人探査をボトムアップの議論に基づくだけでなく、プログラム化も行いつつ進める。プログラム化においては、月や火星等を含む重力天体への無人機の着陸及び探査活動を目標として、特に長期的な取組が必要であることから、必要な人材の育成に考慮しつつ、学術的大局的観点から計画的に取り組む。』
- ③ 新宇宙基本計画の工程表の具体化のため、研究領域ごとの将来ビジョン・戦略及び戦略に基づいた将来計画について、ISASより各分野に情報提供の依頼を行い、天文学や工学分野も含む約40分野から研究計画が提出された。これらは、宇宙科学コミュニティの取り纏めの役割をもつISASの活動範疇である。各分野から提出された研究計画は、内容集約・分析中であり、平成27年度に取り纏め結果を報告する。

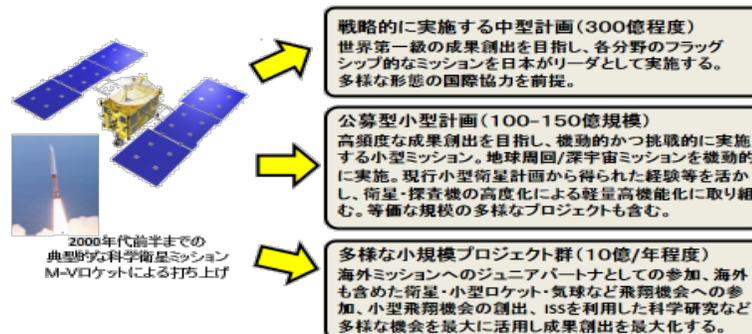
【参考】 宇宙科学・探査ロードマップ(平成25年9月19日、宇宙科学・探査部会了承)

■本ロードマップにおける具体的な進め方(骨子)

1. 宇宙科学プロジェクトを、戦略的中型計画、公募型小型計画、小規模プロジェクト群の3つのカテゴリに分け(右図を参照)、天文学・宇宙物理学、太陽系探査科学、これらのミッションを先導する衛星・探査機・輸送を含む宇宙工学の三つの分野において推進する。
2. 天文学・宇宙物理学分野は、フラッグシップ的に戦略的に実施する中型計画、および機動的に実施する小型計画、さらには海外大型ミッションへの参加など多様な機会を駆使して実行する。
3. 太陽系探査科学分野は、最初の約10年を機動性の高い小型計画による工学課題の克服・技術獲得と先鋭化したミッション目的を立て、10年後以降の大型科学ミッションによる本格探査に備える。イプシロンロケット高度化等を活用した低コスト・高頻度な宇宙科学ミッションを実現する。
4. 科学衛星や探査機の小型化・高度化技術などの工学研究、ならびに惑星探査、深宇宙航行システム、新たな宇宙輸送システム、などの研究成果をプロジェクト化する。

Ⅲ. 今後の宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策

宇宙科学における宇宙工学各分野の今後のプロジェクト実行の戦略に基づき、厳しいリソース制約の中、従来目指してきた大型化の実現よりも、中型以下の規模をメインストリームとし、中型(H2クラスで打ち上げを想定)、小型(イプシロンで打ち上げを想定)、および多様な小規模プロジェクトの3クラスのカテゴリに分けて実施する。



具体的には、以下の研究を推進する。

- 宇宙の起源と進化、宇宙における極限状態の物理的理解を目指した宇宙空間からの宇宙物理学及び天文学
- 我々の太陽系・様々な系外惑星の構造及び起源と進化、並びに地球を含めた生命の存在できる環境の理解を目指して太陽系空間に観測を展開する太陽系科学
- 宇宙開発利用に新しい芽をもたらし、将来において自由自在な科学観測・探査活動を可能とするための宇宙飛翔技術及び宇宙システムについての学術研究を行う宇宙飛翔工学
- 宇宙開発利用に新しい芽をもたらし、将来において自由自在な科学観測・探査活動を可能とするための宇宙機技術、地上システム技術、及びその応用についての学術研究を行う宇宙機応用工学
- 宇宙環境利用研究等の宇宙科学の複数分野又はその周辺領域にまたがる学際領域、及び新たな宇宙科学分野の学術研究を行う学際科学

## 【1】特筆すべき研究成果

年度計画で定めた研究を推進し、以下の特筆すべき研究成果を得た。

### ① 太陽風加速メカニズム解明へ重要な発見【金星探査機「PLANET-C」】

「PLANET-C(あかつき)」が太陽周回している機会を利用した高精度観測により、太陽風\*が太陽半径の約5倍離れた距離から急激に加速すること、太陽風の中で発生した音波エネルギーが太陽半径の約5～10倍の所で最大になることを初めて発見した。

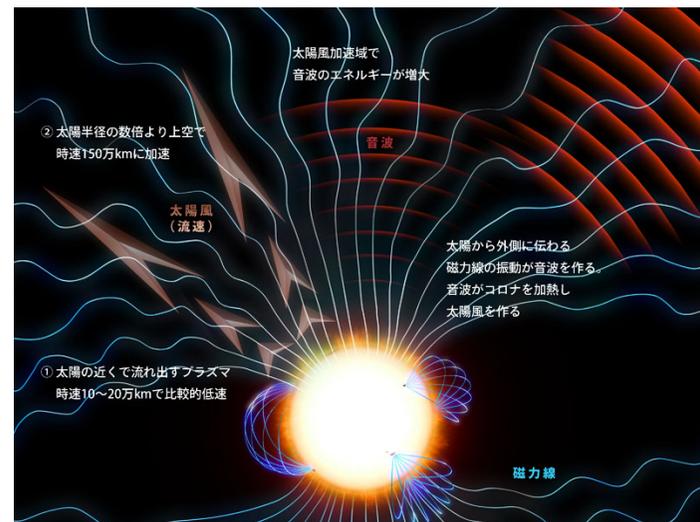
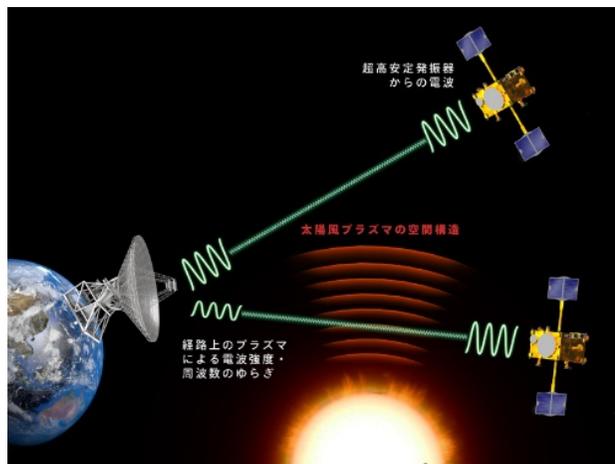
これは、太陽風加速域と音波加熱との間の関連を観測で直接示したものであり、「磁力線振動の不安定で生じた音波が衝撃波を起こし、この衝撃波がプラズマを加熱して太陽風加速をもたらす」という理論的シナリオに良く整合している。

(*The Astrophysical Journal* 平成26年6月/12月、JAXAプレスリリース平成26年12月18日)

\*太陽から吹き出すプラズマ(電気を帯びた希薄なガス)の流れ

本研究は、地球から見てちょうど太陽の反対側に位置していた「あかつき」を利用し、太陽風の速度や太陽風プラズマの密度の濃淡の情報を得る新しい手法(電波シンチレーション)を導入したことで実現。

「あかつき」を使った太陽風観測の模式図



### 「あかつき」の観測に基づく太陽風加速のイメージ

- ・太陽の近くでのプラズマの遅い流れが、数太陽半径の距離から急激に加速して太陽風となる。
- ・太陽風の中で発生した音波がプラズマを加熱して太陽風の加速をもたらす。音波は太陽表面から磁力線の振動として外向きに伝わってくる波動(アルペーン波)が不安定化して生成される。

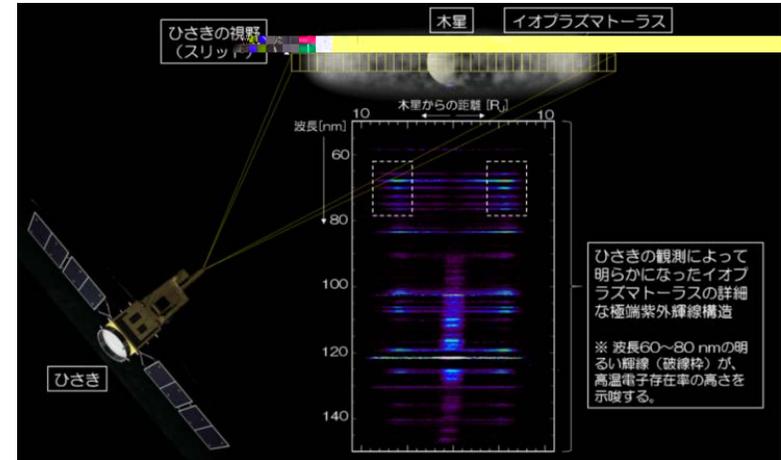
## ② 木星磁気圏での電子加速に関する学説を裏付け【惑星分光観測衛星「SPRINT-A」】

「SPRINT-A(ひさき)」による観測から、磁気圏の外側から内側に向けて電子輸送が起きているという観測的証拠を初めて捉えた。これは、電子加速メカニズムに関する従来の学説を裏付ける重要な証拠である。

木星は地球の1000倍以上もの強い磁場を持ち、木星磁気圏を形作っている。この磁気圏は太陽系最大の粒子加速器として知られ、木星に近い内部磁気圏には、放射線帯と呼ばれる高エネルギー電子が詰まった領域がある。この領域での電子加速に関する有力な学説は、高温電子が木星磁気圏外側から内側に移動する際に励起する電磁波が電子をさらに加速させ、これが定常的に継続することで木星放射線帯が成立・維持される、というものであった。

しかしこのメカニズムは統一的には理解されておらず、木星放射線帯がどのように形成・維持されているかという課題で、学術論争が続いていた。

(Science 平成26年9月、JAXAプレスリリース 平成26年9月26日)



SPRINT-A (ひさき) が観測したイオプラズマトーラスの極端紫外スペクトル

## ③ 非常に高い性能を持つ省電力通信機器を開発【超小型探査機「PROCYON」】

東京大学と共同開発した超小型探査機「PROCYON」は、平成26年12月3日に「はやぶさ2」の相乗り小型副ペイロードとして打ち上げに成功した。

これに搭載された通信機器の一つであるX帯電力増幅器(GaN SSPA)は、高度なRF設計技術と民生用GaN HEMTベアチップ実装技術と組合せ、インハウスかつ低予算で新規開発した。その結果、総合電力効率30%台という超高効率な特性を実現した。(従来は20~25%) (論文準備中)

高効率GaN XSSPAの深宇宙探査機への搭載は、これが世界初となる。また、この成果は衛星搭載用として発展するのみならず、深宇宙探査用新地上局など、将来の地上インフラの大電力増幅器の固体化の先鞭をつけるものである。



PROCYON搭載のX帯GaN 固体増幅素子(GaN SSPA)

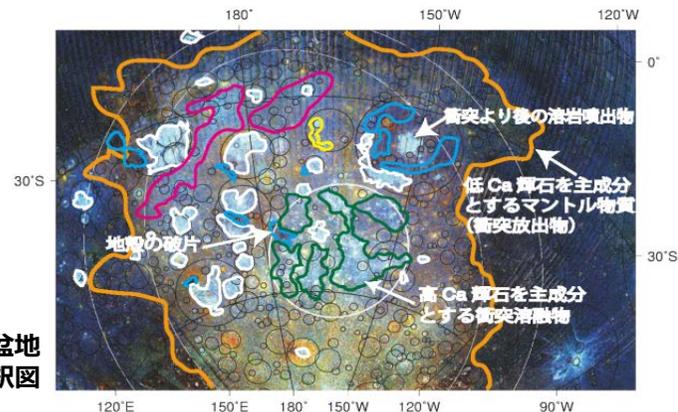


PROCYON内部に搭載されたGaN SSPA

#### ④ 月内部の地質構造 従来学説を覆す発見【月周回衛星「SELENE」】

将来の月探査で着陸候補地点のひとつである巨大衝突盆地(サウスポール・エイトケン盆地)の地質を解読することに成功し、月内部の物質の主成分が従来の説とは異なる(カンラン石ではなく低Ca輝石)ことを明らかにした。これまでは、盆地の地質が複雑であるため、解読はなされてこなかったが、SELENE(かぐや)による高空間分解能かつ低ノイズな画像データを解析することで、初めて同領域の地質を解読することができた。これは、月の起源と熱進化に関して従来の学説を覆す発見となった。(Geophysical Research Letters 平成26年4月)

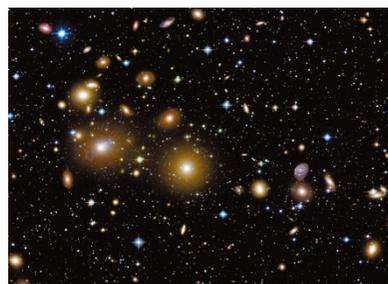
右：月のサウスポール・エイトケン盆地の地質解釈図



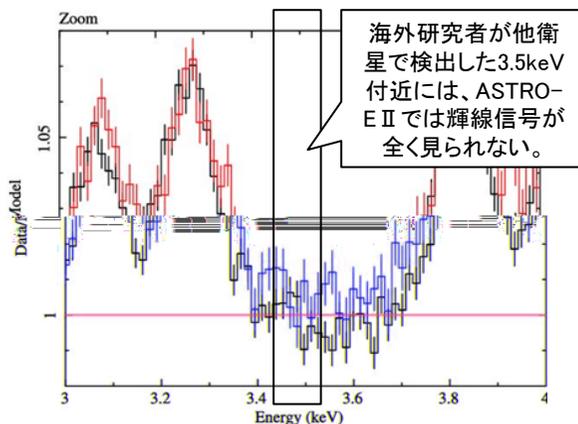
#### ⑤ 暗黒物質候補に新たな展開【X線天文衛星「ASTRO-E II」】

2014年、NASAやESAの衛星から由来の不明なX線輝線が検出され、それが宇宙の暗黒物質候補「右巻きニュートリノ」からのものである可能性があるとして世界で注目されていた。その後、ASTRO-E IIを用いて精度の非常に高いX線探索を実現。これにより、前述の2014年のX線輝線検出が「右巻きニュートリノ」起源である可能性が極めて低いことを明らかにした。これは、「右巻きニュートリノ」の質量に制限を付ける成果である。(PASJ 平成27年3月)

また、ISASのアーカイブデータを再利用し追加費用無しで多様な目的の実験に活用できることを実証した。



可視光で見たペルセウス座銀河団  
Credit & Copyright: Jean-Charles Cuillandre (CFHT) & Giovanni Anselmi (Coelum Astronomia), Hawaiian Starlight



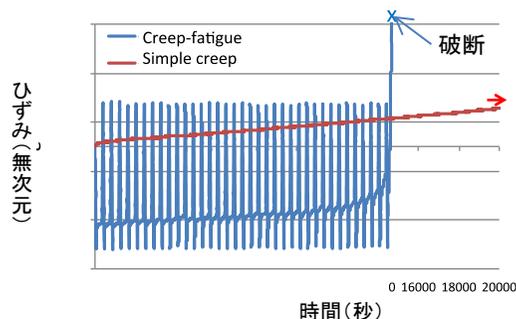
ASTRO-E IIが測定したX線スペクトル  
(輝線と連続成分の強度比)

#### ⑥ 新しいクリープ疲労損傷メカニズムの解明【液体ロケットエンジンの設計・評価】

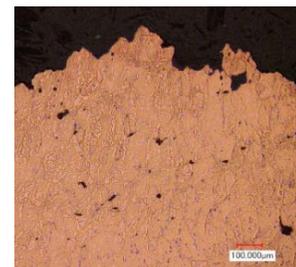
液体ロケットエンジンの寿命に大きく影響する燃焼室銅合金のクリープ疲労の原因解明のため、実機燃焼を模擬した疲労実験を実施した。これにより、クリープと疲労の相乗作用により急速な損傷蓄積が起こりうること、およびその損傷蓄積のメカニズムを明らかにした。

本研究では、従来のクリープ疲労試験と異なり1サイクル中に制御方法を変えて応力保持を導入した疲労試験を行うことで、今回の発見に至った。

この発見により、新型基幹ロケットエンジンの設計・評価において、この損傷蓄積メカニズムを踏まえた上で、より信頼性の高いロケットエンジンを開発することが可能となった。(Journal of Japan Institute of Copper 平成27年1月受理)



クリープ疲労(青)では純粹クリープ(赤)や純粹疲労にくらべ大幅に寿命が低下(破断に至る)



破断した試験片の電子顕微鏡写真

### ⑦ 観測ロケット実験の革新と利用の活性化へ大きく前進【再使用観測ロケットの研究】

再使用観測ロケットの実現に向け、エンジン技術のうち、100回の繰り返し運用下における寿命管理技術、帰還・着陸・アボート飛行の際に必要なディープスロットリング技術や高動的応答推力制御技術の実証を目的に新規エンジンの開発を行った。

予定していた基本性能・高度機能・寿命確認の各試験シリーズでは、これまでの使い捨てロケット用エンジンには無い試験方法、運転方法の試行錯誤を重ねながら、必要なデータを全て取得することに成功した。また、同一燃焼器で143回に上る着火回数を実現した上、設計範囲(40~100%)を大幅に下回る21%までのディープスロットリング運用を実現し、エンジンの飛躍的な運用性向上に対する可能性を示した。これらエンジンの設計・開発・試験を通じて、ロケットの再使用化に本質的に必要となる各種管理技術等、再使用エンジンに関する多くの知見を獲得した。



40%推力

70%推力



100%推力



エンジンスロットリング制御実証の様子



寿命管理された燃焼器の点検  
(繰り返し燃焼試験後)



多数回試験を実現する効率的な  
モニタリング及び試験運用

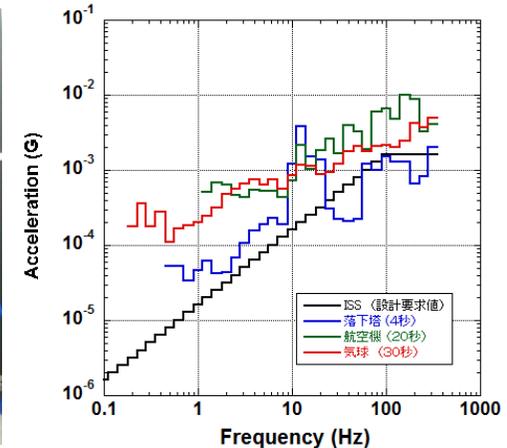
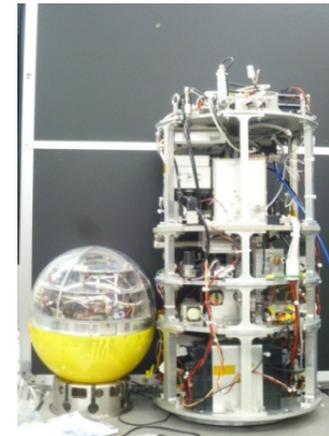
### ⑧ 微小重力実験の実用化に目途【大気球による自由落下を利用した実験】

大気球による自由落下を利用した微小重力実験システムにおいて、実験部の大型化に成功し、実施可能な微小重力実験の幅を広げることができた。

これまでは、3次元的なドラッグフリー\*により外乱の影響を低減した微小重力環境を実現していたが、一方で、実験部の大きさに制約があった。これを1軸のみのスライド機構の導入により克服し、実験部サイズ拡大及び $10^{-3}G$ レベルの微小重力環境を30秒間維持することに成功した。これにより、達成できる微小重力環境は航空機より10秒以上長く、実験部の大きさは欧州での観測ロケットを用いた微小重力実験と同等のサイズが可能となる。

(International Journal of Microgravity Science Application 平成27年2月受理)

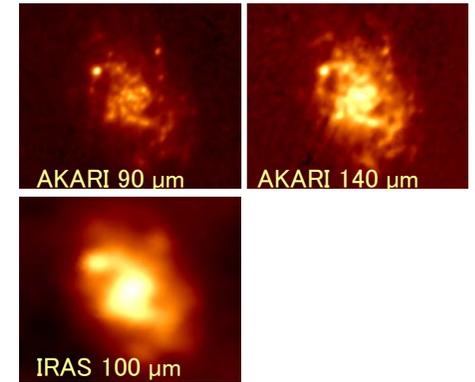
\*落下機体を二重カプセル化し、内側のカプセルを自由落下させる手法。



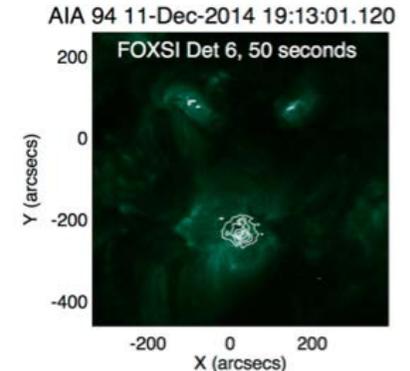
左：3軸ドラッグフリー制御システムにおける微小重力実験部（左）と本システムの微小重力実験部（右）の比較  
右：他の飛行手段との飛行頻度及び実現可能な重力レベルの比較・分析結果

## 【2】他の主な研究成果(1/2)

- ① 赤外線天文衛星「あかり」の遠赤外線サーベイ観測をもとに、東京大学を中心にISAS、東北大学、筑波大学、および英国の研究者からなるチームが全天画像データを作成。宇宙放射線や入射光量の履歴等により複雑に変動する検出器の特性を、ピクセル毎に解析・補正することにより、約1分角という全天画像としては世界一の解像度のマップ作成に成功した。(ISASTピックス 平成27年1月15日) <宇宙物理学研究系>
- ② 平成26年12月にカリフォルニア大学およびNASAと共同で観測ロケット(FOXSI-2)を打ち上げ、太陽観測を実施。ISASはファインピッチCdTe検出器を開発・供給した。直接撮像による高感度撮像分光観測を実施し、高精度の硬X線イメージの取得に初めて成功した。(FY26宇宙科学シンポジウム 平成27年1月) <宇宙物理学研究系>
- ③ ASTRO-E II (すざく)による高分解能の観測データから、巨大ブラックホールからの強力な紫外線放射が作り出す超高速アウトフローが銀河空間に莫大なエネルギーを供給していることを初めて明らかにした。(Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 平成27年1月) <宇宙物理学研究系>
- ④ ISASとカリフォルニア工科大学が中心となって開発した観測ロケット実験CIBERで撮影した赤外線画像を解析した結果、宇宙に未知の赤外線源が大量に存在することを示す大きな「ゆらぎ(まだら模様)」を新たに発見した。発見した「ゆらぎ(まだら模様)」の大きさはこれまでの理論的予測を超え(2倍以上)、普通の星や銀河等の影響だけでは説明がつかないと分かった。これを説明するための未知の赤外線光源候補として、系外銀河の「ハロー」と呼ばれる領域に、普通の観測では見えないほどの暗い星が大量(予想の約10倍)に浮遊しているという仮説「ハロー浮遊星モデル」を示した。(Science 平成26年11月、JAXAプレスリリース 平成26年11月7日) <宇宙物理学研究系>



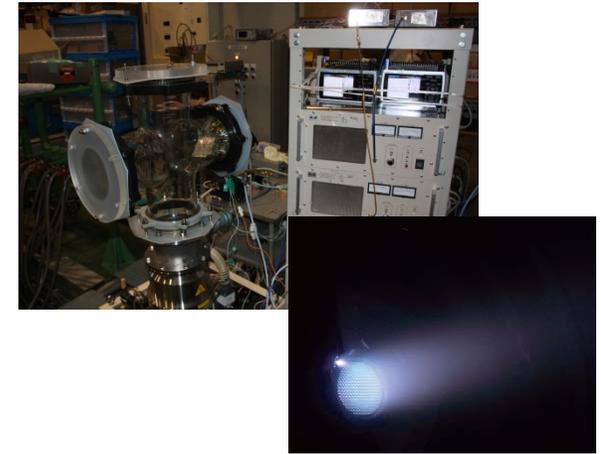
渦巻き銀河の遠赤外線画像の比較。  
1983年に米英蘭が行った観測に比べ、「あかり」は解像度が数倍改善しているほか、より長波長での情報が得られている。(①)



FOXSI-2で得た硬X線画像 (②)

## 【2】他の主な研究成果(2/2)

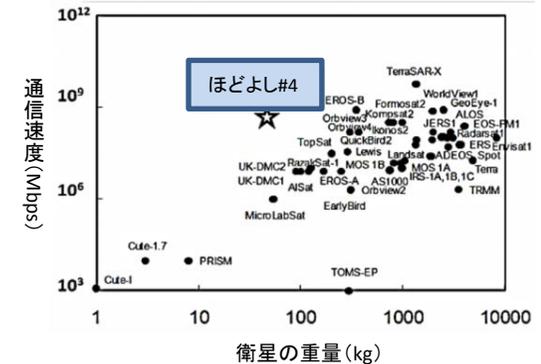
- ⑤ 人工衛星の基盤技術として、光学架台のポインティング制御技術を開発し、1秒角の精度で指向を維持することが可能であることを実証した。本制御精度を数メートル規模以上の大型構造に対して実現する技術は、世界最先端であり、次世代の天文衛星や通信衛星の要求に資する。  
(*Journal of Intelligent Material Systems and Structure* 平成26年12月) <宇宙飛翔工学研究系>
- ⑥ 燃料を固体で、酸化剤を液体で搭載することで爆発の危険のないハイブリッドロケットについて、融解する燃料の流体解析により、流速、圧力、温度、加速度変化に関する、流動の安定特性と微粒子化・飛散の特性を解明した。これにより、非火薬ロケットによる安全・経済的宇宙輸送の実現性を高めた。(AIAA *Journal* 平成26年12月)<宇宙飛翔工学研究系>
- ⑦ はやぶさ2搭載のイオンエンジン開発において、はやぶさでの中和器の劣化や故障の原因を解明し長寿命化を実現した。磁場の強化等の対策を講じ、高温・低温を繰り返す耐久試験を実施することで、長時間作動の実証に成功した。(Journal of Propulsion and Power 平成26年9月) <宇宙飛翔工学研究系>
- ⑧ 新たに開発した小型・省電力の高速送信機により、運用中の超小型衛星と地上設備との間で、毎秒 348Mbpsの世界最高速度の通信(超小型衛星としては従来比3倍以上)に成功した。本技術は、これまでコストや消費電力の問題から高速通信機器の搭載が難しかった超小型衛星による大量データの送信を可能とする。(日刊工業新聞 平成27年3月4日) <宇宙機応用工学研究系>
- ⑨ ブラックホール天体のX線スペクトルに見られる“広がった鉄輝線の構造”について、輝線の構造と時間変動を統一的に説明できるモデルを初めて明らかにした。これにより、長年の未解決問題であったブラックホールのX線スペクトル構造の解明に成功した。この結果は、今後ブラックホールの正体を解明するための手掛かりとなる。(PASJ 平成26年12月) <学際科学研究系>



イオンエンジン中和器の耐久試験 (⑦)

上：マイクロ波放電式中和器用の耐久試験装置。ガラス製真空タンクと電源・ガス供給装置・計測システムで構成。

下：はやぶさ2搭載のマイクロ波放電式イオンエンジンの地上調整運転の様子。円盤状噴射口からプラズマジェットが排出されている。



近地球衛星の重量と通信速度 (⑧)

### 【3】平成26年度 研究成果の発表状況等

	実績	備考
1.今年度の研究成果		
(1)査読付き学術誌掲載論文(平成26年)	322編	Web of Science調べ(参考1)
(2)著名な学術誌でのaccept数	Science 5編/Nature 1編	Web of Science調べ(参考1)
(4)学術賞受賞(平成26年度)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・H26.9 NASA Group Achievement Award</li> <li>・H27.3 第7回宇宙科学奨励賞</li> <li>・H27.3 2014年度日本天文学会欧文研究報告論文賞 等</li> </ul>	参照:公開HP <a href="http://www.isas.jaxa.jp/j/about/award/index_award.shtml">http://www.isas.jaxa.jp/j/about/award/index_award.shtml</a>
2.高被引用論文数	51編	(参考2-1、2-2)
3.国際共著率	研究分野平均 54%(H15年～H27年3月)	(参考3)
4.外部資金獲得額	約9.8億円	(参考4)
5.学位取得者数	80名(修士62名、博士18名)	(参考5)

※その他の戦略的取り組み

①効果的な広報活動

:科学広報担当を新たに公募し採用する等、科学衛星等の開発成果やそれを用いた科学的成果を国民に分かりやすく伝えるための体制を強化。また、新聞社編集員等の外部有識者を招き、外部からの視点を取り入れた広報活動を推進する仕組みを整えた。

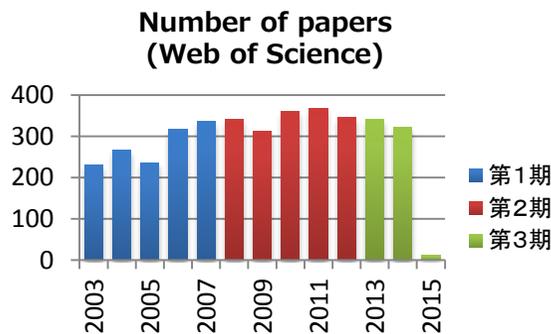
②査読論文数等の分析等の自己評価活動

:発表済の査読論文数、引用数、高被引用論文数等の論文分析や他機関との比較、人事交流の実態調査を行うことで、事業がこれまでもたらした成果を把握。これを材料の一つに、今後の事業改善計画を立案。

③外部資金獲得増に向けた取り組み

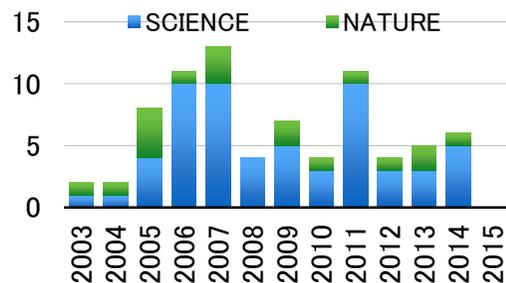
:有識者を活用した講演会の開催や、申請書の書き方添削を実施。

(参考1) ■ 論文数の推移(注)

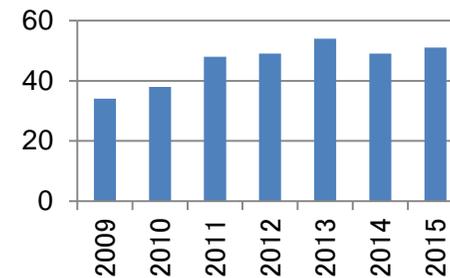


(注) ISASの研究者を共著者に含む論文の中で、Web Of Science(WOS)が調査の対象としている学術誌に掲載された論文のみ数。従って、全査読付き論文数よりも少ない。また、集計は年度ではなく暦年。(平成27年3月末現在)

■ Science及びNature掲載論文数の推移



(参考2-1) ■ 高被引用論文数の推移(注)



(注) 文系を含む全学術領域を22分野に分け、分野および出版年毎に分けたサブグループ毎に引用数を順位化し、上位1%に入る論文の数。対象は過去10年に出版された論文。

(参考2-2) 平成27年3月1日時点 高被引用論文(Essential Science Indicators(ESI)データベースによる調査)

被引用回数	タイトル	発行年	筆頭著者	分野	
1	1228	THE SWIFT GAMMA-RAY BURST MISSION	2004	Gehrels, N	SPACE SCIENCE
2	847	THE LARGE AREA TELESCOPE ON THE FERMI GAMMA-RAY SPACE TELESCOPE MISSION	2009	Atwood, W. B.	SPACE SCIENCE
3	643	THE HINODE (SOLAR-B) MISSION: AN OVERVIEW	2007	Kosugi, T.	SPACE SCIENCE
4	544	THE BURST ALERT TELESCOPE (BAT) ON THE SWIFT MIDEX MISSION	2005	Barthelmy, SD	SPACE SCIENCE
5	503	MEASUREMENT OF THE COSMIC RAY E(+)E(-) SPECTRUM FROM 20 GEV TO 1 TEV WITH THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE	2009	Abdo, A. A.	PHYSICS
6	393	RESEARCH ARTICLE - COMET 81P/WILD 2 UNDER A MICROSCOPE	2006	Brownlee, D	SPACE SCIENCE
7	391	FERMI LARGE AREA TELESCOPE FIRST SOURCE CATALOG	2010	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
8	370	THE EUV IMAGING SPECTROMETER FOR HINODE	2007	Culhane, J. L.	SPACE SCIENCE
9	355	FERMI LARGE AREA TELESCOPE SECOND SOURCE CATALOG	2012	Nolan, P. L.	SPACE SCIENCE
10	334	REPORT - MINERALOGY AND PETROLOGY OF COMET 81P/WILD 2 NUCLEUS SAMPLES	2006	Zolensky, M E	GEOSCIENCES
11	287	THE X-RAY OBSERVATORY SUZAKU	2007	MITSUUDA K	SPACE SCIENCE
12	283	FERMI OBSERVATIONS OF HIGH-ENERGY GAMMA-RAY EMISSION FROM GRB 080916C	2009	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
13	276	A SHORT GAMMA-RAY BURST APPARENTLY ASSOCIATED WITH AN ELLIPTICAL GALAXY AT REDSHIFT Z=0.225	2005	Gehrels, N	SPACE SCIENCE
14	274	THE X-RAY TELESCOPE (XRT) FOR THE HINODE MISSION	2007	Golub, L.	SPACE SCIENCE
15	270	CHROMOSPHERIC ALFVENIC WAVES STRONG ENOUGH TO POWER THE SOLAR WIND	2007	De Pontieu, B	SPACE SCIENCE
16	258	THE SCUBA HALF-DEGREE EXTRAGALACTIC SURVEY - II. SUBMILLIMETRE MAPS, CATALOGUE AND NUMBER COUNTS	2006	Coppin, K	SPACE SCIENCE
17	252	SPECTRUM OF THE ISOTROPIC DIFFUSE GAMMA-RAY EMISSION DERIVED FROM FIRST-YEAR FERMI LARGE AREA TELESCOPE DATA	2010	Abdo, A. A.	PHYSICS
18	246	X-RAY IMAGING SPECTROMETER (XIS) ON BOARD SUZAKU	2007	Koyama K	SPACE SCIENCE
19	239	THE FIRST FERMI LARGE AREA TELESCOPE CATALOG OF GAMMA-RAY PULSARS	2010	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
20	230	CONSTRAINING DARK MATTER MODELS FROM A COMBINED ANALYSIS OF MILKY WAY SATELLITES WITH THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE	2011	Ackermann, M.	PHYSICS
21	225	FERMI/LARGE AREA TELESCOPE BRIGHT GAMMA-RAY SOURCE LIST	2009	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
22	209	THE FIRST CATALOG OF ACTIVE GALACTIC NUCLEI DETECTED BY THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE	2010	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
23	197	CROSS SECTIONS FOR ELECTRON COLLISIONS WITH WATER MOLECULES	2005	ITIKAWA Y	PHYSICS
24	196	SIMULATION OF CLIMATE RESPONSE TO AEROSOL DIRECT AND INDIRECT EFFECTS WITH AEROSOL TRANSPORT-RADIATION MODEL	2005	Takemura T	GEOSCIENCES
25	188	BRIGHT ACTIVE GALACTIC NUCLEI SOURCE LIST FROM THE FIRST THREE MONTHS OF THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE ALL-SKY SURVEY	2009	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
26	180	THE HORIZONTAL MAGNETIC FLUX OF THE QUIET-SUN INTERNETWORK AS OBSERVED WITH THE HINODE SPECTRO- POLARIMETER	2008	Lites, B. W.	SPACE SCIENCE
27	174	FERMI OBSERVATIONS OF GRB 090902B: A DISTINCT SPECTRAL COMPONENT IN THE PROMPT AND DELAYED EMISSION	2009	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
28	172	THE SOLAR OPTICAL TELESCOPE OF SOLAR-B (HINODE): THE OPTICAL TELESCOPE ASSEMBLY	2008	Suematsu, Y.	SPACE SCIENCE
29	172	THE SPECTRAL ENERGY DISTRIBUTION OF FERMI BRIGHT BLAZARS	2010	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
30	167	CROSS SECTIONS FOR ELECTRON COLLISIONS WITH NITROGEN MOLECULES	2006	ITIKAWA Y	PHYSICS
31	162	A LIMIT ON THE VARIATION OF THE SPEED OF LIGHT ARISING FROM QUANTUM GRAVITY EFFECTS	2009	Abdo, A. A.	PHYSICS
32	156	THE SECOND CATALOG OF ACTIVE GALACTIC NUCLEI DETECTED BY THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE	2011	Ackermann, M.	SPACE SCIENCE
33	148	POLARIZATION CALIBRATION OF THE SOLAR OPTICAL TELESCOPE ONBOARD HINODE	2008	Ichimoto, K.	SPACE SCIENCE
34	143	THE AKARI/IRC MID-INFRARED ALL-SKY SURVEY	2010	Ishihara, D.	SPACE SCIENCE
35	140	OBSERVATIONS OF MILKY WAY DWARF SPHEROIDAL GALAXIES WITH THE FERMI-LARGE AREA TELESCOPE DETECTOR AND CONSTRAINTS ON DARK MATTER MODELS	2010	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
36	137	FERMI LAT OBSERVATIONS OF COSMIC-RAY ELECTRONS FROM 7 GEV TO 1 TEV	2010	Ackermann, M.	PHYSICS
37	135	DESIGN CONCEPTS FOR THE CHERENKOV TELESCOPE ARRAY CTA: AN ADVANCED FACILITY FOR GROUND-BASED HIGH-ENERGY GAMMA-RAY ASTRONOMY	2011	Actis, M	SPACE SCIENCE
38	126	MEASUREMENT OF SEPARATE COSMIC-RAY ELECTRON AND POSITRON SPECTRA WITH THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE	2012	Ackermann, M.	PHYSICS
39	112	FERMI LARGE AREA TELESCOPE SEARCH FOR PHOTON LINES FROM 30 TO 200 GEV AND DARK MATTER IMPLICATIONS	2010	Abdo, A. A.	PHYSICS
40	102	BARYONS AT THE EDGE OF THE X-RAY-BRIGHTEST GALAXY CLUSTER	2011	Simionescu, A	SPACE SCIENCE
41	100	FERMI LAT SEARCH FOR DARK MATTER IN GAMMA-RAY LINES AND THE INCLUSIVE PHOTON SPECTRUM	2012	Ackermann, M.	PHYSICS
42	99	ITOKAWA DUST PARTICLES: A DIRECT LINK BETWEEN S-TYPE ASTEROIDS AND ORDINARY CHONDRITES	2011	Nakamura, T	GEOSCIENCES
43	88	THE GLOBAL DISTRIBUTION OF PURE ANORTHOSITE ON THE MOON	2009	Ohtake, M	GEOSCIENCES
44	85	OBSERVATIONS OF THE YOUNG SUPERNOVA REMNANT RX J1713.7-3946 WITH THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE	2011	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
45	82	THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE ON ORBIT: EVENT CLASSIFICATION, INSTRUMENT RESPONSE FUNCTIONS, AND CALIBRATION	2012	Ackermann, M.	SPACE SCIENCE
46	60	DETECTION OF THE CHARACTERISTIC PION-DECAY SIGNATURE IN SUPERNOVA REMNANTS	2013	Ackermann, M.	SPACE SCIENCE
47	56	FERMI-LAT OBSERVATIONS OF THE DIFFUSE gamma-RAY EMISSION: IMPLICATIONS FOR COSMIC RAYS AND THE INTERSTELLAR MEDIUM	2012	Ackermann, M.	SPACE SCIENCE
48	55	A DUST-OBSCURED MASSIVE MAXIMUM-STARBURST GALAXY AT A REDSHIFT OF 6.34	2013	Riechers, DA	SPACE SCIENCE
49	17	THE INTERFACE REGION IMAGING SPECTROGRAPH (IRIS)	2014	DE PONTIEU, B.	SPACE SCIENCE
50	9	THE FIRST PULSE OF THE EXTREMELY BRIGHT GRB 130427A: A TEST LAB FOR SYNCHROTRON SHOCKS	2014	Preece, R.	SPACE SCIENCE
51	6	SPACE WEATHERED RIMS FOUND ON THE SURFACES OF THE ITOKAWA DUST PARTICLES	2014	Noguchi, T.	GEOSCIENCES

このリストでは、平成27年3月1日に更新されたESIデータに基づき、平成15年1月1日～平成26年12月31日までに出版された論文から、共著者にISAS所属の著者を含む高被引用論文(全51編)を被引用数の順に掲げた。さらに、ISAS所属の著者が筆頭著者となっている高被引用論文(全6編)を、赤字で識別した。

(注1) Web Of Science データベースに収録される論文について、学術分野と出版年が同じ論文毎に一つの母集団と見なし、各母集団において被引用数の高い順に論文を並べたとき、その母集団要素総数の上位1%に入る論文を「高被引用論文」と定義する。

(注2) 分野「SPACE SCIENCE」とは、トムソン・ロイター社のESIデータベースの分類であり、地上観測・理論研究を含む天文学・宇宙物理学一般および太陽系科学の一部からなる分野を指す。

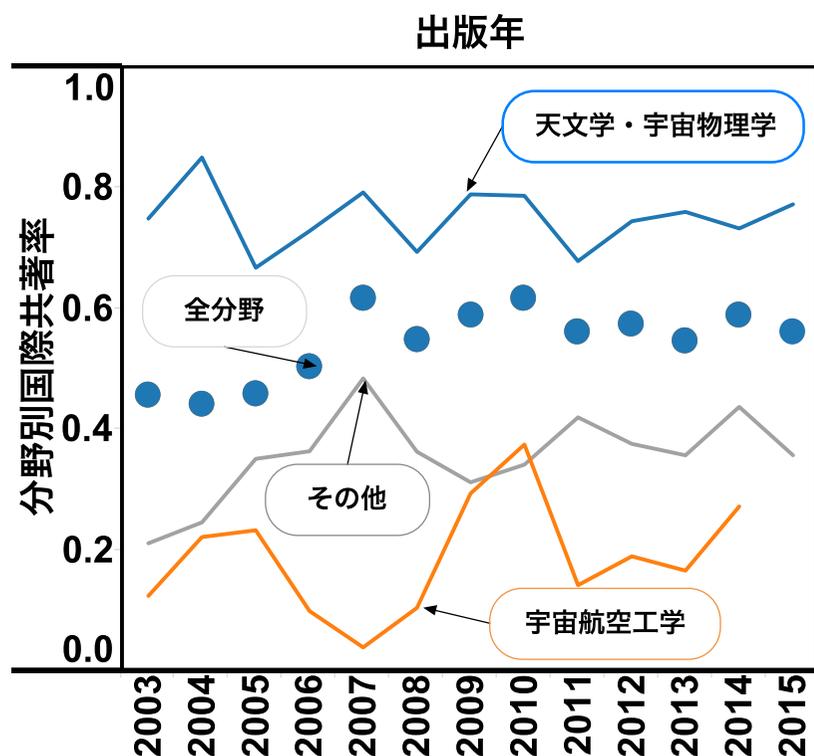
### (参考3) 学術論文の国際共著率の推移

特に天文学・宇宙物理学の分野において高い国際共著率を維持している。他の分野においては、打ち上げた衛星や探査機が取得できるデータに依ると推測される。

#### ■ 研究分野別の国際共著率の推移

(Web of Science調べ 出版年:平成15年～平成27年3月)

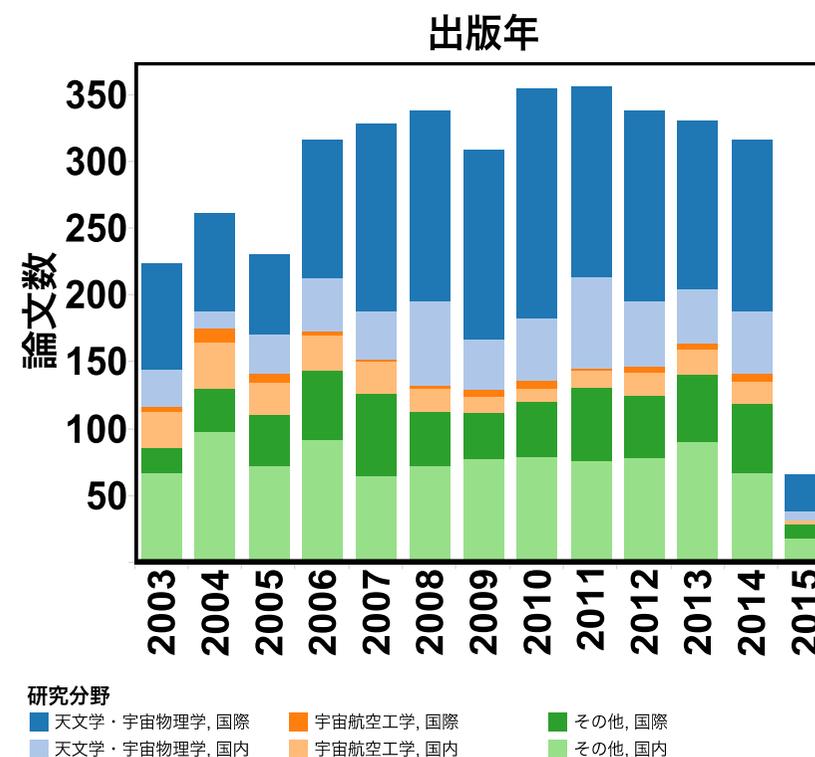
##### 国際共著率



#### ■ 研究分野別の論文数の推移

(Web of Science調べ 出版年:平成15年～平成27年3月)

##### 論文数



※ 打ち上げ実績: 2003年 MUSES-C(はやぶさ) / 2005年 ASTRO-E II(すざく)、ASTRO-F(あかり)、INDEX(れいめい) / 2006年 SOLAR-B(ひので) / 2007年 SELENE(かぐや) / 2010年 PLANET-C(あかつき)

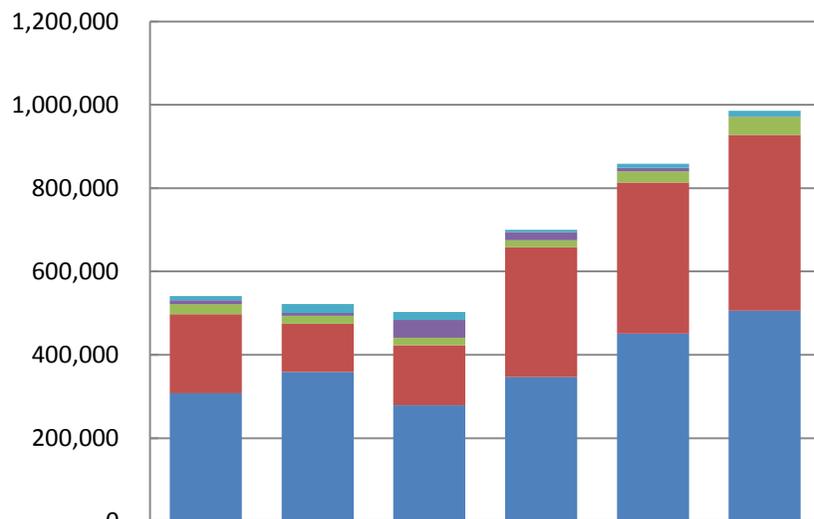
## (参考4) 外部資金獲得状況

外部資金獲得額は前年度より増加し、特に科研費獲得金額が増加傾向にある。

### ■ ISASの外部資金獲得状況

(平成21年度～平成26年度)

(単位:千円)



	FY21	FY22	FY23	FY24	FY25	FY26
奨学寄附金	9,447	20,950	19,100	5,329	9,500	13,819
その他(助成金、補助金等)	9,197	6,800	42,220	19,536	8,335	800
共同研究	24,526	19,233	18,478	16,662	26,839	42,971
受託研究	189,572	115,601	143,960	311,919	362,360	422,284
科研費	307,940	359,131	278,920	346,552	451,100	505,675

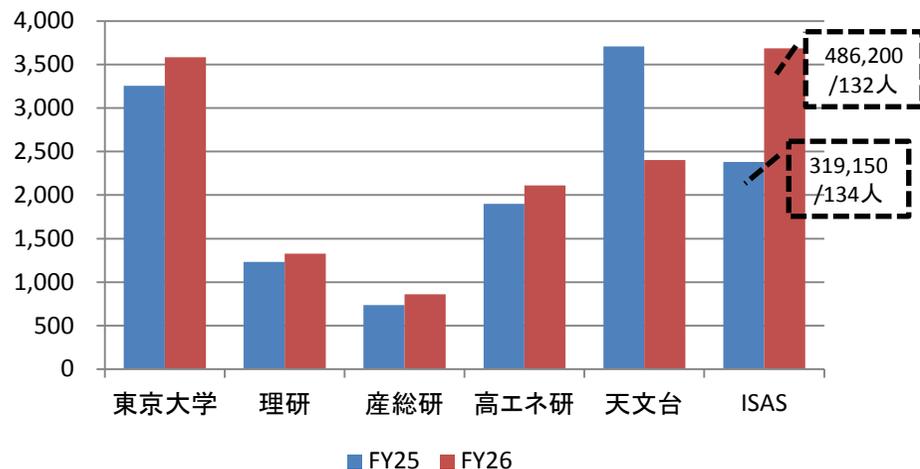
■ 科研費 ■ 受託研究 ■ 共同研究 ■ その他(助成金、補助金等) ■ 奨学寄附金

\*受託研究には、科学技術振興機構(JST)の競争的資金制度も含む。

### ■ 機関別の科研費 当初配分状況(平成26年度)

(研究者一人当たりの額)

(単位:千円)



	研究者数	採択数	合計金額	研究者一人当たりの額
東京大学	6,108	3,690	21,880,934	3,582
理研	2,960	755	3,929,491	1,328
産総研	2,261	535	1,950,260	863
高エネ研	515	135	1,087,450	2,112
天文台	158	62	379,860	2,404
ISAS	132	93	486,200	3,683

・理研:理化学研究所、産総研:産業技術総合研究所、  
高エネ研:高エネルギー加速器研究機構、天文台:国立天文台

・研究者数は各機関の公開資料をもとにISASにて計算

・採択数及び合計金額は、日本学術振興会による公表資料をもとに記載

※平成26年度当初配分の金額

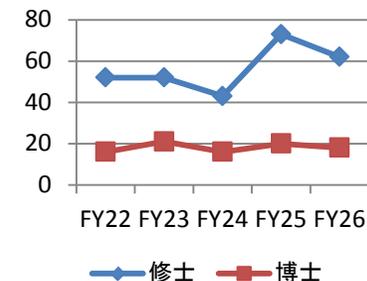
## (参考5) ISAS 学位取得者状況

大学院生に実践的な研究現場を提供し、宇宙科学コミュニティにおける後継育成、宇宙航空産業の技術者養成に貢献している。

### ■ 学位取得状況

学位取得年度	平成24年度			平成25年度			平成26年度		
	修士	博士	小計	修士	博士	小計	修士	博士	小計
総合研究大学院大学	1	6	7	1	10	11	2	2	4
東京大学大学院	18	6	24	38	8	46	24	9	33
特別共同利用研究員	20	2	22	24	1	25	29	5	34
連携大学院	4	2	6	10	1	11	7	2	9
計	43	16	59	73	20	93	62	18	80

学位取得者人数推移



### ■ 学位取得者の進路

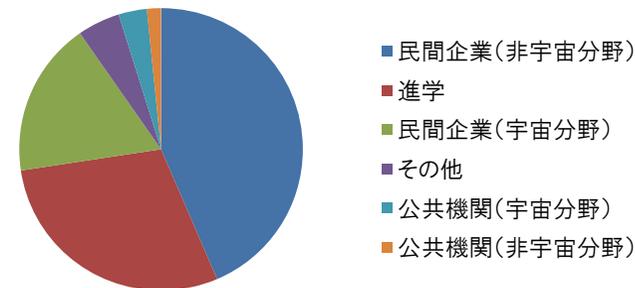
#### ● 修士課程総数 62名

- 進学 18名 (博士課程進学 18名)
- 就職 41名
  - ー宇宙分野 13名
    - ・ 公共機関 2名 (JAXA)
    - ・ 民間企業 11名 (三菱重工業、三菱電機、IHI他)
  - ー非宇宙分野 28名
    - ・ 公共機関 1名 (長野県庁)
    - ・ 民間企業 27名 (トヨタ自動車、マツダ(株)、他)
- その他 3名

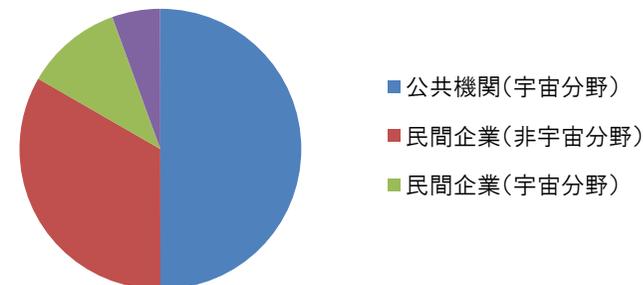
#### ● 博士課程総数 18名

- 就職 18名
  - ー宇宙分野 11名
    - ・ 公共機関 9名 (JAXA、国立天文台他)
    - ・ 民間企業 2名 (三菱重工業、他)
  - ー非宇宙分野 7名
    - ・ 公共機関 1名 (日本原子力研究開発機構)
    - ・ 民間企業 6名

修士



博士



### (b)最先端の研究成果が持続的に創出される環境の構築・運営

宇宙科学研究所を中心とした宇宙科学コミュニティにおいて、最先端の研究成果が持続的に創出されることを目指して、インターナショナルトップヤングフェローシップの更なる推進、設置済みの大学連携拠点の運営、新たな大学連携拠点の設置検討、大学研究者や外国人研究者の受入環境改善の取り組みなど、環境構築を進める。

#### 実績:

- ① ISASミッションによる学術成果の新たな角度からの創成や新規プロジェクト提案、外国機関との連携推進などを目的として、国際公募による応募者70名(26か国)の中から1名若手フェローを採用した。平成27年3月31日時点で6名のフェローを雇用中。(平成26年度査読付き論文数:31編)
- ② 今後ISASが多様性を備え、日本全体の研究成果を最大化させることを目的とし、インターナショナルトップヤングフェローシップの制度改善方をまとめた。(教員とフェローとで活動計画を立案し、年度末の成果報告を受けて次年度の活動計画にフィードバックするサイクルの実現等)
- ③ 平成25年に設置した名古屋大学太陽地球環境研究所ERGサイエンスセンターについて、公募により採用した2名の研究者と共に、衛星データ解析環境の構築等の研究活動を推進した。
- ④ 理工連携による太陽系探査の戦略的な策定に寄与し、「宇宙科学・探査ロードマップ」を具体化する活動を推進することを目的に、新たな大学共同利用連携拠点を募集した。5件の応募があり、平成27年度の活動開始を目指して選定を進める。

(参考)フェローによる研究成果(ITYF)

銀河団中心領域には高温のガスが存在するが、ガス密度が高いにも関わらずなぜ冷えずに高温を保っているのかは長年わかっていなかった。そこで、NASAのチャンドラX線観測衛星を用いてペルセウス座銀河団と乙女座銀河団をX線観測した結果から、中心の巨大ブラックホールからのジェットが引き起こす乱流による加熱が原因であるとの説を提案した。(Nature 平成26年11月)

### (c)大学共同利用システムの運営

- 個々の大学等では実行困難な規模の研究事業を実施し、全国の大学その他の研究機関の研究者に研究資源やインフラ、共同研究の実施などの大学共同利用の機能を実現するため、競争的環境を維持しつつ研究者コミュニティの意思決定を尊重して大学共同利用システムを運用する。
- 宇宙科学研究の中核拠点として大学等の研究者が十分活用できる場となるよう、大学共同利用システムの利便性を強化し、大学共同利用システムに参加する研究者(大学共同利用システム研究員)数を延べ400人以上とする。
- 研究成果の発表を通じて宇宙科学研究における学術研究の進展に寄与するため、シンポジウム等を20件以上開催する。

#### 実績:

- ① 研究者の創造力を活かし、競争的に宇宙科学探査の研究成果を引き出す仕組みとして、宇宙理学委員会、宇宙工学委員会、宇宙環境利用科学委員会等の運営を行った。(採択研究件数)宇宙理学委員会19件、宇宙工学委員会22件、宇宙環境利用科学委員会48件等。
- ② 大学共同利用システムを利用し、研究活動を行う大学等外部研究者の利便性向上のため、ユーザーズオフィス業務が確立している他機関の調査を実施。調査結果を参考に、ユーザーによる旅費及び宿泊施設利用申請に関するシステム改善や外国人研究者等の生活支援等、環境改善方をまとめた。
- ③ 大学共同利用システムに参加する研究者は延べ872人であった。(延べ400人を達成)
- ④ 大学等と共同で21件のシンポジウムを開催した。(20件以上を達成)(宇宙科学シンポジウム、宇宙環境利用シンポジウム、月・惑星シンポジウム等)

# (参考) 大学共同利用システムの運営 <宇宙理学委員会>

## 戦略的開発研究の成果概要

**目的:** プロジェクトの準備段階であるWGが、ミッション提案に向けて具体的な技術課題を解決するための研究開発を行う。

### 実績と効果:

外部発表の実績(報告書に記載されたもの)は、学術論文3件、国際学会発表11件、国内学会発表約80件。

成果の代表例は以下のとおり。

- ① 超広視野初期宇宙探査衛星(WISH)について、望遠鏡構造・光学系の最適化などの検討を行い、ミッション提案を行った。
- ② 太陽観測衛星Solar-Cについて、像安定度確保のためのシステム検討などを行い、ミッション提案を行った。
- ③ 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測のためのLiteBIRDについて、ミッション部全体の熱・構造検討などを行い、ミッション提案を行った。
- ④ 火星大気散逸ミッション(のぞみ後継機)のシステム概念設計を行い、中型計画の予算規模での実現性を確認した。
- ⑤ 木星氷衛星総合探査のためのJUICEミッションに向けて、4つの観測装置の開発を行った。
- ⑥ 位置天文学のための小型JASMINE衛星に向けて、衛星の熱設計など、成立性検討を行った。
- ⑦ ESAの大型X線天文衛星Athenaに向けて、高分解能X線分光器のための冷却系の研究開発を行った。
- ⑧ 太陽系外惑星研究のために、NASAのWFIRST-AFTA衛星に搭載するコロナグラフの開発を行った。
- ⑨ 小型重力波観測衛星DPFに向けて、干渉計・試験マスモジュールの開発を進めた。

## 搭載機器基礎開発研究の成果概要

**目的:** 競争力ある宇宙科学ミッションを実現するために、将来ミッションに搭載する機器の基礎的な研究開発を先行して行う。

### 実績と効果:

外部発表の実績(報告書に記載されたもの)は、学術論文3件、国際学会発表7件、国内学会発表約20件。

成果の代表例は以下のとおり。

- ① 気球実験による反粒子宇宙線観測に必要な自励振動ヒートパイプを用いた軽量低消費電力な冷却機構の開発を継続し、実現性を高めた。
- ② 気球搭載VLBI電波望遠鏡の開発を進め、波長以上変動する局位置の変動を補償し、初めての気球VLBI観測に成功した。
- ③ 系外惑星をトランジット法で観測する際、惑星大気組成の同定に必要な超広帯域・極端デフォーカス分光素子の開発を開始した。
- ④ CCDによるX線観測を行う際に必須のCCD表面への可視光遮断フィルムコート技術を開発した。
- ⑤ 宇宙空間からの天体や惑星観測のための、放射線耐久性に優れた長寿命極端紫外光検出器を試作した。

## (参考) 大学共同利用システムの運営 <宇宙工学委員会>

### 戦略的開発研究の成果概要

**目的:** 将来の工学ミッション提案(科学衛星、飛翔体)や科学衛星や飛翔体・宇宙輸送システムの革新を目指した要素技術研究を実施。

**実績と効果:**

外部発表の実績は、学術論文117件、国際学会発表165件、国内学会発表407件。

代表例は以下のとおり。

- ① ソーラセイルWGでは、ソーラー電力セイル探査機による外惑星領域探査の実証ミッションとしてとりまとめ、次期中型計画として提案した。
- ② ハイブリッドロケットの研究では、最大推力4.5kN、燃焼時間10秒といった従来実績に比べて大推力・長時間燃焼に成功。大推力エンジンの設計・燃焼技術を獲得した。
- ③ 先進的固体ロケットシステム技術実証WGでは、低コストGG(気体発生器)用固体推進薬に使う共晶酸化剤の造粒とこれを適用した推進薬グレインの試作を実施。結晶の形状不安定性の排除と燃焼安定性確保が可能であることを実験的に明らかにした。また、アンモニウムジニトラミドを含む固体3成分系混合物から生じるイオン液体推進剤について、一般的には難燃性と言われるイオン液体が着火・燃焼することを実証し、推進剤としての適用可能性を見出した。
- ④ 火星着陸探査技術実証ミッションWGでは、火星探査計画をとりまとめ、次期中型計画として提案した。
- ⑤ 月惑星表面探査技術WGでは、SLIMおよび次期中型計画に応募された火星探査計画にペイロード提案をおこなった。
- ⑥ 多偏波合成開口レーダ(SAR)の革新的小型化の研究では、ヒンジ展開部の非接触導波管チョークフランジの最適化を行い、3次元的な間隙が1mm以内で、損失0.1dB以下である卵型溝形状を得た(特許出願済)。また、ほどよし4衛星から相模原3.8mアンテナにて、16QAM変調、348Mbps の50kg級衛星として世界最高速の高速ダウンリンク通信に成功した。

# (参考) 大学共同利用システムの運営 <宇宙環境利用科学委員会>

## ワーキンググループの成果概要

**目的:**宇宙環境を利用する科学研究ミッションを提案するための研究を行う。

### 実績と効果:

外部発表の実績は、学術論文72件、解説記事等8件、国際学会発表67件、国内学会発表174件、著書4件。代表例は以下のとおり。なお、これらは全て、具体的なISS実験計画を立案するための地上研究の成果である。

- ① 航空機利用の短時間微小重力実験により、固体ヘリウムの溶融・再成長過程が秒単位という極めて短時間で起こる現象を発見した。これは、微小重力実験条件の詳細化に資するのみならず、極低温固体物理の新たな発展の契機となるであろう。(International Journal of Microgravity Science 平成26年4月)
- ② 生命の起源で重要な役割を果たすと考えられる有機物が宇宙塵により搬入された可能性が議論されているが、その宇宙環境での安定性は不明である。この安定性を検証するISS曝露部実験を想定した地上実験を行った。その結果、アミノ酸自体は宇宙環境では不安定であるが、その前駆体は安定であり、宇宙起源のアミノ酸前駆体が地球生命の素材として重要である可能性を示唆した。(Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences 平成26年5月)

## 研究チームの成果概要

**目的:**ワーキンググループに採択されることを目指した研究を行う。

### 実績と効果:

外部発表の実績は、学術論文77件、解説記事等4件、国際学会発表68件、国内学会発表152件、著書1件。代表例は以下のとおり。なお、これらは全て、将来の微小重力実験実施を目指した地上研究の成果である。

- ① 地上の放射光施設でのガス浮遊加熱実験と分子動力学計算により、酸化ジルコニウムの液体状態の原子構造と電子構造を調べ、融液から結晶化のしやすさの原因を解明した。その結果、これまで困難とされてきた超高温液体に関する研究への新たな可能性を開くとともに、ISSで実施予定の静電浮遊実験に関する参考データを得た。(Nature Communications 平成26年12月)
- ② 宇宙ダスト生成の再現実験として、気相から浮遊状態のシリケートが合成される過程の赤外吸収スペクトルを地上の実験室で計測した。その結果、浮遊シリケートのナノ粒子が従来の報告よりも低い温度で結晶化することを見出し、かつ天体観測で得られている9.7  $\mu$ m近傍での赤外スペクトルがシリケート由来である可能性を示した。(The Astrophysical Journal 平成27年2月受理)
- ③ 傾斜させた基板の上に大きな粒界のコロイド結晶を成長させることに成功した。微小重力環境でこの技術を用いたコロイド結晶成長実験が出来れば、地上での高品質フォトニック結晶製造への応用が可能となる。(Journal of Crystal Growth 平成26年9月)
- ④ ヒメツリガネゴケの光の波長や強度に対する屈曲応答を地上実験で定量的に測定した。その結果、被子植物が示す光屈性応答の共通点と相違点が明らかになった。この実験により宇宙環境でコケ植物を利用する場合に必要な情報を得ることができた。(Plant Signaling and Behavior 平成27年3月)

### 中期計画記載事項:

大学共同利用システム等を通じて国内外の研究者と連携し、学問的な展望に基づいて科学衛星、国際宇宙ステーション(ISS)搭載装置及び小型飛翔体等を研究開発・運用することにより、①に掲げた宇宙物理学、太陽系科学、宇宙飛翔工学、宇宙機応用工学及び学際科学の各分野に重点を置きつつ、大学共同利用システムによって選定されたプロジェクトを通じて、我が国の独自性と特徴を活かした世界一級の研究成果の創出及びこれからを担う新しい学問分野の開拓に貢献するデータを創出・提供する。その際、宇宙探査プロジェクトの機会も有効に活用する。また、探査部門と宇宙科学研究所(ISAS)でテーマが重なる部分に関しては、機構内での科学的な取組についてISASの下で実施するなど、適切な体制により実施する。

具体的には、以下に取り組む。

#### ア. 科学衛星・探査機の研究開発・運用

- (a)磁気圏観測衛星(EXOS-D) (b)磁気圏尾部観測衛星(GEOTAIL) (c)X線天文衛星(ASTRO-E II) (d)小型高機能科学衛星(INDEX)  
 (e)太陽観測衛星(SOLAR-B) (f)金星探査機(PLANET-C) (g)水星探査計画／水星磁気圏探査機(BepiColombo/MMO)  
 (h)次期X線天文衛星(ASTRO-H) (i)惑星分光観測衛星 (j)ジオスペース探査衛星(ERG) (k)小惑星探査機(はやぶさ2)

に係る研究開発・運用について国際協力を活用しつつ行うとともに、将来の科学衛星・探査機や観測機器について、国際協力の活用及び小規模プロジェクトでの実施も考慮しつつ、研究を行う。これらのうち、金星探査機(PLANET-C)については金星周回軌道への投入を目指し、次期X線天文衛星(ASTRO-H:宇宙の進化におけるエネルギー集中と宇宙の階層形成の解明を目指す。)、惑星分光観測衛星(極端紫外線観測による惑星大気・磁気圏内部と太陽風相互作用の解明を目指す。)、ジオスペース探査衛星(ERG:放射線帯中心部での宇宙プラズマその場観測による相対論的電子加速機構の解明を目指す。)及び小惑星探査機(はやぶさ2:C型小惑星の探査及び同小惑星からの試料採取を目指す。)については打上げを行う。また、水星探査計画／水星磁気圏探査機(BepiColombo/MMO)については、海外の協力機関に引き渡し、打上げに向けた支援を行う。

#### イ. 国際宇宙ステーション(ISS)搭載装置及び小型飛翔体等に関する研究

ア.に加え、多様なニーズに対応するため、国際宇宙ステーション(ISS)搭載装置や小型飛翔体(観測ロケット及び大気球)による実験・観測機会を活用するとともに、再使用観測ロケットや革新的な気球システムの研究などの小型飛翔体を革新する研究を行う。

#### ウ. 観測データや回収サンプル等の蓄積・提供

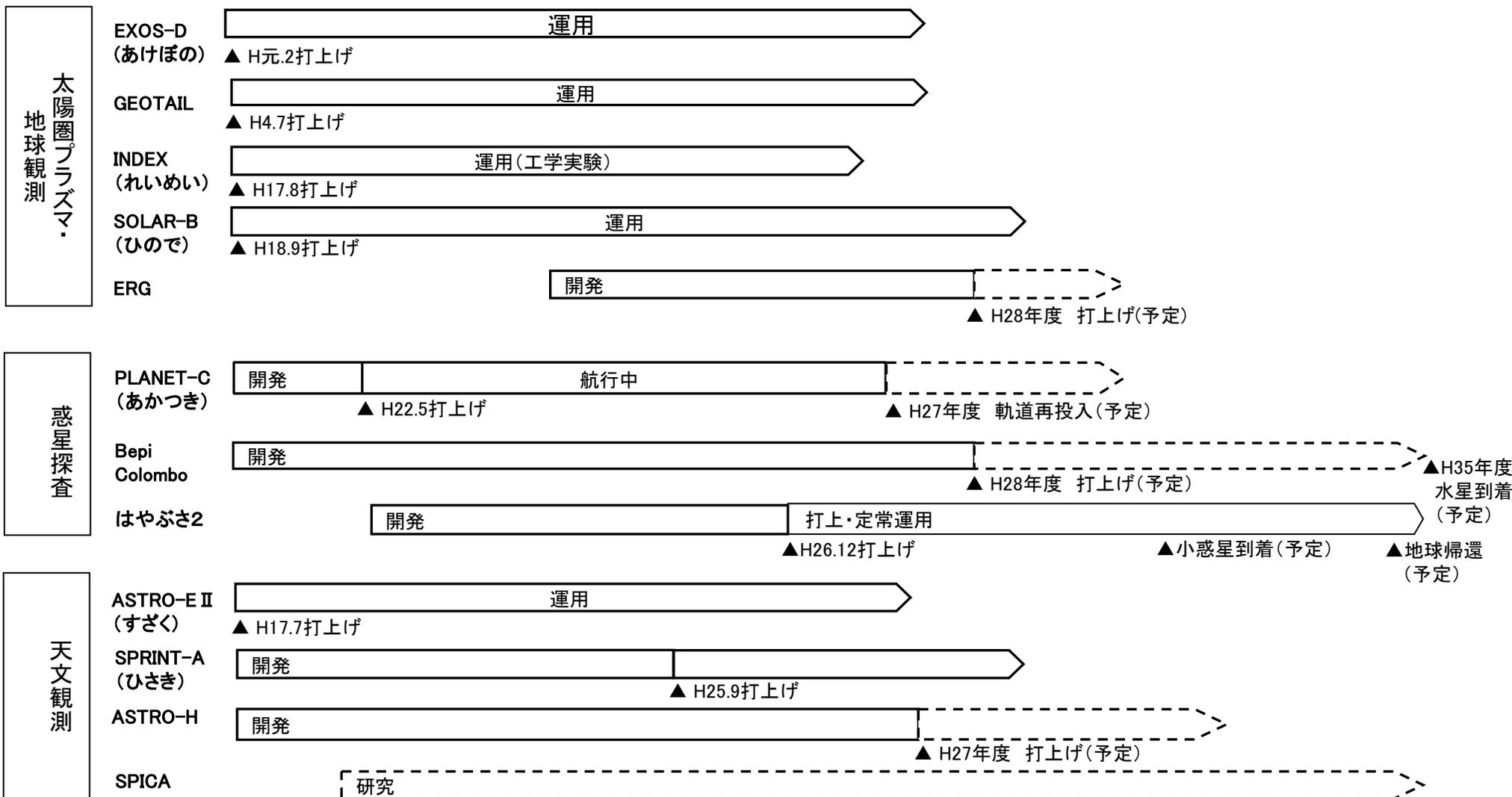
宇宙科学プロジェクト及び宇宙探査プロジェクトにおける観測データや回収サンプル及び微小重力実験結果などの科学的価値の高い成果物については、将来にわたって研究者が利用可能な状態にするためのインフラ整備を引き続き進め、人類共有の知的資産として広く世界の研究者に公開する。

「はやぶさ」、「はやぶさ2」及び「かぐや」を通じて得られた取得データについては、宇宙科学研究等の発展に資するよう提供するとともに、将来の宇宙探査等の成果創出に有効に活用する。

#### エ. 多様な政策目的で実施される宇宙探査

多様な政策目的で実施される宇宙探査については、有人か無人かという選択肢も含め費用対効果や国家戦略として実施する意義等について、外交・安全保障、産業競争力の強化、科学技術水準の向上等の様々な観点から、政府の行う検討の結果を踏まえて必要な措置を講じる。その検討に必要となる支援を政府の求めに応じて行う。

マイルストーン (※年度別の事業内容については、今後の予算等の状況により変更がありうる。)



## ア. 科学衛星・探査機の研究開発・運用

### (a) 以下の科学衛星の運用を行う

#### □磁気圏観測衛星(EXOS-D)の運用、及び放射線帯・プラズマ圏及び極域磁気圏の粒子・磁場等の直接観測

##### 実績:

- ① 2012年に打ち上げられたNASAのVan Allen Probes衛星(VAPs)との同時観測を継続実施し、VAPs衛星とEXOS-Dの両方で観測したプラズマ波動(コーラス)の解析を進めた。

##### 効果:

- ① 平成26年度査読付き論文数:6編 / 査読付き論文の累計数:311編
- ② 内部磁気圏で観測したプラズマ波動の解析により、重イオン(He++またはD+)がこれまで考えられていたよりも豊富に存在することを強く示唆する証拠を得た。これにより、磁気圏の正確なプラズマ組成が分かり、磁気圏の中で起きている現象について、より精度の高い研究が可能となった(*Geophysical Research Letters* 平成26年6月, *Journal of Geophysical Research* 平成26年6月)
- ③ EXOS-Dは世界で最も長く放射線帯で観測を実施している衛星であり、この貴重な長期観測データのデータベース化を今後進める。

#### ・磁気圏尾部観測衛星(GEOTAIL)の運用、及び地球近傍の磁気圏尾部のプラズマの直接観測

##### 実績:

- ① 地球周辺宇宙空間プラズマの国際共同観測網の中で、NASAのTHEMIS衛星と共同観測を実施して日米双方から観測データを公開した。
- ② 磁気リコネクションの機構の解明等を目的として、平成27年3月打ち上げ予定の米国MMS衛星との共同観測に向けた調整を開始した。
- ③ 打ち上げ(平成4年7月)から22年経過し初めて地球周辺の太陽活動周期(約11年)の2周期を超えて均質な外部磁気圏の観測データを取得し、EXOS-Dの近地球領域のデータとあわせると地球磁気圏の2つの異なる領域で同時期に貴重な長期間データが得られた。

##### 効果:

- ① 平成26年度査読付き論文数:26編 / 査読付き論文の累計数:1113編
- ② 観測した磁気流体定在波の周期から地球磁気圏のプラズマ密度を算出し、プラズマ密度の太陽周期依存性を明らかにした。これはGEOTAILの長期にわたる均質な観測データを活かした貴重な成果である。(*Journal of Geophysical Research* 平成26年10月)

#### ・X線天文衛星(ASTRO-E II)の運用、及び国際公募によるブラックホール、銀河団など宇宙の超高温、極限状態のX線観測

##### 実績:

- ① 第9期国際公募観測を実施した。(国際公募観測の観測数は約200件/年)
- ② 国際公募観測時間とは別枠で設定されている突発天体観測時間により1件の観測を実施した。

##### 効果:

- ① 平成26年度査読付き論文数:110編 / 査読付き論文の累計数:790編
- ② 東京大学大学院と理化学研究所の研究グループが、ASTRO-E IIを用いて最強な磁場を持つある中性子星(マグネター)を観測したところ、磁力でわずかに変形している兆候を発見。これは中性子星の強い磁場のうち、内部に隠れた部分の強度を推定した初めての成果であり、中性子星で起きる極限物理現象を理解する上で大きな進展である。(*Physical Review Letters* 平成26年4月/東京大学プレスリリース 平成26年6月2日)

## ・小型高機能科学衛星 (INDEX) の軌道上工学データ取得

### 実績:

- ① 打ち上げから9年間動作しているリチウムイオン電池のバッテリーの負荷をステップ状に変化させ、バッテリー電圧の過渡応答を計測した。これにより、バッテリー内部の化学反応のうち、リチウム物質が移動拡散する際の電荷移動の現象特性を推測する方法を明確化し、バッテリー消耗の因果関係を把握できる見通しがついた。INDEXを用いて、電池の寿命末期の挙動を理解し、リチウムイオン電池の長期運用性の明確化を目指す。
- ② 通常の衛星運用では、衛星の可視時間にオペレータが衛星からの信号をみて地上装置を運用する等の作業が必要であるが、それを自動化するシステムを開発完了した。運用中衛星 (INDEX) と合わせた総合的なシステム検証を実施し、実用可能である見通しを得た。

### 効果:

- ① 平成26年度査読付き論文数:2編 / 査読付き論文の累計数:45編
- ② オーロラが発光する主要因は、磁気圏に存在する電子が高度 3000-10000km に存在する磁力線平行電場によって加速され、地球大気構成粒子に衝突するためとされている。INDEXは、平行電場によって加速される電子は磁気圏起源のものだけではなく、高高度の電離圏電子からも構成されていることを明らかにした。(Journal of Geophysical Research 平成26年5月/Annales Geophysicae 平成26年5月)
- ③ 衛星運用自動化システムの実現により、地上局での作業員を削減し、衛星運用にかかる経費削減への貢献が期待できる。

## ・太陽観測衛星 (SOLAR-B) の運用、及び国際コミュニティに開かれた軌道天文台としての太陽観測

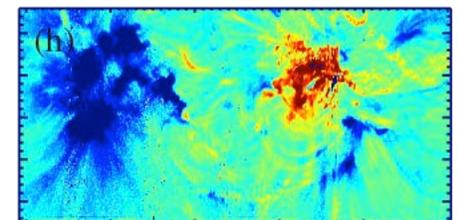
### 実績:

- ① 世界に開かれた軌道上天文台として、国際コミュニティから観測提案37件を採択し、またNASAのIRIS衛星との同時観測を行った。
- ② 「フレア」と呼ばれる太陽大気中で起こる爆発の発現メカニズムの解明を目指し、太陽表面の精密磁場観測やEUV/X線でのフレアプラズマの診断を行った。

### 効果:

- ① 平成26年度査読付き論文数:85編 / 査読付き論文の累計数:861編(平成26年10月時点)
- ② 日本天文学会の欧文研究報告において「ひので」特集号(平成26年12月)が生まれ、「ひので」からの最新の成果や関連する研究の成果18論文が掲載された。
- ③ 太陽フレアをトリガーする磁場の観測からの特定、トリガー磁場を発達させる光球ガスダイナミクスの発見、トリガーに向けたコロナガスの動的振る舞いを明らかにした。これらは、太陽フレア発生の予測精度を向上させ、発現メカニズムを解明する上で重要な観測結果である。(PASJ 平成26年12月)
- ④ 「ひので」観測データを世界へ完全公開していることで、プロジェクトに直接関係はしていない研究者による学術研究も進み、全世界における科学的成果創出への「ひので」の貢献度は高い

例) 「ひので」可視光・磁場望遠鏡により精密計測した太陽フレアのデータをもとに、コロナ質量放出の原因となる物理的機構に関する2つの有力なモデルのうち、ねじれたフラックスロープ※が放出を引き起こすという第一のモデルを裏付ける理論モデリングを行なった。これにより、フレア発生に至る磁場の発展過程を求めた。(Nature 平成26年10月) ※惑星間空間で観測されるねじれた磁力線構造



コロナガスの動的振る舞いの様子。  
上はコロナ画像、下はドップラー速度を表す。

金星探査機 (PLANET-C) の次の金星周回軌道投入機会に向けた着実な運用

実績:

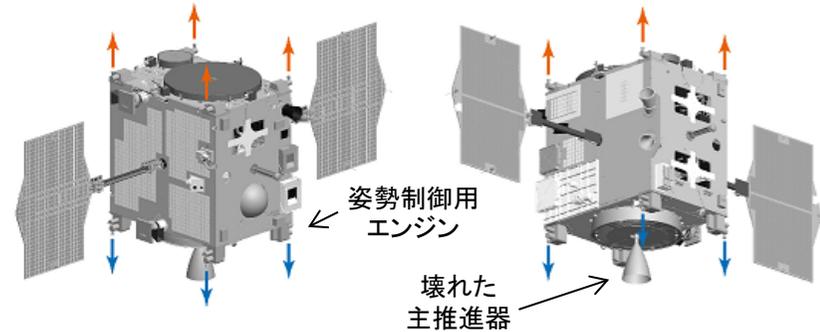
- ① 複数の軌道投入計画を比較検討した結果、再投入のタイミングを2015年12月とする計画とした。投入時は不具合のある主推進エンジンに代わって姿勢制御エンジン(主推進器より推力が小さい)を用いて、当初予定より遠金点の遠い軌道へ投入することとしている。(JAXAプレスリリース 平成27年2月6日)

効果:

- ① 平成26年度査読付き論文数:3編 / 査読付き論文の累計数:17編
- ② ★ 2011年に実施した太陽コロナの電波観測により、太陽半径の約5倍離れた距離から太陽風が急激に速度を増していることが分かった。太陽から離れた場所での太陽風の加速には、太陽風の中を伝わる波をエネルギー源とする加熱が関わっていることも明らかにし、太陽風の加速メカニズムに関する理解を進める新たな知見を得た。厳しい状況にある探査機によって工夫をこらして科学成果を得ている。(The Astrophysical Journal 平成26年6月/12月、JAXAプレスリリース 平成26年12月18日)

金星探査機「あかつき」の姿勢制御エンジン

(計8本のうち4本を金星周回軌道投入時の軌道制御に使用)



惑星分光観測衛星 (SPRINT-A) の運用、及び金星や火星、木星などの遠隔観測

実績:

- ① 木星、金星、火星等の科学観測を実施するとともに、それら惑星観測好機ではない期間を利用して、極端紫外線の分光観測という特長を生かし、かに星雲や複数の恒星の観測も実施した。
- ② X線観測衛星 (Chandra、XMM-Newton、すざく) との木星協調観測およびNASAの火星探査機MAVENとの協調観測を実施した。

効果:

- ① 平成26年度査読付き論文数:4編 / 査読付き論文の累計数:9編
- ② 観測成果が国内外共に注目されており、地球電磁気・地球惑星圏学会 (SGEPSS) やアメリカ地球物理学連合 (AGU) 等、国内外での学会でSPRINT-A特別セッションが開催された。
- ③ ★ 木星の観測により、木星の強力な磁場に取り囲まれた領域 (木星内部磁気圏) において、高温の電子が木星側に向かって流れているという観測的証拠を、初めて捉えた。木星は地球の1000倍以上もの強い磁場を持ち、木星は太陽系最大の粒子加速器として知られているが、それらの粒子がどのようにして高いエネルギーを獲得しているのか、そのメカニズムは理論的な推論にとどまっていた。今回捉えた証拠は、このメカニズムに関する従来の学説を裏付ける重要な証拠となった。(Science 平成26年9月)
- ④ 打ち上げ後に発生したCPUの一過性故障 (SEU) に端を発し、「HR5000S」の耐放射線脆弱問題が明らかになったが、発生シナリオの特定、発生頻度解析の改善等を迅速に実施し、さらにこの改善策を水平展開することで、機構の衛星の信頼性向上に貢献した。

(b) 以下の科学衛星の研究開発を行う

□水星探査計画／水星磁気圏探査機(BepiColombo/MMO)のフライトモデルの製作・試験

**実績:**

- ① フライトモデル機器を順次組立てながら機能確認を行う総合試験を継続し、水星軌道上での定常運用を模擬した36時間連続試験や熱真空試験、質量特性試験等を正常に終了した。
- ② 総合試験終了後、ESAへ輸送する前に、フライトモデルを報道公開した。

**効果:**

- ① 平成26年度査読付き論文数:4編 / 査読付き論文の累計数:33編
- ② 水星探査に必要な高温高太陽光環境への耐性を実証する過程を通じて、セル表面が摂氏240度にも達する高温環境下でも正常に動作する太陽電池パネルを開発し、その劣化特性等を把握し、水星軌道での運用に問題のないことを確認した。



熱真空試験の様子

・次期 X 線天文衛星 (ASTRO-H) の詳細設計及びフライトモデルの製作・試験

**実績:**

- ① 衛星構体フライトモデル、バス系機器フライトモデル、ミッション機器の一次噛み合わせ試験を行い、姿勢系駆動状態や日照模擬環境での動作確認を行った。
- ② 一次噛み合わせ試験の後、各コンポーネントの衛星組み込み前性能確認試験を行い、要求が満たされている事を確認した。その後、各機器のフライトモデルへの組み込みと総合試験を開始した。

**効果:**

- ① 平成26年度査読付き論文数 51編 / 査読付き論文の累計数:232編
- ② ASTRO-Hを用いて行うサイエンス、および打ち上げ後の性能確認観測ターゲットの選定についての戦略を記した論文を16編執筆し、世界の研究者向けに公開した。(arXiv /astro-ph 平成26年12月)
- ③ ASTRO-H搭載予定のガンマ線センサの技術を用いて試作した「超広角コンプトンカメラ」は、事業化され、医療分野等において臨床実験を行うと共に、油ガス田における低濃度の自然放射線物質の集積の可視化をはかる研究への応用が開始された。先端技術を要求する科学衛星の開発から生まれた宇宙技術を、民間の持つ製造技術と合わせることで事業化することができた。



一次噛み合わせ試験の様子

## □ジオスペース探査衛星(ERG)の詳細設計

### 実績:

- ① 衛星開発の過程で、技術的課題を解決するため、打ち上げ時期を当初予定の2015年度から2016年度打ち上げへと計画変更した。2016年度打ち上げでもフルサクセスの達成が可能である見込み。
- ② 各ミッション機器ごとに詳細設計確認を実施し、フライトモデルの製作を進めるとともに、ミッション部総合試験を実施し、性能評価を着実に進めた。
- ③ NASAのVan Allen Probesプロジェクトチームとの間で共同観測計画を策定した。
- ④ 台湾との協定に基づいた観測機器開発を順調に進めた。

### 効果:

- ① 平成26年度査読付き論文数:8編 / 査読付き論文の累計数:13編
- ② ERG衛星が初めて搭載する波動粒子相互作用解析装置(S-WPIA)の開発を進めている。この装置で得られる観測データにより、プラズマの波と粒子のエネルギー交換過程を解明し、バン・アレン帯高エネルギーのメカニズム解明及び「宇宙天気」の予測精度向上を目指す。
- ③ ERG衛星は地上多点観測と協調して観測することで、総合的にジオスペースをモニターし、宇宙環境変動のメカニズムを解明することを目指す。これに向け、国際的な地上観測網の整備を進めている。



ミッション部総合試験の様子

## ・次期赤外線天文衛星(SPICA)の研究

### 実績:

- ① ミッションの科学目的を維持しつつも、科学的・技術的に実現可能なSPICAの新しいミッション構成案を構築し、日欧双方で方針合意することを目指し、日欧米研究者らによるSPICA科学会議を開催する等、計画見直し(ミッション再定義)の活動を進めた。
- ② ESA-JAXA間で次世代冷却赤外線望遠鏡の技術検討を実施し、技術的・予算的に実現可能なSPICAの新しいミッション構成案を得た。

### 効果:

- ① 平成26年度査読付き論文数:19編 / 査読付き論文の累計数:96編
- ② 科学技術・学術審議会分科会研究環境基盤部会による「学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想 ロードマップの策定ーロードマップ2014ー」が公表された。そこでSPICAの科学的意義が評価され、SPICAはもっとも高い評価を受けたプロジェクトの一つとなった。

□小惑星探査機(はやぶさ2)のフライトモデル等の製作、地上システムの開発及び総合試験を完了し、射場作業、打上げ及び初期機能確認を実施する。

### 目的:

小惑星イトカワよりも表面の物質に有機物や水がより多く含まれていると考えられる小惑星を探査し、サンプルリターンを行う。これにより、太陽系形成時に存在していた水、有機物及び鉱物の相互作用を解明し、地球・海・生命の起源及び進化に迫ることを目的とする。さらに、「はやぶさ」で実証した深宇宙往復探査技術を維持・発展させ、本分野で世界を牽引することが期待される。

### 実績:

- ① 探査機フライトモデルの製作、総合試験及び射場での打上前準備作業を全て計画通りに完了し、12月3日13時22分04秒(日本標準時)にH-IIAロケット26号機により打ち上げ。
- ② 初期機能確認期間(打ち上げ後約3ヶ月間)を終了し、全ての搭載機器の基本的な機能が正常であることを確認。3/3から小惑星に向けた巡航フェーズへ移行。  
特にイオンエンジンにおいては以下に示す初号機からの改良を確認。
  - 推力性能の向上
  - 時間変動が少ない安定作動(流量制御系の改良による)
  - 性能調整作業期間の短縮(初号機:46日間→はやぶさ2:19日間)
- ③ 巡航フェーズ最初の運用においては、イオンエンジン2台による連続運転409時間を終了し、平成27年12月の地球スイングバイに向けた軌道制御運転(第1回目)を完了。

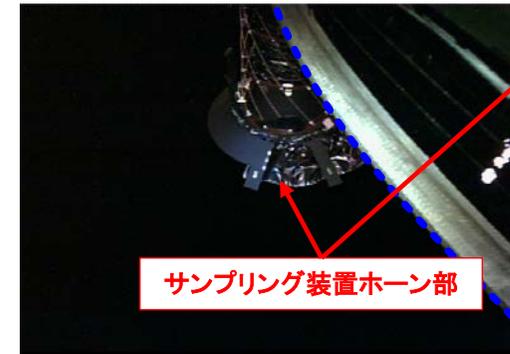
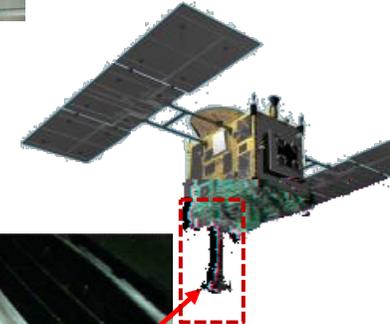
### 効果:

- ① 米国航空宇宙局(NASA)より、自身の探査ミッションOSIRIS-RExで得られる成果とはやぶさ2の成果において、取得サンプル相互交換などをはじめとした多角的な科学協力締結の申し入れがあった(了解覚書(MOU)を締結)。
- ② NASA小惑星再配置ミッション(ARM)の計画検討に際しても、NASAから「はやぶさ」及び「はやぶさ2」における小惑星着陸、サンプル採取、イオンエンジン等の知見提供、JAXAとの密接な連携・協力を要請されている。
- ③ ドイツ航空宇宙センター(DLR)等が開発担当した小型ランダ(MASCOT)を計画通りはやぶさ2に搭載、打ち上げ。DLRより感謝と今後のさらなる国際協力への期待が表明された。



左: H-IIAロケット衛星分離部に結合された「はやぶさ2」(種子島宇宙センター)

「はやぶさ2」機体イラスト



サンプリング装置ホーン部

はやぶさ2 サンプリング装置ホーン部進展確認画像(ご寄付で製作・搭載した小型モニタカメラで撮像)。

(c) 以下の将来計画等に向けた取り組みを行う。

- 将来の独創的かつ先端的なミッションの実現に向けて、海外ミッションへの参加を含む小規模プロジェクトを実施する。
- 特徴ある宇宙科学ミッションの迅速かつ高頻度な実現に向けて、全国の宇宙科学コミュニティに対する次期小型科学衛星ミッションの公募等を行う。

**実績:**

#### ■小規模プロジェクトの実施

宇宙科学プログラムの三本柱の一つとして、海外ミッションへの参加を含めたあらゆる機会を活用してさらに多くの科学成果の創出を目指している。

- 第1回公募で採択した小規模プロジェクト「熱帯対流圏界層における力学・化学過程の解明」について、インドネシア国立航空宇宙研究所(LAPAN)の協力のもと、大気球を用いた実験を実施。インドネシアにおける高層大気の種類サンプルを採取することに成功した。今後サンプルを国内の複数大学で解析し、温暖化ガスや各種同位体分析を行い、水蒸気・オゾンゾンデ観測の結果とあわせて、成層圏への大気の流れ域である熱帯対流圏界層内で進行するさまざまな大気化学過程について理解の質的深化を図る。
- 新たに小規模プロジェクトの提案募集を実施し、15件の応募について現在選定中である。平成27年度に採択を決定し、計画を実施する予定。



インドネシアでの大気球放球の様子

#### ■次期小型科学衛星ミッションの公募等の実施

- 平成25年度に公募したイプシロン搭載宇宙科学ミッションについて、ISAS内で候補の選定を実施した。候補選定にあたっては、「宇宙科学プログラム実行上の改善提言」実行方策に則り、各提案について技術アドバイスや第三者解析、フロントローディング活動(企業への詳細検討発注による見積もり精度向上)等の支援を充実させ、計画を明確化させた提案を選定する状況を整えた。

□探査部門(JSPEC)と宇宙科学研究所(ISAS)でテーマが重なる部分に関しては、機構内での科学的な取り組みのうち、理学系についてISASの下で実施する体制づくりが完了した実績を踏まえ、工学系についても適切な実施体制づくりを進める。

**実績:**

- ① 探査部門(JSPEC)の機能を見直し、JSPECが実施してきた工学系のワーキンググループ(WG)活動を廃止し、宇宙科学研究所(ISAS)の工学委員会に提案、または活動中の関連するWG活動に統合した。
- ② 国立研究開発法人への移行に伴い、機構全体の組織改正が行われ、JSPECの機能をISASや宇宙探査イノベーションハブ等に引き継ぎ、JSPECを平成27年3月31日付で廃止した。
- ③ ISASでは、上記組織改正の一環で、「はやぶさ2プロジェクト」をISASの事業として継承するための準備を進めた。

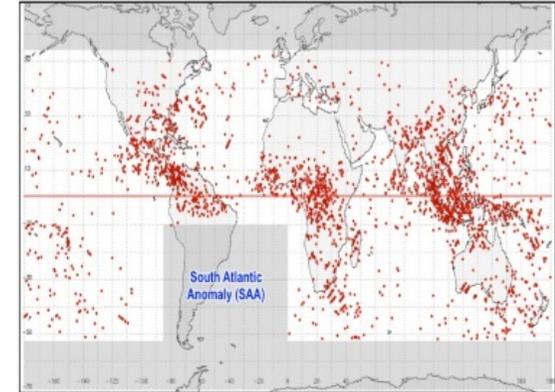
## イ. 国際宇宙ステーション (ISS) 搭載装置及び小型飛翔体等に関する研究

(a) ISS 等の微小重力環境を利用した科学研究活動のため以下を実施する。

- ・ISS 日本実験棟 (JEM) 船内実験室などを利用した、流体科学、燃焼科学、結晶成長科学、植物生理学等の供試体開発及び実験
- ・JEM 船外実験プラットフォーム搭載の「全天X線監視装置 (MAXI)」の科学観測、MAXI 及び「超電導サブミリ波サウンダ (SMILES)」の観測データの処理・データ利用研究、「地球超高層大気撮像観測 (IMAP)」及び「スプライト及び雷放電の高速測光撮像センサ (GLIMS)」の科学観測

### 実績:

- ① 流体科学、結晶成長科学、植物生理学、宇宙・地球観測等の宇宙実験・観測ミッション (実験用供試体開発6件、宇宙実験・観測ミッションの運用7件、宇宙実験結果の解析3件) を実施した。
- ② きぼう・与圧部の物理実験データ (ビデオ画像および温度等の時系列データ) を整備し、公開を開始。世界の研究者に配信し、コミュニティ研究者のデータ利用を促進した。
- ③ MAXIでは、364天体のX線光度曲線の常時公開、Webを用いた解析システムの開発など、観測データ公開システムの整備を進めた。
- ④ GLIMSでは、スプライト等の超高層大気中の放電発光現象を、昼夜を通した全球分布として初めて捉えた。また対流圏での雷発光と超高層でのスプライト発光とを分離する手法を確立した。



GLIMSで検出した雷放電イベントの全球分布

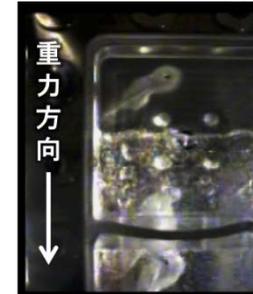
### 効果:

- ① 平成26年度 (4月～12月) 査読付き論文数: 14編 / 査読付き論文の累計数: 726編
- ② MAXI公開データ利用が進み、Astronomer's Telegramが32件、GCN Circularが15件発行され、また、外部研究者による査読論文が15編出版された。(①には含まれない)
- ③ 植物生理学実験 (CsPINs) では、水分と重力による屈性の制御における干渉性、屈性部位の特異性を解明した。(論文準備中)
- ④ マランゴニ対流実験では、過去の流体力学的不安定性理論に対して実験的反証を示し、新たな理論構築に寄与、理論解析に対する新たな道筋を示した。(Physics of Fluid 平成27年2月)
- ⑤ 最も地球に近く、激しいX線・ガンマ線変動を示す巨大ブラックホールMkn421を、3年以上にわたりMAXIで観測、長時間スケールでのX線時間変動の特徴を、高精度で求めることに成功した。観測結果は、巨大ブラックホールに円盤状に吸い込まれる物質とジェットとして超高速で放出される物質のつながりを示唆し、今後検証すべき課題として明らかにした。(Astrophysical Journal 平成27年1月)
- ⑥ SMILESの観測により初めて検出された、成層圏オゾンの日変化が長期変動の議論で無視できないという問題提起が、国連が発行する『オゾンアセスメントレポート2014年版』において、取り上げられた。
- ⑦ GLIMSによる雷放電の光学と電磁観測により、スプライト (高高度放電発光現象) の位置とスプライトが引き起こす雷放電時の物理的なパラメータの特定を可能にし、地球オゾン層にスプライトが与える影響について、より定量的に理解できるようになった。(Journal of Geophysical Research 平成27年3月受理) この成果は、「第3回ISS Research & Development Conference」(平成26年6月)において、これまでのISSでの成果トップ3」に選ばれた。

(b) 観測ロケットを用いた実験・観測機会を提供することを目的に、観測ロケットの制作・打上げを行うとともに、次年度以降の打上げに向けた設計・解析を進める。

**実績:**

- ① 2機の観測ロケット(S-310-43号機とS-520-29号機)の打ち上げに成功した。
- ② 液体ロケットが宇宙空間を慣性飛行する模擬環境を作り、極低温推進システムを模した実験装置内に極低温流体(液体窒素)を流動させ、気体と液体が混合した流れの挙動や温度・圧力等のデータ取得に成功した。(S-310-43号機)
- ③ 高度約100km付近に突発的に発生する高い電子密度の層(スプラディックE層)において、金属イオンが発する紫外散乱光の観測およびプローブによる電子密度・温度測定を実施した。これにより、電子密度の空間構造解明に必要なデータ取得に成功した。(S-520-29号機)
- ④ S-310型ロケットにも搭載可能な小型姿勢制御装置をインハウスかつ低コスト(従来の1/10以下)で開発し、今年度2機打ち上げで性能の実証に成功した。



地上試験(1G環境)



飛行試験( $\mu$ G環境)

S-310-43号機の実験で取得された画像(右)及びそれに対応する条件で行った地上試験の画像(左)

**効果:**

- ① 平成26年度査読付き論文数: 4編 / 査読付き論文の累計数: 102編(2003年以降)
- ② これまで、飛行実験が困難であった極低温流体を用いたロケット実験が成功したことで、地上試験結果から想定していたよりも効率的なエンジンシステムの開発と運用が可能となった。
- ③ 小型姿勢制御装置の実証により、空気抵抗を利用したロケット降下速度の減少や減速装置(パラシュート等)を上向きに放出するための姿勢制御等が可能となり、機器回収実験(材料実験や生物実験、電子部品の飛行後性能評価等)への道筋をつけた。

(c) 再使用観測ロケットの研究を行い、エンジン再使用や帰還飛行方式等の技術実証を進める。

**実績:**

- ① 運用間隔: 最短24時間以内、再使用回数: 100回、ペイロード: 100kg、最高到達高度: 100km以上を実現する再使用観測ロケットの実現に向け、下記の技術実証やシステム設計を進めた。
  - ・ 再使用エンジンの試験を、これまでの使い捨てロケット用エンジンには無い試験方法、運転方法の試行錯誤を重ねながら、必要なデータを全て取得することに成功した。
  - ・ 風洞試験や数値流体解析により帰還飛行に関する空力特性評価を実施し、帰還飛行の技術実証に必要な機体設計・制御・誘導に係わる基礎データを取得した。
  - ・ これまでの各種技術実証試験における成果をシステム設計に反映し、次の検討に向けて高度化した機体仕様に関する新たなベースラインを設定した。

**効果:**

- ① 平成26年度査読付き論文数: 1編 / 査読付き論文の累計数: 4編
- ② 再使用エンジンの仕様や設計、エンジン試験について、また再使用エンジンの寿命制限部品の点検及び整備性について、第64回国際宇宙会議(IAC)で発表をおこなった。



エンジンシステム試験



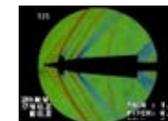
スロッシングマネージメント



タンクデバイス開発



燃料消費マネージメント



空力特性評価



故障検知用センサ開発



着陸脚荷重試験



断熱材寿命管理

機体システムに関する各種技術実証

(d) 大気球を用いた科学観測や工学実験を実施するために必要な飛翔手段の開発・運用，及び革新的気球システムの研究を行う。

**実績:**

- ① 国内で実施予定であった3実験のうち、1実験を実施し、飛翔に成功した。2実験は気象条件不適合等のため実施できなかったため、平成27年度以降の実施に向けた検討を行う。
- ② 国内で追加実験期間を設定したため、予定していた豪州気球実験を延期することとし、平成27年度に実験期間を再設定した。国外実験については、気球システム、実験ユーザともに国内での準備を完了した。
- ③ 小規模プロジェクト「熱帯対流圏界層における力学・化学過程の解明」の支援を実施。

**効果:**

- ① 海外で気球実験を実施するための環境整備は、今後国内では実現が難しい長時間気球実験(陸上回収を必要とする理学観測等)等、幅広い実験実施の可能性を広げるための大きな前進となった。
- ② 安全文書の制定によって、気球システムの安全思想を明確にすると同時に、実験ユーザに対しても過度な安全検討を要求することなく、確実な実験安全を確保できる仕組みとした。



気球BS14-01号機の放球

ウ. 観測データや回収サンプル等の蓄積・提供

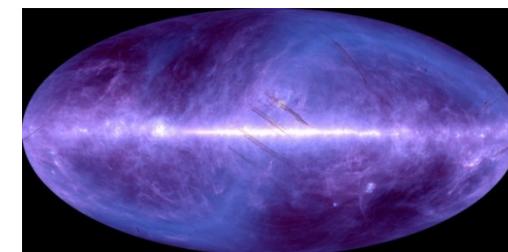
科学衛星のサイエンスデータ及び工学データベースの運用・開発を進め、宇宙科学データを恒久的に保存すると共に利用者のデータ利便性を増進する。また、「あかり」データプロダクトの作成、「はやぶさ」回収サンプルのキュレーション及び試料分析についての国際公募作業等を引き続き進める。

**実績:**

- ① 「あかり」の遠赤外線全天画像データの評価・検証を進め、一般公開した。(ISASTピックス 平成27年1月15日)
- ② 「はやぶさ」回収サンプルに関し第3回国際研究公募を平成27年1月に開始した。
- ③ データ公開サービスの安定運用により、世界の研究者から年間で50テラバイト以上(昨年同等)のデータダウンロードを継続的に実現した。

**効果:**

- ① 「はやぶさ」回収サンプルの国際研究公募について、第1回、第2回公募を合わせて6か国25研究機関へサンプルを配付した。
- ② 世界で最大の天文データアーカイブを運用しているストラスブール天文データセンターに、「あかり」全天画像データが登録された。今後、世界中の研究者による「あかり」のデータ利用がさらに加速され、星形成初期過程の研究等における貢献が期待される。
- ③ 観測データをシステムティックに管理し、広く一般公開することにより、データ寿命や利用範囲の拡大に伴う成果最大化や、観測結果の第三者検証を可能とした。



遠赤外線で見えた全天の様子  
中央横に明るい帯が天の川

「はやぶさ」及び「かぐや」を通じて得られた取得データについては、宇宙科学研究等の発展に資するよう国内外の研究者等に提供するとともに、将来の宇宙探査等の成果創出に有効に活用する。

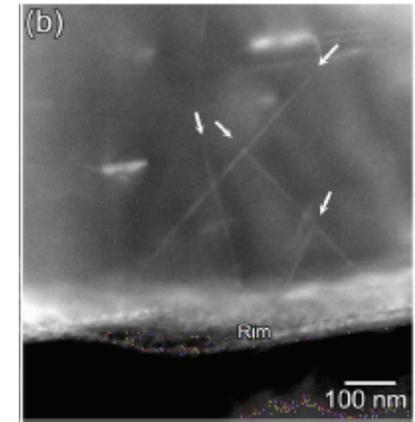
### ■「はやぶさ」を通じて得られた取得データについて

#### 実績:

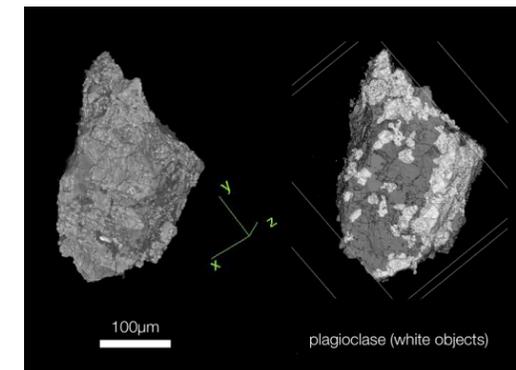
- ① 第2回宇宙物質科学シンポジウム(HAYABUSA2014)を開催。10か国から約100名が参加し、リモートセンシングや地上観測など宇宙物質分析に関連する広い分野について、約70の講演を行った。このシンポジウムでは、帰還サンプルが持つ科学的潜在能力を最大限に引き出すため、サンプルが持つ太陽系の歴史情報を紐解くプロセスについて議論、情報発信を行った。この「はやぶさ」での研究マネジメントの経験は、「はやぶさ2」をはじめとする今後のサンプル帰還ミッションのキュレーション活動において活かされる。
- ② はやぶさサンプルカタログを常時Web上で閲覧できるよう、検索システムの改良を行った。これにより、国際AOに参加する研究者のみならず、世界中の誰でも回収粒子の画像を閲覧できるようになった。
- ③ 第3回ははやぶさサンプル分析国際AOを開催した。これらのサンプル分析研究から、「太陽系における天体衝突史」及び「小惑星表面におけるプロセス(宇宙風化)」の解明が期待される。

#### 効果:

- ① 国際AO研究から、宇宙風化に関する新しい知見が得られた。
  - 「はやぶさ」が2地点で取得したサンプルに宇宙風化進行度に違いがあることを明らかにした。今後、小天体表面の不均一性を議論する上で重要な情報となる。(Earth Planets Space 平成26年10月)
  - 太陽フレアを受けて生じるフレアトラックの数密度から表面露出年代を推定する方法を新たに構築し、イトカワ粒子の表面露出年代を算出することに成功した。(右上図参照)これにより、これまで考えられていたものより短い時間で宇宙風化が生じていることを発見した。(Earth Planets Space 平成26年7月)
- ② 帰還サンプルには、天体形成から現在に至るまでの様々なイベントの年代が記録された希少な鉱物が含まれており、機構では、その鉱物をキュレーションで行う初期記載情報から見つけ出すことに成功した。また、他機関等の研究者の協力を得ながら慎重に分析を進め、研究を主導した。
  - 「はやぶさ」回収サンプルの最大粒子(300  $\mu$ m超)を用いて、X線CT観測から3次元モデルを構築し、斜長石の分布を明らかにした。斜長石は、イトカワの衝突イベントの年代推定に有用な鉱物の一つであり、この粒子を研究することで、衝突破壊年代が詳細に推定できる可能性がある。(右図下参照)



透過型電子顕微鏡によるイトカワ粒子の暗視野像。矢印が太陽フレアを受けて生じるフレアトラックを示す。



最大粒子のX線CT観測から構築した3次元モデル。図中の白色が斜長石が存在する領域を示す。

## ■「かぐや」を通じて得られた取得データについて

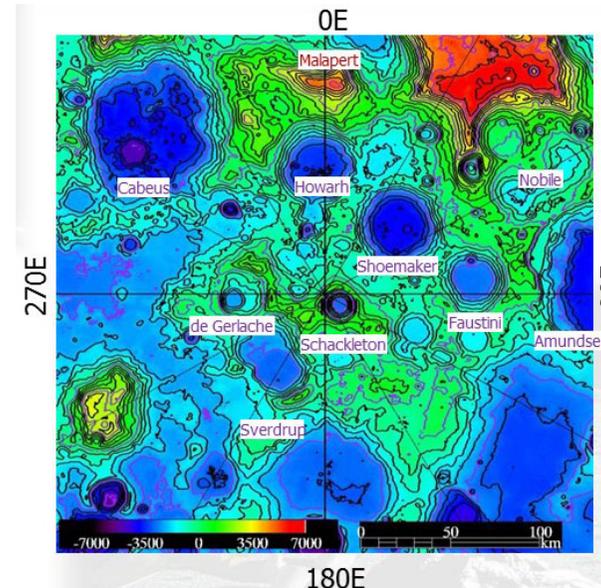
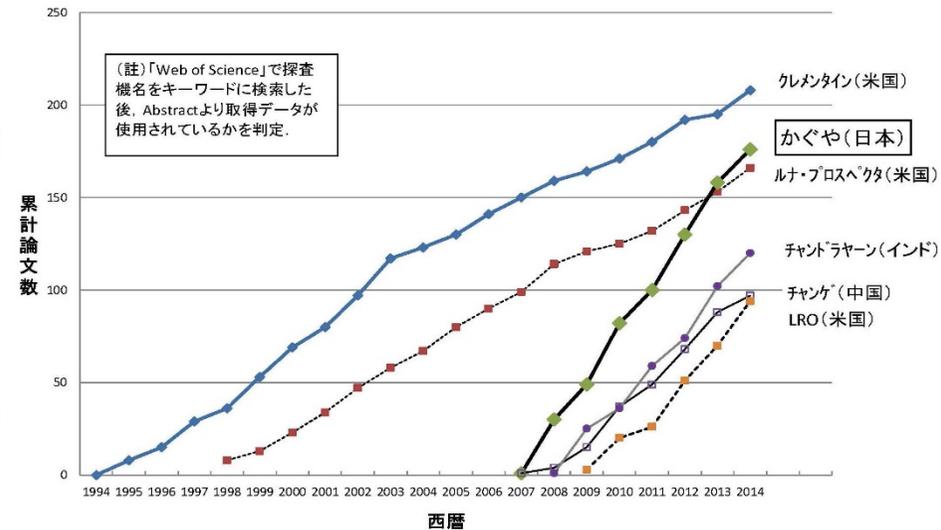
### 実績:

- ① 世界各国でのデータ利用に貢献  
より高いレベルの成果創出に貢献するため以下を実施。
  - 「かぐや」観測データの高度な処理(例:月の全球に亘る分光観測の反射率データの精度改善など)を進め、国内および欧州、アメリカ、アジアなど90箇国の研究者等にデータを提供した。
  - 複数の観測データを組み合わせて解析処理する「統合解析」の実現に向けて、統合解析データ配信システムを整備。
- ② 将来の月探査に有用なデータ作成  
着陸探査の候補地として国際的に注目されている極域について、「かぐや」等のデータから詳細地形モデル(右下図参照)を作成し、今後の月探査においてクリティカルな情報となる日照条件等についてスーパーコンピュータを用いた解析・評価を実施。

### 効果:

- ① 世界2位の論文数
  - 平成26年度に14編の査読付き論文が出され、1990年代以降相次いで実施されている月探査の中で「かぐや」の論文創出数が世界2位となった。(右上グラフ参照)
  - 特に太古の月には大規模な磁場が存在していたことを初めて明らかにした論文、及び月の中心核に近い深い領域の状態を明らかにした論文はNature Geoscience誌に掲載され、月や惑星の起源と進化を理解するために重要な成果をもたらした。
- ② 月着陸探査への国際的貢献  
整備した月極域の詳細地形モデルは、国際宇宙探査協働グループ(ISECG)、および日米共同でのResource Prospectorミッションの検討に不可欠なものとして、重要な役割を果たした。

月探査機の観測データを用いた論文数  
(打ち上げ以降、2014/12/Eまでの累計)



左: ISECG等で使用された月極域の詳細地形データ。  
南極点を中心とする300km四方の領域。  
色は標高を表す。

## エ. 多様な政策目的で実施される宇宙探査

日本が主催する第2回国際宇宙探査フォーラム(2016年または2017年)に向け、宇宙探査に係る国際間の枠組み設定・工程表策定など政策レベルでの国際協議において、日本が主導的な役割を果たせるよう、宇宙機関として貢献するとともに、具体的な宇宙探査プログラムについて政府に情報提供・提案を行う。

### 実績:

- ① 第2回国際宇宙探査フォーラム(ISEF)で目指すべきゴールの三府省(内閣府、文部科学省、外務省)の議論等を支援した。特に、文部科学省が作成する第2回ISEFのコンセプトペーパーおよび当該国際会議で採択を目指す「国際宇宙探査のための枠組み文書」について、全球地球観測システム(GEOSS)等の事例の調査を含め「国際宇宙探査の枠組み文書」の在り方を提案すると共に、当該文書の構成案等の作成を支援した。
- ② 国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会(平成26年度中に12回開催)に全て参加し、下記の通り、小委員会の議論を支援した。
  - ISS計画への参加から得られた成果について説明し、今後のISSの利用方針案を提案し、我が国のISS計画への今後の参加の在り方についての議論・検討を支援した。その結果、ISSへの参加の在り方については、「総合的に費用対効果を一層向上させる取り組みを行いつつ、2024年までISS計画への参加を継続することが適当」とまとめられた。
  - 国際宇宙探査協働グループ(ISECG)で合意された国際宇宙探査ロードマップの概要・現状認識や日米協力の検討状況を説明し、国際宇宙探査への参加シナリオ案を提案し、国際宇宙探査への取り組み方針の議論・検討を支援した。更に、文部科学省から宇宙政策委員会の宇宙科学・探査部会に対して、本委員会の議論の報告が行われた。

### 効果:

- ① 第2回ISEFのコンセプトペーパーや「国際宇宙探査のための枠組み文書」の構成案が取りまとめられた。これらは、日本側MEXTから第1回ISEFのホスト国である米国側国務省に提案され、具体的な調整を促進させた。
- ② 文部科学省のISS・国際宇宙探査小委員会にて、機構から提案したISS計画への参加の在り方や国際宇宙探査への参加の在り方が盛り込まれた「国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会 中間とりまとめ(平成26年7月)」が策定された。

また、宇宙基本計画(平成27年1月宇宙開発戦略本部決定)が策定され、平成33年以降のISSの参加の是非および在り方を平成28年度までに結論を出すこと、国際有人宇宙探査について、慎重かつ総合的に検討を行うこと、及び関連する施策が政策的に取り組む課題として明記された。

評価結果	評定理由(総括)
<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">B</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。さらに、「研究開発成果の最大化」に向け、以下のとおり、優れた成果を創出した。</p> <p>①大学共同利用システムを基本とした学術研究</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 「<b>暗黒物質候補に新たな展開</b>」(X線天文衛星「ASTRO-E II」) — 平成26年、NASAやESAの衛星から由来の不明なX線輝線が検出され、暗黒物質候補として存在を予測されてきた「右巻きニュートリノ」の存在を示唆すると世界で注目されていた。その後、ASTRO-E IIを用いて銀河団からのX線をより精度の高い方法で探索したところ、平成26年に検出したとされるX線輝線が存在しない証拠を得た。これは、暗黒物質の候補である「右巻きニュートリノ」の質量に制限をつける成果である。</li> <li>● 「<b>太陽風加速メカニズム解明へ重要な発見</b>」(金星探査機「PLANET-C」) — PLANET-Cが太陽周回している機会を利用した観測により、太陽風が太陽半径の数倍の高度で急激に加速される様子を明らかにした。これは、未解明の太陽風加速の機構の解明にとって、極めて重要な情報である。(H26.12.18 プレスリリース)</li> <li>● 「<b>非常に高い性能を持つ省電力通信機器を開発</b>」(超小型探査機「PROCYON」) — PROCYON搭載のX帯電力増幅器(XSSPA)を、高度なRF設計技術と民生用の窒化ガリウム化合物 HEMTベアチップの実装技術と組合せ、インハウスで開発した。その結果、総合電力効率30%台という超高効率な特性を実現した(従来は20~25%)。高効率GaN XSSPAの深宇宙探査機への搭載は、PROCYONが世界初となる。本技術は、衛星搭載用として発展するのみならず、深宇宙探査用新地上局など、将来の地上インフラの大電力増幅器の固体化の先鞭をつけるものである。</li> <li>● 「<b>月内部の地質構造 従来学説を覆す発見</b>」(月周回衛星「SELENE」) — 将来の月探査で着陸候補地点の一つであるサウスポール・エイトケン盆地の地質は月マントルが露出したものであり、従来学説と異なり、月の上部マントルが主に輝石から構成されることを明らかにした。この発見は、地球と月を作った巨大衝突後の両者の組成を知る上でも重要である。この盆地は、複雑な地質のため詳細な地質情報の獲得が困難であったが、SELENEのこれまでで最も高い空間分解能の分光画像データがそれを可能にした。</li> <li>● 「<b>観測ロケット実験の革新と利用の活性化へ大きく前進</b>」(再使用観測ロケット) — エンジンの運転方法等の試行錯誤を重ねた結果、同じ燃焼器で143回に上る着火回数を実現するとともに、設計範囲を大幅に下回る21%のディープスロットリング運用を実現。この成果はエンジンの飛躍的な信頼性・運用性向上をもたらし、低コストでかつ高頻度な観測ロケット実験の実現へ大きく前進した。</li> </ul> <p>②宇宙科学・宇宙探査プログラム</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 平成26年度に小惑星探査機「はやぶさ2」の打ち上げに成功。イオンエンジン2台による連続運転409時間を終了し、平成27年12月の地球スイングバイに向けた軌道制御運転(第1回目)を完了した。</li> <li>● 全ての科学衛星・探査機の観測データのアーカイブとWEBでの公開を進め、データ寿命と利用範囲の拡大に伴う成果最大化、観測結果の第三者検証を可能とした。</li> <li>● 次期X線天文衛星「ASTRO-H」、水星探査計画／水星磁気圏探査機「BepiColombo/MMO」、ジオスペース探査衛星「ERG」等の打ち上げや、金星探査機「PLANET-C」の軌道再投入等に向け、順調に準備を進めた。</li> </ul>

プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

衛星/センサー	ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	平成26年度の達成状況
ASTRO-E II	<p>(運用期間最低半年)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 3種類の観測装置の中の少なくとも一つを用いた観測により、X線天文学研究にインパクトのある研究成果を得る。</li> <li>■ 上記を確実に達成するために、以下のいずれかの観測を半年間以上行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・X線望遠鏡(XRT-I)とX線CCDカメラ(XIS)を組み合わせたシステムによりX線撮像観測を行い、同時にX線エネルギー分解能の半値幅として、6 keVのX線に対して約200 eV以下を達成すること。</li> <li>・X線望遠鏡(XRT-S)とX線マイクロカロリメーター(XRS)を組み合わせたシステムによるX線観測を行い、X線エネルギー分解能の半値幅として、6 keVのX線に対して約20 eV以下を達成すること。</li> <li>・アクティブシールドによるバックグラウンド低減処理が動作した状態で硬X線検出器(HXD)による硬X線観測を行うこと。</li> </ul> </li> </ul>	<p>(運用期間最低2年)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 3種類の観測装置を用いた観測により、X線天文学研究に大きなインパクトのある研究成果を得る。</li> <li>■ 上記を確実に達成するために、以下の観測を2年間以上行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・X線望遠鏡(XRT-I)とX線CCDカメラ(XIS)を組み合わせたシステムにより、X線撮像を行い、同時にX線エネルギー分解能の半値幅として、6 keVのX線に対して約150 eV以下を達成すること。</li> <li>・X線望遠鏡(XRT-S)とX線マイクロカロリメーター(XRS)を組み合わせたシステムによるX線観測を行い、X線エネルギー分解能の半値幅として、6 keVのX線に対して約10 eV以下を達成すること。</li> <li>・硬X線検出器(HXD)により硬X線観測を行い、15-50 keV、50-200 keVのエネルギーバンドで、それぞれかに星雲“からのX線の約1/1000、約1/50の強度のX線を検出する感度を達成すること。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ フル成功基準を満たす最低2年の観測運用を行った後、さらに長期の観測運用を継続し、新しい天体や、新しい現象の発見を行う。</li> </ul>	<p>平成20年6月の宇宙理学委員会の運用延長審査において、「X線望遠鏡(XRT-S)とX線マイクロカロリメーター(XRS)を組み合わせたシステムによるX線観測を行い、X線エネルギー分解能の半値幅として6 keVのX線に対して約10 eV以下を達成すること。」を除いて、フル成功基準を達成したことが確認された。これに基づき、同審査において平成23年7月までの運用延長が認められた。続いて平成23年7月の運用延長審査では、平成27年7月までの延長が認められた。この間、「すざく」は新しい天文現象の発見を続けており、そのペースは衰えていない。エクストラ成功の内容をさらに充実させるべく観測運用を継続している。</p>

プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

衛星/センサー	ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	平成26年度の達成状況
SOLAR-B	<p>搭載観測装置による観測で太陽物理学研究にインパクトを与える観測・研究成果を得る。そのため、この成果が十分に期待できる以下の衛星性能、搭載観測装置性能を達成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・衛星が太陽同期軌道を確保し、電源系・通信系・コマンドデータ処理系・姿勢軌道制御系等が観測条件をほぼ満足して、約8ヶ月間の最初の全日照期間にわたり継続的な観測を実施すること</li> <li>・観測装置に関して、以下の3つのいずれかを達成すること <ul style="list-style-type: none"> <li>—可視光・磁場望遠鏡が地上からの観測性能(約1秒角)を凌駕する空間分解能(0.5秒角以下)を達成すること</li> <li>—X線望遠鏡が「ようこう」軟X線望遠鏡を上回る空間分解能を達成すること</li> <li>—EUV撮像分光装置が10本以上の極紫外線スペクトル輝線で撮像観測を実施すること</li> </ul> </li> </ul>	<p>3つの搭載観測装置の同時観測で太陽物理学研究に大きなインパクトを与える観測・研究成果を得る。そのため、この成果が十分に期待できる以下の衛星性能、搭載観測装置性能を達成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・衛星が所期の観測条件をフルに満足し、3年間の主ミッション期間中(日陰期間中を除く)、継続的な観測を実施すること</li> <li>・観測装置に関して、3つの望遠鏡全てで所期の性能を達成すること <ul style="list-style-type: none"> <li>—可視光・磁場望遠鏡が回折限界分解能を達成し、ベクトル磁場の鮮明な画像を生み出すこと</li> <li>—X線望遠鏡が視野中心で空間分解能1秒角を達成すること</li> <li>—EUV撮像分光装置が全波長域で空間分解能2秒角、波長分解能4000を達成すること</li> </ul> </li> </ul>	<p>3年間の主ミッション期間を超えて、太陽物理学研究にインパクトを与える観測を継続し、新たな研究成果を生み出しつづける。</p>	<p>搭載した3つの観測装置はいずれも、フル成功基準に記述された性能は問題なく達成しており、「ひので」(SOLAR-B)の科学成果は太陽物理学研究を一変させている。平成25年度6月に宇宙理学委員会によるミッション運用延長審査を受け、平成28年度末までの運用延長が認められた。なお、平成23年度4月の延長審査において、観測・研究成果の点で問題なくフル成功基準を達成している、と判断されている。現在も観測を継続し、エクストラ成功基準を達成しつつある段階である。</p>

プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

衛星/センサー	ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	平成26年度の達成状況
PLANET-C	<p>雲が東西方向に1周する1週間にわたって、金星周回軌道上からいずれかのカメラによって画像を連続的(数時間毎)に取得し、全球的な雲の構造と運動を捉える。</p>	<p>雲領域の大気構造が変動する時間スケールである2年間にわたり以下の全ての観測を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1<math>\mu</math>mカメラ(IR1)、2<math>\mu</math>mカメラ(IR2)、紫外イメージャ(UVI)、中間赤外カメラ(LIR)によって金星の画像を連続的(数時間毎)に取得し、3次元的な大気運動を明らかにする。</li> <li>・ 金星で雷放電が起こっているか否かを議論するために雷・大気光カメラ(LAC)を用いた観測を行う。</li> <li>・ 電波掩蔽観測により金星大気の温度構造を観測する。</li> </ul>	<p>以下のいずれかを達成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 太陽活動度の変化に伴う大気構造の変化を捉えるため、4地球年を超えて金星周回観測を行う。</li> <li>・ 1<math>\mu</math>mカメラ(IR1)により金星の地表面物性あるいは火山活動に関するデータを得る。</li> <li>・ 2<math>\mu</math>m(IR2)カメラにより地球軌道より内側での黄道光の分布を観測する。</li> </ul>	<p>平成22年に金星周回軌道への投入に失敗し、平成27年以降に改めて金星周回軌道に投入するためにリカバリー運用に取り組んでいる。そのため、成功基準はいずれもまだ達成されていない。</p>

プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

衛星/センサー	ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	平成26年度の達成状況
SPRINT-A	<p>以下の2つのいずれかを達成すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>－木星イオトーラスの Spectrumから背景電子温度を導出すること</li> <li>－金星または火星の酸素イオンの流出率の上限値を求めること</li> </ul>	<p>以下の3つをすべて達成すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>－木星イオトーラスの Spectrumから背景電子温度を導出すること</li> <li>－金星または火星の酸素イオンの流出率の上限値を求めること</li> <li>－木星磁気圏へのエネルギー流入ルートを明らかにすること</li> </ul>	<p>以下の4つをすべて達成すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>－木星イオトーラスの Spectrumから背景電子温度を導出すること</li> <li>－金星または火星の酸素イオンの流出率の上限値を求めること</li> <li>－木星磁気圏へのエネルギー流入ルートを明らかにすること</li> <li>－金星または火星の炭素イオンと窒素イオンの流出率の上限値を求めること</li> </ul>	<p>下記に示す通りエクストラ成功基準まで達成した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>－木星イオトーラスのスペクトル観測から、イオトーラス領域の電子密度などの動径方向の空間変化を取得した。これにより、粒子加速の重要なステップとなる高温電子の内向き輸送の証拠を初めて観測的に捉えた。(Science誌掲載)</li> <li>－金星電離圏領域のスペクトル観測から、散逸する酸素イオンを観測することに成功し、流出率の上限値を求めた。(論文執筆中)</li> <li>－オーロラとイオプラズマトラスの長期観測により、増光タイミングの差を観測的に明らかにした。これにより、磁気圏内で外側から内側に向けた非定常なエネルギー流入ルートの存在を確認した。(論文執筆中)</li> <li>－金星電離圏領域のスペクトル観測から、「その場」観測では質量弁別が困難な炭素イオンと窒素イオンの流出率の上限値を導出した。(論文執筆中)</li> </ul>

## プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

探査機/センサー 他	ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	平成26年度の達成状況
はやぶさ2	<p>小惑星近傍からの観測により、C型小惑星の表面物質に関する新たな知見を得る。(※)</p> <p>〈達成判断時期〉 探査機の対象天体到達1年後</p> <p>(※)小惑星表面の分光データを10セット取得する。</p>	<p>採取試料の初期分析において、鉱物・水・有機物相互作用に関する新たな知見を得る。(※)</p> <p>〈達成判断時期〉 試料回収カプセルの地球帰還1年後</p> <p>(※)サンプルを100mg以上採取する。</p>	<p>天体スケールおよびマイクロスケールの情報を統合し、地球・海・生命の材料物質に関する新たな科学的成果を上げる。</p> <p>〈達成判断時期〉 試料回収カプセルの地球帰還1年後</p>	<p>まだ、達成状況を評価する時期ではない</p>
<p>【理学目的2】 小惑星の再集積過程・内部構造・地下物質の直接探査により、小惑星の形成過程を調べる</p>	<p>小惑星近傍からの観測により小惑星の内部構造に関する知見を得る。(※)</p> <p>〈達成判断時期〉 探査機の対象天体到達1年後</p> <p>(※)小惑星のバルク密度を±7%の制度で決定する。</p>	<p>衝突体の衝突により起こる現象観測から小惑星内部構造・地下物質に関する新たな知見を得る。(※)</p> <p>〈達成判断時期〉 探査機の対象天体離脱時まで</p> <p>(※)生成されたクレータを中心として100m四方の画像データを空間分解能20cmで取得する。</p>	<p>衝突破壊・再集積過程に関する新たな知見をもとに小惑星形成過程について科学的成果を挙げる。 探査ロボット(小型ローバ/小型ランダ)により、小惑星の表層環境に関する新たな科学的成果を挙げる。</p> <p>〈達成判断時期〉 試料回収カプセルの地球帰還1年後</p>	<p>同上</p>
<p>【工学目的1】 「はやぶさ」で試みた新しい技術について、ロバスト性、確実性、運用性を向上させ、技術として成熟させる。</p>	<p>イオンエンジンを用いた深宇宙推進にて、対象天体にランデブーする。</p> <p>〈達成判断時期〉 探査機の対象天体到達時</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・探査ロボットを小惑星表面に降ろす。</li> <li>・小惑星表面サンプルを採取する(※)</li> <li>・再突入カプセルを地球上で回収する。</li> </ul> <p>〈達成判断時期〉 試料回収カプセルの地球帰還時</p> <p>(※)サンプルを100mg以上採取する。</p>	<p>N/A</p>	<p>同上 ただし、イオンエンジンを含めた搭載機器の初期機能確認を終え、計画通り3月から巡航フェーズへ移行した。</p>
<p>【工学目的2】 衝突体を天体に衝突させる実証を行う。</p>	<p>衝突体を対象天体に衝突させるシステムを構築し、小惑星に衝突させる。</p> <p>〈達成判断時期〉 生成クレーター確認時</p>	<p>特定した領域(※)に衝突体を衝突させる。</p> <p>〈達成判断時期〉 生成クレーター確認時</p> <p>(※)衝突目標点から半径100mの範囲</p>	<p>衝突により、表面に露出した小惑星の地下物質のサンプルを採取する。</p> <p>〈達成判断時期〉 試料回収カプセルの地球帰還時</p>	<p>同上</p>

## I.2. (2) 有人宇宙活動プログラム

平成26年度 内部評価 B

### ①国際宇宙ステーション (ISS)

**中期計画記載事項:** 国際宇宙基地協力協定の下、我が国の国際的な協調関係を維持・強化するとともに、人類の知的資産の形成、人類の活動領域の拡大及び社会・経済の発展に寄与することを目的として、国際宇宙ステーション (ISS) 計画に参画する。

ISS における宇宙環境利用については、これまでの研究成果の経済的・技術的な評価を十分に行うとともに、将来の宇宙環境利用の可能性を評価し、ISS における効率的な研究と研究内容の充実を図る。また、ISS からの超小型衛星の放出による技術実証や国際協力を推進する。

なお、ISS 計画への参画にあたっては、費用対効果について評価するとともに、不断の経費削減に努める。

#### ア. 日本実験棟 (JEM) の運用・利用

日本実験棟 (JEM) の運用及び宇宙飛行士の活動を安全・着実にを行うとともに、宇宙環境の利用技術の実証を行う。また、ISS におけるこれまでの成果を十分に評価し、成果獲得見込みや社会的要請を踏まえた有望な分野へ課題重点化を行い、JEM を一層効果的・効率的に活用することで、より多くの優れた成果創出を目指す。具体的には、生命科学分野、宇宙医学分野及び物質・物理科学分野の組織的研究を推進するとともに、タンパク質結晶生成等の有望分野への重点化を行う。さらに、世界的な研究成果を上げている我が国有数の研究機関や、大学、学会などのコミュニティとの幅広い連携を強化する。

船外実験装置については、宇宙科学及び地球観測分野との積極的な連携による利用の開拓を行う。

加えて、ポストISS も見据えた将来の無人・有人宇宙探査につながる技術・知見の蓄積に努める。

また、ISS からの超小型衛星の放出等による技術実証や、アジア諸国の相互の利益にかなうJEM の利用等による国際協力を推進する。

#### イ. 宇宙ステーション補給機 (HTV) の運用

宇宙ステーション補給機 (HTV) の運用を着実にを行う。それにより、ISS 共通システム運用経費の我が国の分担義務に相応する物資及びJEM 運用・利用に必要な物資を着実に輸送・補給する。

### 特記事項 (社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

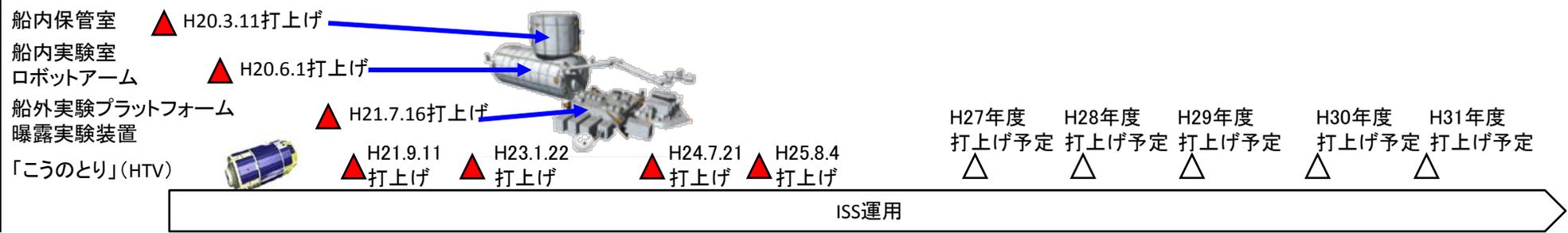
●平成26年7月の宇宙開発利用部会 国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会の「中間とりまとめ」において、「多様な観点から検討した結果、コスト効率化の継続的な努力と、成果の最大化を通じて、総合的に費用対効果を一層向上させる取り組みを行いつつ、2024 年までISS 計画への参加を継続することが適当であるとの方向性を得た。」と記載されている。

●平成27年1月に決定された「宇宙基本計画」において、「国際宇宙ステーション (ISS: International Space Station) 計画を含む有人宇宙活動については、費用対効果を向上させつつ、我が国が引き続き宇宙分野での国際的な発言力を維持するために、将来の人類の活動領域の拡大へ寄与しつつ、技術蓄積や民間利用拡大の戦略的实施等が効果的・効率的に行われることを前提に、これに取り組む。」と記載されている。

# マイルストーン

H20年度 (2008)	H21年度 (2009)	H22年度 (2010)	H23年度 (2011)	H24年度 (2012)	H25年度 (2013)	H26年度 (2014)	H27年度 (2015)	H28年度 (2016)	H29年度 (2017)	H30年度 (2018)	H31年度 (2019)	H32年度 (2020)
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

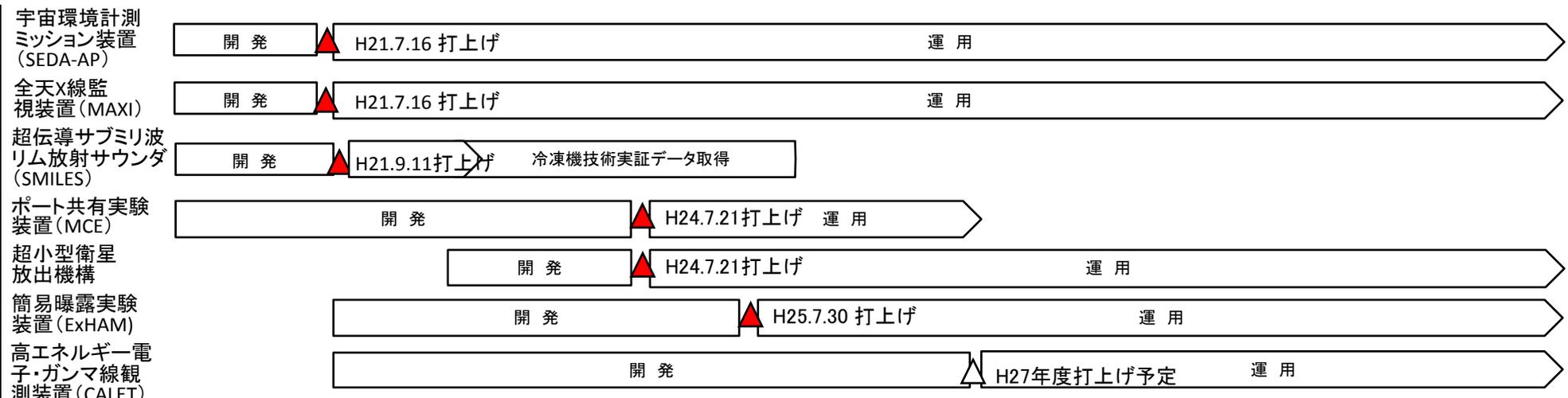
ISS運用



船内実験室利用



船外実験プラットフォーム利用



国際宇宙基地協力協定の下、我が国の国際的な協調関係を維持・強化するとともに、人類の知的資産の形成、人類の活動領域の拡大及び社会・経済の発展に寄与することを目的として、国際宇宙ステーション(ISS)計画に参画する。

ISSにおける宇宙環境利用については、これまでの研究成果の経済的・技術的な評価を十分に行うとともに、将来の宇宙環境利用の可能性を評価し、ISSにおける効率的な研究と研究内容の充実を図る。また、ISSからの超小型衛星の放出による技術実証や国際協力を推進する。

なお、ISS計画への参画にあたっては、費用対効果について検討するとともに、不断の経費削減に努める。

#### ア. 日本実験棟(JEM)の運用・利用

日本実験棟(JEM)の運用及び宇宙飛行士の活動を安全・着実にを行うとともに、宇宙環境の利用技術の実証を行う。また、ISSにおけるこれまでの成果を十分に評価し、成果獲得見込みや社会的要請を踏まえた有望な分野へ課題重点化を行い、JEMを一層効果的・効率的に活用することで、より多くの優れた成果創出を目指す。具体的には、以下を実施する。

### (a) JEMの運用

JEMの保全補給を含む軌道上運用継続による技術蓄積及びISS/JEMの利用環境の提供

ISS運用継続を受けたJEM運用計画の策定

ポストISSも見据えた将来の無人・有人宇宙探査につながる技術・知見の蓄積

#### 実績:

(1) 日本実験棟(JEM)「きぼう」の24時間365日の連続運用による技術蓄積とISS/JEM利用環境の提供

##### ① JEMシステムの利便性向上

ユーザ要求への柔軟な対応及び実験に係る各種制約の緩和を目的に、以下の装置を開発・整備して利用環境を整え、新たな利用方法を提案し、JEMシステムの利便性を向上させた。また、これら機器の整備に当たっては、小型・高機能で低価格の民生品を活用してコスト低減に努めた。

- 地球観測ミッション等の利用要望が高まっている50kg級小型衛星用の衛星放出機構
- JEM搭載実験装置が取得した実験データを記録・再生する共通データストレージ装置
- 実験ユーザの要望に対応した12℃用保冷ボックス
- JEM船内の収納エリアを拡張するカーゴ保管機構

##### ② JEM利用ユーザへの安定した実験機会の提供

故障によりバックアップ機能を失っていたJEM船内の冷却水循環ポンプ及び実験データ処理装置に対して、それらの交換品を準備し、打ち上げ、軌道上で交換するという一連の作業を短期間のうちに完了させて通常状態に復旧させた。また、復旧までの間においても、これまで蓄積してきた運用技術を活かしてJEM利用ユーザに課す運用制約を緩和し、その状況下での最善の利用環境を構築することで、JEM利用ユーザに安定した実験機会を提供し続けた。

## 実績(つづき):

### (2) 安全・ミッション保証活動

#### ① 設計審査・安全審査

JEMシステム品の設計審査18件、安全審査30件及びJEM実験装置等の設計審査51件、安全審査65件を実施し、設計審査及び安全審査での指摘が打ち上げまでに全て処置され、「きぼう」での安全かつ確実なミッションの達成に寄与した。

#### ② 部品評価プロセスの改善

開発活動の初期の適切な時期に、安全性の確保及びミッションの達成の観点から早めの対応が必要な事項として、近年、民生部品の利用増加に伴い、その適用評価に時間を要し、設計審査などにおいて部品に関する技術課題や手戻りリスクを後続フェーズに残してしまう例が増えていることに特に注目し、開発担当メーカー/プロジェクト原局との密な連携により部品評価プロセスの改善を推進した結果、年度末における部品関連の評価積み残しが皆無となった。これにより、部品に関する技術課題やリスクを早期に解決し、開発プロジェクトの円滑確実な進行に大きく寄与した。

#### ③ 安全に関する最終承認権限の委譲

NASA 運用安全担当が安全に係る最終承認権限を有するJAXA のシステム運用手順書の一部について、NASAと合意が得られJAXA に承認権限が委譲された。実際のプロセスやルールについては新年度から開始予定の段階的試行を踏まえながら具体的な取り決めを整えていく。これにより、従来NASA との調整に要していた作業負荷が削減でき、JEMのシステム運用準備プロセスの利便性の向上及び迅速化に寄与する。

#### ④ 不具合処置対応

8月に発生した米国民間企業の超小型衛星放出ケースの不具合に対して、当該機器の安全化処置や不具合原因究明等に係る技術支援を実施した。

更にNASAの安全審査に参加して、当該機器の設計の安全性解析を独自に行った結果に基づき、安全装置の追加の必要性について指摘し、当該安全装置の追加に係る米国民間企業の設計変更内容の妥当性の確認評価などの技術支援を実施した。また、放出作業のリアルタイムモニターも行い、所定の安全確保の手順が確実に履行されていることの確認を行った。このように、本来米国の民間企業が設計責任を持ち、NASAが審査責任を持つ超小型衛星放出機構の安全性について、機構が有する安全技術をもって設計から運用に至るきめ細かいサポートを行うことを通じて、NASAと米国民間会社によるJEMからの超小型衛星放出ミッションの安全・確実な達成に貢献した。

## 実績(つづき):

### (3) 我が国の2016年以降のISS計画参加方針を踏まえたJEM運用計画

#### ① JEM運用体制の合理化

JEM運用体制の合理化を継続して実施し、リアルタイム運用管制体制から実験運用リード担当を外し、計画担当を1日3シフト体制から日勤1シフトのみに削減した体制で運用管制を実施した。これまでに獲得・蓄積した運用管制技術を基づいて、継続的に業務の合理化に努め、JEM定常運用開始時(平成22年度)には62名の体制で臨んでいたJEMシステムの運用管制を53名まで縮減し、運用経費の節減に努めた。

#### ② JEM予備品の準備

JEM寿命評価結果に基づき、ISS運用継続に必要なJEM機器の予備品を準備した(曝露部電力分配箱、曝露部流体循環ポンプ、実験ラック電力分配箱、実験データ処理装置、冷却水循環ポンプ等)。部品調達が困難になったものや、機能の変更や追加で利便性向上に繋がるものについては、小型・高機能で低価格の民生品を活用して製造コストの節減に努めた。

#### ③ 運用効率化を図る次期運用管制システムの検討

より一層の運用管制作業の効率化を図るため、次期運用管制システムの要求検討に着手した。少人数の運用管制要員によるJEM及びHTVの運用管制が実現できるように、JEM運用管制機能にISS係留期間中のHTV運用管制機能を統合させるなどの機能の統合や、管制要員の作業負荷を軽減する自律化処理の促進など、運用管制機能の改善要求について検討・整理した。また、実験運用管制作業の効率化を図るために、実験運用管制システム(地上設備)の機能向上に係る要求検討も実施した。

#### ④ ISS共通システム運用経費の協議

2016年以降のISS共通システム運用経費の日本の分担について、文部科学省の意向を踏まえてNASAとの協議を実施した。

## 実績(つづき):

### (4) 将来の宇宙探査につながる技術・知見の蓄積

#### ① 省電力・高信頼性の水再生技術に関する軌道上実証の準備

将来型水再生システムとして、日本が有する先端技術である高性能電極(ダイヤモンド電極)による電気分解技術を活用することにより、現行システムを大幅に凌駕する性能と機能性を有する独自のシステムを検討した。当該水再生技術を軌道上実証する装置として「JEM搭載用水再生技術実証システム」の開発に着手し、その詳細設計を実施した。

#### ② 放射線防護技術に関する軌道上実証の準備

- 将来の有人探査で必要となる放射線遮蔽材料の軌道上実証に向けた準備として、現在継続中のJEM船内での被ばく線量データ計測に加え、JEM船外の被ばく線量データを計測するために「JEM曝露部線量計」を新たに製作し打ち上げ準備を実施した。本装置を使って、船外の被ばく線量データを計測・取得できることを技術実証し、船壁厚の遮蔽効果を評価するために線量計の入った耐圧ケースの様々な厚さによる線量の減衰を実測する。

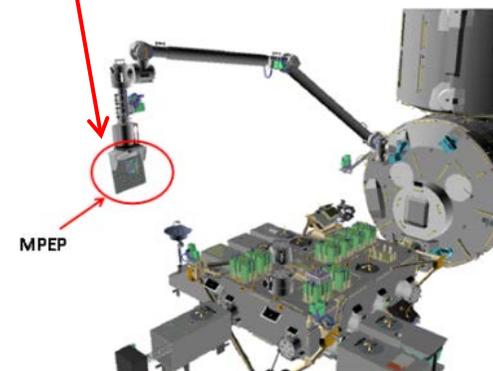
- JEM船内と船外で実測した線量データを用いて、日本原子力研究開発機構との共同研究により昨年度構築した「宇宙放射線被ばく線量評価のための解析モデル」を使って、基本遮蔽材料(水、ポリエチレンブロック等)による遮蔽効果のシミュレーション計算を実施した。また、放射線医学総合研究所と協力して遮蔽材料の照射実験も実施する計画であり、有人探査における最大のリスクである「宇宙放射線による被ばく」を低減するための放射線防護技術の実証試験をISSにおいて世界に先駆けて実施する準備を進めた。

#### ③ リアルタイム放射線計測技術に関する軌道上実証の準備

将来の有人探査で必須となる宇宙飛行士の放射線被ばく管理のため、JEM船内の放射線環境をリアルタイムで計測・モニタできる装置位置有感生体等価比例計数箱(J-TEPC)を新たに製作し打ち上げ準備を実施した。本装置は、宇宙放射線の飛跡を3次元で計測できる世界初の装置であり、測定精度±10%という世界最高水準の高い精度で被ばく線量を計測できる能力を有する。



新たな「JEM曝露部線量計」



放射線防護材料の軌道上実証

## 効果:

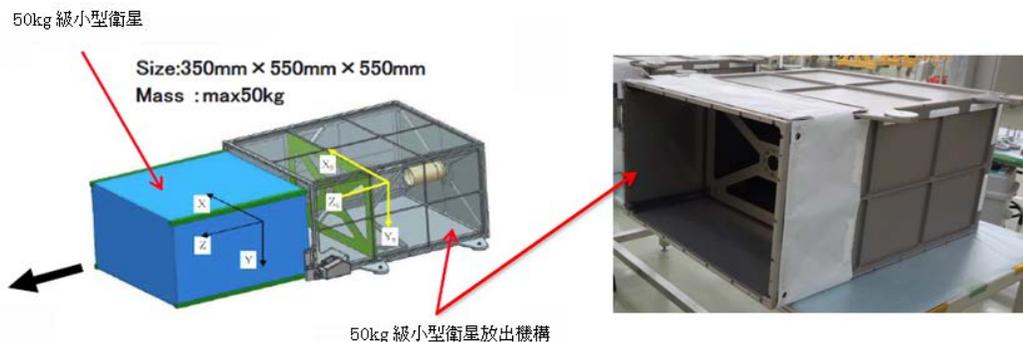
### (1) JEM運用経費節減に向けた不断の取り組み

ISS運用に支障を与えないよう配慮しながら、運用管制要員の削減や宇宙飛行士訓練の効率化等により、継続的にJEM運用経費を削減した

- 平成25年度比の削減額は5億円
- JEMの本格運用を開始した平成22年度比の削減額は15億円

### (2) 利用ユーザの要求・要望に応えるJEMの利便性向上の技術

① 地球観測ミッション等の利用要望が高まっている50kg級小型衛星用の衛星放出機構を開発し、新たな有償利用契約（東北大学／フィリピン科学技術省）を獲得した。日本の衛星放出機構は、1kg級から50kg級までの超小型衛星を放出できる能力を有し、搭載できる衛星の最大容積についても従来の30倍となり、利用ユーザのミッション要求に幅広く応える利用環境を備えたことで、JEMの利便性を向上させた。



JEMの利便性を向上させる、新たな小型衛星放出機構

- ② HTV5号機で打ち上げ予定の高エネルギー電子・ガンマ線観測装置(CALET)の実験データ取得要求に対応するため、JEM内に実験データを記録・再生できる共通データストレージ装置を開発した。CALET以外の実験データにも利用可能とすることで、ISS全体のデータ通信計画及び通信量制限に左右されることなく実験計画を立案可能とする。
- ③ ユーザ要求に応じて整備した保冷ボックス及びポータブル冷凍冷蔵庫を用いて、4℃保持の温度要求のあるタンパク質結晶成長実験を実施した。これらの装置は、この実験要求を満足する安定した低温環境を提供して良好な実験結果を導出し、既存の米国機材を上回る精密な温度制御性能を有することを証明した。
- ④ その他、線虫実験ユーザからの低温にすることで線虫の活性を抑えるための温度要求に応える12℃用保冷ボックスの開発や、JEM船内で実験装置やサンプルをより多く保管するために収納エリアを拡張するカーゴ保管機構を開発した。

### (3) ISS利用インフラの一つとして定着し、利用ユーザの拡大に貢献

- ① JEMエアロック、ロボットアームといったJEM独自の機能を活用した衛星放出ミッションは、国内だけでなく海外の宇宙機関や民間企業からも利用要望が寄せられ、JEMの利用価値を高めている。ISS利用インフラの一つとして定着し、ブラジル衛星を含め30機の衛星を放出することで、これまでに放出した衛星の累計は72機となり、日本の宇宙先進国としての国際的なプレゼンスを向上させた。
- ② NASAのもとで米国民間企業が製作した超小型衛星放出ケースの放出不具合に対して、不具合原因究明活動に協力するとともに、誤放出によりISSやソユーズ宇宙船に損傷を与えることがないような安全化対策の設計変更を提案した。そしてこの分野の先駆者として過去3回全て成功している日本の超小型衛星放出機構で得た技術と経験に基づいて、無事に衛星放出の成功へと導いた。有人安全・信頼性を確保する確かな技術力は、ユーザ利用から信頼が寄せられ、日本の技術力のプレゼンス向上に寄与するとともに、JEM利用環境の可能性を拡大した。

#### (4) ISS及び将来の有人探査も見据えた国際競争力のある技術

##### ① 水再生システム技術

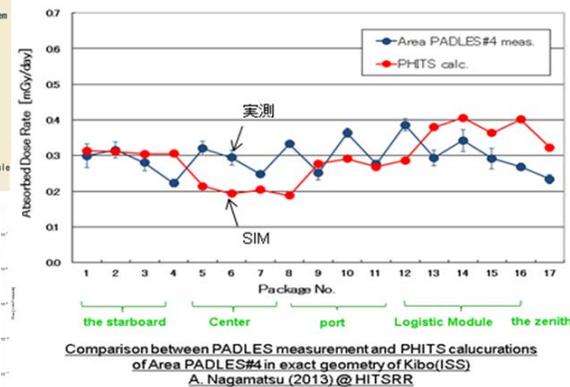
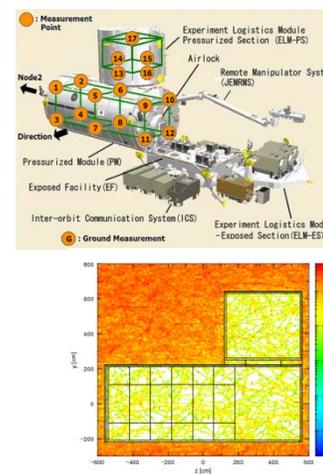
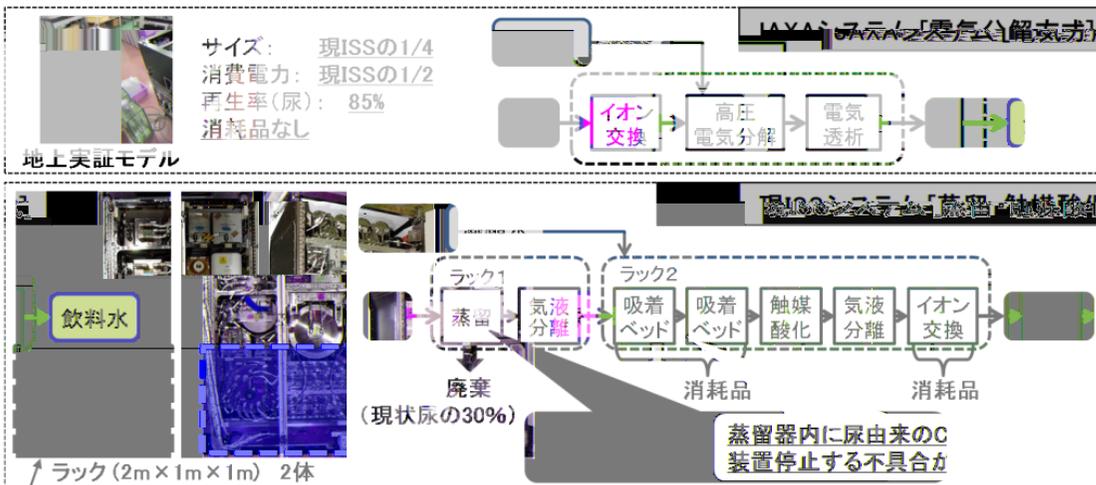
機構が研究を進める省電力・高信頼性の水再生システム技術は、現在のISSの水再生システムよりも、小型(1/4サイズ)・低消費電力(1/2消費電力)であり、消耗品不要(イオン交換樹脂の交換を必要としない)で再生効率(再生率85%)に優れ、現行システムを大幅に凌駕する性能と機能性を有する。水の補給量を年間350kg程度減らせる(10%減)見込みがあり、ISS運用経費削減に貢献できる。当該水再生技術を軌道上実証し、この比類ない性能を国際的に示すことで、ISS及び将来有人探査において日本が技術的優位性を持つ。

##### ② 放射線防御技術

ISS船外の被ばく線量データの計測について、これまで露欧で実施した事例があるが、いずれも一部のエネルギー領域の線量を計測するものであったのに対し、JEM曝露部線量計は、JEM船内線量計と同じように被ばく線量に寄与する全てのエネルギー領域の線量を船外でも計測することができるようになる世界初の装置である。JEM船内と船外で実測した線量データを元に、船壁厚の違いや遮蔽材料の違いによる宇宙放射線の遮蔽効果について評価を行いデータを蓄積することは、将来の有人探査で必要となる放射線遮蔽材料の軌道上実証を世界に先駆けとなる。ISSで実施する環境を整えることで、有人探査における最大のリスクである「宇宙放射線による被ばく」を低減するための放射線防御技術を獲得し、日本の技術の優位性を確保するとともにプレゼンス向上に繋げる。

##### ③ リアルタイム放射線計測技術

将来の有人探査において、リアルタイムで放射線環境を計測・モニタして宇宙飛行士の被ばく管理を行うことは欠かせないが、そのリアルタイム計測技術はまだ確立されておらず、十分な測定精度を有する装置も存在していない。位置有感生体等価比例計数箱(J-TEPC)は、宇宙放射線の飛跡を3次元で計測できる世界初の装置であり、NCRP(米国放射線防護測定審議会)の国際基準(測定精度要求 $\pm 30\%$ )を満足する唯一の装置で、米露欧の既存の計測装置の測定精度( $\pm 50\% \sim 70\%$ )を大幅に上回る高い精度( $\pm 10\%$ )で被ばく線量計測ができる能力を有する。当該計測技術の技術実証を行い、将来の有人深宇宙探査に必須な技術を確認して日本の技術的優位性を確保する。



JAXAシステムのサイズ

#### 現ISSシステムより優れる機構の水再生システム

#### 高い精度で被ばく線量計測ができる日本の放射線計測技術

- SS 宇宙飛行士に対するJEM 訓練の実施
- 日本人宇宙飛行士の搭乗に対する安全評価
- 日本人宇宙飛行士のISS長期滞在の実施、ISS長期滞在に向けた訓練、及び健康管理の実施

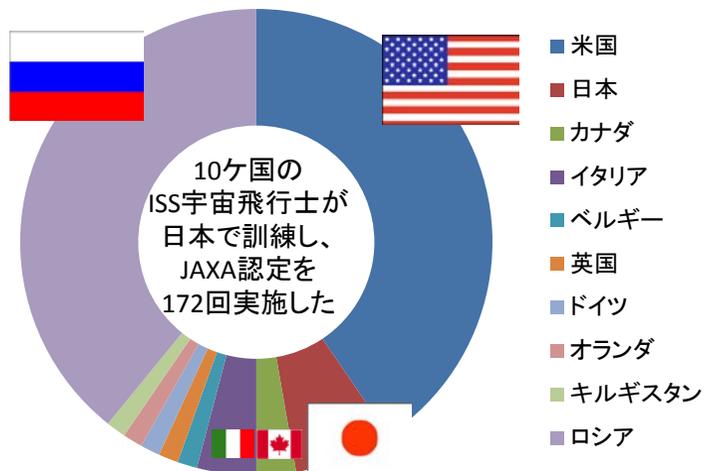
**実績:**

(1) ISS 宇宙飛行士に対するJEM 訓練の実施

- ① 国際間で調整したスケジュールに従い、ISSに搭乗指名された日本人及び国際パートナーのISS宇宙飛行士18人に対して、JEM及びHTVシステムの運用訓練及び実験運用訓練を実施し、ISS搭乗に向けJAXA認定を実施した（これまで10ヶ国のISS宇宙飛行士に対して、累積172回のJAXA認定を実施）。
- ② ソユーズ37S～41Sの12人の宇宙飛行士に対し、ISSに搭乗している期間に、国際パートナーと協同で軌道上で緊急時対処訓練を実施した。
- ③ ESA及びNASAからの要請により、搭乗アサイン前の7名（欧州1名、米6名）及び短期滞在予定の宇宙飛行士（欧州1名）にJEMの運用訓練を実施した。

(2) 日本人宇宙飛行士搭乗に対する安全評価の実施

- ① 若田飛行士のISS長期滞在及び帰還時の安全確認を行い、飛行士の安全を確保することによりISS長期滞在ミッションの成功に寄与した。
- ② 油井飛行士がソユーズ41Sの交代要員として搭乗することとなった場合の安全確認を実施した。
- ③ 今後数年で運用が開始される米国商業宇宙船計画の具体化に伴い、日本人宇宙飛行士の搭乗を想定して組織横断的な情報共有体制を構築するなど、安全確認に係る情報収集を本格的に開始した。



ISS宇宙飛行士に対する訓練を筑波宇宙センターで行い、JAXA認定を実施した

## 実績(続き):

### (3) 日本人宇宙飛行士のISS長期滞在の実施

平成25年11月7日から平成26年5月14日までの188日間、若田宇宙飛行士がISSに長期滞在し、全ての任務を完遂した。平成26年度に実施した主な任務は以下のとおり。

- ① 微小重力環境を利用したさまざまな宇宙実験(物質科学、生命科学、宇宙医学、理工学実験や教育ミッションなど)を実施した。
- ② ロボットアーム操作の高度な技量を生かしてスペースX社ドラゴン補給船の把持などの支援作業を実施した。
- ③ ISSシステムの運用・維持管理や機器の不具合対応、ISSに到着した補給船の物資の運搬などを実施した。
- ④ 地上と映像やアマチュア無線を使用した交信イベントなどを通して、ISSでの業務、実験や生活を紹介するなどさまざまな広報・普及活動に参加。
- ⑤ 日本人宇宙飛行士として初めてISSコマンダー(第39次船長)任務を完遂した。(ISSコマンダー任務期間:平成26年3月9日～5月13日)

地上帰還後は、7～8月、10～11月及び3月の3回に渡って帰国し、数多くの帰国報告会、要人表敬、地方講演会などへの参加や広報対応を精力的に行い、広く一般へ向けて成果を報告し、ISS計画への理解増進に努めた。帰国報告会や地方講演会は盛況であり、多くの人たちに関心を持っていただいた。また、宇宙関連企業各社のエンジニアとの技術デブリーフィングを実施し、今後の日本の有人宇宙開発へ向けての技術的な改善点や方向性等について意見交換を行った。

### (4) ISS長期滞在に向けた訓練及び健康管理の実施

- ① ISS長期滞在中の若田宇宙飛行士に対して、軌道上健康管理を実施し、飛行士の心身を良好に保つことにより、ミッションの成功に寄与した。帰還後はリハビリテーション等を行い、若田飛行士は心身ともに健康を維持した。
- ② ISS長期滞在予定の油井宇宙飛行士(平成27年5月頃打ち上げ予定)及び大西飛行士(平成28年5月頃打ち上げ予定)に対して、ISS長期滞在に向けた訓練及び健康管理を実施した。
- ③ 若田、野口、古川、星出、金井各飛行士の技能維持向上訓練及び日常健康管理を実施した。
- ④ 星出飛行士がNEEMO18(NASA極限環境ミッション)訓練にコマンダーの立場で参加し、各極の参加宇宙飛行士の中でリーダーシップを発揮した。
- ⑤ 訓練設備(ISSロボットアーム訓練用シミュレータ)の追加やこれまでの多くの国際パートナーISS宇宙飛行士の訓練実績等をもとに国内の訓練体制を強化し、上記NEEMO等特殊訓練でコマンダーの役割を担わせるなど、二人目の日本人ISSコマンダーの育成に向けた活動を実施した。

(5) この他今後のISS長期滞在の実施に向けて、米国商業宇宙船への日本人宇宙飛行士の搭乗を想定した宇宙飛行士運用計画の策定に着手した。

## 効果:

### (1) 我が国の科学技術先進国として位置づけを向上させた

日本人として初めてとなる若田宇宙飛行士のISSコマンダー(第39次船長)就任は、若田宇宙飛行士のリーダーシップ、チーム行動能力等の高い資質、日本人として「和」を大切にし人を思いやる人柄やロボットアーム操作に代表される卓越した技量に加え、これまでの日本人宇宙飛行士の活躍、「きぼう」、「こうのとりのり」及びH-II Bロケット等に代表される日本のISS計画への貢献と有人宇宙技術の水準及び実績に対する国際的信頼により実現した。今回のミッションの成功とこれまでISS計画に参加し獲得した技術等の蓄積は、将来の有人宇宙活動に資するだけでなく、地上の技術の発展や我が国の若い世代の希望や自信、我が国の科学技術先進国としての位置づけの維持にも大きく貢献するものとなった。

若田飛行士の帰国時には、米国大使館により異例とも言える個人を主賓とした若田飛行士の功績をたたえるレセプションが開催され、ケネディ駐日大使から「40年以上、米国と日本は宇宙開発の分野で共に仕事をしてきた。科学技術から安全保障まで、これ以上に有益な協力関係はない。」と日米関係の絆の強さを内外に示す発言がなされた。

国外でもニューヨーク日本商工会議所や日系米国人飛行士エリソン・オニズカ氏の追悼記念イベント等での基調講演など、多くの講演活動を行い、ISS計画の意義や長期滞在の成果を報告することで日本人飛行士の活躍を広く知らしめた。



若田宇宙飛行士のISSコマンダー任務完了  
(5月13日のISSコマンダー交代式)



5月14日帰還



帰還直後に開催されたセレモニー



ケネディ駐日米国大使のメッセージ  
「40年以上、米国と日本は宇宙開発の分野で共に仕事をしてきた。科学技術から安全保障まで、これ以上に有益な協力関係はない。」

## 効果(つづき):

(2) 国内外の歴史ある賞を受賞し、これまでの有人宇宙活動実績が高く評価された

- ① 若田宇宙飛行士が第66回NHK放送文化賞及び第62回菊地寛賞を受賞。長期滞在ミッションの達成とISSコマンドーの重責を果たすことで日本人初の快挙を成し遂げたことが評価された。
- ② 向井千秋宇宙飛行士がフランス政府よりレジオン・ドヌール勲章シュヴァリエに叙された。ティエリー・ダナ駐日大使に「男女平等がまだ浸透していなかった時代から、女性の宇宙飛行士として力を尽くした」と称賛された。



第62回菊地寛受賞式



レジオン・ドヌール勲章シュヴァリエをフランス政府より受賞



安倍首相表敬



下村文部科学大臣表敬

(3) 「きぼう」の意義や日本の取組や成果などについて、政府要人を含め、広く国民に理解してもらうための活動を行い、効果的な報道に繋がった。

- ① 政府要人や政策関係者への日本人宇宙飛行士の表敬訪問を設定し、安倍首相や下村文科大臣による、宇宙開発やISS計画への前向きな発言や、ケネディ駐日米国大使による、ISS計画をはじめとする日米宇宙協力の有益性に関する発言などが報道等で取り上げられた。
- ② 日本人宇宙飛行士の帰国時等の報道対応においては、テレビ番組、新聞、雑誌等と主体的に企画調整を行った。山口宇宙担当大臣と若田飛行士によるISS計画への前向きな議論などの特別番組がテレビ放映された。
- ③ 自民党の国土強靱化総合調査会で行われた講演などをまとめた「国土強靱化 日本を強くしなやかに2015年版(中央公論新社)」に若田宇宙飛行士の講演が他の地域経済や科学技術などの様々な有識者11名の講演とともに収録された。二階総務会長は、「災害を忘れないこと、教訓を伝えていくことこそ私たちに与えられた使命」と述べられた。

## (b) JEM の利用

- JEM の利用を通じた宇宙環境利用技術の実証・蓄積
- JEM 船内・船外搭載実験装置の開発

### 実績

#### (1) 医学研究や創薬に繋がる実験技術を開発

##### ① 高品質タンパク質結晶生成実験の4℃結晶化技術を開発

現行の20℃での結晶化に加えて、医学研究や創薬で重要な役割を果たす膜タンパク質等の4℃での結晶化ニーズに応えるため、4℃結晶化技術を開発した。タンパク質を4℃に保つ保冷装置を使うには、ロケットの打ち上げ延期への対応が課題であった。従来型では打ち上げ延期により、地上で充填したタンパク質が地上で結晶化を開始するため、軌道上で結晶化を開始する新たな容器を開発した。ドラゴン補給船5号機 (SpX-5) で新たな容器と試料を打ち上げ、技術実証に成功し、実用化の目途が立った。

##### ② 実験準備期間の短縮と成功率を向上させる結晶化技術を開発

宇宙実験への条件移行の期間短縮化と成功率向上が可能となる「浸透チューブ法」による結晶化技術を開発し、軌道上実証に成功した。

##### ③ 共焦点顕微鏡の開発に着手

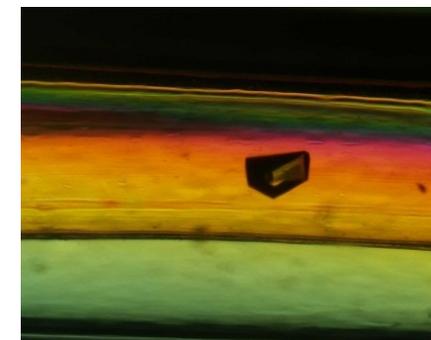
微小重力を利用して立体的に生物試料を培養し、観察・分析するといった今後の再生医療や創薬に繋がる実験ニーズに応えるため、立体的に細胞を観察する「共焦点顕微鏡」の開発に着手した。



軌道上での結晶化開始に成功



実験準備期間短縮と結晶化成功率を向上させる結晶化技術を開発



従来型容器では結晶化出来なかったタンパク質の結晶生成に成功

	従来型	新型(バッククリップ型)	新型(シール隔壁型)
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>宇宙飛行士の作業が不要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>軌道上での結晶化開始が可能 (ロケットの打ち上げ延期に対応可能)</li> </ul>	
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>射場での充填作業が必要</li> <li>充填作業後に結晶化が開始するため、打ち上げ遅延に対応できない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>宇宙飛行士の作業が必要</li> <li>結晶品質を良くするため、今後も改良が必要</li> </ul>	
容器外観		<p>クリップを取り外すと結晶化開始</p>	<p>溶液入り内袋を圧迫すると結晶化開始</p>

## 実績(つづき):

### (2) 最先端の生物実験、材料実験を実現する装置を開発

#### ① 小動物飼育装置の詳細設計を完了

マウスの重力影響比較や、地上で広く研究に使用されているオスマウスの実験といったニーズに応えるため、人工重力発生装置(遠心機)やマウスの個別飼育という他国にない機能を備えた「小動物飼育装置」の詳細設計を完了し、フライト品の製作・試験に着手した。平成27年度にHTV5号機で打ち上げ予定。また、細胞培養装置に対して、マウス実験への対応を考慮した換気機能を追加する改修も併せて実施した。

#### ② 静電浮遊炉の開発を完了

重力や接地面に影響されない高精度の物性データ取得のニーズに応えるため、静電荷を持つ試料を電界操作により位置制御を行い、レーザ加熱することにより、伝導体及び絶縁体、低温から高温まで幅広く物性データを取得するという他国にない特徴を備えた「静電浮遊炉」を開発し、フライト品の試験・製作を完了した。HTV5号機で打ち上げ予定。

#### ③ 多目的実験ラック2号機の開発を完了

静電浮遊炉等の新たな実験装置や、将来有人探査に向けた技術データを取得する技術実証装置を搭載する「多目的実験ラック2号機」を開発し、フライト品の試験・製作を完了した。HTV5号機で打ち上げ予定。

### (3) 宇宙科学の課題と新たな船外利用ニーズに対応

#### ① 高エネルギー電子・ガンマ線観測装置(CALET)の開発を完了

現在未解明の高エネルギー宇宙線の加速・伝搬メカニズムや暗黒物質の解明といった宇宙科学の課題を探究するため、高エネルギー帯電子の分解能に優れるなど他国にない性能を備えた「高エネルギー電子・ガンマ線観測装置(CALET)」を開発し、フライト品の製作・試験を完了した。HTV5号機で打ち上げ予定。

#### ② 簡易曝露実験装置(ExHAM)の2号機を製作

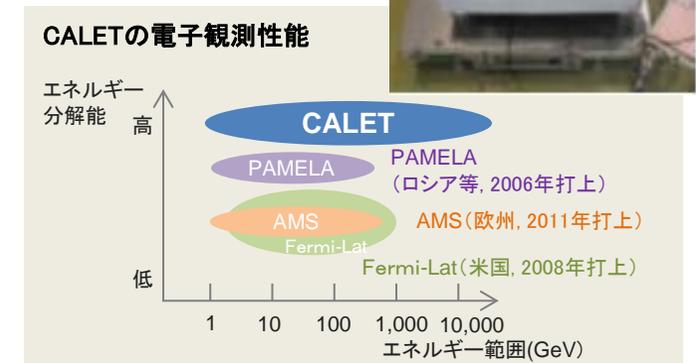
宇宙部品への応用などを目指した先端材料等の宇宙環境曝露実験のニーズ(現在、民間企業2社を含む8テーマの試料を準備中)に応えるため、平成26年度に打ち上げた「簡易曝露実験装置(ExHAM)」の2号機を製作した。ドラゴン補給船6号機(SpX-6)又はHTV5号機で打ち上げ予定。

特徴	米国	ロシア	日本
軌道上重力負荷 (人工重力環境)	×	×	○
オスマウスの個別飼育	×	○	○
生存回収	×	○	○

#### JAXA小動物飼育装置の国際的優位性

	低温	高温
伝導体	音波浮遊炉 (米国)	電磁浮遊炉 (欧州)
絶縁体		静電浮遊炉 (日本)

#### 静電浮遊炉の国際的優位性



#### CALETの国際的優位性

## 効果:

### (1) 国の戦略的研究との連携が実現

「小動物飼育装置」を利用して機構とともにマウス実験を行う筑波大学のチームと、日本科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業(CREST)の枠組みでエピゲノム(DNAの塩基配列によらない遺伝子の発現機構)疾患を研究する理化学研究所のチームによる共同研究において成果の最大化を図る体制を構築した。

### (2) JEM実験装置の利用要望が拡大

#### ①「簡易曝露実験装置(ExHAM)」の利用に民間企業が参加

現在、研究所・大学その他、民間企業2社がExHAM1号機及び2号機の利用に向け、試料の準備を進めている(ExHAM1号機は平成25年度打ち上げ済み)。計8テーマの試料は、ExHAM2号機とともに、ドラゴン補給船6号機(SpX-6)又はHTV5号機で輸送する予定。

#### ②「静電浮遊炉」の利用にNASAが関心

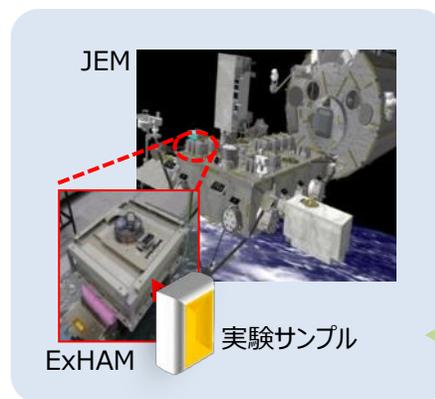
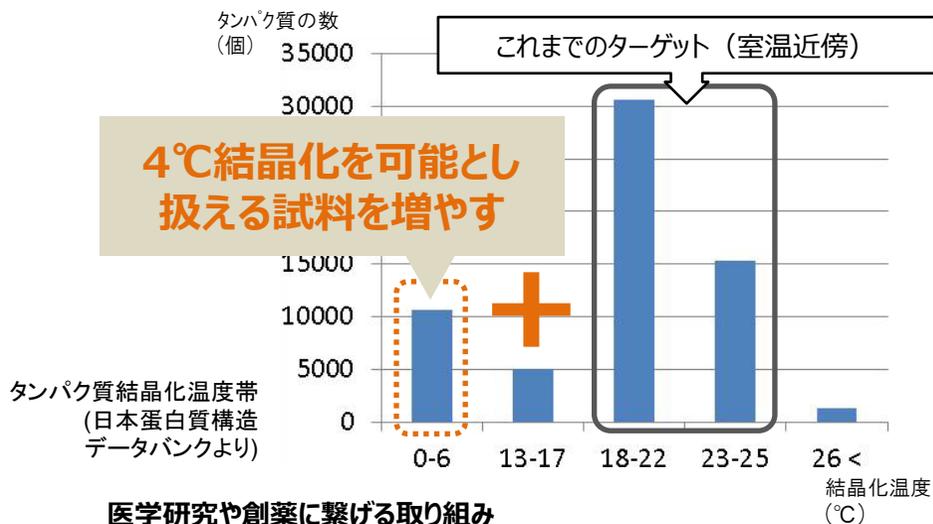
「静電浮遊炉」による軌道上の材料実験にNASAが関心を示している。米国材料ゲノムイニシアティブの一環で、現在、利用の枠組みについてNASAと調整中。

### (3) 医学研究や創薬に繋がるタンパク質の4℃実験技術を実現

医学研究や創薬においては、これまで軌道上実験のターゲットとしてきた室温近傍(20℃)に加え、4℃で結晶化する膜タンパク質等の研究の重要性が高まっている。本実験技術の確立により、これまで20℃の温度条件では扱えなかった医学研究や創薬において重要な役割を果たす膜タンパク質等の試料を、4℃の温度条件で扱うことが可能となる。

### (4) 海外でも期待が寄せられる日本の高品質タンパク質結晶生成実験の成果

ロシアは独自の実験に加え、機構の技術を利用した高品質タンパク質結晶生成実験に参加し、米国はJAXAの成功事例を受け、約10年ぶりにタンパク質結晶生成実験を再開した。また、NASAを中心に国際間で進めているISS成果普及活動では、「きぼう」の高品質タンパク質結晶生成が大きな成果として着目され、実験の意義を紹介する動画が作成された。



#### 実験準備中の8テーマ

- ・ソーラーセル材料
- ・アンテナ材料
- ・ターゲットマーカ
- ・超低高度衛星搭載材料
- ・耐熱・耐疲労・耐衝撃性プラスチック
- ・カーボンナノチューブ
- ・炭素質ナノ粒子・星間有機物進化研究
- ・有機物・微生物実験

研究所・大学その他、  
民間企業2社が参加

### JEM利用実験装置の利用要望が拡大

□JEM 利用実験の準備、軌道上実験の実施

□SS運用継続を受けて策定した中長期利用シナリオに基づき、より多くの成果創出に繋がる利用計画の設定

□生命科学分野、宇宙医学分野及び物質科学分野の組織的研究の推進、タンパク質結晶生成等の有望分野への重点化、並びに世界的な研究成果を上げている我が国有数の研究機関や、大学、学会などのコミュニティとの幅広い連携の強化による、JEM 利用成果の創出

**実績:**

(1) JEM船内実験、船外利用ミッションを実施、準備

① 軌道上で以下の船内実験、船外利用ミッションを実施

生命科学	宇宙医学	タンパク質	物質科学	船外ミッション
<ul style="list-style-type: none"> <li>凍結乾燥生殖細胞の宇宙保存実験</li> <li>線虫を用いた宇宙環境によるエピジェネティクス</li> <li>ES細胞の宇宙放射線影響</li> <li>マウス受精卵の宇宙放射線影響</li> <li>細胞の重力感知メカニズム</li> <li>植物の重力感知メカニズム</li> <li>茎の形態と微小管動態</li> <li>植物の抗重力反応シグナル応答</li> <li>植物の形を決める重力と植物ホルモン</li> <li>「きぼう」内の微生物モニタリング</li> <li>植物回旋転頭運動の重力応答依存性</li> <li>ゼブラフィッシュの筋維持における重力の影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>心臓自律神経活動研究</li> <li>前庭・血圧反射系の可塑性と対策(地上作業)</li> <li>宇宙環境から地上に戻った時の体のメカニズム解明(地上作業)</li> <li>「きぼう」船内の宇宙放射線計測</li> <li>筋骨格萎縮へのハイブリッド訓練法の効果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高品質タンパク質結晶生成実験</li> <li>一第2期第1,2回実験</li> <li>一技術実証ミッション               <ul style="list-style-type: none"> <li>・4℃結晶化技術</li> <li>・浸透チューブ法</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>混晶半導体結晶成長モデルの構築</li> <li>不凍タンパク質を用いた氷結晶成長</li> <li>マランゴニ振動流遷移メカニズムの解明</li> <li>溶液における熱拡散現象の解明</li> <li>省エネCPU半導体材料の製造に向けた実験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>超小型衛星放出(ブラジルの衛星)</li> <li>全天X線天体観測(MAXI)</li> <li>宇宙環境計測(SEDA-AP)(6テーマ)</li> <li>船外ポート共有実験(MCE)(5テーマ)</li> </ul>

② 軌道上の実験、ミッションに向けた準備を推進

重点テーマ「マウスを用いた宇宙環境影響評価」がフライト準備フェーズに移行するなど、JEM利用テーマの実験準備を進めた。

(2) きぼう利用の新たな外部諮問委員会を設置し、研究領域を重点化

① 「きぼう利用推進委員会」を発展的に見直し

国の戦略的な施策に沿った課題解決型の研究や民間の競争力強化に資する研究等に貢献するきぼう利用の推進施策策定及び、より具体的な研究課題の探索のため、「きぼう利用推進委員会」を発展的に見直した「きぼう利用推進有識者委員会」(委員長:永井良三自治医科大学長)を新たに設置した。

② 「きぼう利用推進有識者委員会」にて、利用戦略を策定

平成27年3月に「きぼう利用推進有識者委員会」の第一回会合を開催し、当面のきぼう利用戦略として、国の健康・医療戦略への貢献を目指す研究領域における重点課題を審議し、今後のきぼう利用戦略を明確化した。

## 実績(つづき):

### (3) ISS 1年滞在ミッションに実験で参加

平成27年3月から開始した国際宇宙探査に向けた米露宇宙飛行士によるISS 1年滞在ミッションに対応し、当該ミッションの飛行士に対する日本独自の軌道上医学実験(頭蓋内圧評価法の確立、生体リズム研究及び身体真菌叢評価)の実施に向けて、実験データ共有の範囲と内容に関して多極間の枠組みの中で合意し、打ち上げ前の地上対照データの取得を完了した。

### (4) 競争的資金の活用を強化

- ① 科学技術振興機構(JST)との調整を進めた結果、平成26年度の「研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)」、戦略的創造研究推進事業(CREST、さきがけ)の公募要領において、研究に利用可能な共用施設に「きぼう」が加わった。
- ② JEM利用テーマ提案者との調整を進め、A-STEPに、きぼう利用実験の成果に基づく研究提案を2件応募した(機構1件、大学1件)。

### (5) 民間企業や我が国有数の研究機関との協力を推進

- ① ヤクルト本社との共同研究(乳酸菌の継続摂取による免疫機能及び腸内環境の影響の研究)において、世界で初めてISSへ生菌を打ち上げて軌道上で宇宙飛行士が摂取を行う。本テーマの次段階に向けた審査を行い、フライト準備フェーズに移行した。
- ② 宇宙飛行士の健康管理技術への応用を目指す理化学研究所との共同研究(宇宙環境における免疫・腸内環境のストレス応答メカニズム解明)については、NASA-JAXA間で初めてヒト遺伝子を扱う研究に関する合意文書を策定し、フライト準備フェーズに移行した。

### (6) 高品質タンパク質結晶生成実験で2回の軌道上実験を実施

高品質タンパク質結晶生成実験の第2期シリーズ第1回実験(民間企業2社の実験を含む)の軌道上実験、回収を実施。また、第2回実験(民間企業1社と民間企業と連携する1大学の実験を含む)の打ち上げ、軌道上実験、回収を実施した。回収した2回分の試料は、SPring-8等による解析を実施し、利用者に解析結果を提供した。

なお、高品質タンパク質結晶生成実験について、ロシアは独自の実験に加え、打ち上げ・回収機会を提供した上でJAXAの技術を利用した実験に参加している。また、米国はJAXAの成功事例を受け、数年前から実験を再開している。

### (7) 宇宙医学でロシア科学アカデミー生物医学研究所との共同研究計画を策定

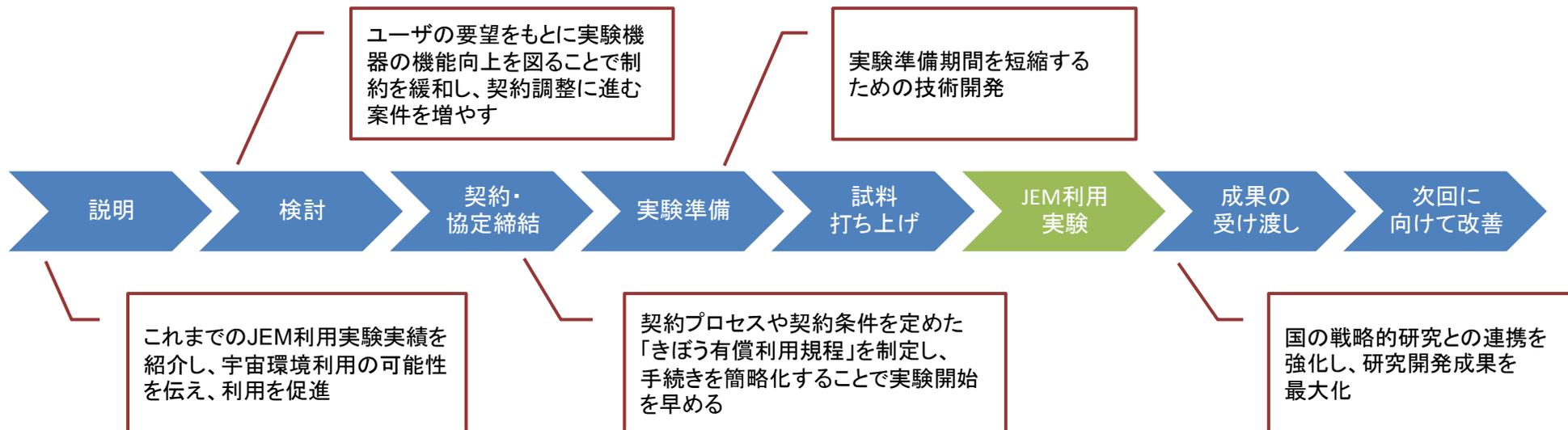
探査に向けた宇宙医学の課題解決に資するため、ロシア科学アカデミー生物医学研究所と連携して昨年度に続き生物学分野、放射線計測分野、宇宙医学・生物学分野の共同研究項目の設定を行い、精神心理分野については共同研究計画を策定した。

### (8) 日本航空宇宙環境医学会と共同で宇宙医学の研究開発報告会を開催

JAXA宇宙医学研究センターの研究開発報告会を日本宇宙航空環境医学会と連携して開催し、宇宙飛行士の健康管理や、地上帰還後の前庭神経系の再適応過程に関する研究成果を報告した。医療関係の大学、研究機関、民間企業や官公庁等から約80名の参加を得、宇宙医学研究の重点研究課題等に関する最新情報・知見を研究・開発者間で共有するとともに、航空宇宙医学コミュニティとの幅広い連携の強化を図った。

## 効果:

JEM利用実験の立ち上げから成果創出までを連続した流れとしてとらえ、ユーザの開拓及び検討の支援、手続きの簡素化、タイムリーな実験実施から、実験成果の地上研究への受け渡しまで、不断の改善を図った結果、JEM利用成果の創出(1)、JEM実験装置の有償利用開始(2)、そして国の戦略的研究との連携拡大(3) に繋がった。



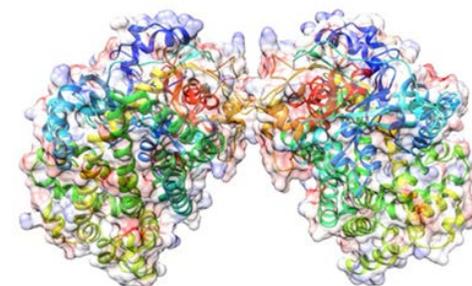
### (1) 科学技術、産業、社会等に波及効果を及ぼすJEM利用成果を創出

#### ① 創薬に繋がるタンパク質の構造を解明

高品質タンパク質結晶生成実験の結果から、世界で初めて、多剤耐性菌・菌周病菌の生育に重要な(DAP BII)の立体構造及び基質認識機構を解明し、新たな抗菌薬の開発に繋がる成果を挙げた。この成果は、Scientific Reports誌(2013年インパクトファクター(以下、IF): 5.078)に掲載され、岩手医科大学、昭和大学、長岡技術科学大学、JAXAの連名でプレスリリースを行った。新規抗菌薬の標的酵素としては、人間が似たような酵素を持っていた場合に、その機能まで阻害してしまい、副作用が現れる可能性があることから、人間が似たような酵素を持たないことが重要。今回、立体構造を明らかにしたファミリー S46ペプチダーゼに属する酵素は、人間に似たような酵素がなく、新規抗菌薬に結びつく成果である。

#### ② 世界初の宇宙マウスが誕生

山梨大の研究グループが、宇宙で9ヵ月間保存した凍結乾燥精子を使ってマウスを誕生させることに世界で初めて成功した。宇宙で保存した哺乳類の生殖細胞からの繁殖に成功したことで、将来、動物が宇宙で繁栄できる可能性を示した。この成果は、主要テレビ及び全国紙を含め、広く報じられた。



新たな抗菌薬に繋がる  
タンパク質の立体構造を解明

## 効果(つづき):

### ③ マウス実験準備で新たな知見と技術を獲得

軌道上のマウス実験の準備として、地上の過重力環境でのマウスの各器官への重力影響や、その持続時間を詳細に解析した。小動物飼育装置と同じ15cmの遠心機と、大型の1.5mの遠心機を用いてマウスへの影響を調べた結果では、両者に差が見られず、JAXAの小動物飼育装置の遠心機がマウス研究において有用であることを示した。JAXAの実験やサンプルの利用について米国(NASA)も関心を示しており、国際協力による解析実現に向け、調整を開始した。

### ④ 国際的な学術誌に気体燃焼実験に関する論文掲載

宇宙実験に向けた準備としての航空機実験で、通常の伝播火炎である平面火炎から、これまで微小重力・極低流速でのみ観察される特異な火炎とされていた球状火炎(FlameBall)への変化を、微小重力・低流速の条件で、世界で初めて確認した。これは従来考えられていたよりも低流速、燃料の希薄な条件で燃焼限界が拡大する結果であり、燃焼限界の理論を見直す必要を示す新しい現象として、Proceedings of the Combustion Institute誌(IF:3.828)、Combustion and Flame誌(IF:3.708)、Applied Thermal Engineering誌(IF:2.264)に掲載された。

今後の宇宙実験では、さらに極低流速の領域を調べることで新しい燃焼限界の理論を構築する。また、燃焼科学反応の数値解析モデルの構築・検証に大きく貢献するデータを取得し、酸素燃焼を模擬する実験条件を含め高効率工業炉、火力発電等の燃焼器の設計に寄与する。

## (2) JEM実験装置の有償利用を開始

### ① 静電浮遊炉の有用性を実証

静電浮遊炉の軌道上利用に繋げるため、地上炉による物性データ取得の促進活動を行った結果、民間企業による有償利用(1件)が実現し、静電浮遊炉の開発で獲得した技術が地上でも役立つことを示した。現在、2件の利用を調整中。

### ② 超小型衛星放出の有償利用を実現

- ・ JEMからの超小型衛星放出について、民間企業1社を窓口とする有償利用が実現し、ブラジル衛星1機の放出に成功した。現在、有償利用の枠組みで、ブラジル衛星2機、日本の大学の衛星2機を準備中。
- ・ 大阪府立大が一般向けに300~350万円で超小型衛星(1kg級)の製作キットを発売するなど、超小型衛星開発の機運が高まっている。



超小型衛星放出の有償利用を開始

## 効果(つづき):

### (3) 国の戦略的研究との連携が拡大

#### ① 科学技術振興機構(JST)との組織的協力が実現

JSTとの協力によるJEM利用テーマの発掘・調整を進めた結果、募集要綱における共用施設としての「きぼう」の追記や、生体個体で微小重力影響の遺伝子網羅解析を行う筑波大学チームと日本科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業(CREST)の枠組みでエピゲノム疾患を研究する理化学研究所チームが共同で成果の最大化を図る体制を構築した。さらに、個別協力の調整からJSTとの組織的協力に発展し、JEM利用を含む機構とJSTの相互協力協定が実現した。

#### ② 気体燃焼の研究をイノベーション戦略の一環で開始

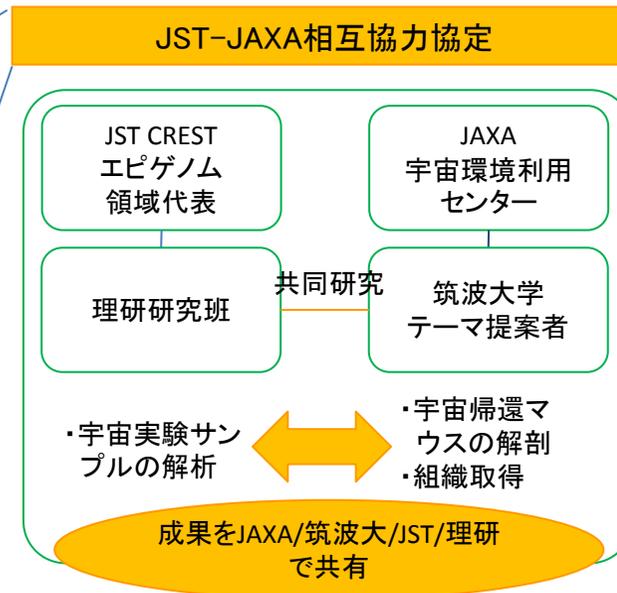
内閣府の「戦略的イノベーションプログラム(SIP)」の「革新的燃焼技術」に、JEM利用テーマの気体燃焼実験の代表を含む産学連携チームの研究が採択、超希薄燃焼による超高効率エンジンの実現に向け、燃焼化学反応機構の数学モデル構築・検証に、宇宙実験データを活用する体制が整った。可燃限界近傍における多量の排気ガス再循環(EGR)を用いる燃焼条件は、宇宙実験テーマの実験条件で模擬されており、現象理解に大きく貢献する。

#### ③ 光通信半導体の研究成果を社会に展開

JSTの「研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)」に、光通信半導体結晶生成実験の成果に関する提案が採択され、実験成果を社会に展開する取り組みを開始した。



科学技術振興機構(JST)と相互協力協定を締結



エピゲノム疾患の研究等に  
 利用予定のマウス飼育装置

### 個別協力の例:

マウス実験(エピゲノム疾患の研究)における機構とJSTの協力枠組み

- 宇宙科学及び地球観測分野との積極的な連携による、JEM 船外利用の開拓
- SS からの超小型衛星の放出等による技術実証利用の促進

### 実績:

#### (1) JEMから超小型衛星を放出

JEMのエアロックとロボットアームを利用して、超小型衛星放出機構によるブラジル国立宇宙研究所(INPE)及びブラジル航空技術大学(ITA)の衛星「AESP-14」の放出に成功した。

#### (2) 全天X線天体観測を継続

全天X線天体観測(MAXI)による全天モニター観測を継続し、突発的な天体現象の速報を32件、ガンマ線バーストの速報を15件発出した。

#### (3) 国際協力により災害状況を観測

国際災害チャータやセンチネルアジアからの協力要請を受け、豪州のハリケーンや中国雲南省の地滑りなどで、被災状況の把握や防災活動に役立てるため、船外ハイビジョンビデオカメラ(HDTV-EFカメラ)を使って被災地域を撮影、画像を提供した。より一層ユーザの要望に応える画像を取得、提供するため、指向・追尾機能や高ズーム撮影機能、高感度撮影機能(夜景撮影)などを追加する新しい船外ビデオカメラの整備に着手した。

#### (4) JEMの船外ポート(曝露部)を有効活用

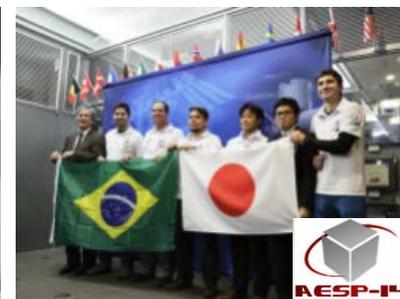
地球超高層大気撮像観測(IMAP)、スプライト及び雷放電の高速測光撮像センサ(GLIMS)等の6つの利用テーマを実施するポート共有実験装置(MCE)により、効率的な船外利用を実施した。

### 効果:

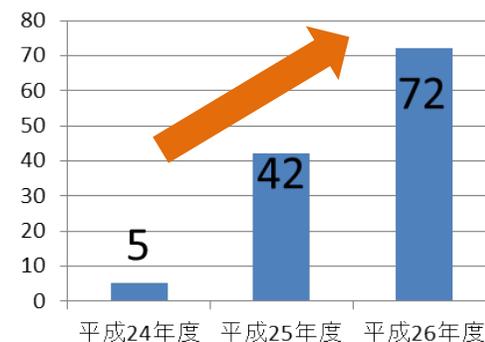
#### (1) JEMの利用価値を拡大

##### ① 国内外から超小型衛星放出の要望

- 超小型衛星の放出について、有償利用の枠組みで、ブラジルの衛星2機、フィリピンの衛星(日本の大学と共同開発)1機(50kg級)、日本の大学の衛星2機を準備中。これまでの累積を72機とした。また、無償利用の枠組みでは民間企業1機、日本の大学の衛星4機を準備中。超小型衛星放出を通じ、国際協力及び民間利用が拡大した。
- 安倍晋三総理のブラジル訪問に係る日伯戦略的グローバルパートナーシップ構築に関する共同声明において、「両首脳は、国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」からのブラジルの超小型衛星の放出にかかる協力を歓迎した。」と言及された。
- 超小型衛星放出の需要が拡大していることから、現状の1kg級超小型衛星の放出機構に加え、50kg級超小型衛星用の放出機構の開発し、新たな有償利用契約(東北大学/フィリピン科学技術省)を獲得した。



ブラジルの衛星の放出に成功

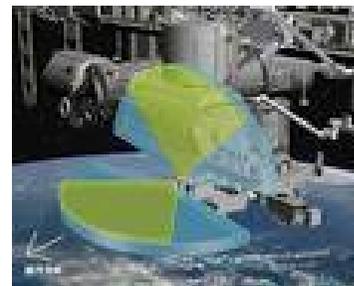


JEMからの衛星放出数(累積)

## 効果(つづき):

### ② 天文学・天体物理学の発展に寄与

最も地球に近く最も激しいX線・ガンマ線変動を示すことで有名な 巨大ブラックホールMkn421を、3年以上にわたり全天X線監視装置MAXIで観測した。その結果、長時間スケールでのX線変動の特徴を高い精度で求めることに 初めて成功した。この成果は、Astrophysical Journal(IF: 6.280)に掲載された。



MAXIでX線変動を  
長期間観測



ジェットを放出する  
巨大ブラックホール  
Mkn421のイメージ

## (2) 地球科学や宇宙工学の発展に寄与

### ① 地球超高層大気現象の解明に貢献

地球超高層大気撮像観測ミッション(IMAP)により、宇宙から初めて、酸素分子から発生する大気光の同心円構造を観測した。この大気光は、竜巻を起こすようなスーパーセル(大規模な雷群)によって発生したと解釈され、GPS信号等にも影響を与える超高層大気現象解明への貢献が期待される。

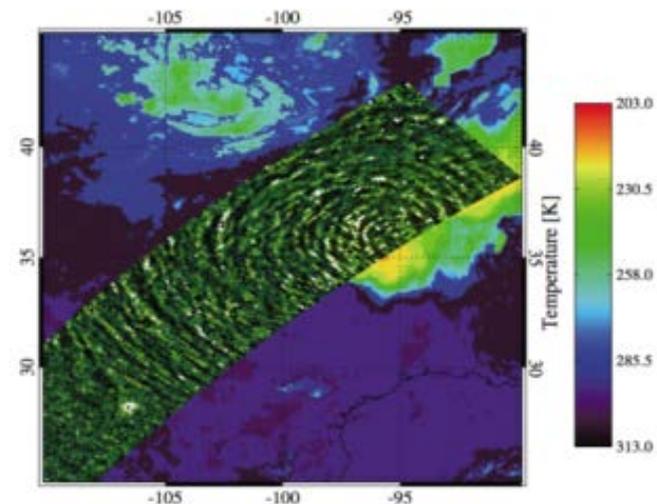
この成果は、Geophysical Research Letters(IF: 4.456)に掲載された。

### ② インフレータブル構造で世界初の技術実証

宇宙インフレータブル構造の宇宙実証(SIMPLE)は、高剛性の伸展マストや、形状記憶ポリマ複合材料、紫外線硬化樹脂複合材料など、世界初となる技術の軌道上実証に成功した。SIMPLEの研究チームは、この成果で、機械学会宇宙工学部門 一般表彰「スペースフロンティア」を受賞した。

### ③ オゾン層破壊の評価に影響を与える新たな発見

超伝導サブミリ波放射サウンダ(SMILES)の観測結果により、成層圏のオゾン量は1日に4%から6%の変動があることが判明した。この変動量は、長期的な変動量と同程度であり、これまで成層圏のオゾン量は1日でほとんど変動が無いという考えを覆した。この成果は、世界気象機関(WMO)と国連環境計画(UNEP)がまとめた「オゾン層破壊の科学アセスメント2014」に掲載され、今後のオゾン層破壊のアセスメントについてインパクトを与えたものとして評価された。



宇宙から初めて、酸素分子から発生する  
大気光の同心円構造を観測

## □アジア諸国の相互の利益にかなうJEMの利用等による国際協力の推進

### 実績:

#### (1) 第21回アジア太平洋地域宇宙機関会議 (APRSAF-21) で宇宙環境利用WGを主導

APRSAF-21(東京・晴海)において、宇宙環境利用WGと「きぼう」利用アジア協カイニシアティブ(Kibo-ABC)を開催。アジア諸国に対し、50kg級超小型衛星放出及び簡易曝露実験装置(ExHAM)の機能とサービスについて、紹介及び利用促進を行った。また、将来のアジア地域の宇宙開発連携体制も睨み、新規連携領域として宇宙医学と宇宙探査について動向やロードマップを解説した。

- (2) アジア及び国際機関が超小型衛星の放出に関心フィリピン、トルコ、モンゴルから超小型衛星の放出希望が寄せられ、枠組み等の調整を実施した。  
また、国連宇宙部からも関心が寄せられ、実現可能性・枠組み等を検討した。



アジア10ヶ国53名が参加したAPRSAF宇宙環境利用WG

### 効果:

#### (1) マレーシアとインドネシアがきぼう利用を検討

- ① マレーシア宇宙局 (ANGKASA) は2015年度から2017年度のJEM利用計画として、JAXAとの協働で、同国の第2回タンパク質結晶成長実験、CubeSat\* の開発・打ち上げを進める計画を公表した。
- ② インドネシア航空宇宙研究所 (LAPAN) は、JEM利用の推進のため、JAXAと協働で、2月末から6ヶ月間の実現性検討を実施することで合意。生命科学(農業実験)、理工学(CubeSatの開発・打ち上げ)、医療科学、材料科学等のきぼう利用の実現性検討に着手した。

#### (2) アジア諸国のきぼう利用ロードマップを策定へ

- ① JAXA、マレーシア・ANGKASA、インドネシア・LAPANは、2020年までのアジア諸国によるきぼう利用ロードマップの作成に着手した。
- ② 2015年5月には、アジア諸国を対象とした宇宙探査及びきぼう利用推進に向けたワークショップを、LAPAN本部で開催する予定。

#### (3) フィリピンの50kg級超小型衛星を放出へ

- ① フィリピン衛星(日本の大学と共同開発)1機(50kg級)の放出が決定。トルコ、モンゴル、国連宇宙部との調整を継続している。

\* CubeSat: 数kg程度の人工衛星

## イ. 宇宙ステーション補給機(HTV)の運用

ISS 共通システム運用経費の我が国の分担義務に相応する物資及びJEM運用・利用に必要な物資を着実に輸送・補給することを目的として、以下を安全・着実に行う。

### □HTV5号機以降の機体の製作及び打上げ用H-IIB ロケットの準備並びに物資の搭載に向けた調整

#### 実績

(1) HTV5号機は平成27年度の打ち上げ・運用にむけ、機体製作、物資搭載調整などを着実に実施

- ① 機体は計画通り製造を進め、順次種子島に出荷。本年3月11日より射場での準備作業(機体整備、物資搭載)を開始した。
- ② 打ち上げ用のH-IIBロケットを打ち上げ輸送サービス業者に発注し、順調に製造中。
- ③ 昨年10月の米国民間ISS補給機「シグナス」の打ち上げ失敗にともない、HTV5号機での輸送物資が急きょ変更された。この要望に応えるため、与圧部内の物資配置計画の見直しを迅速に行った。さらに、HTV5号機では、計画を前倒しすることによりHTV6号機で使用予定の追加物資搭載構造を使用可能とし、HTV4号機との比較で標準バック12個分の物資を追加で搭載することとした。
- ④ 継続的な効率化の取り組みとして、太陽電池パネル枚数の6枚削減、射場作業の効率化、運用体制の簡素化を予定。事前検討においてこれらの見直しが可能であることを確認した。
- ⑤ 将来の宇宙技術の発展に資する技術データの取得にむけ、宇宙機帯電電位計測、プラズマ電流計測、デブリ観測のための各センサの搭載に向けた準備を着実に実施。HTV5号機にて搭載可能であることを確認した。
- ⑥ HTV5号機に向けて新たな運用管制要員の育成および実運用に向けた訓練を実施した。

(2) 平成28年度以降の打ち上げ・運用に向け、HTV6号機以降の機体製作等の準備作業を実施

- ① 平成27年度以降の打ち上げおよび運用に向け、計画通りHTV6,7号機の製作、H-IIBロケットの調達を実施した。
- ② HTV6号機以降にISS交換用バッテリーを輸送予定であり、バッテリー搭載用の曝露パレットの詳細設計審査を予定通り完了し、製造に着手した。
- ③ HTV6号機で計画している導電性テザーを用いたデブリ除去技術実証実験に向けた準備も計画通り進捗した。
- ④ きぼうの実験サンプルを搭載し、HTVの大気圏再突入時に分離して日本近海の海上で回収する小型回収カプセルのシステム定義審査を完了した。実験サンプルを独自に回収する能力を持つことで、きぼうの利用活性化に寄与する。

(3) JEM及びHTVの運用体制統合

- ① JEMとHTVの運用管制体制を統合した。ISS係留期間中のHTV運用管制をJEM運用管制に統合して作業の合理化・効率化等を図る予定。



平成27年度の打ち上げに向けHTV5号機の射場作業を開始

## 効果:

### (1) 確実な物資輸送の継続によるISSの安定した運用への貢献およびISSプログラムでの我が国のプレゼンスの維持・向上

- ① これまで4機連続で定時発射・定時到着を達成。時間単位で管理されるISS作業計画に支障をきたすことなく円滑な物資補給を実現した。我が国の技術力の高さの証となる安定した運用により国際共同パートナーからの更なる信頼を獲得し、現在ではISSの維持・運用、搭乗員の生活に必要な不可欠な重要物資の輸送を任されている。
  - 飲料水の大量輸送(HTV4号機:480リットル(実績)、HTV5号機:600リットル(予定))
  - HTV6号機以降、ISS交換用バッテリーを輸送する計画
- ② HTVの特長である大型・大量物資の輸送を生かした物資輸送により、ISSの利用・運用の維持・拡大に貢献した。
  - 大型実験ラックを輸送できるのはHTVのみ。HTV5号機でも米国および日本の大型実験ラック(ISPR)を輸送予定
  - 曝露ペイロードを大量輸送できるHTVは、ISS交換用バッテリー(24個)を効率的に輸送できる唯一の手段
- ③ 昨年10月の米国補給機の打ち上げ失敗に伴う輸送物資増加に対応して搭載能力を増強し、ISSの円滑な運用に協力した。

### (2) ユーザの利便性向上と物資輸送計画への柔軟な対応の実現、および新規JEMユーザ獲得の可能性を創出

- ① ユーザーからの要望が多い、打ち上げ直前に搭載する貨物の質量・サイズの制約を段階的に拡大した。
  - 対応可能個数(打ち上げ10日前に80個)・最終搭載可能時期(打ち上げ3日前)とともに世界最高水準の利便性
- ② HTV6号機以降、ユーザーからの要望に応じ与圧物資への電力・通信機能の供給が可能となる。
  - ISSに到着するまでの間、厳密な温度管理、環境モニタリングが必要な物資の搭載が可能



HTVで実用化した  
ランデブー・キャプチャ技術

### (3) 新規技術の獲得ならびに基盤技術のすそ野拡大への貢献

- ① 我が国で考案し、HTVで実用化したランデブー・キャプチャ技術は現在、米国の民間ISS補給機でも採用され、ロシアの自動ドッキング方式と並び、デファクトスタンダードとして定着した。また、ISS近傍での通信システムの開発・実用化に対し、情報通信・放送に関わる顕著な功績者に対して与えられる「第60回前島密賞」を受賞した。
- ② 本来ミッションである物資輸送に加え、余剰能力を活用して新規開発センサ等の飛行実証を実施。将来の宇宙開発活動の拡大に向けた、先行的な取り組みに寄与した。



第60回前島密賞 授賞式

### (4) 計画的な機体調達を継続することにより、宇宙開発関連機器製造企業の産業育成に貢献 今年1月にはHTVを2機追加することが決定し、合計9機の計画となり、航空宇宙産業界の支援、育成に貢献した。

## ②将来的な有人宇宙活動

**中期計画記載事項:** 国際協力を前提として実施される有人宇宙活動について、外交・安全保障、産業基盤の維持及び産業競争力の強化、科学技術等の様々な側面から行われる政府の検討に協力する。

国際協力を前提として実施される有人宇宙活動について、外交・安全保障、産業基盤の維持及び産業競争力の強化、科学技術等の様々な側面から行われる政府の検討に協力する。  
地球周回以遠の有人探査活動を可能にする技術及びシステムの検討を行う。

### (1) 国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会

#### 実績:

- ① 日本のISSへの参加の在り方及びポストISSとしての国際宇宙探査の進め方について、文部科学省としての考え方を明確にするべく、文部科学省は、宇宙開発利用部会の下に「国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会」を設置した。機構は、同委員会での調査検討に参加し、これまでのISS計画で得られた成果や、今後の取組方針等に関して検討・議論に協力した。
- ② 「国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会」が公表した「中間とりまとめ」において、「2024年までのISS運用延長提案に関しては、我が国は引き続き参加していくことが適当。」また、「我が国がホスト国となる第2回国際宇宙探査フォーラム(ISEF)に向けて、国際宇宙探査の進め方について各国の合意が得られるよう、主体的に国際調整を進めるべき」との結論が記された。

#### 効果:

- ① 「中間とりまとめ」は、2014年7月に開催した「国際宇宙探査シンポジウム2014」において、文部科学省からISECG(International Space Exploration Coordination Group)参加機関や一般聴衆にむけて発表されるなど、日本の有人宇宙活動に対する積極的な姿勢が公に示された。
- ② ISSの実績と今後の運用に関し肯定的な評価を得たことは、政府での総合的な検討にも影響を与え、2015年1月の宇宙基本計画において、「平成33年以降平成36年(2021年以降2024年)までのISS延長への参加の是非及びその形態の在り方については、他国の動向も十分に勘案の上、外交、産業基盤維持、産業競争力強化、科学技術等に与える効果と要する費用に関し様々な側面から総合的に検討を行い、平成28年度末までに結論を得る。」と記された。

## 評価結果

## 評定理由(総括)

年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。  
 平成26年度は、「日本実験棟」(JEM)利用成果の最大化を目指し、JEMを新しいニーズに対応させた。また、若田宇宙飛行士のISSコマンダー業務を成功させ、ISS計画に平和的な貢献をする日本のプレゼンスを更に高めるなど、年度計画を上回る成果をあげた。特に、ISSならではの利用方法であり、日本が他国をリードしている 高品質タンパク質結晶生成実験では、新たな抗菌薬の開発に繋がる成果を発表し、4℃結晶化技術の軌道上実証や膜タンパク質等の実験を可能とする技術開発を進めた。このように軌道上実験に進むことのできるタンパク質を増やすことで、医学研究や創薬におけるJEMの役割を増大させた。主な実績は以下のとおり。

- 利用ニーズや最先端研究を取り込んだJEM利用の仕組みを改善し、JEMを新しいニーズに対応させた。
  - 宇宙実験の結晶化技術向上により、多剤耐性菌・歯周病菌の生育に重要なタンパク質の結晶品質を大幅に改善した。約2倍の高分解能データが得られたことにより、これまで解明されていなかった立体構造及び基質認識機構を明らかにした。この新たな抗菌薬の開発に繋がる成果を共同研究機関と連名で発表し、社会や経済の発展に寄与した。
  - 打ち上げ輸送用の保冷装置や新たなタンパク結晶化容器を開発して4℃結晶化技術の軌道上実証に成功し、これまで扱うことのできなかつた低温でのみ結晶化する炎症性自己免疫疾患等のタンパク質の高品質結晶化実験を可能とした。
  - 医学研究や創薬で重要な役割を果たす膜タンパク質等の実験を可能とする技術開発を進め、遺伝病の治療や人工血液の開発などへの応用が期待される赤血球の膜タンパク質の結晶化実験の準備に着手した。
  - ISSに長期滞在する宇宙飛行士を対象に、プロバイオティクスの継続摂取による免疫機能および腸内環境に及ぼす効果の科学的検証を目標としたヤクルト本社との共同研究において、「乳酸菌シロタ株の生菌」の搭載技術研究を進め、世界で初めて生菌を宇宙飛行士が摂取する実験の準備を進めた。これまで生きた乳酸菌を利用が困難であった災害時等の環境において、乳酸菌長期保存技術を健康管理に活用することが見込まれる。
  - ISSで日本だけが有する船外プラットフォームを用いたJEMからの衛星放出ミッションは、宇宙飛行士による船外活動を必要とせず衛星放出を行える独自性を活かし、ブラジル衛星を含め30機の衛星を放出した。また、利用要望が高まっている50kg級超小型衛星の衛星放出機構を開発することで、新たな有償利用契約(東北大学/フィリピン科学技術省)を締結した。
- 月以遠への人類の活動領域拡大に向けて将来に道を拓く日本の国際的なプレゼンスを向上させた。
  - 日本の先進技術であるダイヤモンド電極による電気分解技術を活用した水再生システムの研究を進め、現在のISSの水再生システムよりも小型(1/4サイズ)・低消費電力(1/2消費電力)、かつ消耗品不要で再生効率に優れる(再生率:85%)性能を地上モデルで達成できる目途を得た。この技術は将来有人探査において技術的優位性があり、各国から注目されている。
  - 宇宙飛行士の宇宙放射線被ばく管理のため、宇宙放射線の到来方向を計測できる世界初の搭載装置を製作した。この装置は、NCRP(米国放射線防護測定審議会)の国際基準(測定精度要求±30%)を満足する唯一の装置で、米露欧の既存の計測装置の測定精度(±50%~70%)を大幅に上回る高い精度(±10%)で被ばく線量計測ができる能力を有している。この技術は、将来の有人宇宙探査において日本が技術的な貢献を果たすものとなる。
  - 日本人初となる若田宇宙飛行士のISSコマンダー業務を万全の体制でミッション成功に導いた。ロシアのクリミア編入により国際的な緊張感が高まるなか、若田ISSコマンダーが米露の宇宙飛行士と協力して人類共通の目的のために活躍している様子が世界各国のメディアで報じられた。

B

## I.2. (3) 宇宙太陽光発電研究開発プログラム

平成26年度 内部評価 B

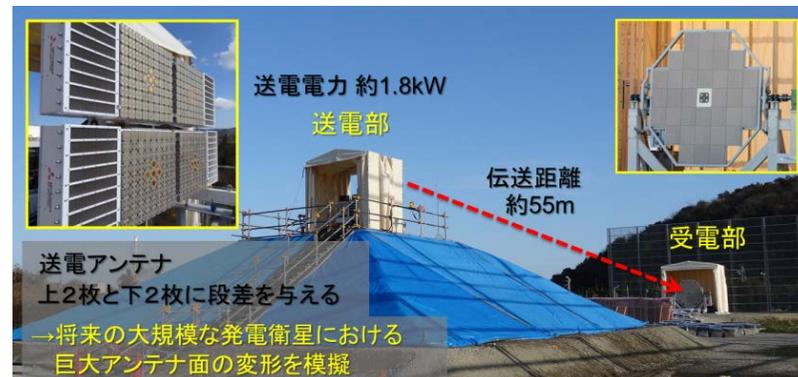
**中期計画記載事項:** 我が国のエネルギー需給見通しや将来の新エネルギー開発の必要性に鑑み、無線による送受電技術等を中心に研究を着実に進める。

財団法人宇宙システム開発利用機構との連携の下で実施予定の地上マイクロ波電力伝送実験に向けてマイクロ波ビーム方向制御装置の製作・試験を完了させ、地上マイクロ波電力伝送実験を実施する。  
また、レーザー伝送技術、大型構造物組立技術などの研究を行う。

### 実績:

- ① マイクロ波ビーム方向制御装置について、地上マイクロ波電力伝送実験を実施した。  
 振幅モノパルス方式※1及び素子電界ベクトル回転法※2を適用した独自のビーム方向制御方式により、ビーム方向制御精度0.5度rms以下の要求に対し、実測値として0.15度rms以下を達成した。理論的に、アンテナ規模が大きくなる程ビーム方向制御精度が高くなることから、本実験システムにおける1.2m×1.2mの送電アンテナで0.5度rms以下の精度が達成できたことで、km級サイズの大型宇宙太陽光発電システム(Space Solar Power Systems: SSPS)においては、精度0.001度が達成可能となる。これにより、静止軌道から地上への36000kmの伝送距離で、受電設備の直径(約2~3km)に対し、その外周約1kmの保安区域以内にビームを収めることができる。  
 さらに、軌道上の大型SSPSの巨大な送電アンテナ面は熱や重力傾斜トルクによる変形が避けられないため、実際に想定される量の送電アンテナ面の段差(40mm)や角度ずれ(5度)が発生した場合においても、電子的にそれを補正して、送電ビームを高精度で指向制御できることを実証した。
  - ※1: 受電部から発射されるパイロット信号(誘導電波)の到来方向を送電部で検出し、そちらの方向へ正確に送電マイクロ波ビームを打ち返す技術
  - ※2: 送電部を構成する各アンテナ面の段差や角度ずれを補正するため、各アンテナ面から発射する送電マイクロ波の位相をそれぞれ0~360度まで変化させ、受電部での合成電界が最大となる組合せを自動的に設定する技術
- ② レーザー伝送技術については、これまでの水平方向での伝送試験では、大気の影響が少ない時には数 $\mu$ radの方向制御精度が達成されているが、太陽光で熱せられる地表付近の大気擾乱の影響を過大に受ける問題点があった。このため、実際のSSPS同様に衛星から地上への伝送経路に近い状態で実験を行うべく、高さ200mの高塔を利用した上下方向での伝送実験を準備中。これにより、実用レーザーSSPSのビーム方向制御精度0.1 $\mu$ rad(地上での誤差数m。これに熱歪・姿勢変動等の影響を加味した運用時の精度は1 $\mu$ radで、地上での誤差は数十m)達成に向けた中間目標であるビーム方向制御精度1 $\mu$ radの達成を目指している。  
 大型構造物組立技術については、展開トラス組立技術(ドッキング技術)の地上実験に向け、展開トラス構造物を収納した補給コンテナのランデブ・ドッキングに用いるドッキング機構等装置を試作した。

マイクロ波無線電力伝送地上試験／屋内試験(左)と屋外試験(右)のコンフィギュレーションと試験結果(実績)



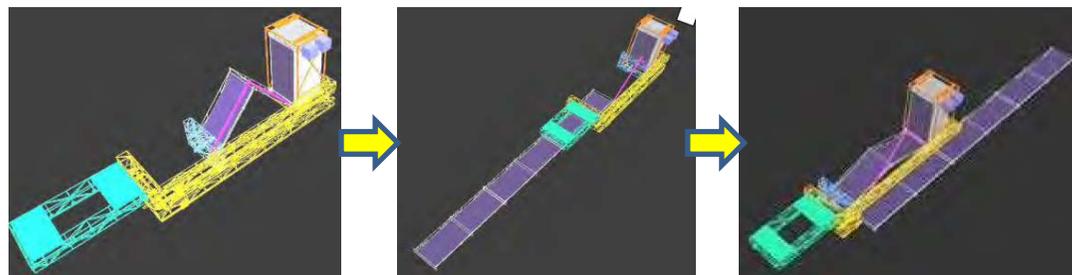
送電アンテナ  
上2枚と下2枚に段差を与える

→将来の大規模な発電衛星における  
巨大アンテナ面の変形を模擬

段差の補正を行わない場合： 受電部から取り出した電力=約95W  
 段差の補正を行った場合： 受電部から取り出した電力=約340W  
 (電子的補正により、段差が無い場合と同じ電力を取り出すことに成功)

ビーム方向制御精度: 伝送距離10m以上で 0.5deg(RMS)以下の目標に対し、0.15deg(RMS)を達成

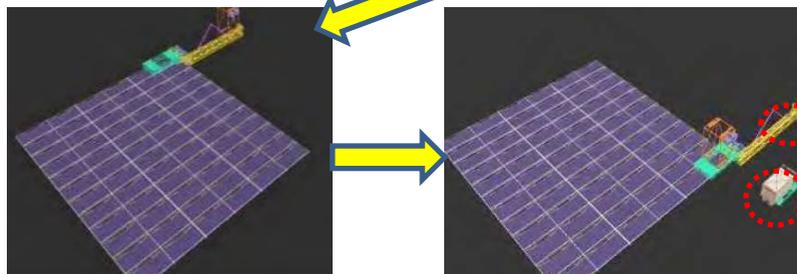
大型宇宙構造物を無人で組み立てる技術(展開トラス組立技術)のコンセプト



展開開始

1列目の展開

2列目の展開と結合



初回打上げ分の組立完了

ランデブ・ドッキングによる部材補給



ランデブ・ドッキングに用いる  
ドッキング機構



構造物を収納するコンテナ

製作した地上実験装置

**効果:**

宇宙システム開発利用推進機構との連携協力の下で実施したマイクロ波無線電力伝送地上試験により、JAXAが開発したビーム方向制御方式の有効性を実証し、今後の無線送受電技術の可能性を社会に示すことができた。

**その他:**

新宇宙基本計画にて、本案件は「将来の宇宙利用の拡大を見据えた取組」と位置付けられた。

評価結果	評定理由(総括)
<p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">B</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。また、「研究開発成果の最大化」に向けた成果を創出し、着実な業務運営を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● マイクロ波ビーム方向制御装置について、地上マイクロ波電力伝送実験を実施した。            振幅モノパルス方式及び素子電界ベクトル回転法を適用したビーム方向制御方式により、ビーム方向制御精度 0.5度rms以下の要求に対し、宇宙空間の熱や外乱の影響を想定した送電アンテナ面の変形状態においても実測値として0.15度rms以下を達成。これにより、課題とされていた送電アンテナ面の変形の影響を克服する目途を得、地上の受電設備に対して安定的にエネルギーを伝送するための技術を確認できた。</li> <li>● レーザー伝送技術、大型構造物組立技術についても、計画どおり研究を推進中。            平成26年度のマイクロ波による地上電力伝送実験には、無線送受電技術の実用化の加速を目的とした業界団体による視察や各種報道が行われるなど、産業界のみならず社会的な関心も集めた。また、レーザーによる無線送受電に関しても、電気自動車への送電を視野に入れた自動車会社による実験設備の視察が行われたほか、ドローン業界からも視察申し入れがあり、スピンオフによる早期の社会還元が期待される。</li> </ul>



## 1. 3. 航空科学技術

評価項目	平成25年度 内部評価	平成26年度 内部評価				頁
I.3.(1) 環境と安全に重点化した研究開発	(B)	A				C-2
I.3.(2) 航空科学技術の利用促進	(A)	B				C-10

## ■ 第3期中期目標期間における財務及び人員に関する情報

### I. 3. 航空科学技術

	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
決算額 (千円)	211,177,437 の一部	207,856,661 の一部			
従業人員数* (人)	約240	約240			

\*常勤職員の本務従事者数

## I.3.(1) 環境と安全に重点化した研究開発

平成26年度 内部評価 A

**中期計画記載事項:** 4. に記載する基盤的な宇宙航空技術に関する研究開発を推進するとともに、環境と安全に関連する研究開発への重点化を進める中であっても、先端的・基盤的なものに更に特化した研究開発を行う。

**中期計画記載事項:** エンジンの高効率化、現行及び次世代の航空機の低騒音化並びに乱気流の検知能力向上等について、実証試験等を通じて成果をあげる。具体的には、

- (a) 次世代ファン・タービンシステム技術
- (b) 次世代旅客機の機体騒音低減技術
- (c) ウェザー・セーフティ・アビオニクス技術

等について実証試験を中心とした研究開発を進める。

また、第2 期に引き続き、

- (d) 低ソニックブーム設計概念実証(D-SEND)
- (e) 次世代運航システム(DREAMS)

に係る研究開発を進め、可能な限り早期に成果をまとめる。

防災対応については、関係機関と積極的に連携した上で、無人機技術等必要となる研究開発を推進する。

### 特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

●**高効率・環境適応エンジン関連:** エンジン開発は高効率化を目指す方向にあり、それに従い研究開発コストは増加傾向にある。そのため各社の優位技術の統合、開発リスクの低減から、今後も国際共同開発を中心に進むと考えられている。我が国においても次期国際共同開発に向け、担当実績の豊富な低圧系要素モジュール及び燃焼器の先行的技術開発・実証が我が国産業界の主戦略であり、国策として科学技術基本計画(高効率航空機の開発推進)、航空科学技術ロードマップ(エンジン国際共同開発で日本が有力なパートナーとしての地位を確保・拡大)を設定している。

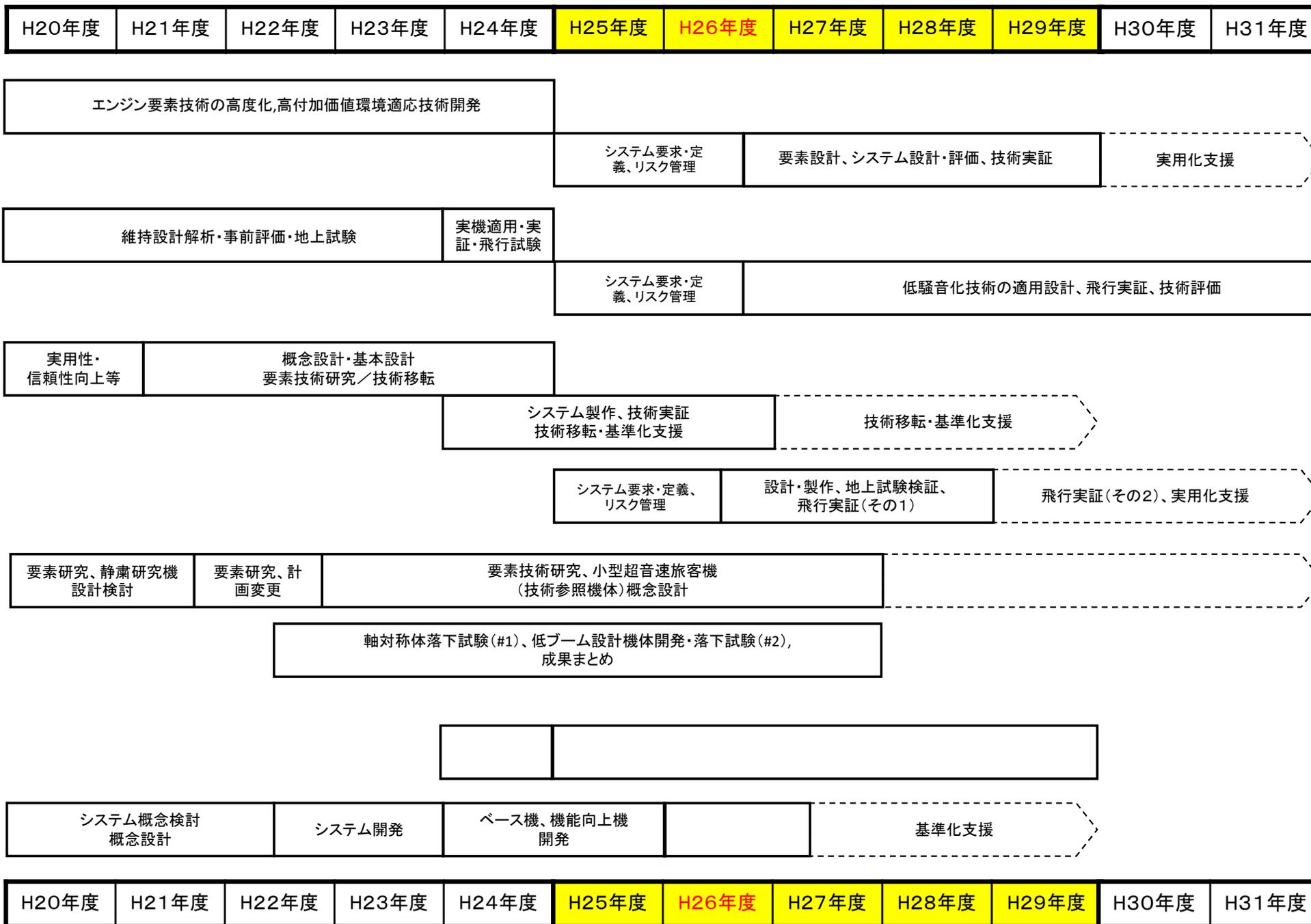
●**機体騒音低減関連:** 今後の航空輸送量(離着陸回数)増大に対応しICAOの騒音規制が改訂され厳しくなる予定である。空港利用が騒音レベルに依存されることから次世代の旅客機には機体騒音低減化が要求されている。このため、機体低騒音化の先端技術に対してJAXAへの期待が寄せられている。平成22年に各国の公的航空研究開発機関によって発足された国際航空研究フォーラム(現在、24ヶ国)でも騒音問題について議論され、国際的な協力への枠組みができた。

●**超音速旅客機関連:** 米国ベンチャー企業がSSBJの事業化を決定し、平成20年6月に50機を受注し、民間超音速機の実現が計画されている。NASAは平成37年及び平成47年に実現を目指す小型SST(N+2計画)、大型SST(N+3計画)の要素研究開発を推進中。平成28年には、ICAO(国際民間航空機関)において超音速機を対象とする環境新基準が策定される予定であり、JAXAも専門家を派遣し、技術貢献を行っている。

●**運航システム関連:** 米国NextGen、欧州SESARプログラムで次世代航空交通管理システム構築を目指した研究開発が精力的に実施されている。国内においても国土交通省航空局が長期ビジョンCARATSの下、安全性向上、航空交通量増大への対応、利便性の向上、運航の効率性の向上等を目標としたロードマップを作成し、JAXA、電子航法研究所など協力して研究開発を進めている。

●**災害対応無人機関連:** 内閣府の広域医療搬送訓練において、厚生労働省DMAT事務局よりD-NET2の有効性が評価され、より実用的なシステム開発を想定し、DMAT事務局と協定を締結。また、平成23年3月に発生した東日本大震災による福島第一原発事故に伴い、福島原発周辺の放射線量計測の効率化等を目的とした放射線モニタリング無人機システム開発に関する共同研究を、日本原子力研究開発機構と継続。

# マイルストーン



次世代ファン・タービンシステム技術について、燃費低減技術に関する実証試験を目指した研究開発計画に基づいて、モデル試作・試験・解析により高効率軽量ファン及び軽量タービンに関する基礎データを得る。

**【実績】**

高効率軽量ファン及び軽量タービンに関し、研究開発計画で予定していたモデル試作・試験・解析を行い、軽量化設計の見通しを高めるための基礎データを取得し、年度計画を達成した。

**①軽量ファンブレード設計製造技術開発:**

ファンブレード軽量化のため、大規模衝撃解析(1000並列)による複合材モデル翼の耐衝撃性能の予測技術を向上。更に、世界初となる構造形態を用いた複合材中空ブレードの試作強度試験及び衝撃試験により、異物衝突時の衝撃応答・損傷状態のデータを取得し、本構造形態の実現可能性の見通しを得た。

**②軽量メタルディスク技術開発**

有孔平板試験片に有効なショットピーニング加工法のパラメトリック探索により、疲労寿命のバラつきを低減し、設計寿命を向上可能なことを低サイクル疲労試験で確認。同加工法をブレードを支持する軽量回転ディスク適用への見通しを得た。

**③軽量吸音ライナ技術開発**

樹脂製の一体成形ライナモデルの試作に成功し、そのハニカム形状をファン騒音周波数に適合させることにより、従来のアルミ製ライナと同等の吸音効果を確認。世界市場で競争力を有する独自の吸音ライナとして、音響性能面で適用見通しを得た。

**④高効率ファン空力設計技術開発**

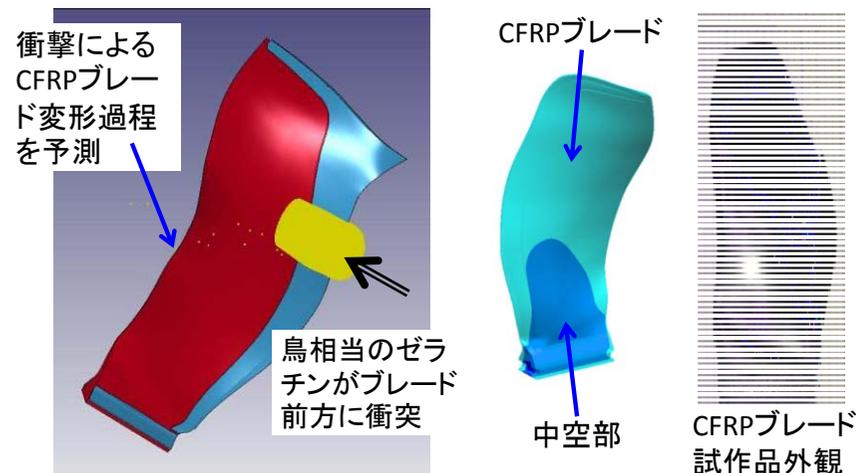
境界層遷移解析に基づき空力設計した翼基礎モデルの翼面遷移位置計測(風洞試験)により、層流域拡大の基礎データを取得。合わせて、回転ファンブレードの空力設計・構造解析により、実証試験搭載モデル供試体による性能実証見通しを高めた。

**⑤軽量低圧タービン技術開発**

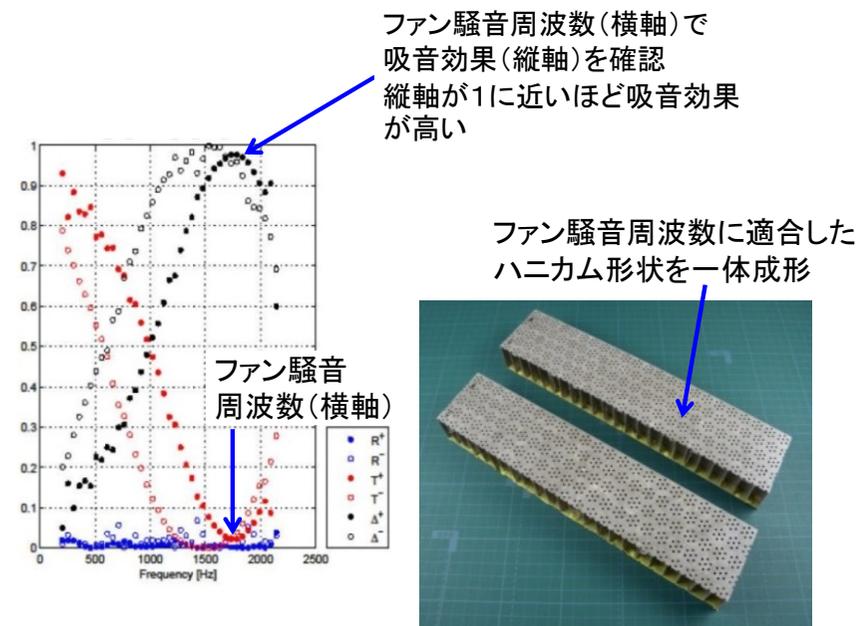
世界的に実証例のない我が国独自の軽量耐熱複合材(CMC)タービン翼の実現に向け、過回転防止設計に必要な破壊特性、フラッタ回避設計に必要な減衰特性の基礎データを取得。このデータを基に実用設計に必須な予測解析モデル構築を進めた。

**【効果】**

ファン・タービンの軽量化技術及び高効率化技術は、現在開発段階の最新エンジンにもアドオン可能なものであり、その燃費低減効果はマイナス1%を有するため、国際共同開発に向けた我が国の技術競争力を高めることを見込める。



CFRPブレード衝撃解析結果、中空CFRPブレード試験供試体



樹脂製ライナパネル供試体と吸音特性

次世代旅客機の機体騒音低減技術について、飛行実証に用いる機体の高揚力・降着装置に対する低騒音化の基本設計、ならびに風洞試験による騒音基礎データの取得を行う。

**【実績】**

JAXAの実験用ジェット機(飛翔)を用いた飛行実証に向け、川崎重工業、住友精密工業と協力し、高揚力・降着装置の低騒音化形状案を確定すると共に風洞試験にて騒音計測を実施。特許を3件取得すると共に、年度計画を達成した上、世界初となるフラップ騒音低減の目標達成への見通しも得た。

**①低騒音化設計:**

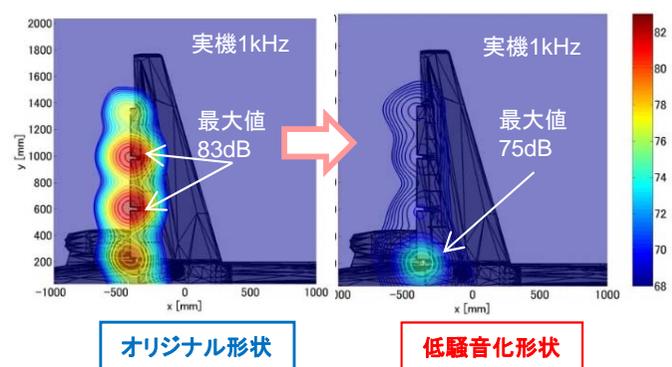
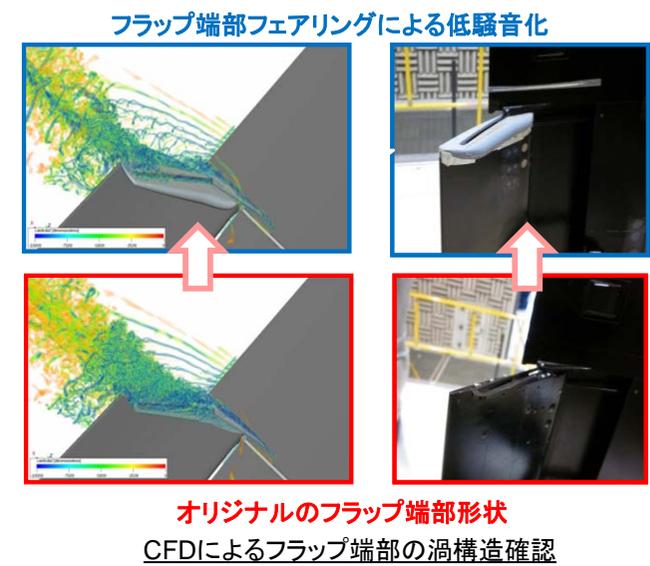
- 川崎重工業、三菱航空機、JAXAが互いの低騒音化方法を提示し、飛翔とMRJ風洞模型それぞれにおいて評価、議論を行うことで技術レベルの向上を図った。降着装置は住友精密工業が実機適用構造を、JAXAが低騒音化法を分担、協力することにより、飛翔での飛行実証へ向けた実現性を高めることが可能になった。
- 飛翔を用いた飛行実証試験に向け、川崎重工業、住友精密工業と協力し、フラップと主脚に対する低騒音設計を実施。飛翔の18%スケール模型を製作し、フラップに対する詳細な騒音計測を風洞にて実施。風洞の理想的な気流環境では、数値流体解析で予想した約4dBの低騒音化が得られることを確認。飛翔による実証試験での目標達成に見通しを得た。
- MRJ飛行試験における音源計測(ベースライン機体計測)に備え、三菱航空機との協力によりJAXAの大型低速風洞において比較用騒音特性データを取得。合わせてMRJによる実証試験で想定している低騒音化法(三菱航空機、JAXA、川崎重工業案)の効果の事前評価を行い、低騒音化設計上の課題を確認した。

**②飛翔の機体改造と飛行試験準備:**

- 飛翔のベース機体を製造したセスナ社と技術協力関係を確立し、低騒音化のための機体改造に必要な技術情報入手や、機体改造の実施体制を整備。また、航空局と事前調整を行い、実験飛行として許可を得る方針や、審査の進め方などについてコンセンサスを得た。

**【効果】**

JAXAの研究用模型を用いて確立してきた低騒音化設計法が複雑な実機フラップ端部形状に対しても適用でき、低騒音効果を得ることが可能であることを示した。国際的に見ても、実機への適用性に最も優れた独自手法であり、広く他機種に適用可能。本効果が飛行実証にて証明できれば、世界初のフラップ低騒音化の飛行実証になるとともに、今後の騒音規制強化にともなう現行機の運用において、その効果は大きいものと期待される。



低騒音フラップの騒音計測結果

風洞試験にて計測したデータを実機スケールに換算した際の、1kHzの音源分布全周波数を積分した騒音レベルでは約4dBの騒音低減

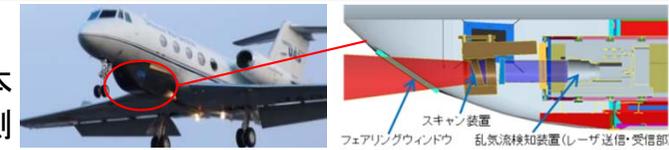
ウェザー・セーフティ・アビオニクス技術について、飛行実証用搭載型システム用の気流計測ライダーや突風応答軽減制御ロジック及び乱気流事故防止技術の実証を行うシステムの基本設計を行う。

**【実績】**

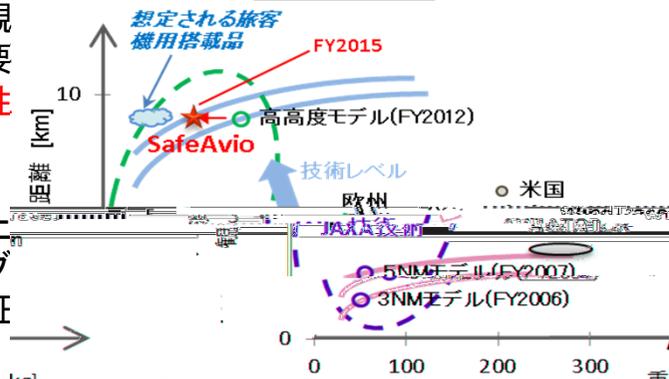
ウェザー・セーフティ・アビオニクス技術では、気流計測ライダーや突風応答軽減制御ロジックの基本設計を行い実現性を確認。特に気流計測ライダーについては、世界レベルが装置重量約300kgで観測距離が約4km(欧州FP5 AWIATOR(Aircraft wing with advanced technology operation)プロジェクト)であるところ、2012年開発モデルで当時世界最高性能(150kgで9km)を実証。今回さらに、装置重量と観測性能に重要な構成部品(レーザ増幅部)の励起エネルギーと信号周期を最適設計したことにより、重要構成部品が2012年開発モデルに比べ消費電力2割減し、装置重量3割減の実現性を確認(世界最高性能)。日本航空宇宙学会技術賞、特許3件を取得。

**【効果】**

本開発ライダー装置は、複数のエアライン(JAL, ANA, AirDo)から「本技術を用いた乱気流事故防止システムの早期実現」に関する要望書を得ていること、また現在共同研究を行っている米国ボーイング社から、本技術のecoDemonstrator等実験機による飛行実証の提案を受けている事から、本技術実証および適用技術開発の促進がユーザより期待されていると考える。



乱気流検知装置



乱気流検知装置の重量と観測距離比較

低ソニックブーム設計概念実証(D-SEND)について、2回目の気球落下試験に向けて、飛行異常の再発防止のための改修等を行う。また、小型超音速旅客機への適用を目指した研究を行う。

**【実績】**

低ソニックブーム設計概念実証については、平成25年度の飛行異常に対する再発防止策を確実に実施し、改修設計効果を検証。試験に向けた準備をスケジュール通り完了した。一方飛行試験に関しては、気象状況の影響で未実施となった。また、小型超音速旅客機の研究については、低速性能向上技術等、4つの技術の研究開発を実施し、50人乗り小型超音速旅客機(SST)に対し、各技術目標達成の見通しを示した。

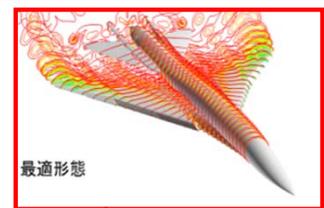
- ①低ソニックブーム設計概念実証: 機体の誘導制御則を改修し、搭載コンピュータのソフト及び尾翼操舵面との連成試験を行い改修効果を検証し、2回目試験の準備を完了した。また、気象条件による試験の未実施に対しては、分析を行い、試験期間設定、気象判断、試験手順等について問題が無いことを確認した。
- ②小型超音速旅客機の研究: 高揚力装置最適設計により低速空力性能が向上(コンコルド性能比45%増)。また、小型SSTの主翼に対し構造設計を実施し、複合材適用により約18%の重量削減が可能である事を示した。

**【効果】**

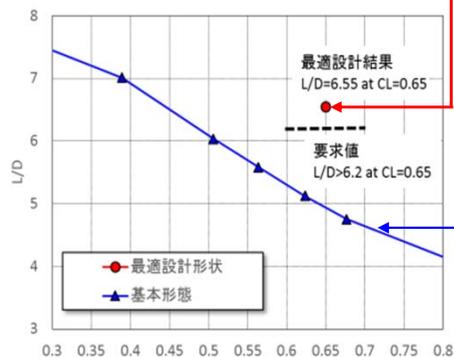
ICAOブーム基準策定検討への貢献により、本分野において一定の発言権を獲得した。ICAO: 国際民間航空期間



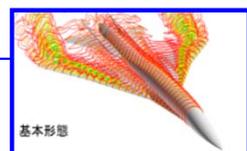
D-SEND 2回目試験



最適形態



当初目標を上回る低速空力性能達成。ICAO騒音基準適合の見通し。



基本形態

小型SSTの低速性能解析結果

次世代運航システム(DREAMS)について、将来の航空交通システムに関する長期ビジョン(CARATS)ロードマップ等と連携を取りつつ、気象、低騒音、衛星航法、飛行軌道制御、防災・小型機の各分野において基準提案、技術移転を行いプロジェクトを終了し、研究に引き継ぐ。

### 【実績】

フィールド試験、シミュレーション評価、飛行試験による技術実証により目標性能達成を確認し、国の航空施策(CARATS)との整合性のある次期研究の作業計画を立案した。本事業の技術移転に関しては着実に実施されており、エクストラサクセスを達成している。(該当箇所:(2)航空科学技術の利用促進1))

#### ①気象情報技術(後方乱気流、低層風擾乱)

確度の高い後方乱気流モデルを開発し、**3340回の着陸データにより信頼度95%で後方乱気流リスク見逃し確率 $10^{-3}$ 以下を実証**、このモデルに基づく運航シミュレーションにより**平均12.7%の運航間隔短縮効果を確認した**。低層風擾乱の影響を機種ごとに考慮することで、低層風擾乱による**運航障害予測をスレッドスコア0.6以上(運航障害の発生を5割以上の確率で予測可能)**で予測できることを実証した。

#### ②低騒音運航技術

気象条件を考慮した騒音伝搬特性モデルを開発し、予測精度が3db以下であることを実証した。これに基づく運航シミュレーションにより**騒音暴露面積が交通量1.5倍の条件下でも不変**となることを実証した。

#### ③高精度衛星航法

電離圏異常時においてもGPS信号をロバストに受信可能とする手法を開発し、3万回以上の電離圏異常時の利用性シミュレーションにより、**99%以上の利用性を達成**していることを確認した。

#### ④飛行軌道制御技術

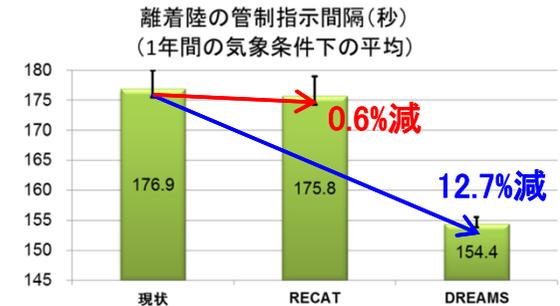
精密曲線進入を可能とする自動操縦アルゴリズムを開発し、飛行実験等により風の擾乱のある環境において、既存手法に比べ高い経路追従精度の自動曲線進入技術を実証した。

#### ⑤防災・小型機運航技術

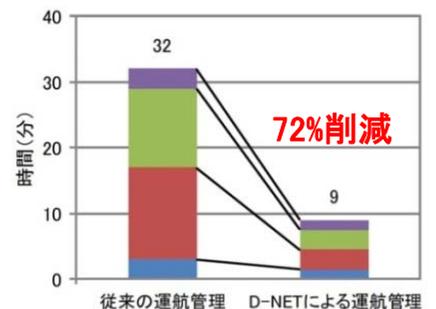
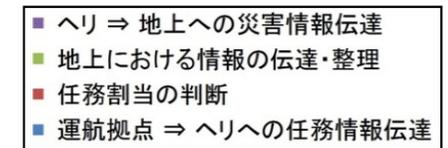
総務省消防庁がD-NET導入(FY26より正式運用開始)。機体の性能、装備、運航状況を考慮し、最適任務割り当てを行う運航管理技術を開発し、想定する全ての災害において、シミュレーションにより**D-NETによる無駄時間、異常接近の50%以上の削減効果を実証した**。(日本航空宇宙学会技術賞、ジャパン・レジリエンス・アワード2015優秀賞受賞(主催:一般社団法人レジリエンスジャパン推進協議会))

### 【効果(経済効果試算)】

- 管制支援ツールによるトラフィック最適化により、羽田空港において遅延低減(年間約12億円)、後方乱気流管制間隔短縮技術による羽田空港容量拡大、定時性、速達性向上(年間約20.7億円)、低層風擾乱アダプタリシステムでは、時間ロス低減(年間0.4億円)、事故防止(3回/10年)効果が期待される。
- 航空交通量増大に伴う騒音暴露面積増大の抑止により対策費抑制(年間8億円@成田)が期待される。
- GBASによる就航率向上により、石垣・宮古空港では年間200万円、アジア全体では年間約1.4億円の経済損失低減が期待される。
- 精密曲線進入による最短経路飛行により、関西国際空港では年間約7.5億円の燃料費節減、年間約0.5億円の運航各社のパイロット訓練費の節約が期待される。
- D-NETの導入により、大災害時において1.8~3倍程度の救助能力の向上が期待される。



羽田空港(南風運用)での間隔短縮効果比較  
RECAT(従来手法)に比べ、DREAMS技術(後方乱気流リスク予測機能、トラフィック最適化機能)の適用により、短縮効果が大幅に増大する



D-NETによる任務情報伝達時間短縮効果

災害対応航空技術について、災害対応で衛星・航空機・無人機の最適統合運用を目指す「災害救援航空機統合運用システム」のシステム定義を行う。

【実績】

衛星・航空機・無人機の最適統合運用に向け、各要素技術の開発仕様の策定、検証を行うと共に、無人機の利用拡大を目指し、システム/運用コンセプトの定義、ミッション技術、高高度滞空技術、無人機運航技術の概念検討を実施。年度計画を達成した。

①災害対応航空技術：内閣府の広域医療搬送訓練でシステムの妥当性を検証。また、東日本大震災相当のシミュレーションにおいて、救出の前倒しによる救命機会の向上を目的としたシステムの機能及びアルゴリズム(下記A)、B)がD-NETからの主な向上部分)の成立性を検証。1人当たりの平均救出時間を約半日短縮可能との見通しを得た。

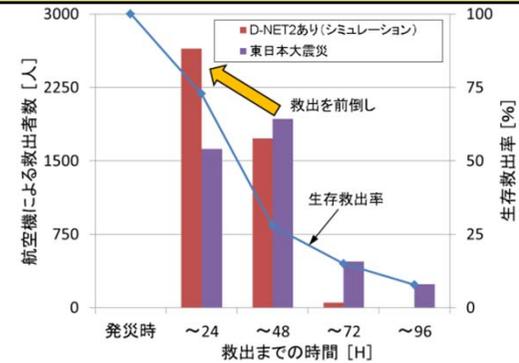
A)救援ニーズ生成：救援要請がなくても、事前の被害想定に基づいて初動を前倒しするとともに、衛星・航空機・無人機等の情報の相互補完により、広範囲の被害分布を効率的に抽出しながら優先度を評価。

B)任務遂行：視覚支援機能により、夜間や悪天候時の活動機体数を増機して任務遂行を前倒し。

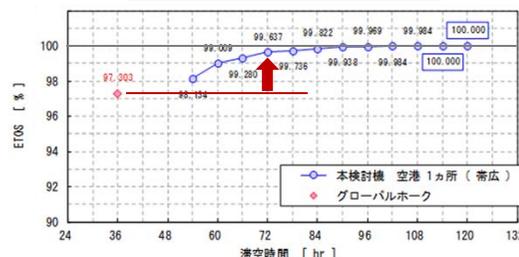
②滞空型無人機技術：土砂災害及び広域海上監視ミッションに対して全天候・常時連続監視を実現するための無人機の滞空性能要求及びそのコストインパクトを評価し、既存無人機(米空軍Global Hawk, 36hr滞空)に対するJAXA構想(72hr超)の優位性を確認した。また、滞空性能の向上につながる将来技術(液体水素・燃料電池・太陽光発電・無線エネルギー伝送など)の比較・分析を行い、優先課題を選定し研究開発計画を策定した。

【効果】

航空宇宙機による大規模災害の救援シミュレーションが可能になり、航空宇宙機器を効果的に利用した防災計画の立案が可能になると共に、発災後72時間以内の救命機会を向上できる。



災害対応航空技術導入効果



滞空時間の増大によるミッション能力の向上  
縦軸ETOS(Effective Time On Station)は、拠点空港(帯広)からのローテーション運用によりミッションエリア(広島)に滞空できる時間割合

放射線モニタリング小型無人機技術について、独立行政法人日本原子力研究開発機構と連携を取りつつ、システム開発・評価及び、運用実証試験を行う。

【実績】

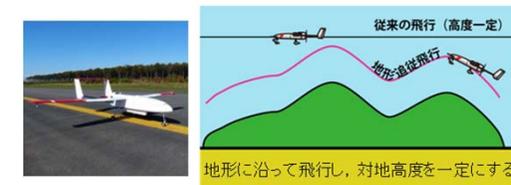
日本原子力研究開発機構(JAEA)と連携しつつ、放射線観測器を搭載した小型無人機の機能向上機を製作。システム開発、観測飛行能力の向上を図った。運用実証試験に関しては、機体に搭載された機速計測センサに不具合が生じ、一部未達となった。

①機体開発/信頼性・安全性向上：システム多重化を適用し、安全性を向上させた機能向上機を製作し、飛行試験を実施。目標としていた6hr×3回の飛行に対し、機速センサの不具合により2回の飛行で終了。原因究明を行った結果、着氷によるピトー閉塞、それに伴うバンク失速と判明し、その対策検討を実施した。

②観測飛行能力向上技術：地形追従機能を開発し(追従誤差は約6.5m)、従来の高度一定飛行に対して、放射線計数率(検出器に1sec間に入射する放射線の数)の計測精度がおよそ2.7倍向上した(対地高度150m飛行時)。

【効果】

今後の小型無人飛行機による放射線観測のプラットフォーム(JAEAがUARMSを今後の放射線モニタリングに使用する計画、及び原子力規制庁とともに災害などへ適用範囲を広げていく計画等を検討中)となる機能向上機の全体機能及び性能に目処が立った。また、本機能の検証によりJAXA無人機基準(2012.3制定)を取り込んだシステム安全設計(2故障許容設計を適用した小型無人機システム)を実現し、将来の無人機設計基準の成立性を示せた。



評価結果	評定理由(総括)
<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">A</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。さらに、「研究開発成果の最大化」に向け以下のとおり顕著な成果の創出の可能性がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>次世代運航システム(DREAMS)</b>では、シミュレーション評価、フィールド試験、飛行試験により、各技術の目標性能達成が確認された。本技術の成果および社会的効果、経済的効果実績は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 防災・小型機運航技術では、救難小型航空機の情報を一元管理して最適な任務割り付けを実現する運航管理技術を開発(D-NET)。これにより従来比1.8~3倍の任務達成回数を実現。D-NETは、<b>総務省消防庁が導入済み(平成26年度より正式運用開始)</b>。また、<b>自治体消防局からは、「D-NET導入により、総務省消防庁、自治体および消防防災ヘリ間の情報共有を実現する体制を確立でき、大規模災害時に非常に役立つ」との評価</b>を得る。</li> <li>➢ 気象情報技術(低層風擾乱)では、運航障害の発生を5割以上の確率で予測できることを実証。本技術は<b>気象庁に技術移転され成田、羽田空港において平成28年度より運用される予定</b>。</li> <li>➢ 気象情報技術(後方乱気流)では、確率的(後方乱気流リスク見逃し確率0.1%以下)に安全性を保証する後方乱気流予測技術を開発。また交通流を最適化する管制支援ツールを開発し、前記技術と併せることで<b>類似技術に比べ4倍の管制間隔短縮効果を実現</b>。</li> <li>➢ 高精度衛星航法技術では、電離圏異常時においてもGPS信号をロバストに受信可能とする手法を開発。電離圏異常環境下での実飛行データに基づく国際民間航空機関基準(ICAO)(利用率99%以上)の実証。 受賞:<b>日本航空宇宙学会技術賞、ジャパン・レジリエンス・アワード2015優秀賞</b>(主催:一般社団法人レジリエンスジャパン推進協議会)</li> </ul> </li> <li>● <b>ウェザー・セーフティ・アビオニクス技術</b>では、気流計測ライダーや突風応答軽減制御ロジックの基本設計を行い実現性を確認。特に気流計測ライダーについては、世界レベルに比べ装置重量で2分の1、観測距離で2倍強を2012年開発モデルで実証(当時世界最高性能)。今回さらに、レーザ増幅部の励起エネルギーと信号周期を最適設計したことにより、2012年開発モデルに比べ消費電力2割減し、装置重量3割減の実現性を確認(世界最高性能)。本開発ライダー装置は、複数の<b>エアライン(JAL, ANA, AirDo)</b>から「<b>本技術を用いた乱気流事故防止システムの早期実現</b>」に関する<b>要望書</b>を得ていること、また<b>米国ボーイング社</b>から、<b>本技術の飛行実証提案</b>を受けていることから、本技術実証および適用技術開発の促進がユーザより期待されている。受賞:<b>日本航空宇宙学会技術賞</b></li> <li>● <b>次世代旅客機の機体騒音低減技術</b>では、JAXAの実験用ジェット機(飛翔)を用いた飛行実証に向け、川崎重工業、住友精密工業、三菱航空機と協力し、高揚力・降着装置の低騒音化形状案を確定すると共に風洞試験にて騒音計測を実施。<b>特許を3件取得</b>すると共に、世界初となるフラップ騒音低減の目標達成への見通しも得た。本低騒音化設計手法は、広く他機種に適用可能であり、今後の騒音規制強化に伴う現行機の運用において、その効果は大きい。</li> </ul>

## I.3.(2) 航空科学技術の利用促進

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:** 産業界等の外部機関における成果の利用の促進を図り、民間に対し技術移転を行うことが可能なレベルに達した研究開発課題については順次廃止する。

さらに、関係機関との連携の下、公正中立な立場から航空分野の技術の標準化、基準の高度化等に貢献する取組を積極的に行う。具体的には、運航技術や低ソニックブーム技術等の成果に基づく国際民間航空機関(ICAO)等への国際技術基準提案、型式証明の技術基準の策定、航空機部品等の認証、及び航空事故調査等について、技術支援の役割を積極的に果たす。

1)次世代運航システム(DREAMS)の研究開発成果のうち、可能なものを関連機関、メーカー等で利用するために技術移転する。

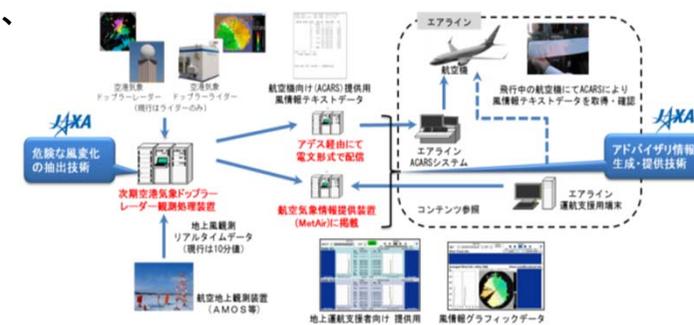
### 【実績】

フィールド試験やシミュレーション評価の技術実証を着実に実施。技術の成熟度を向上させると共に、完成した技術は順次技術移転を進め、年度計画を達成。(技術移転：完了4件)

- ①**低層風擾乱運航障害予測システム:** 将来に向けた国の航空施策(CARATS)において、DREAMS技術を用いた新しい空港風情報(ALWIN)の実用化が決定された。これを受け、本技術は気象庁に技術移転され、H28年度より成田、羽田でALWINの運用が開始される計画である。
- ②**位置信号の追尾性能補強技術:** 高精度衛星航法技術の研究開発で得られた、GNSS信号受信信頼性・追尾性能補強技術について、「INSによるGNSS信号補強技術」のプログラム実施許諾により、GNSS受信機メーカー(アムテックス)へ技術移転され、製品化されている。
- ③**搭載性向上型D-NET:** 搭載性向上型D-NET機上機器に関する特許使用許諾、D-NET仕様のライセンス契約により、アビオニクスメーカー(ナビコム・アビエーション)へ技術移転し、総務省消防庁の集中管理型消防防災ヘリ動態管理システム一式の製作、納入(FY26.4運用開始)及びD-NET機上機器の製品化を実施した。搭載性向上型D-NET機上機器は32式導入済み。D-NETデータ仕様及び関連特許の使用許諾により、IT関連企業(ブイ・アール・テクノ)へ技術移転し、無線機用自動追尾装置の開発が進行中。

### 【効果】

- ・ALWIN導入により強風による着陸復行(やり直し)が半減され、航空機の安全性、利便性向上に寄与すると期待される。アンケートでは94%のパイロットから本技術が有効であるとの回答を得ている。
- ・総務省消防庁の集中管理型消防防災ヘリ動態管理システム導入により、災害対応能力(リアルタイムで機体から消防庁へ災害情報送信、消防庁より機体へ直接任務情報を送信する等)向上に貢献。
- ・D-NETに準拠したシステム・機器が複数機種実用化されることにより、他省庁・他機関への導入が促進されると期待される(厚労省DMAT事務局、海上保安庁と協定調整中)。自治体消防局の評価は以下の通り。「D-NET導入により、総務省消防庁、自治体および消防防災ヘリ間の情報共有を実現する体制を確立でき、大規模災害時に非常に役立つ」。



気象庁によるALWINの運用形態とDREAMS技術の適用部分



総務省消防庁危機管理センター  
(D-NET準拠の地上システムを導入)

2)また、公的な機関の要請に基づく航空事故等の調査に関連する協力、国際民間航空機関(ICAO)等が実施中の国際技術基準、特に航空環境基準策定作業への参加及び提案、国土交通省航空局が実施中の型式証明についての技術基準策定等に対する技術支援を積極的に行う。

### 【実績】

航空事故等の調査に対する協力や、ICAOにおける国際技術基準策定作業への参加及び提案、MRJ(Mitsubishi Regional Jet)の技術基準策定等に係る技術支援を引続き実施しており、年度計画を達成。

#### ① 運輸安全委員会が行う航空事故等の調査に対する協力

- ・平成25年1月発生のパイロット787のバッテリー不具合に係る重大インシデント調査については、専門委員1名が任命され、調査に協力してきた結果、平成26年9月に調査報告書が公表され、調査が完了。また、引き続き1件の調査(専門委員2名が任命)を実施中。

#### ② 国際民間航空機関(ICAO)における国際技術基準策定作業への貢献

- ・ICAO環境保全委員会(CAEP)のWG1(騒音低減技術)及びSSTG(超音速機タスクグループ)に参加。SSTG事務局からの依頼に応じてJAXAのソニックブームシミュレータを用いた被験者試験のデータを提供するなど、ソニックブーム基準に用いる評価指標の検討に貢献。
- ・また、CAEPのWG2(低騒音運航)、WG3(エンジン排出物)、AFTF(代替燃料タスクフォース)にも参加。WG3ではエンジン排出CO<sub>2</sub>・PMの指標/規制値案に関する技術提案を行い、検討作業に貢献。
- ・ICAO遠隔操縦航空機システムパネル(RPASP)に参加。遠隔操縦航空機マニュアル(平成27年3月発行)のとりまとめに貢献するとともに、次の段階となる、耐空性、操縦者認証、運航承認等に関するSARPsの改訂に向けた検討作業に貢献。
- ・後方乱気流管制間隔の見直しを検討するICAO WTSG(Wake Turbulence Study Group)にヘリコプタ後流の計測データを提供し、ヘリコプタの管制間隔の検討作業に貢献。

#### ③ 型式証明等に関する国土交通省航空局に対する技術支援

- ・MRJ運航開始時の整備要件を定めるMRJ整備方式審査会の構造ワーキンググループに、航空局のアドバイザーとして参加。
- ・「交通・輸送システムの安全性・信頼性等向上に関する研究開発」を受託し、乱気流事故防止システムに対する信頼性評価の研究を実施。
- ・「統合化された自動操縦システムの安全基準に対する評価方法の調査」を受託し、新型式機に適用される新基準に対する評価方法を確立するための研究を実施。

#### ④ その他の公的機関への主な支援

- ・航空局の「航空安全情報自発報告制度」の分析委員会に、委員及び分析検討ワーキンググループ員として参加し、リスク評価等を実施。
- ・航空局の「羽田空港の機能強化に向けたブラスト検討委員会」に委員として参加し、ジェットブラストが離陸機に与える影響について検証。
- ・国際航空研究フォーラム(IFAR)の代替燃料ワーキンググループの合意に基づき、バイオ燃料の燃焼試験を行うとともに、飛行試験時の飛行機雲の衛星観測データの取得と解析を行った。

### 【効果】

MRJの型式証明、ICAOの国際技術基準、航空事故等の調査にJAXAの専門的知識・知見が活用されることにより、航空分野の技術の標準化、基準の高度化、環境と安全の確保に貢献するとともに、国際的なプレゼンスの向上や国際競争力の強化につながる。

評価結果	評定理由(総括)
<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">B</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。さらに、「研究開発成果の最大化」に向けて着実な業務運営を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 次世代運航システム(DREAMS)の研究開発で得られた成果について、以下の通り技術移転を実施した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 搭載性向上型D-NET機上機器に関する特許使用許諾、D-NET仕様のライセンス契約により、アビオニクスメーカー(ナビコム・アビエーション)へ技術移転し、総務省消防庁の集中管理型消防防災ヘリ動態管理システム一式の製作、納入(FY26.4運用開始)及びD-NET機上機器を製品化した。D-NET機上機器のFY26の導入実績は12式。自治体消防局からは、「D-NET導入により、総務省消防庁、自治体および消防防災ヘリ間の情報共有を実現する体制を確立でき、大規模災害時に非常に役立つ」との評価を得る。 さらにD-NETに準拠したシステム・機器が複数機種製品化されることにより、他省庁・他機関への導入が促進されると期待される(厚労省DMAT事務局、海上保安庁と協定調整中)。</li> <li>➢ 将来に向けた国の航空施策(CARATS)において、DREAMS技術を用いた新しい空港風情報(ALWIN)の実用化が決定。これを受け、本技術は気象庁に技術移転(技術利用許諾)され、H28年度より成田空港、羽田空港でALWINの運用が開始される計画。これにより強風による着陸復行(やり直し)が半減されると期待され、航空機の安全性、利便性向上に寄与すると期待されている。事前のアンケートでは、94%のパイロットから本技術が有効であるとの回答を得ている。</li> <li>➢ 高精度衛星航法技術の研究開発で得られた、全地球航法衛星システム(GNSS)信号受信信頼性・追尾性能補強技術について、「慣性航法装置(INS)によるGNSS信号補強技術」のプログラム実施許諾により、GNSS受信機メーカー(アムテックス)へ技術移転、製品化(プログラマブルGNSSレシーバ:大学、研究機関で研究用途に利用)されている。</li> <li>➢ D-NETデータ仕様及び関連特許の使用許諾によりIT関連企業(ブイ・アール・テクノ)へ技術移転し、無線機用自動追尾装置の開発が進行中。</li> </ul> </li> </ul>



## I. 4. 横断的事項

評価項目	平成25年度 内部評価	平成26年度 内部評価				頁
I.4.(1) 利用拡大のための総合的な取組	(A)	B				D-2
I.4.(2) 技術基盤の強化及び産業競争力の強化への貢献	(A)	B				D-14
I.4.(3) 宇宙を活用した外交・安全保障政策への貢献と国際協力	(A)	A				D-32
I.4.(4) 相手国ニーズに応えるインフラ海外展開の推進	(A)	B				D-42
I.4.(5) 効果的な宇宙政策の企画立案に資する情報収集・調査分析機能の強化	(A)	B				D-44
I.4.(6) 人材育成	(A)	A				D-47
I.4.(7) 持続的な宇宙開発利用のための環境への配慮	(A)	B				D-61
I.4.(8) 情報開示・広報	(A)	A				D-64
I.4.(9) 事業評価の実施	(A)	B				D-73

## ■ 第3期中期目標期間における財務及び人員に関する情報

### I. 4. 横断的事項

	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度
決算額 (千円)	211,177,437 の一部	207,856,661 の一部			
従業人員数* (人)	約50	約50			

\*常勤職員の本務従事者数

## I.4.(1) 利用拡大のための総合的な取組

平成26年度 内部評価 B

### ① 産業界、関係機関及び大学との連携・協力

**中期計画記載事項:** 国民生活の向上、産業の振興等に資する観点から、社会的ニーズの更なる把握に努めつつ、宇宙について政府がとりまとめる利用者ニーズや開発者の技術シーズを開発内容に反映させ、これまで以上に研究開発の成果が社会へ還元されるよう、産学官連携の下、衛星運用やロケット打上げ等の民間への更なる技術移転、利用実証の実施及び実証機会の提供、民間・関係機関間での一層の研究開発成果の活用、民間活力の活用等を行う。

我が国の宇宙航空分野の利用の促進・裾野拡大、産業基盤及び国際競争力の強化等に資するため、JAXA オープンラボ制度の実施など必要な支援を行う。

また、ロケット相乗り及び国際宇宙ステーション (ISS) 日本実験棟 (JEM) からの衛星放出等による超小型衛星の打上げ機会の提供や開発支援等、衛星利用を促進する環境の一層の整備を行う。

さらに、利用料に係る適正な受益者負担や利用の容易さ等を考慮しつつ、機構の有する知的財産の活用や施設・設備の供用を促進する。技術移転 (ライセンス供与) 件数については年60 件以上、施設・設備の供用件数については年50 件以上とする。

加えて、宇宙開発利用における研究機関や民間からの主体的かつ積極的な参加を促す観点から、他の研究開発型の独立行政法人、大学及び民間との役割分担を明確にした協力や連携の促進、並びに関係機関及び大学との間の連携協力協定の活用等を通じて、一層の研究開発成果の創出を行う。企業・大学等との共同研究については年500 件以上とする。

## ■ 第3期中期目標期間における数値目標の達成状況

### .4.(1) 利用拡大のための総合的な取組

上段：中期計画／年度計画に定めた目標  
下段：当該年度における実績

	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	中期期間計
技術移転 (ライセンス供与) (件)	60	60	60	60	60	
	<b>261</b>	<b>295</b>				
施設・設備の供用 (件)	50	50	50	50	50	
	<b>135</b>	<b>156</b>				
企業・大学等との共同 研究 (件)	500	500	500	500	500	
	<b>718</b>	<b>756</b>				

国民生活の向上、産業の振興等に資する観点から、社会的ニーズの更なる把握に努めつつ、宇宙について政府がとりまとめる利用者ニーズや開発者の技術シーズを開発内容に反映させ、これまで以上に研究開発の成果が社会へ還元されるよう、民間活力の活用を含めた産学官連携の下、以下を実施する。

1) ALOS-2等の衛星運用の民間への更なる技術移転の方策を検討する。

**実績：**

- 平成25年度において、ALOS-2データと同種のSARデータの市場動向調査、海外の政府衛星による観測データ配布実態の動向把握等を行った結果、SARデータ国内外の市場規模が光学データに比べ小さいこと、政府機関による利用が大半であること等から、衛星運用の民間事業化は引き続き市場動向等を見極めることとし、打上げ後2年程度は機構が直接運用し、ALOS-2データの配布に際して民間活力を活用することとした。
- 上記を踏まえ、平成26年度は、政府機関に対しては機構が協定を締結した上で直接実費配布することとし、それ以外の配布は民間が実施する体制を構築した。具体的には、平成26年7月に一般配布を行う民間事業者を選定し、11月から一般配布を開始した。なお、これまでのデータ複製に係る実費のみを徴収する方法から、データ処理も含めた経費もあわせて徴収する方法に変更することで、収入の拡大に向けた取組もあわせて実施している。

**効果：**

- 国内の政府機関について、上記の新たな枠組みを構築・活用したことで、打ち上げ後1年も経ずに、官公庁等との間で8件の協定を締結、4件が調整中という状況に至っている。(世界的にみてもSARデータの主要ユーザは政府機関であり、国内の政府機関でもALOS-2データを利用する準備が着実に整いつつある。)なお、平成26年度は政府機関によるデータの試行的利用が主体となるため、収入は平成27年度以降増加する見込みである。

2) 民間企業や関係機関等と連携し、宇宙航空産業の国際競争力強化及び宇宙利用の拡大に向けた情報共有を行う。

**実績：**

**【民間との連携研究による宇宙利用の拡大】**

- 日本の社会インフラが老朽化する中、長大な河川堤防(一級河川:13,989km)や広大な港湾施設(国内994箇所)などを経年的かつ広範囲にわたり変状把握する手法として、衛星からの観測データを用いてモニタリング作業の効率化とコスト縮減を図る手法を民間企業と連携した提案が戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)に3件採択された
  - 河川堤防や港湾施設における状況把握について、ALOS-2の広域(50km四方)観測データ等を用いた時系列解析を行い、堤防や施設の数cm単位からmm単位の変状を効率的に把握する技術を確立する。この技術により広範囲の堤防や施設を一括点検・スクリーニングし、詳細点検すべき場所を抽出することで、モニタリング作業の効率化とコスト縮減を図る。

## 実績:(つづき)

### 【関係機関との連携の拡大】

- 科学技術振興機構(JST)との包括協力協定締結し、相互ネットワークや産業コーディネート機能との連携施策を展開した。
- 新興国における宇宙インフラのニーズへの対応や政府におけるインフラシステム輸出戦略の支援を促進させるため、JICAと包括協力協定を締結し、以下の取り組みを進めた。
  - 「だいち2号」の観測データ提供に関する協定を締結。アフリカ中部ガボンの森林管理プロジェクトにおいて、ALOS-2データを用いた違法森林伐採監視を開始した。
  - 農業、防災等の分野で連携の意見交換・検討を共同で進め次年度以降の具体的な取り組みの開始につなげた。
- さらに、以下の外部機関と宇宙利用の拡大に向けて、事業主体となりうる企業や社会課題・ニーズ等の掘り起しのため、連携強化を進めた。
  - 技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構(TRAFAM)へ参画し、本技術を次期宇宙機開発へ適用するべく、多機関との協働による研究開発を開始。
  - 金融機関等(証券会社、銀行)との連携強化により、金融機関等が持つ独自ネットワークを活用した機構の技術シーズの展開を推進。

### 【情報共有】

- 国際競争力強化に向けて民間企業や関係機関等との定期的な意見交換により、衛星機器の技術動向やマーケティングについて情報共有を行い、今後の研究開発の方向性等を探った。特に小型衛星の開発・利用に関する議論が国内外の政策・ビジネスレベルで活発化されてきており、それらに対する小型衛星の実状・課題等を調査・検討し、小型衛星に関する将来動向等を把握した。

### 効果:

- 日本全国に数万か所ある河川堤防、港湾設備の老朽化箇所の特定は従来人力・目視によって確認されていたが、ALOS-2の時系列差分干渉解析による大面積かつ高精度な形状変異抽出を利用することにより、低コスト/省力化/安全・信頼性の向上の実現が期待できる。また、この技術は河川堤防や港湾施設のみならず、土砂崩れ危険地域など日本全体の社会インフラ維持のため活用可能である。
- JSTと包括協力協定を締結し、我が国全体の研究開発成果の最大化を図るため体制を整えた。
- 宇宙利用の拡大に向けての外部連携強化に取組み、従来とは異なる視点や発想をもって掘り起しを行える体制を整えた。これにより宇宙航空産業以外のネットワークや能力を活用することが可能となり、異業種業界を含む幅広い層からの集客効果が得られ、これまでにない新たな分野の企業からの問い合わせ件数の増加に繋がった。
- 情報共有を行うことにより、官民一体となって国際競争力強化に向けた目標共有が図られる。



JSTとの包括協定を締結 (27年2月)



JICAとの包括協定を締結 (26年4月)



JICAとの包括協定の下「だいち2号」観測データ提供に関する協定を締結 (27年3月)

3) JAXAオープンラボ制度などを活用し、企業等と共同で研究を実施するとともに、事業化に向けた支援を行う。

**実績:**

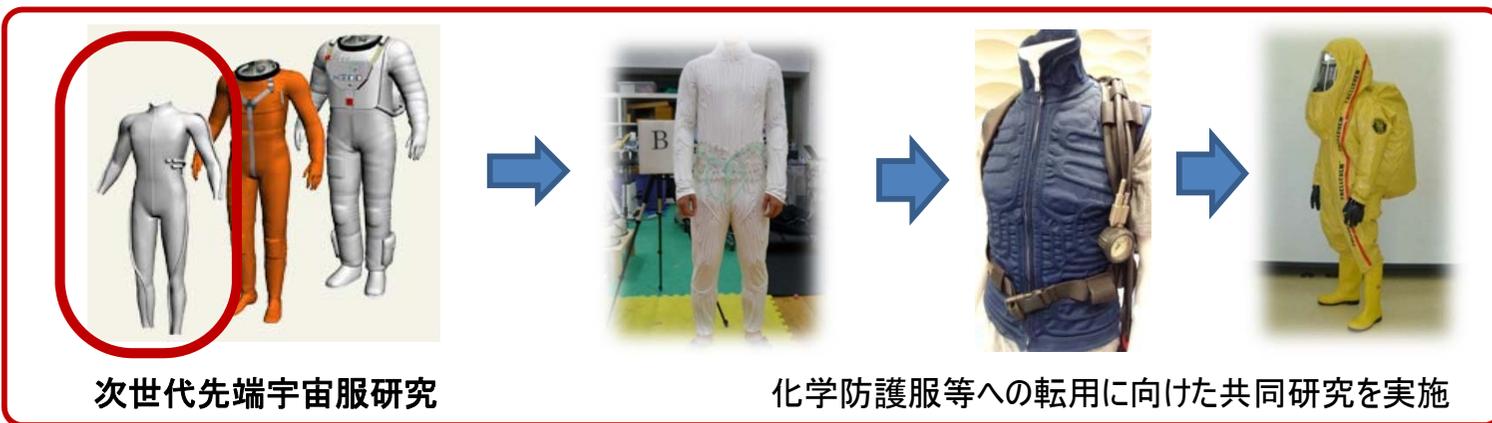
- ・JAXAオープンラボ制度では、事業化を目指す企業等からの提案に基づき、26年度は共同研究を8件実施し、「世界トップクラスの性能を有するMEMSジャイロの開発」、「落雷に強いCFRPの開発」等では宇宙航空分野以外の民生分野でも十分な市場展開が見込める成果が得られた。
- ・事業化に向けた支援策として、新たな適用先に向けた機能改善に係る技術指導の受託等による支援協力を実施した。その他、神戸で開催された展示会で合同出展するなど、販路開拓への協力を実施中。
- ・機構が研究開発している高精度軌道時刻推定ツール(MADOCA)を農機の自動走行に応用する取り組みについては、精度、利便性の向上により、農林水産省による「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」に続き、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)にも採択され、農機メーカーを含むコンソーシアムで実用化を目指した取り組みを開始した。準天頂衛星による高精度測位技術を用いた農業機械の自動化技術と農業機械の知能化技術の組み合わせにより、土地利用型大規模経営に向けた省力・高品質生産技術の開発に取り組んだ。

**効果:**

- ・ **世界トップクラスの性能を有するMEMSジャイロ(機械式)の開発** : 「はやぶさ」に搭載したジャイロ(光学式FOG)と同等の性能であり、かつ低価格であるため、今後、船舶、潜水艇や無人機等への適用が十分期待できる。
- ・ **落雷に強いCFRPの開発** : 航空機の部材や風力発電用の羽根など、屋外環境に晒される部材への適用が今後期待できる。
- ・ **「冷却下着ベスト型」の商品化** : 現在、原発廃炉作業向けに、冷却時間の延長のための改良試作品を企業が製作中。今年度中に試着評価を実施し、その結果を受け、量産モデル製作を来夏に向けて計画中。また、感染症防護服への適用可能性に関して、国立国際医療研究センターとの調整を開始。既に現場導入を検討するため、既存の冷却ベストを1着購入済み。今後は、原発改良品の結果等を踏まえて調整を進めて行く予定。
- ・ **無線機用自動追尾装置の商品化** : 本装置により、汎用通信機器を使用した移動体間の安定的な長距離かつ高速通信が可能となるため、無人機航空機や地上で移動体通信に活用することで、救助活動での患者情報の高速転送や災害時の高精細画像伝送等への利用が見込まれている。



冷却下着ベスト型



次世代先端宇宙服研究

化学防護服等への転用に向けた共同研究を実施

4) ロケット相乗り及び国際宇宙ステーション(ISS)日本実験棟(JEM)からの衛星放出等の候補となる超小型衛星の公募を継続する。また、ALOS-2及びはやぶさ2の相乗りとして選定した超小型衛星及び平成26年度中にASTRO-Hの相乗りとして選定する超小型衛星に対し、打上げに向けたインタフェース調整等の支援を行う。

また、衛星利用を促進するために超小型衛星の打上げ機会拡大に向けた検討を行う。

### 実績:

ロケット相乗り及び国際宇宙ステーション(ISS)日本実験棟(JEM)からの衛星放出等の候補となる超小型衛星の公募を継続し、次の支援等を実施した。

- ALOS-2相乗りとして選定した超小型衛星4機、及びはやぶさ2相乗りとして選定した超小型ペイロード3機について、ロケット搭載・打上げに向けた技術要求への適合性を確認し、平成26年5月24日と平成26年12月3日にH-IIAロケットにてそれぞれ打ち上げた。また、国際宇宙ステーション(ISS)日本実験棟(JEM)から放出する超小型衛星1機(ブラジルの宇宙機関が開発)を平成27年1月10日にドラゴン補給船運用5号機(SpX-5)でISSへ打上げ、同年2月5日にISSから宇宙空間へ放出した。
- 平成27年度打上げ予定のASTRO-H相乗り超小型衛星を4機選定・契約し、インタフェース条件、安全要求への適合性確認を進めている。
- 平成27~28年度に打上げ、「きぼう」から放出予定の超小型衛星10機を選定・契約し、インタフェース条件、安全要求への適合性確認を進めている。
- 超小型衛星放出の需要が拡大していることから、JEMの50kg級超小型衛星用の放出機構の開発を実施した。これにより、JEMにおいて1kg級から50kg級までの超小型衛星を放出できる能力を有し、搭載できる衛星の最大容積についても従来の30倍となり、利用ユーザのミッション要求に幅広く応える利用環境を整え、新たな有償利用契約を獲得した。

### 効果:

- 超小型衛星の開発プロセスは大型衛星と同じであり、システム工学やプロジェクトマネジメント等を学生が実際に経験しながら学ぶことのできる貴重な機会となっている。このような経験をした学生が宇宙関連企業に就職したり、大学が積極的に海外からの学生を受け入れるなど人材育成に貢献している。
- 国内に、超小型衛星開発を行う企業や、超小型衛星を事業に利用する企業、超小型衛星の打上げ仲介を事業として行う企業が現れるなど、民間企業による宇宙開発利用の促進に貢献している。

超小型衛星の打上げ 契約実績

	有償	無償
FY26打上げ	1	7
だいち2	0	4
はやぶさ2	0	3
きぼう	1	0
今後打上げ	6	8
ASTRO-H	1	3
きぼう	5	5

平成27年3月末現在

5) 機構の有する知的財産の活用促進を目的として、地方自治体等との連携等により企業とのマッチング機会の拡大を図り、機構の知的財産のライセンス供与件数を年60件以上とする。

**実績:**

- 機構の有する知的財産の更なる利用拡大を図る為、JST、金融機関、地方自治体等と協同して、企業等向け説明会を21回開催・参加するなど、宇宙航空分野に参入を希望する企業などとのマッチング機会を確保(延べ参加企業数:2000社以上)した。
- これらの活動の結果、ライセンス供与総件数は295件となり、年度計画を達成した。

**効果:**

- JST等の外部機関等と連携した技術説明会等の共同開催では、外部機関が保有するネットワークを活用した周知活動を実施することにより、異業種業界を含む幅広い層からの集客効果が得られ、これまでにない新たな分野の企業からの問い合わせ件数の増加に繋がった。

6) JAXAが保有する施設・設備の供用拡大を目的とし、利用者の利便性向上を図り、情報提供を適時行うことにより施設・設備の供用件数を年50件以上とする。

**実績:**

- 機構保有の施設・設備等の供用拡大を目指し、その理解増進、並びに利便性向上用の専用ホームページを運営、併せて供用対象設備に関するユーザズマニュアル提供等を実施した。その結果、施設・設備供用件数は156件に達した。(施設・設備供用による収入:約3.2億円)
- 利用者の目的に沿った利用ができるように施設維持や管理を適正に行うことを目的として、他法人へヒアリングを実施した。利用者の利便性向上を目指して、筑波地区の研究機関の施設設備データベース掲載について検討に着手した。
- より充実したサポートを提供するためコンサルタント機能を維持するため、適正な技術料徴収を可能とする料金体系を見直した(27年4月施行)。

7) 民間等からの主体的かつ積極的な参加を促す観点から、民間等の意見集約を行う仕組みを活用し、民間等との役割分担を明確にした協力や連携を促進する。

**実績:**

- 産業競争力強化に直結する研究開発について、企業の事業化への真剣度をより一層上げるため、機構と企業が目標を共有したうえで、責任所掌・役割分担・資金分担を明確化し、戦略パートナーとして常に連携しながら研究開発や事業化を促進する仕組みを構築した。
- 上記の取組みにより共同研究案件8件を検討し、このうち以下の4件について具体的研究案件として進めており、他4件については企業側と実現に向けた詳細内容の調整を開始した。
  - 高効率軽量ファンタービン技術実証(aFJR)
  - 乱気流事故防止気体技術の実証(SafeAvio)
  - 気体騒音低減技術の飛行実証(FQUROH)
  - 「SpaceWireマルチCPU化等における高性能化研究開発」

**効果:**

「2液式小推力スラスタ」は、機構の技術協力及び企業の販売努力により今年度に海外衛星への適用受注が決まった。上記取組みにより、今後更なる官民一体となって海外競争力がある製品の創出が可能となる。

8) 他の研究開発型の独立行政法人、大学等との役割分担を明確にした協力や連携を促進し、既に締結されている連携協力協定の活用や意見交換等を行う。

**実績:**

(1) 研究開発型独立行政法人との間では、26年度は以下をはじめとする取組を進めた。

- ① 我が国全体としての研究開発成果の最大化を目指すため、科学技術振興機構(JST)との包括協力協定を締結。主要紙等8件で報道され、朝日新聞社説では国立研究開発法人化に向けた良い組織間連携の取り組みとされる等の評価を受けた。
- ② 情報通信研究機構(NICT)と共同で開発した二周波降水レーダを機構が打上げ、NICTと協力してデータ校正実施中。
- ③ 産業技術総合研究所(AIST)及び物質・材料研究機構(NIMS)との非破壊信頼性評価研究に関する三者協定(平成20年締結)の下では宇宙輸送ミッション本部及び宇宙科学研究所(ISAS)が共同研究を実施。共同で外部資金(科研費)を獲得しつつ、LE-9エンジン開発等に関しては、燃焼室における特殊なクリープ疲労等について、ISASが現象の解明を進め、AISTが損傷の計測技術を開発し、NIMSが材料の余寿命評価技術を開発することで、エンジンの信頼性を向上させる研究開発を実施。イプシロンロケット開発に関しては、モータケースの開発試験において、ひずみと損傷、変形を精密かつ簡易に計測するため、AISTの開発したFBG(Fiber Bragg Grating)を用いたひずみ・AE(Acoustic Emission)同時計測技術およびサンプリングモアレ法による非接触変位計測技術の試行に成功し、2号機での実用化に向け開発を実施。これまでに2件の特許取得、2件の特許出願等の成果を挙げた。

(2) 大学との間では、研究開発をより深化させるため、有力な研究者を擁し相互補完が可能な大学との協力枠組みを活用し(包括連携協定締結先: 北海道大学、東北大学、筑波大学、東京大学、早稲田大学、慶應大学、名古屋大学、京都大学、九州大学)、各々の大学の持つ特色を重視した役割分担と理工学分野に限らない人文・社会科学分野も含めた成果の創出を目指している。

- ① 26年度は、包括連携協定を有する大学との協議会の在り方について見直しを行い、より実効的な対話の場にする事とした。各年次協議等の運営を通じて、別表のとおり各大学との特色に応じた具体的な連携案件の進展を促す他、以下の新たな取り組みを進めた。
  - ・ 九州大学とは、機構における先導するための研究計画の一環として、九州大学水素エネルギー国際研究センター等と次世代水素燃料電池の宇宙航空分野での利用の可能性について双方組織内横断的に検討し、九州大学は独自資金で航空宇宙用試験設備の整備を先行的に進めた。
  - ・ 宇宙をハブとして人文・社会科学を含む学問知を集め社会的課題を解決する取り組みの一環として、神戸大学国際文化科学研究科をハブとした日本文化人類学会の研究者と「オーラルヒストリーの宇宙航空分野への応用に関する研究」の試行に着手し、日本の社会・文化と先端科学技術の間の相互作用についての人類学的アプローチに取り組んだ。
- ② 大学共同利用連携拠点として、名古屋大学との協働により設置した太陽地球環境研究所ERGサイエンスセンターは、衛星データ解析環境の構築等の研究を進め、ジオスペース探査衛星(ERG)の平成28年度打ち上げに向けた準備を進めた。また、新たな大学共同利用連携拠点を構築するための検討を進めた。
- ③ 宇宙科学研究所においては大学共同利用システムの枠組みにより、26年度は、ASTRO-Hプロジェクトをはじめとするプロジェクト等に全国の大学等から延べ872人の研究者が参画し人的リソースの協力を受けた。

9) 企業・大学等との共同研究については年 500 件以上とする。

**実績:** 平成26年度の企業・大学等との共同研究については、756件となった。

## 大学との包括連携協力協定での特色ある取り組み例(1)

H27年4月17日

大学	取り組み例
名古屋大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>●文部科学省博士課程リーディング大学院プログラム「フロンティア宇宙研究開発人材育成プログラム」(拠点責任者 國枝秀世副学長) 協力協定を背景に応募採択され、理工横断での人材育成に取り組み、機構においても研究開発部門への同プログラム学生のインターンシップ受入や講師派遣等を行い、宇宙以外の先端ものづくり産業でも活躍できる国際的博士人材育成に協力した。</li> <li>●太陽地球環境研究所ERGサイエンスセンター 大学共同利用連携拠点として、機構との協働により設置され、衛星データ解析環境の構築等の研究を進め、ジオスペース探査衛星(ERG)打上げに向けた準備を進めた。</li> </ul>
東京大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ロケット・宇宙機モデリングラボラトリー(工学研究科 酒井信介特任教授) 機構と共同で社会連携講座として設置され、シミュレーションによるロケット・宇宙機課題解決のため、国内第一級研究者を中心とした体制を構築し、学理に基づく現象理解と物理モデルの構築が進められた。</li> <li>●理工融合の東大柏キャンパスとの連携協力(革新複合材学術研究センター 武田展雄教授) 新領域創成科を中心とした、深宇宙探査や複合材料等の比較的新しい分野での連携講座設置や共同研究を推進し、学際領域での成果創出を目指した。</li> </ul>
東北大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>●宇宙航空教育委員会(委員長:工学研究科・吉田和哉教授、事務局:理学研究科・笠羽康正教授) 協力協定締結に対応し宇宙航空に係る理学、工学、人文・社会科学までを横断した学内連携組織を設置。協議会を通じ機構に対し、我が国トップクラスの電気通信や金属材料等の研究分野での技術シーズの紹介等に取り組んだ。</li> </ul>
筑波大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>●宇宙開発工学学域(学内連携組織代表:西岡牧人教授) 協力協定締結に対応し学内連携組織を設置。連携大学院の運営や、共同利用可能な小型衛星環境試験拠点の整備等を進めた。</li> <li>●WPI国際統合睡眠医科学研究機構との協力 協力協定の下でJAXA有人宇宙医学生物学室と協力し、睡眠障害や疲労管理等の社会的インパクトの大きな分野での競争的資金の獲得について検討を進めた。</li> </ul>
早稲田大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>●先端的宇宙科学観測・技術融合型研究拠点の形成(代表:理工学術院 鳥居祥二教授) 協力協定を背景に文部科学省の私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「先端的宇宙科学観測・技術融合型研究拠点の形成」に応募・採択され、平成27年度打上げ予定の国際宇宙ステーションにおける電子、ガンマ線観測計画(CALET)のデータセンター整備その他宇宙科学ミッションや超小型衛星開発等を進めた。</li> <li>●連携講座「宇宙を考える～自然科学、社会科学を結びつける宇宙への視点～」(グローバルエデュケーションセンター 金子孝夫教授) 協力協定の下、学部におけるリベラルアーツ教育の試みとして、機構職員と早大教員が合同でオムニバス形式での講義(計15回)を実施。毎年度約150名の履修生に対し理学・工学から法律・政策に至るまで理系・文系にまたがる講義を実施した。</li> </ul>

## 大学との包括連携協力協定での特色ある取り組み例(2)

大学	取り組み例
慶應義塾大学	<p>●宇宙法研究センター(センター長・法学部・明石欽司教授) JAXA法務・コンプライアンス課と共同で通称「宇宙法研究所」を設置運営。他大学の研究者を交えた研究プログラム実施や宇宙法専門人材の育成を図った。</p>
京都大学	<p>●宇宙総合学研究ユニット(ユニット長:理学研究科・谷森達教授) 協力協定に対応し部局横断組織として設置。理工及び人文・社会横断型研究に取り組み、機構と大学の最初の大学共同利用連携拠点の活動主体ともなった。</p> <p>●宇宙開発利用を担うグローバル人材育成のための宇宙学拠点 機構との大学共同利用連携拠点での成果を踏まえて、平成26年度より文部科学省特別経費プロジェクト「宇宙開発利用を担うグローバル人材育成のための宇宙学拠点の構築」が採択され、宇宙総合学研究ユニットが主体となり活動し、機構からも講師派遣等を行い協力した。</p>
九州大学	<p>●WPI水素エネルギー国際研究センター等との協力 協力協定の下で次世代水素燃料電池の宇宙航空での利用可能性につき組織横断的に検討。大学独自の資金で航空宇宙用試験設備の整備が先行的に進められた。</p>
北海道大学	<p>●宇宙理工学推進室(室長:永田晴紀教授) 協力協定に対応して部局横断的な宇宙科学技術の研究支援を目的として設置。協力協定締結により学内予算を得て、大学院生の機構への派遣や共同研究の芽だし等の取り組みを強化。機構との連携講座の取組みを契機に北大・機構の研究者共同による科研費(基盤研究A「スペースプレーン技術の極超音速飛行実証システムの開発研究」2013年より5年間)の獲得を実現した。</p>
大阪府立大学	<p>●宇宙科学技術研究センター(センター長・工学研究科・真鍋武嗣教授) 協力協定に対応して学内横断組織を設置。小型衛星「OPUSAT」の開発や定期的な宇宙科学交流セミナー開催等を実施した。</p>
神戸大学	<p>●オーラルヒストリーの宇宙航空分野への応用に関する共同研究(国際文化学研究科:岡田浩樹教授) 神戸大学国際文化学研究科をハブとした日本文化人類学会の研究者と「オーラルヒストリーの宇宙航空分野への応用に関する研究」の試行に着手した。</p>

## ②民間事業者の求めに応じた援助及び助言

**中期計画記載事項:**人工衛星等の開発、打上げ、運用等の業務に関し、民間事業者の求めに応じて、機構の技術的知見等を活かした、金銭的支援を含まない援助及び助言を行う。

人工衛星等の開発、打上げ、運用等の業務に関し、民間事業者の求めに応じて、機構の技術的知見等を活かした、金銭的支援を含まない援助及び助言を行う。

### 実績:

- 新事業促進センターに、外部機関等からの問合せ全般に対応する一元窓口を設置し、民間事業者の求めに応じて機構の技術的知見等を活かした援助及び助言を行った。その結果、26年度は、270件程度の問合せに対応し、そのうち21件については受託・共同研究等につながった。

#### 【対応事例】

- 海外企業向けの衛星試験等に関する講義・研修の技術支援(受託)
  - 通信放送衛星の受注に係り、現地企業技術者向けの衛星試験等技術の提供に係る技術支援
- SDS-4(JAXA小型衛星)を用いた一般企業向けの「超小型衛星入門研修」の技術支援(受託)
  - 超小型衛星開発あるいは利用を構想中の企業を対象としてSDS-4を用いた一般向けの「超小型衛星入門研修」事業の技術支援
- 準天頂利用に係る調査検討(受託)
  - 「海外における準天頂衛星利用に係る電波の有効利用に関する調査」に関する技術支援
- 高速積分法プログラムの設計ツールへの適用(受託)
  - 量産部品の設計計算の高速化を目的として、JAXAが保有する高速積分法プログラムの導入に関する技術支援
- 輸送デバイスの次世代家電等への適用(受託)
  - 薄型軽量の高性能な熱輸送デバイスの次世代家電等への適用を目指した設計・試作に関する技術支援

### 効果:

- 宇宙航空分野以外も含め、様々な業界からの相談も増加しており、民間事業者が自ら実施する事業活動において、民間だけでは解決できなかった事業課題等に対して機構の技術的知見等を活かした援助及び助言を行い、JAXA技術・成果の利用機会の拡大に貢献している。

評価結果	評定理由(総括)
<h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">B</h1>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。さらに、我が国の「研究開発成果の最大化」に向け、国民生活の向上、産業の振興等に資する成果を創出した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 衛星データを利用した民間企業によるサービス事業が開始され、民間企業等による機構の保有する特許、施設設備、宇宙実証機会の有償利用が増加した。機構の研究開発成果の社会への還元、社会実装に向け順調に進んでいる。             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ALOSデータを活用した全球高精度デジタル3D地図は売上:約6億円の事業規模を獲得した。また、複数衛星(TRMM、GPM、GCOM-Wや海外衛星)のデータを複合利用した衛星全球降水マップ(GSMaP)を用いた農業保険サービスが販売開始される等、衛星データは従来のデータ配布のみならず、高次加工されたプロダクトとして、民間企業を通じてのサービスに組み込まれ、事業展開が進んだ。</li> <li>➢ ライセンス供与は295件となり、第2期中期計画の年平均(135件)の2倍超、機構発足以来最大の件数を達成した。</li> <li>➢ 超小型衛星相乗りの有償枠組みを初めて運用し、平成26年度打ち上げ1件を含む7件の有償契約を締結、民間企業等による宇宙開発利用機会を拡大させた。</li> </ul> </li> <li>● また、衛星データ利用、技術開発、ビジネス機会拡大等を目指す事業者等に資する新たな枠組みを構築し、更なる研究開発成果の社会への還元、社会実装を図った。             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 日本の社会インフラが老朽化する中、ALOS-2データを用いて長大な河川堤防や広大な港湾施設などを経年的かつ広範囲にわたり変状把握する手法を民間企業と連携して提案し、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)に3件採択された。</li> <li>➢ JAXAオープンラボ公募制度の成果をもとに商品化された「宇宙用冷却下着」では、「原子力発電所の廃炉作業への適用」に向けた試作品の改良を進めるとともに、新たに「エボラ出血熱などの防護服への適用」について企業、医療研究機関、機構の共同で検討を開始した。また、平成26年度に実施した「微小電気機械素子(MEMS)ジャイロの開発」及び「落雷に強いCFRPの開発」等で、宇宙航空分野に加えて民生分野でも市場展開が見込める成果を得た。</li> <li>➢ 我が国の「研究開発成果の最大化」を図るべくJICA及びJSTと包括協力協定を締結した。新興国における宇宙インフラのニーズへの対応や政府におけるインフラシステム輸出戦略の支援を促進させるため、ALOS-2データを用いたJICAのガボンにおける違法森林伐採監視を開始したほか、農業、防災等の分野で連携の検討を進め、次年度以降の具体的な取り組みの開始につなげた。</li> <li>➢ 企業を戦略的パートナーとして国際競争力ある研究開発テーマに取り組む仕組み「研究開発プロジェクト」を新たに構築し、高効率軽量ファン・タービン技術実証(aFJR)及び機体騒音低減技術の飛行実証(FQUROH)等において、民間企業がリソースを分担したプロジェクトを立ち上げ、研究開発に着手した。既に、特許の取得が期待できる成果を生み出している。</li> <li>➢ 大学との連携では、各大学における理工連携による新たな研究教育の組織化を促すとともに、大学側が競争的資金等を獲得し拠点形成や研究を進めるといった新たな研究枠組み構築を促し、我が国の研究開発成果の最大化に向けた体制として動き始めた。</li> </ul> </li> </ul>

## I.4.(2) 技術基盤の強化及び産業競争力の強化への貢献

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:** 経済・社会の発展や我が国の宇宙航空活動の自律性・自在性の向上及びその効果的・効率的な実施と産業競争力の強化に貢献することを目的とし、コスト削減を意識しつつ、技術基盤の強化及び中長期的な展望を踏まえた先端的な研究等を実施するとともに、基盤的な施設・設備の整備を行う。

### ① 基盤的・先端的技術の強化及び国際競争力の強化への貢献

**中期計画記載事項:** 衛星システムや輸送システムの開発・運用を担う企業の産業基盤の維持を図るため、共同研究の公募や海外展示の民間との共同開催等、民間事業者による利用の開拓や海外需要獲得のための支援を強化する。民間事業者の国際競争力強化を図るため、宇宙実証の機会の提供等を行う。また、このために必要となる関係機関及び民間事業者との連携枠組みについて検討する。

企業による効率的かつ安定的な開発・生産を支援するため、衛星の開発に当たっては、部品・コンポーネント等のシリーズ化、共通化やシステム全体のコスト削減などに取り組むとともに、事業者の部品一括購入への配慮を促す。

また、宇宙用部品の研究開発に当たっては、部品の枯渇や海外への依存度の増大などの問題解決に向けた検討を行い、必要な措置を講じる。海外への依存度の高い重要な技術や機器について、共通性や安定確保に対するリスク等の観点から優先度を評価し、中小企業を含めた国内企業からの導入を促進する。

また、我が国の優れた民生部品や民生技術の宇宙機器への転用を進めるため、政府が一体となって行う試験方法の標準化や効率的な実証機会の提供等に対し、技術標準文書の維持向上、機構内外を含めた実証機会の検討等を通じて貢献する。

基盤的な宇宙航空技術に関する研究開発を進めることで、プロジェクトの効果的・効率的な実施を実現する。また、我が国の宇宙産業基盤を強化する観点から、市場の動向を見据えた技術開発を行い、プロジェクトや外部機関による技術の利用を促進する。具体的な研究開発の推進にあたっては、産業界及び学界等と連携し、機構内外のニーズ、世界の技術動向、市場の動向等を見据えた技術開発の中長期的な目標を設定しつつ、計画的に進める。

将来プロジェクトの創出及び中長期的な視点が必要な研究については、最終的な活用形態を念頭に、機構が担うべき役割を明らかにした上で実施する。

1) 衛星システムや輸送システムの開発・運用を担う企業の産業基盤の維持を図るため、共同研究の公募、海外展示の民間との共同開催、民間・関係機関等と連携した衛星及び衛星データの利用研究・実証等を通じて、民間事業者による利用の開拓や海外需要獲得のための支援を強化する。

**実績:**

- ALOSデータを活用した世界最高精度の全球高精度デジタル3D地図について、民間事業者と連携して、政府機関／国際機関や民間企業への積極的アプローチ等を図り利用促進に取り組んだ結果、売上:約6億円の事業規模を獲得した(販売件数:90件)。
- 複数衛星(TRMM、GPM、GCOM-Wや海外衛星)のデータを複合利用した衛星全球降水マップ(GSMaP)を高精度化し、その信頼性が増したことで、地上インフラが十分でないミャンマーに対して、日本初の衛星データ(GSMaPによる降水量データ)を用いた「天候インデックス保険」が販売開始された。
- 以下のシンポジウム、国際会議等で我が国の宇宙関連技術・機器の展示・紹介を行う事により、日本の宇宙産業の国際競争力をアピールし、企業間による具体的な商談(27件)につながった。
  - ・スペースシンポジウム(SS)(コロラド)・・・米国最大級の宇宙関連シンポジウム。参加企業5社
  - ・第65回IAC(トロント)。学会参加及び展示
  - ・第21回APRSAF(東京)。参加企業12社

**効果:**

- ALOSやTRMMといった長年にわたり高い信頼性を有した衛星データをもとに、民間事業者と連携・協力して付加価値を付けた画期的なソリューションを展開できたことで、市場規模の広がりとともに、今後さらなる魅力ある衛星データを利用したビジネスモデルの創出が可能となる。

2) 民間事業者の国際競争力強化を図るため、宇宙実証の機会の提供等に向けて、関係機関及び民間事業者との連携枠組みについて検討しつつ、民間事業者による、ロケット相乗り等超小型衛星の打上げ機会の活用の促進に向けた検討等を行う。

**実績:**

- H-IIA相乗り及び「きぼう」放出による超小型衛星打上げ機会提供制度については、人材育成・研究開発目的の超小型衛星を対象とする従来の無償制度に加え、「営利目的」の超小型衛星にも有償で機会提供する新たな制度(「有償の仕組み」)を試行的に整備し、平成26年4月より公募を開始した。その結果、平成26年度中に8機の無償契約と7機の有償契約を締結し、うち1件については平成26年度中に「きぼう」より放出を行った。
- また、超小型衛星放出の需要が拡大していることから、JEMの50kg級超小型衛星用の放出機構の開発を実施した。これにより、JEMにおいて1kg級から50kg級までの超小型衛星を放出できる能力を有し、搭載できる衛星の最大容積についても従来の30倍となり、利用ユーザのミッション要求に幅広く応える利用環境を整え、新たな有償利用契約を獲得した。

**効果:**

- 国内に、超小型衛星を開発をする企業や、利用する企業、打上げ仲介を事業として行う企業が現れるなど、民間企業による宇宙開発利用の促進に貢献している。

3) 企業による効率的かつ安定的な開発・生産を支援するため、以下に取り組む。

- ・ 衛星開発に当たっては、宇宙用部品・コンポーネント等のシリーズ化、共通化やシステム全体のコスト削減を考慮した計画を立案する。
- ・ 製造事業者に対し、部品一括購入への配慮を促すための方策を検討する。

宇宙用部品の枯渇リスク及び海外依存度について調査を行い、リスク低減策について検討を行う。また、宇宙用共通部品の安定供給体制を維持するため、認定審査等を遅滞なく行う。

**実績:**

- ・ 気象庁との間で、現在JAXAが開発を進める地球観測衛星(GCOM-C、EarthCARE、GOSAT-2)と「ひまわり8号」の衛星データをもとに、高精度な物理プロダクトを共通的に導出するためのアルゴリズム・処理提供システムの研究開発に取り組んでいくことで合意した。
- ・ 科学観測ミッションに多いスピン型衛星のため、高精度姿勢決定用小型スターズキャナを開発完了した。従来のものと同程度の機能・性能を持ちつつ、これまでのISASでのインハウス研究成果である小型バツフルや低ノイズフォトダイオードを採用することで、小型かつ姿勢決定の精度向上を実現した。ジオスペース探査衛星に搭載する予定である。
- ・ 各衛星メーカーと共同で開発を進めてきた衛星内標準ネットワークインターフェースSpaceWireを用いた衛星やコンポーネントについて、SpaceWireのJAXA標準を検討するJAXA設計標準制定委員会が立ち上げ、設計標準制定に向けて活動を進めた。
- ・ システムメーカー及び部品メーカーが参加するJAXAの宇宙用部品連絡会を、部品メーカーとシステムメーカー間で部品のまとめ買いを実施できる場として提供。複数のシステムメーカーが調達する認定部品(POL)をまとめて一括購入できる機会を提供。
- ・ 海外依存度の高い米国部品シングルソースであるリレーの調達リスクを低減するため、セカンドソース候補の欧州認定リレーを選定し、仕様以上に耐機械環境性のあることを確認。今後のJAXA衛星への使用をシステムメーカーが検討中。
- ・ 部品メーカーに対して延べ43件の認定審査等を実施。

**効果:**

- ・ エアロゾルや海面水温といった社会課題の解決に資する物理プロダクトの精度向上が図られ、将来的に関連する行政機関等を通じて国民生活に身近な情報としての発信されることにつながる。
- ・ 国内部品に関しては、宇宙開発用共通部品の認定や、これまではシステムメーカーにより異なっていた調達時期を調整する場の実現に貢献。海外部品に関しては、シングルソースのリスク低減策として欧州認定リレーをセカンドソースとして位置付ける見込みを得た。

4) 海外への依存度の高い重要な技術や機器について、共通性や安定確保に対するリスク等の観点から優先度を評価し、中小企業を含む国内企業を活用した研究開発を行う。

**実績:**

- ・ 海外依存度の高い重要な技術や機器について、共通性、自在性の観点で識別し、産業界に対するヒアリング等も踏まえ、機構内に設置した部品開発検討分科会にて優先度を評価した。
- ・ その結果、合計5テーマ(FPGA、アナデジ混載ASIC、DC/DC制御用IC、小型パッケージ、パワーMOSFET)の宇宙用部品について研究開発を進め、パワーMOSFETについては開発に移行した。
- ・ 開発に当たっては、国内のすぐれた民生技術について調査・分析を行い、富士電機(パワーMOSFET)等の国内企業の優れた民生技術を活用することで、付加価値を高めた開発を進めることができた。



国産の宇宙用パワーMOSFET

MOSFET比較(600V耐圧品)		
	JAXA開発	海外製
電力損失 (ON抵抗)	0.7Ω	3Ω

**効果:**

- ・ パワーMOSFETについては、従来、全てを米国製に頼らざるを得なかったが、今回の開発により、ITARフリー化等、自律性の確保に貢献するとともに、スイッチング抵抗を大幅に減らすことに成功し、大電力化が進む将来の宇宙機の電源系の損失低減、信頼性向上に貢献できる。

- 5) 我が国の優れた民生部品や民生技術の宇宙機器への転用を進めるため、政府が一体となって行う試験方法の標準化や効率的な実証機会の提供等に貢献すべく、以下に取り組む。
- ・ 整備した民生部品の宇宙転用ガイドラインの試運用を行い、実行課題等の整理と維持向上を図る。
  - ・ 機構内外を含めた実証機会の検討を行う。
  - ・ 先端的な国産民生技術について、宇宙機器への転用に必要な評価技術等の研究を行う

- (1) 整備した民生部品の宇宙転用ガイドラインの試運用を行い、実行課題等の整理と維持向上

**実績:**

- ・ 民生技術として優れた高速信号対応プリント基板の宇宙適用性検討をプリント基板メーカーと実施。検討結果に基づき評価を行った結果、宇宙適用のための評価項目を満足することを確認。部品メーカーが認定申請を予定。
- ・ 昨年度制定した宇宙転用ガイドライン(ロケット編)がMHI作成の新型基幹ロケットの部品選定に係る要求文書に引用されたことにより、宇宙転用ガイドラインが利用され始めた。これにより、民生部品の採用を促進。

**効果:**

- ・ 民生分野の先端技術である高速信号対応プリント基板を宇宙用に適用可能であることを評価でき、宇宙機への適用の目途が立った。

- (2) 機構内外を含めた実証機会の検討

**実績:**

- ・ 実証機会として、開発中の耐放射線性に優れた書き換え可能なデバイス(SOI-FPGA)の軌道上実証評価装置SOFIE(SOI-FPGA In-Orbit Evaluation Equipment)を陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)へ搭載し、軌道上実証を進めた。
- ・ H-IIA相乗り及び「きぼう」放出により超小型衛星の打上げ機会を提供する事業に加え、小型衛星の相乗り機能を付加したイプシロンロケットを活用することにより多様な実証機会を提供する施策を検討し、「革新的衛星技術実証プログラム」としてまとめた。



SOFIE\_PFM

**効果:**

- ・ ALOS-2(平成26年5月24日打上げ)にて、開発中のSOI-FPGAの耐放射線性(書き換え可能なFPGAとしては世界トップ)について、軌道上での書き換え機能検証および約8ヶ月間の定常運用実績を得たことにより、実用衛星での搭載に向けた信頼性確保及び基礎データを得ることができた。
- ・ 宇宙基本計画(平成27年1月宇宙開発戦略本部決定)が策定され、「革新的衛星技術実証プログラム」が工程表に反映されるとともに平成27年度から開発に着手することとなり、更なる効率的な実証機会の提供に貢献できることとなった。

### (3) 先端的な国産民生技術について、宇宙機器への転用に必要な評価技術等の研究

#### 実績:

宇宙機器への転用に必要な耐放射線・高真空・熱環境等、宇宙環境耐性に関する評価技術等の研究を行い、以下の成果を得た。

#### ① 平板型ヒートパイプの適用研究:

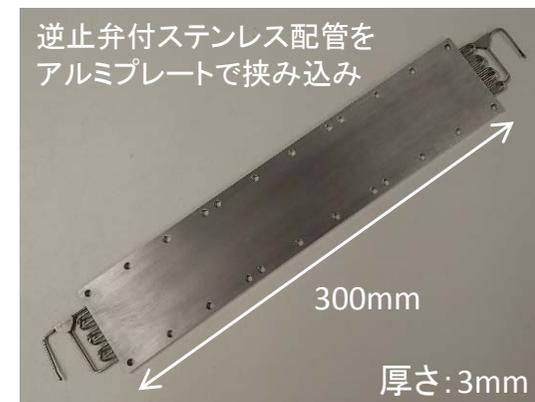
日本で発明された自励振動型ヒートパイプを宇宙環境下で効果的に活用するために、逆止弁の追加と最適配置研究を進め、世界初の逆止弁付の平板・振動流型ヒートパイプを開発し、小型実証衛星SDS-4による軌道上実験にて、地上と同等の優れた性能と無重力下での安定した動作を確認した。本件は、共同研究相手の東北大学と共に日本混相流シンポジウム2015において優秀講演賞を受賞、さらには国内企業から民生利用に関する契約を受託するなど、宇宙コミュニティ外からも高評価を得た。

#### ② 高断熱システムの研究:

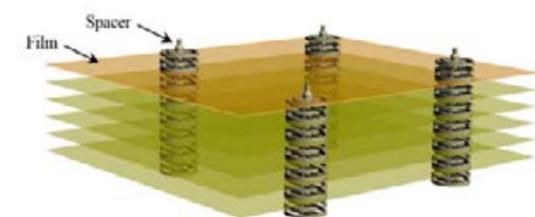
輻射フィルム層間非接触型スペーサMLI(多層断熱材)を開発し、従来比38倍(実測値)の断熱性能を達成した。また、国内外の企業・研究所(民生を含む)に対して、研究成果(スペーサや宇宙使用が可能と評価した民生タグピン)の利用促進活動を行い、宇宙用タグピンについては欧州MLIメーカー(RUAG)が本格的な採用を検討しており、有償でサンプル提供を行った。また、民生分野においても高信頼・安定した品質に対して医療分野等からの問い合わせを受けている。

#### 効果:

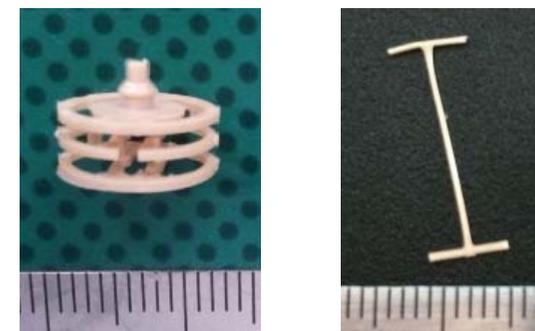
- ① 平板型ヒートパイプの特徴である薄さ(数mm)と優れた熱拡散性により、増幅器等の高発熱密度機器の実装性が向上し、衛星国際競争力強化に貢献する。
- ② 優れた断熱性能を示す層間非接触型スペーサMLIについて実測評価により性能検証したことで、今後の極限環境での宇宙活動における熱設計の最適化を可能とした。また、タグピン等の国産民生技術の宇宙産業への導入を促進した。



平板型ヒートパイプ



層間非接触型スペーサMLI



層間非接触型スペーサ (左)  
および宇宙用タグピン (右)

#### ④ 簡易曝露実験装置 (ExHAM)

##### 実績:

- ・ 実験サンプルを取り付け、「きぼう」日本実験棟の曝露環境を利用した実験を簡易に実施することができる簡易曝露実験装置 (ExHAM)を開発した。
- ・ ExHAMは、上面にロボットアーム用の把持部と下面に手すりへの取付け部を備えた直方体の機構で、1台の装置あたり、上面に7個、側面に13個の実験サンプルを搭載できる。
- ・ 様々な材料に対して、宇宙放射線などの過酷な宇宙環境が与える影響を明らかにすることで、より耐性の強い、優れた特性を持つ新しい素材を作り出す手掛かりを得ることを目的としている。

##### 効果:

- ・ 実験サンプルのひとつである、宇宙帆(ソーラーセイル)用の材料を宇宙環境に曝露し、地上に回収した実験サンプルから劣化メカニズムを解析し、宇宙環境に長期に曝された場合の影響を調べることによって、宇宙機器のコスト低減、開発・製造期間の短縮、小型軽量化に貢献する。
- ・ 「きぼう」からの超小型衛星放出機構に続く宇宙実証機会を提供する装置として、我が国の優れた民生部品や民生技術の宇宙機器への転用を進める。



1 ソフトバックに梱包し船内貨物として輸送機で「きぼう」へ輸送。



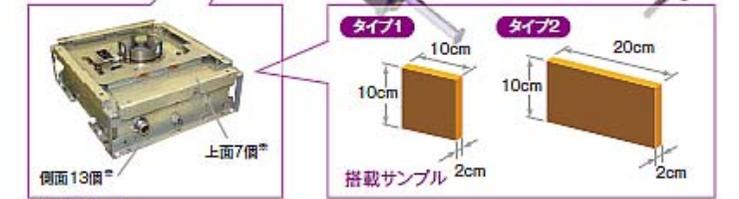
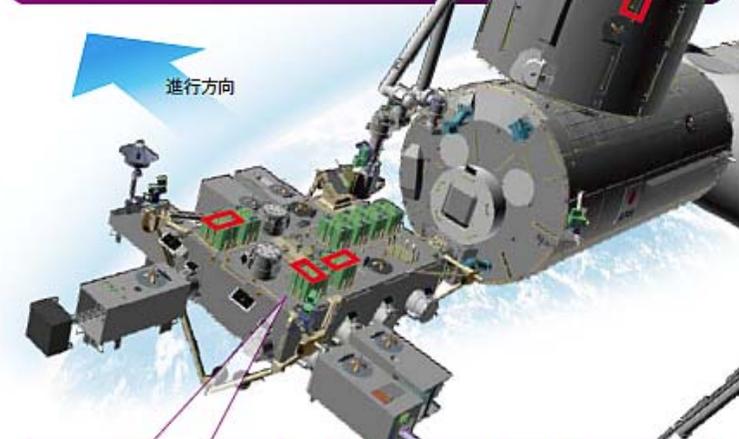
2 船外簡易取付機構 (ExHAM) に搭載サンプルを取り付け、「きぼう」のエアロックから船外に搬出する。



3 「きぼう」のロボットアームを地上から操作し、「きぼう」の船外部分にある手すりに取り付ける。



4 実験開始。利用者が希望する期間、サンプルを宇宙環境にさらす。



- ※Aタイプの場合
- 船外簡易取付機構 (ExHAM) は、「きぼう」の船外部分に取り付けることができます。
  - 10cm×10cm (タイプ1)、もしくは10cm×20cm (タイプ2) の大きさの搭載サンプルを搭載することができます。
  - タイプ1の搭載サンプルは、船外簡易取付機構 (ExHAM) の上面に7個、側面に13個を搭載することができます。



5 実験終了。「きぼう」のロボットアームを地上から操作し、サンプルをエアロックから「きぼう」船内に回収。



6 輸送機で地上に帰還。宇宙空間の影響を地上で解析。

6) 基盤的な宇宙航空技術に関する研究開発を進めることで、プロジェクトの効果的・効率的な実施を実現する。

① ナノカーボンを利用した機能性複合材料の研究

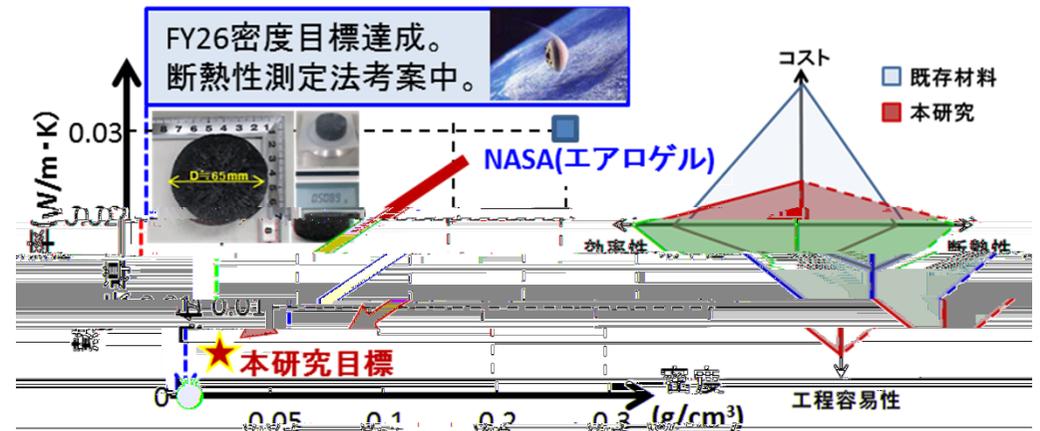
実績:

新たな機能および高い性能を有する複合材料の創出に向けて、ナノカーボン材料に関する以下の成果を上げた。

- 超軽量(超低密度)・高耐熱材料の創製  
グラフェンを基材とした超軽量材料の創製に成功 (既存材の50分の1以下の密度  $0.0061\text{g/cm}^3$ )
- 超軽量高強度強化材  
世界トップクラスの強度を有する紡績性カーボンナノチューブ(CNT)の合成に成功 (従来CNTより1.5倍の強度と推定 ←米国Texas Univer. Rice Univer.、NASA & DOD等での開発品を上回る性能)
- 特許出願 (国内出願済、国際出願手続き中)、査読論文5件。

効果:

既存の材料より低コストで大幅な軽量化や高性能化が実現し、これによって将来の衛星や輸送システムの革新的軽量化が可能になり、低炭素社会の実現に大きく貢献する可能性を示した。



グラフェンを適用した超軽量断熱材開発のコンセプト

② 極低温燃料システムの安全化研究

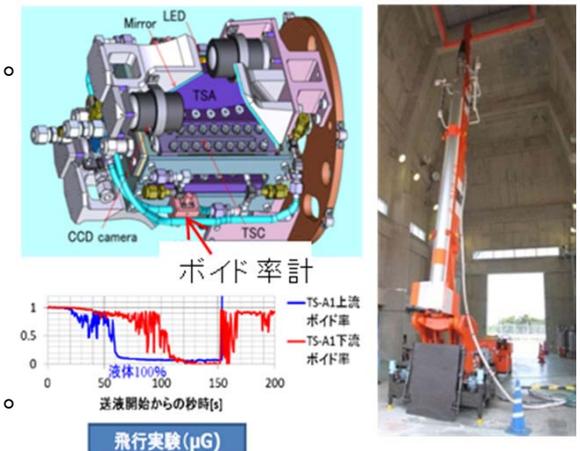
実績:

基幹ロケット推進系や極超音速機推進系の予冷量削減、および、極低温燃料システム全般の安全化を目的として、極低温混相流計測技術、極低温燃料低圧送液技術の実用化研究を行い、以下の成果を上げた。

- 2014年8月4日打ち上げられた観測ロケットS-310-43号に極低温ボイドメータ(配管中の気液体積割合を計測)を搭載し、宇宙空間での極低温ボイド率計測に世界で初めて成功、基幹ロケットフライト中の予冷消費量定量化・最小化に必須の計測技術を確立した。
- 極低温ボイドメータをH2A高度化プロジェクトのLOXポンプ予冷基礎試験に適用、取得したデータはH2A-F26の第2段トリクル予冷シーケンス設定に反映され予冷消費量を約1/3に削減、打ち上げ能力向上に貢献した。
- 新型基幹ロケットの搭載センサとして極低温ボイドメータの開発に着手した。
- 東北大学、早稲田大学と共同で、新しい原理に基づく二相流量計の実証に成功し、特許出願を実施した。
- 九州大学と共同で、超電導モータを用いた液体水素移送システムの実証試験に世界で初めて成功し、成果をプレスリリースや学術論文で報告した。(査読論文掲載2件、投稿2件。記事5件。共同研究3件)

効果:

- 世界に先駆けて極低温ボイド率計を実用化することで、新型基幹ロケットの打ち上げ能力向上を実現するキー技術となるほか、水素ステーションやLNGプラント等、地上インフラへの適用も期待されている。将来の再使用輸送系や水素航空機などへの適用も期待されている。



観測ロケットS-310-43におけるボイド率計測

### ③ 実機ベースMulti-Fidelity数値解析技術の研究

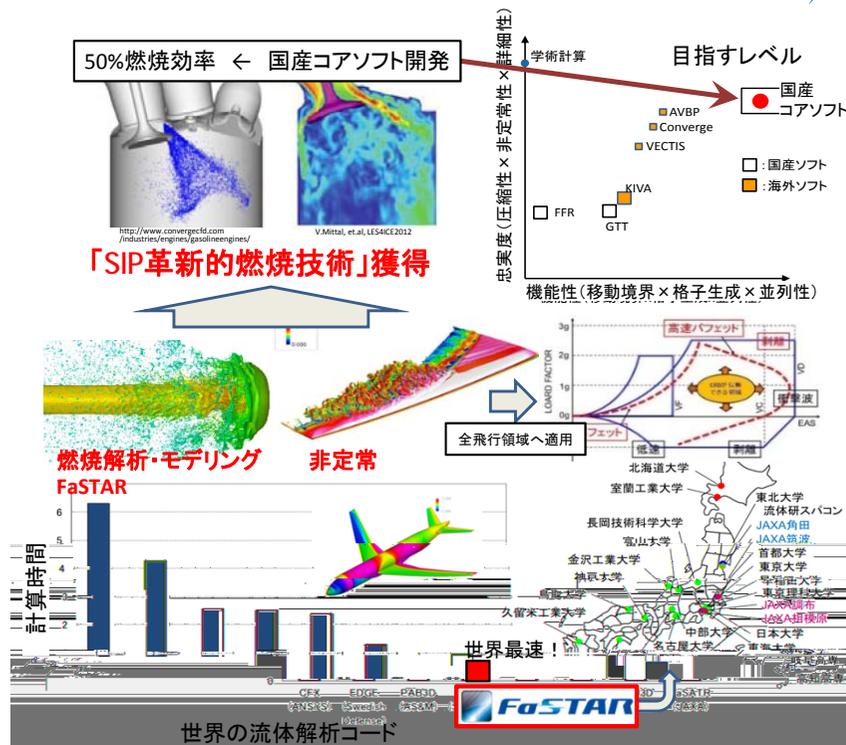
#### 実績:

空力、音響、燃焼の技術課題解決に直結する実機に対するMulti-Fidelity(再現性・近似度が多様)数値解析技術の獲得を目指し、従来開発してきた定常FaSTAR ソフトをベースに、双曲型方程式の性質を用いた内部反復数低減により、航空機全飛行領域で使える高速非定常(=時間変化を追従可能)流体解析ソフトを開発。このFaSTARの技術と、燃焼解析・モデリング技術の実績が評価され、外部資金「SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)革新的燃焼技術」を獲得。

※FaSTAR: 世界最速の計算速度(1時間以内)を目指して開発した流体解析ソフト。

#### 効果:

FaSTARコードを用いて、JetFTBの解析、ロケット再突入データ取得システムの解析、小型回収カプセルの解析等を実施。ANAの研修教材作成、15大学2高専の授業等で利用され、商用化も達成。音響コードを用いて、D-SENDプロジェクトにおけるソニックブームと大気乱流効果の推算を実施。SIPでは、クラスター大学として、50%燃焼効率達成を目指し、自動車エンジン筒内解析用コアソフト開発を担う。



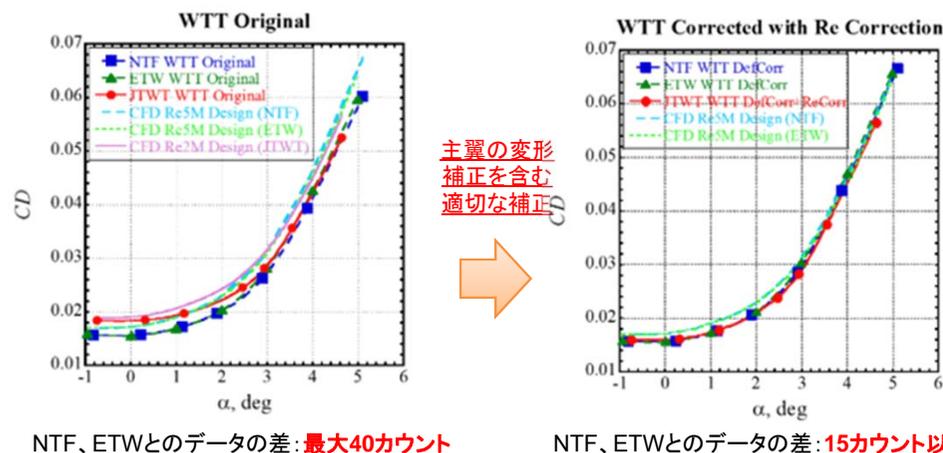
### ④ 遷音速レイノルズ数効果試験技術

#### 実績:

JAXA風洞(主に2m×2m遷音速風洞)が、欧米の実機飛行条件での試験が可能な低温高レイノルズ数風洞(米国:NTF, 欧州:ETW)と伍していくためには、試験データの補正技術の高度化が必要である。その技術開発として、NTF、ETWの基準模型(CRM)試験データと、2m×2m遷音速風洞における同模型の試験データを比較する基準を明確にし、その基準に従い主翼の変形補正、及びレイノルズ数補正(2 Mil.→5 Mil.)を加えることで、データの差異を最大15カウント(精度として10%以下)にすることに成功した。

#### 効果:

国産旅客機開発目的でのJAXAの風洞の使用はETWなどの基準となる外部風洞(特に高Re数風洞)による検証が前提となる。よって、高Re数風洞との互換性の確保は風洞の信頼性と外部ユーザーの開発機体の信頼性の両面に貢献する。今後の実機Re数(最終目標:40 Mil.以上)への信頼性の高い補正技術確立への期待が高まった。欧州のESWIRP(European Strategic Wind tunnels Improved Research Potential=FP7の取り組みで、欧州内の主要風洞のレベルアップを図る活動)のワークショップに参加、また、AIAAのCRM関連の企画セッションに招待されるなど、JAXA風洞の国際的なプレゼンス増大へ寄与した。



NTF、ETWとのデータの差: **最大40カウント**

NTF、ETWとのデータの差: **15カウント以内**

#### ⑤ 地上インターネット技術の宇宙へ拡張(遅延・途絶耐性ネットワーク技術(DTN)の研究)

##### 実績:

宇宙用国際通信規格(CCSDS規格)の制定に必要な実証試験をNASAと共同で実施し、規格制定への目処を得るとともに、当該規格に基づいた日本初となるDTN技術の部分試作を実施し、フル試作の実現手法を確立した。更に、研究成果として、欧米研究者と共著で国際論文誌に査読付論文を投稿し掲載された。

##### 効果:

将来の国際協働探査環境にて想定される通信遅延・回線途絶に対応できるDTN技術のうち、核となる技術要素の実現に目処を立てた。また、2020年代の宇宙用国際通信規格として、探査データの確実な伝送を可能にすることが期待される。

#### ⑥ 高精度軌道決定手法の確立

##### 実績:

ALOS-2の軌道上データを用いた軌道推定精度の評価を実施し、衛星の運動モデルや観測モデルを改善することにより、現行の運用システムと比較して約25%の精度向上が見込めることを確認した。また、精度向上に寄与するアルゴリズム・機能の峻別を行い、運用システムへの反映事項を明確にした。

##### 効果:

高精度軌道決定手法の確立により、軌道推定精度の向上、ALOS-2 SAR画像の精度向上に寄与するとともに、より高精度な軌道決定精度の要求がある将来ミッション(先進光学衛星、海面高度計等)へ寄与することが期待できる。

7) また、我が国の宇宙産業基盤を強化する観点から、市場の動向を見据えた技術開発を行い、開発した機器等を衛星等に搭載する。

実績:

(1) 標記の実現に向け、以下の研究開発を行った。主な研究実績は以下のとおり。

① 42/55Ahリチウムイオン電池

実績:

現行リチウムイオン電池と同容積・質量でエネルギー密度を10%、寿命を30%以上改善し、世界最高の小型高性能なリチウムイオン電池の開発を完了した。

効果:

米国衛星メーカーからの引合もあり、我が国の宇宙産業基盤強化、国産衛星の競争力強化に貢献。



42/55Ahリチウムイオン電池

② Ka帯 高速伝送システム技術の研究

実績:

将来の地球観測衛星の高速データ伝送要求に対応するため、「Ka帯(26GHz帯)」を用いた衛星-地上間の高速(目標レート: 8Gbps/ALOS-2比10倍)伝送の実現に向け、課題となる降雨減衰対策についてWINDS(きずな)を用いてKa帯での多値変調・高速信号伝送実験を実施した。小雨時および豪雨時の通信信号誤りが晴天時と同じランダムであることを確認し、強力な誤り訂正符号の適用により、目標とする高速伝送においても高品質の通信が実現できる見通しを得た。

効果:

本研究により、衛星搭載観測センサ能力の高度化(分解能、観測幅拡大等)に対応し、データ伝送時間の短縮を図ることで、即応性の改善、運用時間・運用コストの低減が可能となる。また、Ka帯への移行により地上系のリソース低減(アンテナ小型化)も可能となり、ライフサイクルコスト全体で約30%の費用削減が見込まれる。

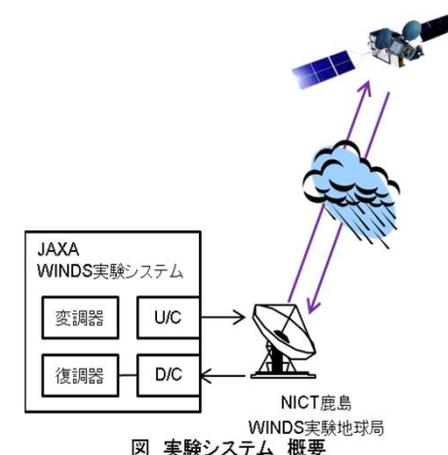


図 実験システム 概要

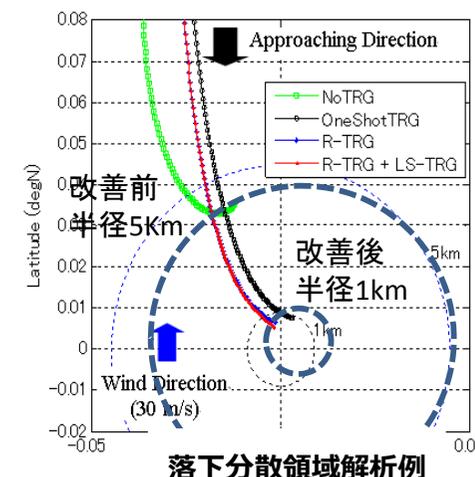
③ 高精度回収誘導技術の研究

実績:

回収カプセルによる低軌道からの地球大気への再突入時の誘導則について大気圏内飛行の実時間予測積分法、及び、3次元位置を合わせる終端誘導法を開発し、精度およびロバスト性を向上させ、想定誤差(空力、風誤差等)に対して、HTV-Rに適用した場合に分散領域を現状の5kmから1kmに狭める目的を得た。

効果:

回収範囲を狭めることで、回収運用の効率化・確実化に貢献する。また、海上での回収船を不要とする陸上回収への道を開き、将来の回収プログラムへの貢献が期待される。



落下分散領域解析例

### ⑤ 液体ロケットエンジン開発への貢献

#### 実績:

LE-Xエンジン燃焼器単体試験で発生した燃焼振動に対し、振動を吸収する共振器の詳細形状を模擬したモデルで解析を行い、検証のために強制的に発生させた燃焼振動試験の結果と非常に良く一致する事を確認した。実燃焼器形状の忠実な再現により、詳細な振動特性の再現に成功し、振動の要因特定および燃焼器改修案策定に貢献した。

#### 効果:

これまでは共振器や噴射器については、正確にモデル化されず解析は実験と一致しなかった。本研究では、共振器の多孔構造や数百本の噴射器形状のCADデータをそのまま解析モデル化する技術を初めて開発・適用した。実験との比較検証の結果、合わせ込みなしの正確な予測を可能とし、エンジンの設計条件に対する振動特性評価の一部は解析が試験を代替し得る事と、設計評価に要する費用や期間の低減可能性を示した。

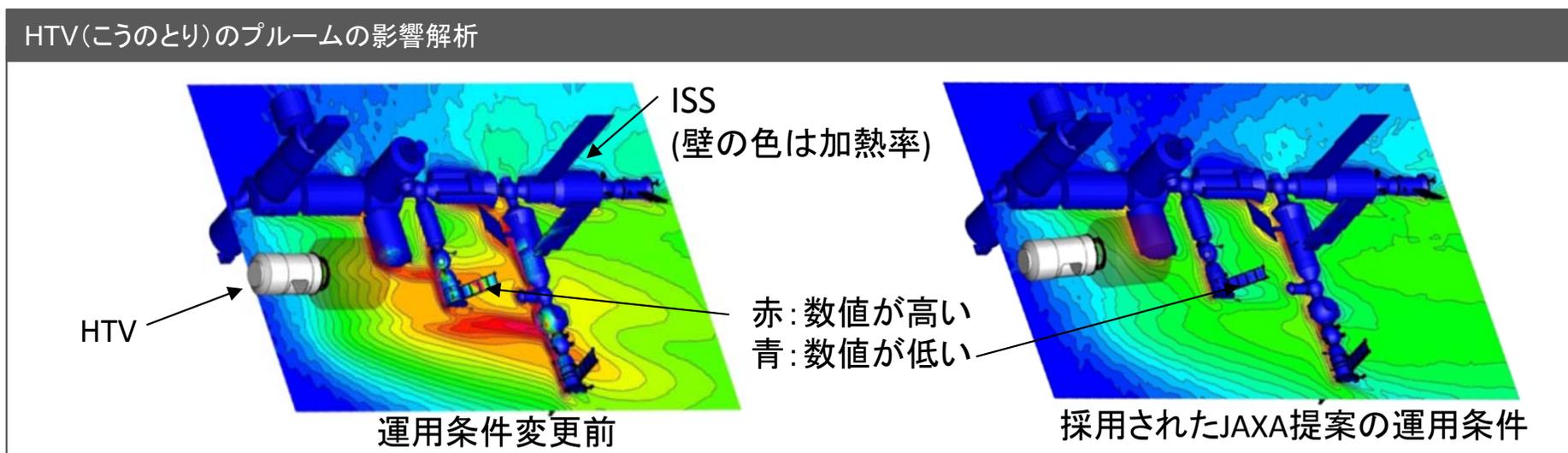
### ⑥ こうのとり(HTV)のプルーム解析による運用計画立案への貢献:

#### 実績:

HTVがISSから離脱する際、メインエンジンからの燃焼ガスが国際宇宙ステーションに与える熱・構造荷重などの影響について、数値シミュレーションにより評価する技術を確立した。特に計算高速化については計算手法の効率化を進めることで対24年度比で8割減を達成し、1週間以内に10ケース以上の姿勢や噴射パターンの解析ができるようになった。

#### 効果:

NASAと同等の燃焼ガス影響評価が可能となり、日本の燃焼ガス影響評価結果に基づき、HTV5号機の緊急離脱時に帰還用ソユーズに与える影響を評価した。この結果、ロシア側からの今後のHTVの設計変更要求に対し、運用条件である相対姿勢変更により影響を減少させる手段を提案して、採用された。(運用条件である相対姿勢を変えることにより、下図の通りISSに噴射していたプルームの空間密度を低減し、これに伴いISS構体表面加熱の低減も実現している)これにより日本のHTVの運用に係る安全性と自立性の確保に貢献した。



8) 具体的な研究開発の推進にあたっては、産業界及び学界等と連携し、機構内外のニーズ、世界の技術動向、市場の動向等を見据えた技術開発の中長期的な目標を総合技術ロードマップに設定しつつ、計画的に進める。

**実績:**

研究開発の推進にあたっては、事業性や戦略性といった事業性方針を軸として研究を進めるため、意見交換やヒアリング等を踏まえて、産業界等の受け取り手(ユーザ)を可能な範囲で設定し、海外製品とのベンチマーキング分析等を行ったうえで、研究目標に反映し、計画を設定した。

9) 将来プロジェクトの創出及び中長期的な視点が必要な研究について、最終的な活用形態を念頭に、機構が担うべき役割を明らかにした上で実施する。

(1) 次期技術試験衛星主要性能及び技術開発要素の検討

**実績:**

- 2020年～2030年頃の衛星の技術動向を踏まえ、国際競争力を有する衛星開発を進められるよう、我が国が保有すべき技術を分析した。具体的には、3.5トン級で15kW、2.0トン級で10.5kWの衛星を電気推進で成立させる機能性能を有した衛星を次期技術試験衛星の候補として整理し、今後さらに具体的な開発計画とすることができるよう検討を深めている。

**効果:**

- 我が国の衛星技術の革新を図り、2020年から2030年における技術競争力及び衛星システムレベルでの産業競争力を世界一の水準にするとともに、これまでにないより高度で効率的なミッションの実現につなげる。

(2) SELENE-2プリプロジェクト

**実績:**

① 着陸機の軽量化研究

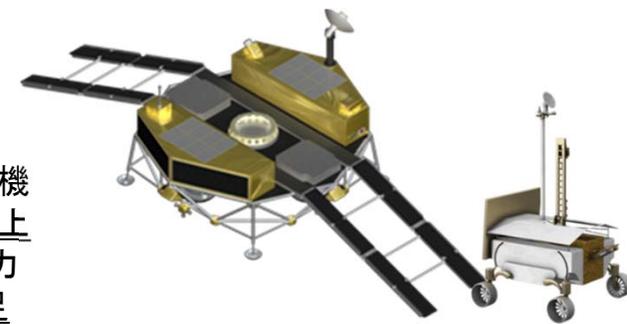
Resource Prospector (RP: 米国の月氷探査計画) ミッションを日米で共同で実施するため、JAXA着陸機のシステム検討を実施し、技術的成立性に目途を付けた。米国が提供予定のロケット(ファルコン9)の打上能力が低下(10%減)したことに対応するため、月面への輸送可能重量を確保するべく、着陸機推進系能力の強化、ローバ展開機構を含む構造の軽量化、搭載バス機器の軽量化の検討を行い、NASA要求を満足する50kg程度の軽量化を達成。

② JAXAミッションの研究

RPミッション価値をさらに高めるため、JAXA主導の科学・利用調査等のミッションについて検討を行った。また、これらのミッションが効果的となる着陸地点についての要求をまとめ、現在のRPミッションからの着陸地点要求との整合性について検討した。

**効果:**

- ① JAXAの検討結果はNASAに高く評価され、RPミッションを実施する上で必要な国際パートナーとしてNASAに期待されている。
- ② JAXA主導ミッションについては米国側も興味を持っており、NASAからの提案により共同でのワークショップ開催が2015年7月に予定されている。



NASAとの共同ミッションの概念図  
(左: JAXA着陸機、右NASAローバ)

## ②JAXAミッションの研究

RPミッション価値をさらに高めるため、JAXA主導の科学・利用調査等のミッションについて検討を行った。また、これらのミッションが効果的となる着陸地点についての要求をまとめ、現在のRPミッションからの着陸地点要求との整合性について検討した。

### 効果:

- ①JAXAの検討結果はNASAに高く評価され、RPミッションを実施する上で必要な国際パートナーとしてNASAに期待されている。
- ②JAXA主導ミッションについては米国側も興味を持っており、NASAからの提案により共同でのワークショップ開催が2015年7月に予定されている。

## (3)月惑星(無人・有人)探査研究

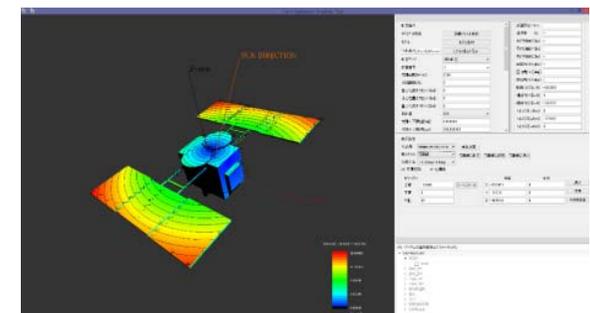
### 実績:

#### ①太陽高圧影響予測ツールの実現(探査機運用効率性を向上)

探査機の形状と材料のデータを入力することにより、深宇宙において支配的な外乱である太陽光圧擾乱の正確な見積りが可能なツールを、日本で初めて実現、はやぶさ2姿勢挙動の予測精度向上に資した。

#### ②世界最高レベルの軌道決定精度の実現

軌道決定の高精度化を目指したDDOR(Delta Differential One-way Range)の研究において、はやぶさ2の軌道決定に組み込み解析したところ、DDOR無しの場合に比べて一桁高い精度(位置誤差で1.9km→190m)を実証した。これにより軌道決定の精度をNASA JPL等の最先端機関と同等の高精に高めることができた。



開発した太陽光圧推定ツールの画面

## ②基盤的な施設・設備の整備

**中期計画記載事項:** 衛星及びロケットの追跡・管制のための施設・設備、環境試験・航空機の風洞試験等の試験施設・設備等、宇宙航空研究開発における基盤的な施設・設備の整備について、老朽化等を踏まえ、機構における必要性を明らかにした上で行き、我が国の宇宙航空活動に支障を来さないよう機構内外の利用需要に適切に応える。

なお、老朽化の進む深宇宙通信局の更新については、我が国の宇宙科学・宇宙探査ミッションの自在性確保の観点から検討を進め、必要な措置を講じる。

1) 衛星及びロケットの追跡・管制及びミッションデータ取得のための施設・設備、宇宙機等の開発に必要な環境試験施設・設備、航空機開発に必要な試験施設・設備、電力等の共通施設・設備等、宇宙航空研究開発における基盤的な施設・設備の整備について、老朽化等を踏まえ、機構内外の需要を把握し維持・更新等の必要性を明確にした上で整備計画に反映し、それに基づき行う。

### (1) 衛星及びロケットの追跡・管制及びミッションデータ取得のための施設・設備の維持及び更新等

#### 実績:

追跡管制及びミッションデータ取得に必要な設備の維持・更新・整備: JAXA内外のミッションの要求を整備計画に反映し、以下を代表とするミッション対応改修・更新・整備等を進め、地上側担当部署としてミッション側のスケジュール確保に貢献した。

#### ① 衛星計画に対応した改修・更新・整備:

- ・ GCOM-C対応: 地球観測情報受信設備(旧ADEOS用空中線系)、GCOM-W対応設備(勝浦及び筑波)のGCOM-C対応への改修を完了し、打上げ・運用に向けた各種試験フェーズへの移行準備を整えた。
- ・ 科学衛星対応: 増加する科学衛星の運用に対応するため、勝浦S/X局と科学衛星運用設備を接続する改修を行った。
- ・ BepiColombo(MMO): はやぶさ2での運用実績より、BepiColombo(MMO)に向けた臼田・内之浦局の深宇宙用変復調装置改修(ドップラ範囲拡大)が有効であることを実証した。

#### ② 老朽化対応:

- ・ 内之浦34m局及び20m局のアンテナ駆動装置、低雑音増幅装置等の更新を完了し、設備の信頼性を向上させ運用の継続性を高めた。
- ・ 地上ネットワーク設備(GN)ダウンコンバータ(周波数変換)装置の国産化による全局更新を完了し、これにより今後の不具合発生時の運用休止期間の短縮化を可能にした。

#### ③ パース局移転: 豪州政府のパース局移転要請期限までにミンゲニューへの移転作業を完了し、海外ネットワーク局としての運用を開始した。

#### ④ 経済産業省の統合運用システム対応: 経済産業省からJAXAが受託した統合運用システムの開発のうち、JAXA追跡ネットワークを統合運用システムから利用するためのインタフェース整備を完了し、衛星コンステレーションによる地球観測網システム整備の一端を担った。

⑤ 維持管理と運用

- ・ 設備・装置の稼働状況を定期的に分析し、予防保全や予備品確保に反映することで、運用休止時間を短縮し、追跡ネットワークを安定的に維持している。
- ・ ALOS-2、はやぶさ2及びPROCYONの打上げに対して、初期段階、定常段階を通じて安定的な追跡ネットワーク運用を提供し、ミッションの確実な遂行に寄与した。

⑥ 基盤的な活動経費の削減

- ・ テレメトリ・コマンド通信回線を、専用線から広域IP-VPN(セキュリティが確保された閉じたインターネット回線)に更新し、回線経費を削減した。(0.6億/年の削減)

効果:

- ・ GCOM-C、BepiColombo(MMO)などの新規に打ち上げられる衛星や探査機の運用が可能になった。
- ・ 勝浦S/X局改修によるASTRO-H、ERG及びSOLAR-B等の科学衛星の運用能力増強に着手した。
- ・ 計画的な老朽化対策により故障時の長期運用休止リスクを回避するとともに、パース局移転の完了により、安定した運用の継続が可能となった。
- ・ 統合システム対応の整備により、外部衛星の受託業務に向けたミッションデータの確保及び地上局リソースの拡大に貢献した。
- ・ ALOS-2、はやぶさ2及びPROCYONの初期運用を確実に実施し、定常運用に移行できた。
- ・ 追跡ネットワークの維持管理費用を削減するとともに、追跡ネットワークを安定的に維持し、19機の宇宙機を99.9%以上の達成率で運用し、宇宙科学、地球観測、通信等のミッション遂行に貢献した

(2) 宇宙機等の開発に必要な環境試験施設・設備の維持及び更新等

実績:

- ① JAXA及び民間での環境試験設備の保有状況並びに宇宙機開発プロジェクトからの試験要求等を基にJAXAで保有すべき設備、機能を明確化し必須となる電波試験設備、振動試験設備等4系統6設備の更新を実施した。
- ② 平成25年度から取り組んでいる環境試験設備の設備機能、品質を維持しつつ年間設備維持費を削減する保全施策について、更なる設備改修更新及び設備不具合データ等の再評価を進め保守周期の最適化を図り、本年度もFY24年度比で約25%(約2億円)を削減し、取り組みを持続的に実施できる目途を得た。
- ③ 環境試験設備(14設備)により、はやぶさ2、ASTRO-H、GCOM-C、CALET、イプシロンロケット等のJAXAプロジェクト試験(68件:延べ418日運転)及び航空機搭載品を中心とした外部供用試験(9件:延べ30日運転)、総計77件、延べ448日の環境試験を完了。

効果:

- ① 更新の実施により、引き続き安定した試験環境を提供することに加え、振動試験設備の年間維持費0.2億円削減や、電波試験設備改修による計測システム高度化により、これまで1波ずつ計測していたものを一度に100波以上の同時測定を可能となり、アンテナパターン試験の試験期間(数か月)に対し最大1ヶ月以上の短縮を可能とするなど効率化が図れる目途を得た。
- ② 安定した高い品質で環境試験設備を提供することにより、平成26年12月に打上げたはやぶさ2をはじめ、各プロジェクト等の開発計画及び打上げ計画を着実に進めることに貢献した。

### (3) 航空機開発に必要な試験施設・設備の維持及び更新等

#### 実績:

##### ①短期的整備

法定点検、安全性・老朽化対策について、設備の需要、整備の必要性・緊急性を踏まえた年度単位の整備計画を策定し、それに基づいて整備を実施。

##### ②中期的整備:(設備マスタープラン)

FY25に10年後のあるべき姿を見据えた設備構成、能力等の整備方針・計画を改訂し、基盤設備として31の設備を位置付け、機能向上45項目を優先度別に3つのカテゴリーに分類しており、このプランに基づいて優先度の高い4項目の整備を進めた。主な項目は以下の通り。

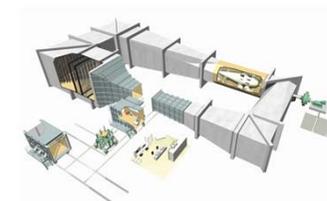
- 低速風洞の低騒音化:2m×2m低速風洞の暗騒音低減を図る。風路内壁(約半分)に対して吸音材を設置し、騒音の伝搬を抑制したことにより、事前に推算した結果と同程度の低騒音化性能を得た。
- 実験用ヘリの計測設備整備:データ取得・記録装置、画像表示システムの一部を整備し、搭載の為の設計を実施。次年度に搭載工事を予定。

##### ③長期的整備(大型設備改修)

- 2m×2m遷音速風洞主送風機電動機更新について、メーカーを含めた技術仕様の詳細な調整を実施し、契約を締結し、詳細設計を開始した。整備期間はFY26-FY29の4年間。

#### 効果:

- FQUROHプロジェクトで実施する航空機の騒音低減技術の研究開発と実証にむけた低騒音化確認風洞試において、風洞の暗騒音を低減することにより、高精度な騒音計測が可能になる。
- 災害対応航空技術(D-NET2)の飛行実証及び多様な飛行実証に貢献。
- 2m×2m遷音速風洞の安定運用と省エネルギー化により国産旅客機等の技術開発に貢献。



2m×2m低速風洞

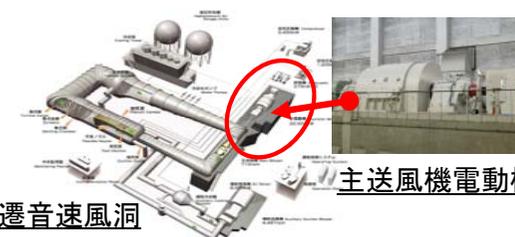


風路へ吸音材を設置

#### 低速風洞の低騒音化



実験用ヘリの計測設備整備



2m×2m遷音速風洞

主送風機電動機

#### 2m×2m遷音速風洞主送風機電動機の更新

#### (4) 電力等の共通施設・設備等の維持及び更新等

##### 実績

機構の事業の円滑な推進に資するため、機構が所有する電力等の基盤的な共通施設・設備について、各本部の事業計画に必要な施設・設備要求に基づいて最新化した「施設・設備整備計画」に沿って、施設・設備の整備を行った。整備に際しては、運用性の改善、及び、維持費とエネルギー消費量の削減にも配慮した。主なものは以下のとおり。

- ① 種子島宇宙センター射場における既存発電設備の老朽化を踏まえ、電力供給能力増強、電力安定供給を目的として大崎第2発電所の整備を完了した。これにより、電力供給の信頼性向上が図れたことに加えて、ロケット打上げ時期に影響を与えることなく法定保守点検期間を設定することが可能となり、点検周期の適正化を実現した。なお、第2発電所は排熱の一部を空調機用の熱源に再利用する設計を採用することで、ランニングコスト削減に配慮した。
- ② 環境試験設備統廃合による維持費削減の一環として、筑波宇宙センター総合環境試験棟に小型振動試験装置のための試験装置用基礎(耐荷重846.6kN)を新たに整備した。整備に際しては、既存の試験設備及び建築物躯体に影響を与えない基礎の設計を行うとともに、工事期間中はシャッターを隔てて運用中のクリーンルームのクリーン環境を破壊しない対策を施すとともに、清浄度を常時監視しながら工事を行うことで、環境試験に影響を与えることなく工事を完了した。
- ③ 社会貢献としてのエネルギー消費削減の取り組みを加速するため、電力消費量削減のツールとして「電力見える化システム」を構築した。次年度からの本格運用で電力使用者の節電意欲を喚起することを目指す。本年度は「見える化」されたデータを、調布、相模原の契約電力引き下げの基礎データとして用いた他、筑波宇宙センター総合環境試験棟、総合開発推進棟、広報情報棟においては、データを収集分析して空調機等の運用を最適化し、電力消費量の削減を図る取り組みを加速した。

#### 2) 宇宙科学・宇宙探査ミッションの要求を踏まえ、老朽化が進む深宇宙探査局の更新に向けて、要求仕様を設定し基本設計を行う。

##### 実績:

- 深宇宙探査局は、我が国独自に行うミッションの達成に必要なだけでなく、国内立地の有利を生かして海外ミッションへの地上系としての協力、貢献を通じて探査成果を獲得するなど、国際的に協働して進める探査計画の推進において我が国のプレゼンス向上の重要な交渉カードとなり得る。このため、老朽化が進む臼田64mアンテナ局を継ぐ、新しい探査局建設に関する検討を進めた。
- Ka帯受信機能の新規導入と、X帯受信性能の向上を重点的に検討し、メーカーを含めた設計検討も踏まえて、X帯およびKa帯を共用する条件と臼田64mアンテナ局のX帯受信性能を維持する要求とを両立させる機構としての基本設計を得た。
- この成果に基づき、RFP発出のため新しい深宇宙探査局について要求仕様を策定した。深宇宙探査局建設のため、アンテナ、受信機、送受信サブシステムにシステムを区分し、その間のインターフェースと全体のシステム成立性を考慮する方式とする。なお、メーカーとの基本設計契約は、はやぶさ2の打上げ(平成26年12月)及び初期運用(平成27年3月まで)が良好な状況にあり、今後、RFPの結果による業者選定を経て実施する。

##### 効果:

- 深宇宙探査局は、我が国の探査ロードマップに整合する内容であり、更に、国内立地の有利を生かして国際的に貢献していくための標準化と拡張性にも対応する。

評価結果	評定理由(総括)
<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">B</p>	<p>年度計画で設定した業務を実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。また、我が国の「研究開発成果の最大化」に向けて着実な業務運営を行い、「①基盤的・先端的技術の強化及び国際競争力強化への貢献」において、我が国の自立性・自在性の向上、産業競争力の強化に貢献する以下の優れた成果を創出した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ALOSデータを活用した世界最高精度の全球高精度デジタル3D地図について、民間事業者と連携して利便性の向上と利用促進に取り組んだ結果、売上：約6億円の事業規模を獲得した(販売件数：90件)。また、衛星全球降水マップ(GSMaP)データは、パキスタンでの洪水予警報システムやミャンマーでの日本初の衛星データを用いた民間保険サービスに活用され、実利用に貢献した。</li> <li>● JEMの50kg級超小型衛星用の放出機構の開発により、JEMにおける超小型衛星の放出能力を1kg級から50kg級まで拡大した。これにより、利用ユーザのミッション要求に幅広く応える利用環境が整い、新たな有償利用契約を獲得した。</li> <li>● 宇宙空間での極低温ボイド率計測(配管中の気液体積割合を計測)に世界で初めて成功させ、基幹ロケットフライト中の予冷消費量定量化・最小化に必須の計測技術を確立した。世界に先駆けて極低温ボイド率計を実用化することで、新型基幹ロケットの打ち上げ能力向上を実現するキー技術となる。また、水素ステーション等の地上インフラへの適用が可能。</li> <li>● 航空機全飛行領域で使える高速非定常流体解析ソフトを開発。この流体解析技術のほか、燃焼解析・モデリング技術の実績が評価され、「SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)革新的燃焼技術」を獲得した。その他、流体解析技術はANAの研修教材作成、15大学2高専の授業等で利用や商用化も達成している。</li> </ul> <p>その他、以下の成果を創出した。</p> <p>① 基盤的・先端的技術の強化及び国際競争力強化への貢献</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 海外依存度の高い重要な技術や機器について、共通性、自在性の観点で識別し、合計5テーマ(FPGA、アナデジ混載ASIC、DC/DC制御用IC、小型パッケージ、パワーMOSFET)の宇宙用部品について研究開発を進めた。全てを米国製に頼らざるを得なかったパワーMOSFETについては国内企業の優れた民生技術を活用することで、スイッチング抵抗を3Ωから0.75Ωに減らした国産品の製造に成功し、宇宙機の大電力化や信頼性向上に貢献することが可能となる。</li> <li>➢ 我が国の優れた民生部品や民生技術の宇宙機器への転用を進めるため研究を進めてきた宇宙用タグピンについては欧州MLIメーカー(RUAG)が本格的な採用を検討しており、有償でのサンプル提供を行った。また、医療分野等からの問い合わせも受けている。</li> <li>➢ 世界最高の小型高性能な宇宙用リチウムイオン電池の開発を完了し、米国衛星メーカーからの引合を受けるなど、我が国の宇宙産業基盤強化、国産衛星の競争力強化に貢献している。</li> </ul> <p>② 基盤的な施設・設備の整備</p> <p>プロジェクトからの要求等を基に施設・設備保有の必要性を明らかにし整備・更新を進めるとともに、衛星追跡運用においては外部利用を含め19機の宇宙機を99.9%以上の達成率で運用し、また環境試験設備運用においては総計77件、延べ448日の試験を完了させる等、機構内外の利用需要に適切に対応した。</p>

## I.4.(3) 宇宙を活用した外交・安全保障政策への貢献と国際協力

平成26年度 内部評価 A

### ① 宇宙を活用した外交・安全保障への貢献

**中期計画記載事項:** 政府による外交・安全保障分野における宇宙開発利用の推進に貢献するため、同分野における宇宙開発利用の可能性を検討する。

また、以下のような活動を通じて、政府による外交・安全保障分野における二国間協力、多国間協力に貢献する。

- (a) 国連宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)における、宇宙空間の研究に対する援助、情報の交換、宇宙空間の平和利用のための実際的方法及び法律問題の検討において、宇宙機関の立場から積極的に貢献する。
- (b) 宇宙活動の持続可能性の強化のために「宇宙活動に関する国際行動規範」の策定に関して政府を支援する。

政府による外交・安全保障分野における宇宙開発利用の促進について、関係機関と協議し可能性を検討する。

また、以下のような活動を通じて、政府による外交・安全保障分野における二国間協力、多国間協力に貢献する。

- (a) 国連宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)における、宇宙空間の研究に対する援助、情報の交換、宇宙空間の平和利用のための実際的方法及び法律問題の検討において、政府との協力や、政府の求めに応じたCOPUOSへの参加を通じて、長期的持続性の検討(デブリ問題等)や会議の運営または議長を務める等により、宇宙機関の立場から積極的に貢献する。
- (b) 宇宙活動の持続可能性の強化のために「宇宙活動に関する国際行動規範」の策定に関して、国際会議における専門家会合への参加等を通して、政府を支援する。

## 1) 安全保障への貢献

### 実績:

#### ①防衛省関係:

- 防衛省技術研究本部との包括協定「航空宇宙分野における研究協力に関する協定」(平成26年3月締結)の枠組みのもと、研究協力を促進した(平成25年度締結の共同研究2件(赤外線センサ技術、ヘリコプタの性能及び環境適合性向上の技術)を含む)。特に、防衛省の赤外線センサの宇宙線劣化試験に協力するとともに衛星搭載に係る検討を共同で実施した。
- 防衛省との連携強化の一環として、平成26年4月1日より人事交流を開始し、機構職員1名が出向している。また、平成27年4月1日から防衛省職員1名の出向を受け入れることが確定した。
- 機構役員が安全保障関連の公開シンポジウムに招かれ、講演・意見交換等を行い、安全保障分野における機構の役割等を説明した。
- 防衛省技術研究本部との包括協定のもと、相互の業務紹介・研究現場の見学や意見交換行うなど、相互の対話・交流を日常化し、拡大させた。

#### <平成26年度 安全保障関連の公開シンポジウム>

- ・ 防衛省・自衛隊60周年 防衛技術シンポジウム2014(平成26年11月)
- ・ 持続的宇宙開発と宇宙状況認識推進のための国際シンポジウム(平成27年2月)
- ・ 平成26年度防衛省シンポジウム(平成27年3月)

#### ②内閣衛星情報センター(CSICE)関係:

内閣府情報センター(CSICE)と、機構が検討する光データ中継衛星にCSICEの通信ミッションを搭載可能か、共同で検討・協議した。

### 効果:

- ① 上記取り組みを通し、防衛省において、安全保障分野に関連する宇宙技術の内容やその利用についての理解が進み、新たな具体的協力関係を開始するなど、以下の成果を得た。
  - 防衛省赤外線センサを機構の先進光学衛星に搭載する方針が、防衛省の「宇宙開発利用に関する基本方針について(改訂版)」(平成26年8月)に「防衛大綱の取り組みの一環」として記載され、これを踏まえ、先進光学衛星(防衛省赤外線センサと機構の光学センサを搭載)の平成27年度開発着手が、政府に了承された。
  - また、機構役員が安全保障関連の会議等に招かれ、政府の宇宙開発利用を技術で支える中核的实施機関として、技術的観点から発言を求められるなど、政策推進に貢献した。
  - 平成26年度に新たに「滞空型無人航空機技術」に関する共同研究を開始した。
- ② CSICEとの検討・協議の結果、CSICEの通信ミッション及び機構の光データ通信ミッションを搭載する光データ中継衛星の平成27年度開発着手が、政府に了承された。

## 2) 宇宙を活用した外交・安全保障への貢献

### 実績:

#### ①日米関係:

- ・ 日米宇宙包括対話に参加し、政府を技術面から支援した。(平成26年7月)
- ・ 「日米宇宙状況監視(SSA)に関する了解覚書」(平成25年5月)に基づく日米宇宙協議や、日米政府合同訓練等に専門家として参加し、デブリ観測、接近観測評価、衝突回避等の技術的観点から意見を述べる等、宇宙の安全保障政策に貢献した。

#### ②日EU関係:

- ・ 日EU宇宙政策対話に参加し、政府を技術面から支援した。(平成26年10月)

#### ③その他

- ・ 日本で開催されたARF(ASEAN Regional Forum)の機会に、筑波宇宙センターにアジアの安全保障コミュニティ及び米国防総省関係者の訪問を受け、日本の宇宙開発技術に対する理解促進を図った。(平成26年10月)

### 効果:

- ①「日米宇宙状況監視(SSA)に関する了解覚書」(平成25年度締結)に基づき、SSAでの機構と米国実施機関の連携運用を日常化させ、監視能力と日米信頼関係の強化に貢献した。また、日米政府合同訓練での技術支援を促進した。
- ②安全保障を含む宇宙外交の場(日米宇宙包括対話、日EU宇宙政策対話)を通じて政府支援を常態化させるとともに、米国・欧州・ASEAN等の安全保障関係者の機構訪問(筑波宇宙センター、本社)を受け、協力国の理解促進を図った。

## 3) 宇宙を活用した外交への貢献

### 実績:

#### (a) 国連関係・宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)

- ①機構の堀川康 技術参与がアジア初の同委員会議長として2年間の議長在任中(平成24年6月から平成26年6月まで)、「COPUOSの将来の役割の提言(2012年)」を提案し、「COPUOSのポスト2015年開発目標、検討実施プロセスに貢献するための作業計画(2014-2019)」へと議論を導いた。
- ②その他、以下の議論を主導した。
  - ・ 「宇宙活動の長期的持続可能性ベストプラクティスガイドライン策定」
  - ・ 「地球近傍の小天体(NEO)関連」
  - ・ 「宇宙活動の長期的持続可能性」
- ③政府による機構の向井千秋 技術参与の2017年科学技術小委員会議長(平成29年2月)への擁立を支援した。
- ④法律小委員会(平成26年4月)、本委員会(平成26年6月)、科学技術小委員会(平成27年2月)に参加し、現在進行中の国際的な規範作りの議論に参画するとともに世界各国の代表と宇宙に関する情報共有を図った。



**COPUOS議長を務める  
堀川技術参与**

## 実績(つづき):

### (b) 宇宙活動に関する国際行動規範

- 欧州連合(EU)が主催し、スペースデブリ(宇宙ゴミ)の発生を防止し、安全な宇宙環境を実現することを目的とした「宇宙活動に関する国際行動規範に関する第3回オープンエンド協議」に参加した。宇宙物体同士の事故等の干渉可能性最小化の検討と国際調整等を行い、日本政府を技術的に支援した。

#### ①その他、地球観測に関する政府協力:

- 全球地球観測システム(CEOS)の議長機関として、平成27年3月に仙台で開催された国連防災世界会議に参加し、宇宙技術の防災にかかる貢献の取り組みを報告した。
- 全球地球観測システム(CEOS)の国際議長に機構の山本理事が就任(平成26年10月)し、主に地球観測に関する政府間会合(GEO)水戦略文書への提言の調整及びCEOS宇宙機関の対応計画の取りまとめ等を行っている。
- 「GEOSS新10年実施計画の検討に向けた我が国の地球観測の方針(文科省)」策定を支援した。実施計画作業部会では議論の中核的役割を務めた。

#### ②日印関係:

- 科技合同委員会(インド)に出席し、技術面から政府を支援した。(平成26年10月)

#### ③国際航行宇宙連盟(IAF)

- 世界最大の宇宙関係組織の連合体である国際宇宙航行連盟(IAF)の会長を、機構の樋口副理事長が平成24年10月から26年10月まで務めるとともに、次期会長として再選(平成26年10月から平成28年10月まで)された。
- 会長選挙時の公約として、長年の課題であったIAF憲章の改定、IAF組織改革を掲げ、これを実行した。機構はその実現を組織として支えた。結果、IAFは過去最大のメンバー数(282機関64カ国、(前年、272機関64カ国))を擁する活動となった。

## 効果:

- 国連の要職での活動(宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)議長:平成26年6月まで2年間:アジア初)、国連の要職就任に向けた活動(COPUOS科学技術小委員会議長:平成29年2月)、国連COPUOS及び小委員会での宇宙活動長期持続のための規範作り協議での活動を通じて、国連等での政府による国際協議主導を支援した。
- 地球観測に関する国際枠組み(GEOSS)の下部組織である全球地球観測システム(CEOS)の議長として(平成26年10月~)活動を推進し、地球環境問題対応や国際防災会議等における宇宙技術の貢献等の協議を主導した。



IAF会長を務める  
樋口副理事長

## ②国際協力等

**中期計画記載事項:** 諸外国の関係機関・国際機関等と協力関係を構築する。具体的には、

- (a) 宇宙先進国との間では、国際宇宙ステーション (ISS) 計画等における多国間の協力、地球観測衛星の開発・打上げ・運用等における二国間の協力等を行い、相互に有益な関係を築く。
- (b) 宇宙新興国に対しては、アジア太平洋地域宇宙機関会議 (APRSAF) の枠組み等を活用して、宇宙開発利用の促進及び人材育成の支援等、互恵的な関係を築く。特にAPRSAF については、我が国のアジア地域でのリーダーシップとプレゼンスを発揮する場として活用する。
- (c) 航空分野については、将来技術や基盤技術の分野を中心に研究協力を推進するとともに、多国間協力を推進するため、航空研究機関間の研究協力枠組みである国際航空研究フォーラム (IFAR) において主導的役割を果たす。

機構の業務運営に当たっては、宇宙開発利用に関する条約その他の国際約束を我が国として誠実に履行するために必要な措置を執るとともに、輸出入等国際関係に係る法令等を遵守する。

諸外国の関係機関・国際機関等と相互的かつ協調性のある協力関係を構築する。具体的には、

- (a) 欧米諸国など宇宙先進国との間では、国際宇宙ステーション (ISS) 計画等における多国間の協力、地球観測衛星の開発・打上げ・運用等における既存の二国間の協力等を確実に行うとともに、新たな互恵的な関係の構築に努める。
- (b) アジア太平洋地域など宇宙新興国に対しては、アジア太平洋地域宇宙機関会議 (APRSAF) の枠組み等を活用して、アジア太平洋地域の災害対応や環境監視などの課題解決、宇宙開発利用の促進 (アジア各国の衛星データ、JEM利用の促進活動等) 及び人材育成の支援等を通じて、産業振興を側面的に支援するなど互恵的な関係の構築に努める。  
特に9年ぶりの日本での開催となるAPRSAFについては、これまでの実績を踏まえ、上記の目標の達成に向けて、より有効な活動となるよう実施する。
- (c) 航空分野については、将来技術や基盤技術の分野におけるNASA、DLR、ONERAなどとの戦略的な研究協力を一層促進する。また、IFARの枠組みにおいてリーダーシップを発揮するとともに、多国間協力による国際共同研究や人材交流等の実現に向け、より密な交流・連携を促進する。

機構の業務運営に当たっては、宇宙開発利用に関する条約その他の国際約束を我が国として誠実に履行するために必要な措置を執るとともに、輸出入等国際関係に係る法令等を遵守する。

## (a) 欧米諸国との協力

### 実績:

宇宙先進国との相互的かつ協調性のある協力の継続と新たな関係の構築

#### ① 国際宇宙ステーション (ISS) 日本実験棟 (きぼう) の運用と利用の促進:

- 若田宇宙飛行士が6か月の長期滞在中、アジア初のISSコマンダーを務めた。コマンダー就任期間中、若田宇宙飛行士が示したリーダーシップは、搭乗クルー、地上運用関係者、他機関の長から高い評価を得た。
- 筑波宇宙センターの運用センターは、世界の5つのISS運用センターのひとつとして、ISSの24時間365日安全な運用に貢献した。



「きぼう」船内実験室に集合した第39次長期滞在クルー

#### ② 地球観測分野

- グローバルな降水観測を行うため、1991年から日米で共同実施してきた熱帯降雨観測衛星 (TRMM) に引き続き、NASA と共同開発した全球降水観測計画 / 二周波降水レーダ (GPM/DPR) を打上げ、2014年9月からデータ提供を開始した。これにより、全球の降水をこれまでより正確に把握することができるようになり、日米のみならず欧州、アジアの天気予報精度向上に利用されるとともに、日米協力の象徴として米国から高い評価も受けている。
- 水循環変動観測衛星 (GCOM-W・しずく)、温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT・いぶき)、全球降水観測計画 / 二周波降水レーダ (GPM/DPR) 等の各種衛星観測データの利用普及や世界標準化を目指し、解析研究したプロダクトやデータセット (世界の雨分布速報 (GSMaP)、全球高精度デジタル3D地図等) によるサービスを提供しており、世界各地の環境・農業・土地利用・災害対策等の政策決定に貢献している。

#### ③ 独DLR (ドイツ航空宇宙センター)、仏CNES (フランス国立宇宙研究センター) との協力

- 独DLR と仏CNES が製作・提供した小型着陸機 (MASCOT) を小惑星探査機 (はやぶさ2) に搭載し打上げに成功したことにより、日欧協力の貢献した。
- より実効性のある機関間協力を推進するため、経営レベルの対話を促進し長期的・戦略的な機関間協力のあり方を検討した。

### 効果:

- ① 国際宇宙ステーションを継続的かつ安定的に運用し科学的成果の創出、社会課題の解決に貢献していること及び、地球観測分野で多様な日本の地球観測衛星による観測データを提供し、全地球的な環境問題の解決に貢献していることにより、宇宙先進国間で日本の技術力と実行力について高い評価を受け、多くの先進国から、協力の継続と新たな協力の発展を要望されている。
- ② これらの活動は、宇宙先進国のみならず新興国に対する日本のプレゼンスの向上やソフトパワーの発揮に貢献している。

(b)アジア太平洋地域等の宇宙新興国との協力

実績:

①APRSAFの開催を通じた地域協力の促進

- 第21回アジア太平洋地域宇宙機関会議 (APRSAF) を、多くの政府機関等の後援 (後援府省等数2 (25年度) → 9 (26年度)) を受け、33カ国・地域及び12国際機関から過去最大の参加者 (423人 (25年度) ⇒ 580人 (26年度)) を集めて、9年ぶりに東京で開催した。
- 「宇宙技術志向から課題解決のためのアウトカム志向」へと運営テーマを見直し、宇宙機関のみならず、開発援助機関と現業機関の参加を拡大させ、参加者全員で新しい運営テーマを取り込んだ提言文を採択した。
- アジア諸国のみならず、同地域の宇宙開発に関心を有する欧米の機関 (欧米の宇宙機関、米國務省、各国の在外公館) の参加を得て、アジアの宇宙開発における日本の中核的役割を内外に示した。
- APRSAFを通じた日本政府機関のアジア諸国との協力の取り組みや日本の産業界のアジアにおける事業展開の取組が、新聞紙面やTV特集等のメディアで大きく取り上げられた。

②国際協力機構 (JICA) との協力

- JICAと機関間包括連携協定を締結し (平成26年4月)、協力関係の強化を図った。
- 開発途上地域の課題解決のために両者で以下の案件の協力を開始又は検討している。
  - 地球観測衛星「だいち2号」のデータ提供に関する協定締結 (平成27年3月)
  - ガボンでの森林資源管理へのALOS-2衛星データ利用を開始
  - 新しい分野として、農業・農村開発分野、防災・減災分野、環境分野での協力検討

③インド

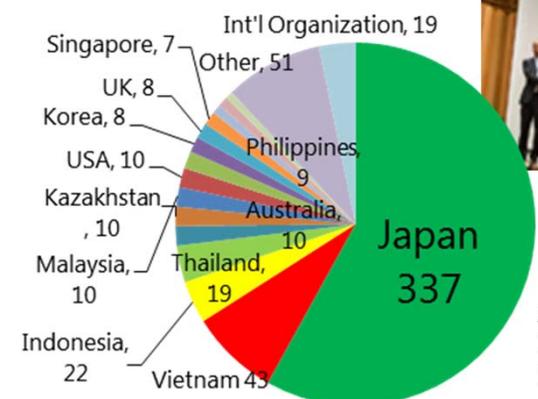
- インド宇宙研究機関 (ISRO) との間で長期的・戦略的な協働関係構築の協議を開始した。特に環境観測分野での協力の可能性を検討しており、技術会合を重ねている。

④ベトナム

- APRSAF-20の共催を契機に、日越宇宙協力の強化の申し入れがあり、ベトナム・グエン副首相立ち会いのもと、科学技術院 (VAST) との間で将来の協働促進のための共同声明を策定した。 (平成26年10月)

第21回アジア太平洋宇宙機関会議

会期	2014年12月2日～5日
場所	日本科学未来館
主催	文部科学省・JAXA
後援	内閣府宇宙戦略室、外務省、総務省、経済産業省、国土交通省、環境省、気象庁、JICA、日本科学未来館
参加者	33カ国・地域及び12の国際機関から580名
テーマ	"Leap to the Next Stage: Delivering Innovative Ideas and Solutions"
会議構成	全体会合+4WG+サイドイベント等



APRSAF-21 国別参加者数  
33カ国・地域、12の国際機関から過去最大の580名が参加



機構-ベトナムVASTの共同声明署名式

実績(つづき):

⑤その他

- 政府からの要請に応じ、中南米(ブラジル、メキシコ)、中東(トルコ、カタール、UAE)、アフリカ(コンゴ民)に対して、宇宙技術講習等を行った。

⑥海外からの来訪者の受け入れ

- 海外から1480名のVIP等の来訪があり、筑波宇宙センター、種子島宇宙センター、宇宙科学研究所、調布航空宇宙センターの施設を案内し、技術力の紹介等を行った。

平成26年度 海外からの来訪者受入れ数

地域	人数(名)
欧州	548
北米	468
アジア	402
オセアニア	21
南米	41

効果:

- ① 第21回アジア太平洋地域宇宙機関会議(APRSAF)において、これまで以上に多数(2→9)の政府関係機関の後援が得られたことは、外交・政策的観点からの効果を政府関係機関から評価されたものであり、国内の企業等から初めてAPRSAF運営への協賛を獲得したことは、産業振興の観点からの効果を企業から評価されたものである。
- ② 運営テーマの見直しに合わせて、国際協力機構(JICA)、アジア開発銀行(ADB)などの開発援助機関との連携を深めた結果、アジア諸国のユーザ省庁、現業機関の参加が拡大し、アジア地域における社会課題の解決のための宇宙利用が促進された。
- ③ APRSAFの活動がメディアで大きく取り上げられポジティブな評価を受けた。また、政策決定者や国民の理解促進に寄与した。
- ④ JICAとの包括連携協定を締結し(平成26年4月)、発展途上国の課題解決に向けた衛星利用等の取り組みを、JICAの活動に組み込み組織的・実効的に実施する共同検討を促進した。現在、アフリカ等での貢献案が進行中である。

## (c)航空分野の国際協力

### 実績:

#### ①NASAとの2機関間協力

- 4件の共同研究(ソニックブーム、機体騒音低減、航空交通管理(ATM)、超音速境界層遷移)を実施し、互恵的な技術レベル向上と信頼関係強化に寄与した。

#### ②ドイツDLR、フランスONERAとの3機関協力

- 基礎研究を中心に8件の共同研究を実施し、互恵的な技術レベルの向上と航空分野における日欧関係強化に寄与した。
- 協力の深化のため、戦略的協力の候補分野として電動推進航空機、代替燃料、複合材安全技術、超音速機技術、着氷防止技術の5分野を選定し、更なる絞り込みのため、協力課題の詳細な検討を開始した。

#### ③IFAR\* (国際航空研究フォーラム)

- 副議長機関として、議長機関であるNASAとともに、運営を主導した。
- 代替燃料と航空交通管理(ATM)に関する多国間技術協力に主導的立場で参加した。これにより、研究協力の遂行に貢献した。
- 国際的な若手研究者育成のため、国内連携協定大学3大学の航空分野の学生がIFARの枠組みに参加しうる体制を整え、人材交流による若手研究者育成の機会を創設した。

#### ④ICAO\*\*

- ICAOへの参加及び提案を通し、国土交通省の国際航空環境基準策定作業を技術的に支援した。

\*IFAR(International Forum for Aviation Research)  
世界26ヶ国の公的航空研究開発機関で構成される国際組織。

\*\*ICAO(International Civil Aviation Organization)  
国際連合の専門機関の一つ。国際民間航空に関する国際標準等を策定。

### 効果:

- NASA、DLR、ONERA: 相互の強みを補完し合う共同研究を実施し、機構の航空技術のレベルを向上させた。航空部門のトップによる会合を定期的開催することにより、航空安全や将来技術などの重要分野での関係強化につなげた。
- IFAR: 副議長機関として運営に主導的な立場で携わることにより、多国間協力を主導する礎を築いた。IFARを通じてしかできない多機関間協力により、代替燃料分野で排出ガス特性に関する希少な機構独自の知見を獲得した。また、若手研究者育成活動の一環として人材交流を実現し、国内学生の育成に貢献した。
- ICAO: ソニックブーム国際基準検討議論を技術的にリードし、機構の超音速技術のプレゼンスを向上させた。

評価結果	評定理由(総括)
<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">A</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。さらに、外交・安全保障への貢献など以下に述べる業務により目標を超える成果を上げた。</p> <p><b>①宇宙を活用した外交・安全保障への貢献</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 安全保障分野における宇宙開発利用の可能性の検討するとともに、<b>防衛省技術研究本部との包括協定「航空宇宙分野における研究協力に関する協定」</b>(平成26年3月締結)の枠組みのもと、相互の対話・交流を日常化し拡大させることで、<b>防衛省において宇宙技術の安全保障分野への影響・効果についての理解が進んだ。</b>これらの取り組みにより、新たな具体的協力関係を開始するなど、以下の成果を得た。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・防衛省赤外線センサを機構の先進光学衛星に搭載する方針が、防衛省の「宇宙開発利用に関する基本方針について(改訂版)」(平成26年8月)に「<b>防衛大綱の取り組みの一環</b>」として記載され、これを踏まえ、<b>先進光学衛星(防衛省赤外線センサと機構の光学センサを搭載)の平成27年度開発着手</b>が、政府に了承された。</li> <li>・機構役員が<b>安全保障関連の会議等</b>(公開のシンポジウム3回を含む)<b>に招かれ講演し</b>、政策推進に貢献した。</li> <li>・包括協定の枠組みのもと、<b>共同研究契約を新たに1件締結</b>し協力(滞空型無人航空機技術)を広げた。</li> </ul> </li> <li>● <b>内閣衛星情報センター(CSICE)の通信ミッションと機構の光通信ミッションを搭載する光データ中継衛星の平成27年度開発着手</b>が、政府に了承された。</li> <li>● 「<b>日米宇宙状況監視(SSA)</b>に関する了解覚書」(平成25年度締結)に基づき、SSAでの機構と米国実施機関の連携運用を日常化させ、<b>監視能力と日米信頼関係の強化に貢献</b>した。また、日米政府合同訓練での技術支援を促進した。</li> <li>● 国連の要職での活動(<b>宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)議長</b>:平成26年6月まで2年間:アジア初)、国連の要職就任に向けた活動(<b>COPUOS科学技術小委員会議長:平成29年2月</b>)、国連COPUOS及び小委員会での宇宙活動長期持続のための規範作り協議での活動を通じて、国連等での政府による国際協議主導を支援した。</li> </ul> <p><b>②国際協力等</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● アジア太平洋地域宇宙機関会議(APRSAF)の関連活動において、<b>国際協力機構(JICA)、アジア開発銀行(ADB)との開発援助機関とアジア諸国のユーザ省庁、現業機関との連携を深め</b>、第21回APRSAFにおいてアジア地域における社会課題解決のための宇宙利用の促進を確認した。また、APRSAFの活動の成果が認められ、政府関係機関の後援増加(2→9)、国内企業等からの協賛獲得(今回、初)に繋がった。</li> <li>● <b>JICAとの包括連携協定を締結</b>し(平成26年4月)、発展途上国の課題解決に向けた衛星利用等の取り組みを、JICAの活動に組み込み組織的・実効的に実施する共同検討を促進した。現在、ガボンでの森林管理(ALOS-2衛星データを利用)への貢献が期待されている。</li> </ul>

## I .4.(4) 相手国ニーズに応えるインフラ海外展開の推進

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:** 相手国のニーズに応えるため、関係府省との協力を密にしつつ、人材育成、技術移転、相手国政府による宇宙機関設立への支援等を含め、政府が推進するインフラ海外展開を支援する。

相手国のニーズに応えるため、関係府省との協力を密にしつつ、人材育成、技術移転、相手国政府による宇宙機関設立への支援等を含め、政府が推進するインフラ海外展開を支援する。

### 実績:

- ① 日本政府とトルコ政府間での協力協定「トルコ宇宙機関設立／宇宙産業機関育成に関する支援・協力」に基づき、以下の項目について政府の進める人材育成・能力開発支援策として提案した。
  - ・トルコ超小型衛星のISS「きぼう」からの放出に向けた打上げ支援
  - ・防災監視に関するセンチネルアジアへの参加促進及び地震研究等の共同研究の推進
  - ・「きぼう」船外簡易取付け機構(Exham)に関するトルコ政府機関及び研究者への技術支援等
- ② APRSAF(アジア・太平洋地域宇宙機関会議)の実証研究(衛星データを用いた「干ばつ可能性の監視」)の成果をアジア開発銀行(ADB)の干ばつ監視プロジェクトに反映するなど、「大メコン地域の農業情報ネットワークへ干ばつ警報を掲載する計画」での協力を引き続き実施した。更に、農作物の作況状況に影響する「農業気象情報」表示システム構築プロジェクトを新規に立ち上げた。

### 効果:

宇宙基本計画に基づき、政府が国策として宇宙分野におけるインフラ海外展開を推進する中、従来のトルコ、ベトナム、モンゴル、インドネシアとの連携協力に加え、新たに5カ国(中東、中南米地域)の海外支援要請が寄せられている。また、新宇宙基本計画において「海外タスクフォース立上げ」が明記されるなど、官民一体となって商業宇宙市場の開拓に取り組む状況が促進されている。

評価結果	評定理由(総括)
<p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">B</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。また、「研究開発成果の最大化」に向けた成果を創出し、着実な業務運営を行った。</p> <p>主な成果は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 内閣府、文部科学省、経済産業省、総務省、外務省など関係府省の要請に基づき、関係国に対して機構が保有する宇宙技術を紹介し、相手国ニーズに基づく支援策の提案を行った。</li> <li>● 政府の要請を受け、平成25年度に続きトルコ政府の要望に対する協力として、トルコ超小型衛星のISS「きぼう」からの放出に向けた打上げ支援、防災監視に関するセンチネルアジアへの参加促進及び地震研究等の共同研究の推進、「きぼう」船外簡易取付け機構(Exham)利用に向けたトルコ政府及び研究者への技術支援等のキャパシティビルディング(人材育成・能力開発支援)を実施し、政府が推進するインフラ海外展開を支援した。</li> <li>● 新たに民間事業者の求めに応じた援助及び助言に係る活動として、中東地域の海外企業向けの衛星試験等に関する講義・研修の技術支援を受託し、同国の衛星技術者に対して衛星や試験設備に関する講義・研修等を実施した。またドバイ、バーレーン、メキシコ、インドネシアからのキャパシティビルディングに関する受注活動として、相手国の要望に対する技術協力・支援の実現に向けた調整を開始した。</li> <li>● JAXAはキャパシティビルディングを通じて日本企業の海外受注獲得を支援しており、平成26年度実績として、日本企業が海外衛星製造(1機)及び海外衛星打上げ(1機)の受注を獲得した。</li> </ul>

## I.4.(5) 効果的な宇宙政策の企画立案に資する情報 収集・調査分析機能の強化

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:** 宇宙開発利用に関する政策の企画立案に資するために、宇宙分野の国際動向や技術動向に関する情報の収集及び調査・分析機能を強化し、関係者等に対して必要な情報提供を行う。国内においては大学等とのネットワークを強化し、海外においては機構の海外駐在員事務所等を活用し、海外研究調査機関や国際機関との連携等を図る。

宇宙開発利用に関する政策の企画立案に資するために、国内外の宇宙開発利用に関する調査分析機能の拡充を図るとともに、情報発信を行う。国内においては大学等とのネットワークを強化し、海外においては機構の海外駐在員事務所等を活用し、海外研究調査機関や国際機関との連携等を図る。

### 1) 宇宙分野の国際動向や技術動向に関する情報の収集及び調査・分析機能の強化と情報提供

#### 実績:

国内外の宇宙開発利用に関する調査分析機能の拡充を図り、情報発信を行うため、以下の活動を実施した。

#### ①国内外情報の共有及びデータベースの構築・運用

- 政策関係者及び機構職員に海外速報を毎日配信(年間合計約1,200件)し、世界の最新情報をタイムリーに共有した。  
(メール配信登録者数: 政策関係者約150人、機構職員約1,100人)
- 約77ヶ国・地域の基礎資料を作成(毎年更新、主要国は年二回更新)し、政策資料の作成や委員会部会資料等の基礎情報として活用された。
- データベース(\*)の定常的運用を通じて日々情報の蓄積を図り(海外速報記事だけで年間1,200件)、政策関係者がいつでも利用可能な情報環境を継続的に提供した。(\* )平成25年5月に政策関係者と情報共有可能なデータベースを構築し運用開始。

#### ②テーマ別情報収集・調査分析

- 国際的な探査への参加に関わる政府の検討に資するため、宇宙探査に関する国際動向を調査し、その結果を政府の宇宙探査に関する検討会(平成27年3月)に提供し議論に寄与した。
- 新型基幹ロケットの開発において、米国の新興宇宙企業の動向や欧州の宇宙輸送事業の動向等について調査し、政府の宇宙輸送システム部会の審議や機構の新型基幹ロケットの開発方針検討に資した。
- 新たな技術試験衛星の開発に資するため、オール電化衛星などの欧米の最新技術動向や通信衛星の市場動向に関する調査を行い、機構の開発方針の検討に資した。
- 欧米露以外にもアジア周辺国で宇宙活動が活発化するなか、防衛省情報本部に対して主要国の宇宙政策やロケットの開発動向に関する情報提供を行った。(平成27年1月)

## 実績(つづき):

### ③情報発信及び情報提供

- ・ 国際的な宇宙探査への参加の在り方を巡り、宇宙探査に関する国内の議論と関心を喚起するため、プレス向けに米国のシンクタンクや学会等における探査に関する議論や検討状況を紹介した。(平成26年7月)
- ・ アジア地域で宇宙活動が活発化するなか、9年ぶりに日本で開催されるアジア・太平洋地域宇宙機関会議(APRSAF)に先立ち、アジアとの協力の活性化に向けた国内議論を喚起するため、プレス向けにAPRSAFの概要及びアジア地域における宇宙開発利用の最新動向と発展トレンドを報告した。(平成26年11月)

## 効果:

- ① 新型基幹ロケットや新たな技術試験衛星の開発、国際的な宇宙探査への参加の議論において、海外の政策動向や事業を取り巻く状況等を調査し、政府の部会等の審議や機構における開発方針検討に貢献した。
- ② メディア関係者に対して台頭するアジア宇宙活動や国際探査の動向など最新のテーマについて情報提供・発信をすることにより、国民の理解増進に貢献した。
- ③ 世界の宇宙活動に関する最新速報を政策立案関係者に毎日メールで配信し、政府の政策立案、運営及び機構事業の企画、運営に役立てた。

## 2)大学等とのネットワークの強化と海外研究機関等との連携

### 実績:

#### ① 海外研究機関等との連携

- ・ 宇宙に限らない大きな視点から背景要因や変化の潮流を的確に理解し今後の政策検討に資するため、国際関係の分野で第一級のシンクタンクである仏国際問題研究所(IFRI)と共同調査を行い、その結果を国内の政策関係者とも共有した。(平成27年3月)
- ・ SpaceXなど新興宇宙企業が台頭する米国の宇宙をとりまく国際環境や政策動向を理解し今後の政策検討に資するため、国家安全保障分野で世界第1位と評価されている米戦略国際問題研究所(CSIS)と共同調査を実施した。

(\*1)「世界のシンクタンク・ランキング」(2014年、ペンシルベニア大学公表)でIFRIはフランストップ、CSISは国家安全保障分野で世界第1位と評価されている。

## 2)大学等とのネットワークの強化と海外研究機関等との連携(つづき)

### 実績(つづき):

#### ② 大学等とのネットワーク強化

- 宇宙を取り巻く問題について、宇宙以外の異なった視点から議論することを目的に、東京大学公共政策大学院と「宇宙ガバナンス研究会」を継続的に行っている。今年度は日米アジアの宇宙政策の歴史的観点からの検討を実施。APRSAFにおいてアジア各国の宇宙機関の有識者と歴史研究WSを開催(平成26年12月)し議論を深めた。
- 欧州からの視点をテーマに、仏国際問題研究所(IFRI)研究者との意見交換を行った(平成27年3月)。これらの検討をもとに、政策ハンドブックの取りまとめを進めている。
- 日米の宇宙ベンチャーをとりまく環境や課題等を理解し、今後の産業振興の議論に資することを目的に、立命館大学大学院と新規に共同研究を実施した。

### 効果:

- ① 世界の動向について、第一級の研究機関との共同研究を通じて、宇宙だけでなく外交・安全保障、産業振興など異なった視点からの情報提供を行い、政府の政策立案に貢献した。

評価結果	評定理由(総括)
<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">B</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。また、「研究開発成果の最大化」に向けた成果を創出し、着実な業務運営を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 新型基幹ロケットや新たな技術試験衛星の開発、国際的な宇宙探査への参加の議論において、海外の政策動向や事業を取り巻く状況等を調査し、政府の部会等の審議や機構における開発方針検討に貢献した。</li> <li>● 世界の動向について、第一級の研究機関との共同研究を通じて、宇宙だけでなく外交・安全保障、産業振興など異なった視点からの情報提供を行い、政府の政策立案に貢献した。</li> <li>● メディア関係者に対して台頭するアジア宇宙活動や国際探査の動向など最新のテーマについて情報提供・発信をすることにより、国民の理解増進に貢献した。</li> <li>● 世界の宇宙活動に関する最新速報を政策立案関係者に毎日メールで配信し、政府の政策立案、運営及び機構事業の企画、運営に役立てた。</li> </ul>

## I.4.(6) 人材育成

平成26年度 内部評価 A

**中期計画記載事項:** 宇宙航空分野の人材の裾野を拡大し、能力向上を図るため、政府、大学、産業界等と連携し、大学院教育への協力や青少年を対象とした教育活動等を通じて外部の人材を育成するとともに、外部との人材交流を促進する。

### ①大学院教育等

**中期計画記載事項:** 先端的宇宙航空ミッション遂行現場での研究者・技術者の大学院レベルでの高度な教育機能・人材育成機能を継承・発展させるため、総合研究大学院大学、東京大学大学院との協力をはじめ、大学共同利用システム等に基づく特別共同利用研究員制度及び連携大学院制度等を活用して、機構の研究開発活動を活かし、大学院教育への協力を行う。

宇宙航空分野における最前線の研究開発現場において研究者・技術者の大学院レベルでの高度な教育機能・人材育成機能を継承・発展させるため、以下の協力活動を実施する。

- ・ 総合研究大学院大学との緊密な連携及び協力による大学院教育として宇宙科学専攻を置き、博士課程教育(5年一貫制等)を行う。
- ・ 東京大学大学院理学系及び工学系研究科による大学院教育への協力を行う。
- ・ 大学の要請に応じ、特別共同利用研究員、連携大学院、その他その大学における教育に協力する。

### 特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

- ・ 平成23年度から平成27年度までを対象とした第4期科学技術基本計画が平成23年8月19日に策定され、「人材とそれを支える組織の役割の一層の重視」という基本理念の下、大学院教育の抜本的強化、博士課程における進学支援およびキャリアパスの多様化、技術者の養成および能力開発などの推進が求められている。
- ・ 文部科学省は、平成24年6月に日本が直面する課題や将来想定される状況をもとに、目指すべき社会、求められる人材像・目指すべき新しい大学像を念頭においた大学改革の方向性を、「大学改革実行プラン」としてとりまとめた。この中において、平成25～26年度は、改革実行のための制度・仕組みの整備、支援措置の実施を行う「改革集中実行期」と位置付けられている。
- ・ また、文部科学省科学技術・学術審議会学術分科会研究環境基盤部会においては、H27年1月に「共同利用・共同研究体制の強化に向けて」をとりまとめ、この中において、共同利用・共同研究体制の教育への貢献促進に向けた改革として、連携大学院の仕組みの活用に向けた改革や総合研究大学院大学との双方向連携促進に向けた改革の必要性、重要性を指摘している。

宇宙航空分野における最前線の研究開発現場において研究者・技術者の大学院レベルでの高度な教育機能・人材育成機能を継承・発展させるため、以下の協力活動を実施する。

- ・ 総合研究大学院大学との緊密な連携及び協力による大学院教育として宇宙科学専攻を置き、博士課程教育(5年一貫制等)を行う。
- ・ 東京大学大学院理学系及び工学系研究科による大学院教育への協力を行う。
- ・ 大学の要請に応じ、特別共同利用研究員、連携大学院、その他その大学における教育に協力する。

実績: 26年度においては、総数245人の学生を受け入れ、大学院教育への協力を行った。内訳を以下の図に示す。

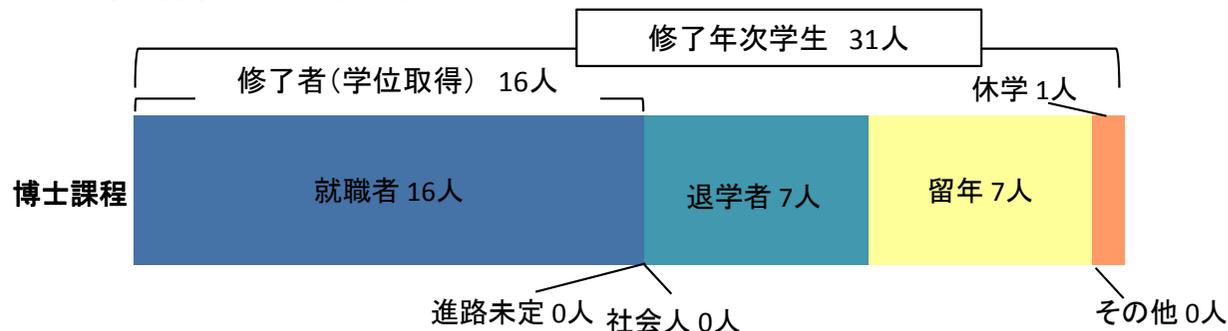
◆大学共同利用システム関係 全学年受入総数 178人 (うち修士課程 101人、博士課程 77人)

(総合研究大学院大学27人、東京大学大学院(学際講座) 104人、特別共同利用研究員 47人)

●修士課程 修了年次学生の状況



●博士課程 修了年次学生の状況



<修士課程> (括弧内は前年度数値)

学位授与率: 93%(95%) 就職率: 98%(96%)  
退学率: 2%(3%)

<博士課程> (括弧内は前年度数値)

学位授与率: 52%(56%) 就職率: 100%(100%)  
退学率: 23%(6%)

\* 1: 「修了者」とは、必要単位を全て取得し、学位論文を提出した者で、修了年次者から留年・休学・退学者を除いた者。

\* 2: 「就職者」とは修了者から進学者・進路未定者・社会人学生を除いた者。(就職率についても同じく進学者・進路未定者・社会人学生を除いて算出)

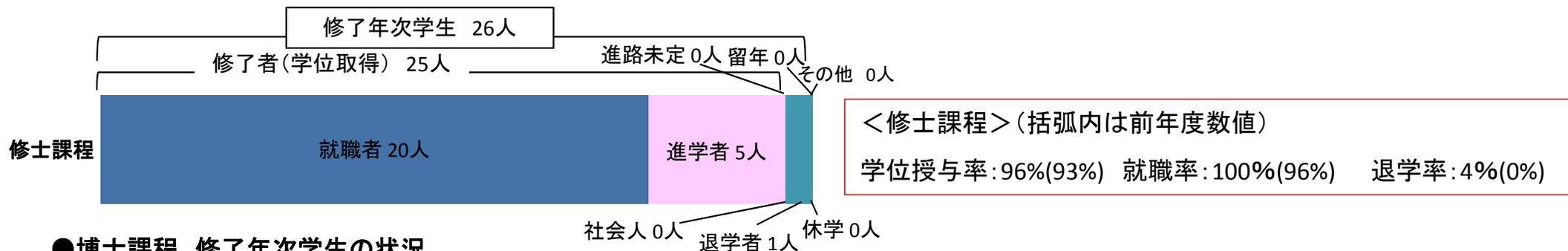
\* 3: 「学位授与率」とは、修了年次者数に対する修了者(学位取得者)数の割合。

\* 4: 「特別共同利用研究員」とはJAXA宇宙科学研究所での研究指導を希望する大学院学生を対象とし、所属する大学院研究科からの委託を受けて、一定の期間、特定の研究課題に関して研究指導を行うもの。単位の認定、学位論文の審査、学位の授与等については、学生の所属する大学院で行われる。

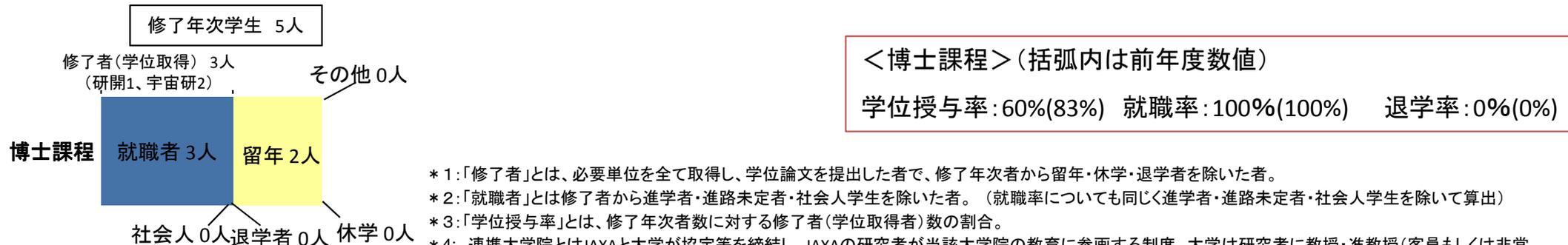
## ◆連携大学院関係 全国24大学と協定、全学年受入総数 67人(うち修士課程 53人 博士課程 14人)

(航空本部 20名、宇宙科学研究所 27名、研究開発本部 9名、宇宙輸送ミッション本部 9名、月・惑星探査プログラムグループ 2名)

### ●修士課程 修了年次学生の状況



### ●博士課程 修了年次学生の状況



- \* 1: 「修了者」とは、必要単位を全て取得し、学位論文を提出した者で、修了年次者から留年・休学・退学者を除いた者。
- \* 2: 「就職者」とは修了者から進学者・進路未定者・社会人学生を除いた者。(就職率についても同じく進学者・進路未定者・社会人学生を除いて算出)
- \* 3: 「学位授与率」とは、修了年次者数に対する修了者(学位取得者)数の割合。
- \* 4: 連携大学院とはJAXAと大学が協定等を締結し、JAXAの研究者が当該大学院の教育に参画する制度。大学は研究者に教授・准教授(客員もしくは非常勤)を発令・委嘱し、研究者はこれに基づき担当学生を受け持つことが可能となり、大学院生はJAXAにおいても研究(学位論文を含む)指導を受けることができる。

- 受入れ学生による学会での論文発表数329件(387件)、査読付き論文数は66件(64件)、特許出願は0件(1件)であった(括弧内は前年度数値)。
- 主な受賞実績: ①「ISEM2014 Then Excellent Poster Session Award (ISEM 2014)」、②「Best Student Award (10<sup>th</sup> Asian Microgravity Symposium-2014)」、③「第58回宇宙科学技術連合後援会学生セッション最優秀賞(宇宙科学技術連合講演会)」等21件の受賞。
- 航空宇宙産業及び大学(就職40名(昨年度58名))、その他産業分野(就職38名(昨年度39名))への人材育成に寄与。修士課程修了者においては、JAXAの他、IHI, MHI, 三菱電機、日立、東芝、三井物産、トヨタ自動車、東日本旅客鉄道、パナソニック、NTTデータ等宇宙航空関連から幅広い産業一般へ、また博士課程修了者については、JAXAの他、MHI、シーメンスインダストリアルソフトウェア、NEC、東芝といった宇宙航空関連企業や原研、名古屋大学、国立天文台(学振PD)に就職。
- PDCAの一環として、博士号取得人材の終了後5年間の追跡調査を実施。定年制への就職は19%、任期付への就職は74%であった。任期付のうち、修了後5年程度では、51%が任期内であるため、今後も追跡調査を実施予定。
- 大学側のニーズに応じた取り組みとして、航空宇宙産業はもとより幅広く産業の発展に寄与できる人材の育成強化を目指す博士課程リーディング大学院名古屋大学「フロンティア宇宙開拓リーダー養成プログラム」及び東北大学「グローバル安全学トップリーダー養成プログラム」に講師を派遣。

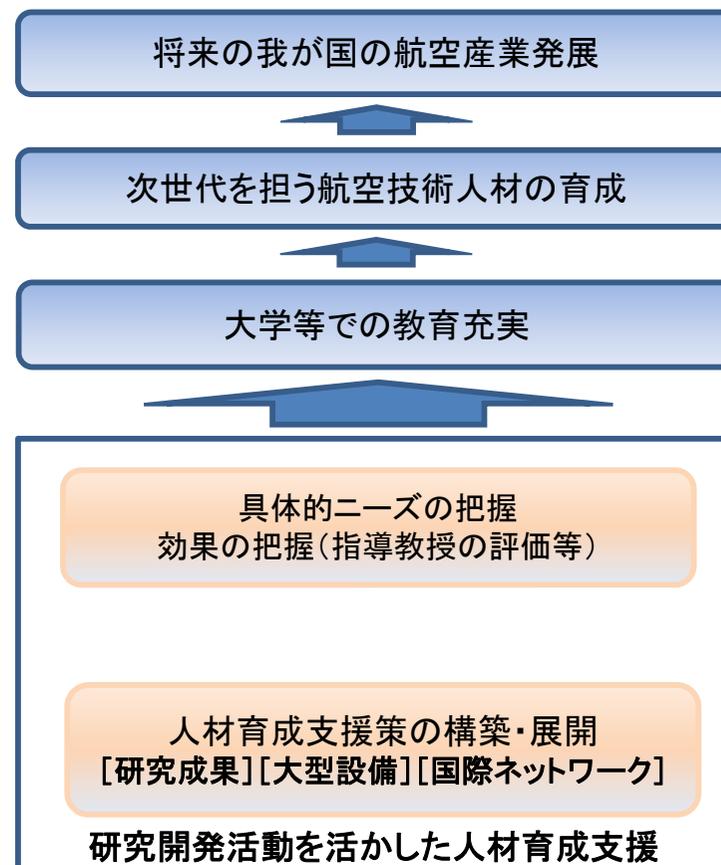
## 特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

第4期科学技術基本計画を踏まえて文部科学省研究計画・評価分科会が、平成23年8月に「今後の研究開発の方向性」として以下を盛り込んだ「航空科学技術に関する研究開発の推進方策について」を策定。この中で、①「出口志向の研究開発プロジェクト」、「戦略的な基礎・基盤研究」、③「人材育成」が重要事項として位置づけられ、JAXAは、航空科学技術に係る研究開発の中核組織として、航空技術者を目指す若者等への魅力的で実践的な教育機会の提供を重点的に推進していくことが重要とされている。

航空分野における人材育成に資するため研究開発活動を活かした大学・大学院教育への協力を行う。

### 【基本的考え方】

- 大学等での教育を企業が求める実践的な人材育成につなげることを目的として、JAXA 航空の研究開発活動を活かした人材育成支援を実施するため、JAXA航空が有する
  1. 研究成果
  2. 大型設備を用いた試験等
  3. 国際ネットワーク
 等を活かした、魅力的で実践的な教育機会を提供。
  
- 24年11月に日本航空宇宙学会と連携して学会の中に設置した「航空教育支援フォーラム」での活動をベースに、25年度から本格的活動を実施。
  
- 航空教育支援フォーラム等における大学・企業のニーズを把握したうえで支援策を構築・実践展開し、指導教授等による評価等効果を把握し、推進。
  
- JAXA航空の研究開発活動を活かした大学等での教育の充実により、将来の航空産業発展に結び付くような次世代を担う航空技術人材の育成を支援する。



## 1. JAXAの研究活動を活かしての大学指導教官を通じた育成

### 実績: 数値流体力学(CFD)教育支援ツールを活かした教育スタイルの提案および実施

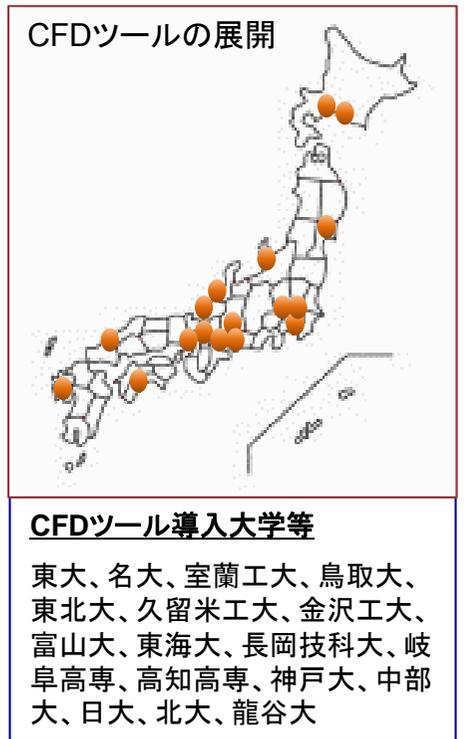
コンピュータ環境が不十分な大学等でも実践的なCFDの教育を可能とした数値流体力学(CFD)教育支援ツールを、26年度には5大学に提供(累計15大学2高専)し、さらに提供だけにとどまらずCFDツールを活かした教育スタイル「CAD設計-CADデータに基づく3Dプリンタによる風洞模型製作-当該模型での風洞試験-CFD解析との比較検証」という航空機設計から空気力学的検証まで、一貫して実施できる実践的教育プログラムを提案し、名大の協力のもとで実施した。

効果: CFDツールは、航空教育支援フォーラムにおける利用者からの報告等によって新たな導入依頼があるなど、高い評価が得られており、大学等での実践的教育の充実に貢献した。また、名大との協力で実施した新たなスタイルでの教育プログラムにおいても、学生や指導教授から実践的であるとの高評価を得た。

### 実績: IFARネットワークの活用による海外機関との交流機会の提供

IFARの枠組みを利用して海外機関の研究者と学生が交流できるように、IFARlink(研究者の交流を目的としたバーチャルな枠組み)に学生も参加できるように制度設計し、東大・東北大の学生が参加した。さらにその発展形として、IFARの枠組みを通して東北大の学生1名がDLRに留学した。

効果: IFARlinkという、海外の研究者との知的・人的な国際交流の場を、新たに学生に提供することによって、学生がグローバルな知見を身に付けることに貢献した。さらに、IFARlinkの枠組みを通じて学生1名のDLRに留学を実現させ、グローバル人材の育成に貢献した。



## 2. JAXAの研究活動への学生の参加機会の提供

### 実績: JAXA設備を使用した試験や実験への参加機会の提供および技術研修生等の受入

東大と連携して企画した「大学(基礎研究)・JAXA(応用研究)・企業(実機開発)による基礎から実用に至る一貫通貫な講義」の中で、26年度においては、座学と大型設備試験体験が連動したプログラムとすべくJAXAで実施し、JAXAならではの実践的なカリキュラムとした。また、個別大学との連携、連携大学院制度、技術研修生受入制度による最先端技術に接する機会・各種実験参加機会の提供などを実施。(受入学生約150人)

効果: 参加した学生や指導教授による評価も高く、27年度以降の実施も要請されるなど満足度の高い成果となり、JAXAにしかできないJAXAの研究成果と大型試験設備を活用した実践的教育機会の提供により、大学教育の充実に貢献した。

参考: **社会人教育** 航空産業の中核である中部地区の航空技術人材育成を目的として、愛知県や名大との連携により、CFDや実験用航空機「飛翔」等を利用する等、JAXA航空の研究活動を活かした実践的な社会人向け教育プログラムを実施。

## ②青少年への教育

**中期計画記載事項:** 学校に対する教育プログラム支援、教員研修及び地域・市民団体等の教育活動支援等の多様な手段を効果的に組み合わせ、年代に応じた体系的なカリキュラムの構築を行うことで、青少年が宇宙航空に興味・関心を抱く機会を提供するとともに、広く青少年の人材育成・人格形成に貢献する。また、宇宙航空教育に当たる人材の育成を的確に行う。具体的には、地域が自ら積極的に教育活動を実施し、さらに周辺地域にも活動を波及できるよう、各関係機関と連携し地域連携拠点の構築を支援するとともに、教員及び宇宙教育指導者が授業や教育プログラムを自立して実施できるよう支援する。

(a) 学校や教育委員会等の機関と連携して、宇宙航空を授業に取り入れる連携校を年80校以上、教員研修・教員養成への参加数を年1000人以上とする。

(b) 社会教育現場においては、地方自治体、科学館、団体及び企業等と連携して、コズミックカレッジ(「宇宙」を素材とした、実験・体験による感動を与えることを重視した青少年育成目的の教育プログラム)を年150回以上開催する。また、全国各地で教育プログラムを支えるボランティア宇宙教育指導者を中期目標期間中に2500名以上育成する。

(c) 機構との協定に基づき主体的に教育活動を展開する地域拠点を年1か所以上構築するとともに、拠点が自ら積極的に周辺地域に活動を波及できるよう支援する。

学校に対する教育プログラム支援、教員研修及び地域・市民団体等の教育活動支援等の多様な手段を効果的に組み合わせ、年代に応じた体系的なカリキュラムの構築を行うことで、青少年が宇宙航空に興味・関心を抱く機会を提供するとともに、広く青少年の人材育成・人格形成に貢献する。また、宇宙航空教育に当たる人材の育成を的確に行う。具体的には、地域が自ら積極的に教育活動を実施し、さらに周辺地域にも活動を波及できるよう、各関係機関と連携し地域連携拠点の構築を支援するとともに、教員及び宇宙教育指導者が授業や教育プログラムを自立して実施できるよう支援する。

## ■ 第3期中期目標期間における数値目標の達成状況

### .4.(6) 人材育成

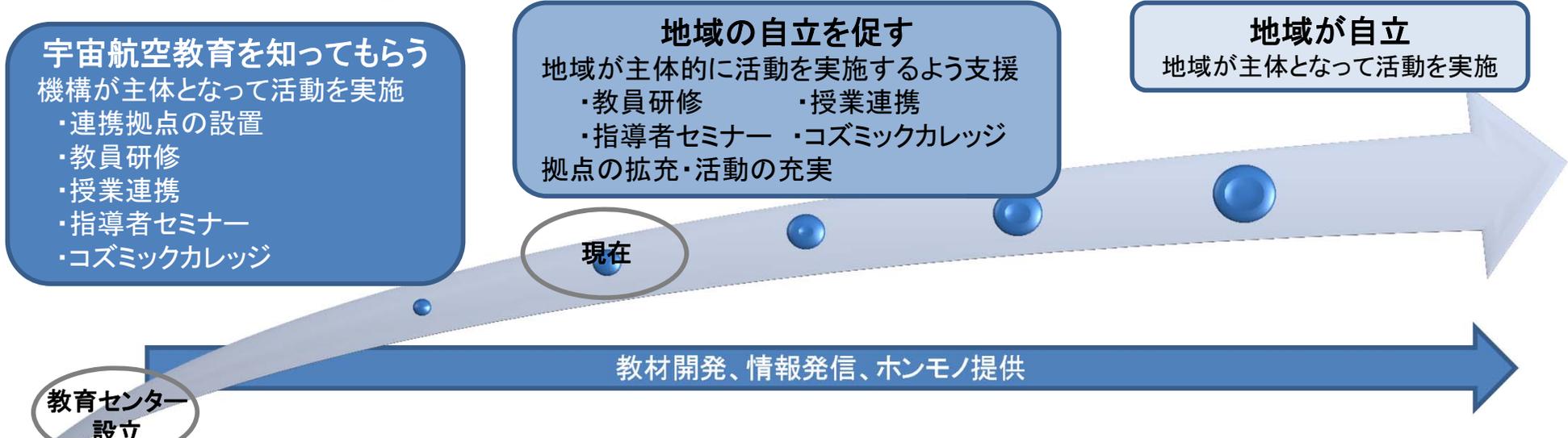
上段：中期計画／年度計画に定めた目標

下段：当該年度における実績

	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	中期期間計
宇宙航空を授業に取り入れる連携校 (団体)	80	80	80	80	80	
	<b>162</b>	<b>117</b>				
教員研修・教員養成の参加数 (人)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
	<b>1,897</b>	<b>1,020</b>				
宇宙教育指導者の育成数 (人)	500	500	500	500	500	2,500
	<b>947</b>	<b>645</b>				
コズミックカレッジの開催数 (回)	150	150	150	150	150	
	<b>317</b>	<b>338</b>				
人材交流 (人)	500	500	500	500	500	
	<b>852</b>	<b>806</b>				

宇宙航空教育の位置づけ

事業の目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・宇宙航空に興味・関心を抱く機会を提供し、青少年の人材育成・人格形成に貢献する。</li> <li>・宇宙航空教育の指導者の育成を的確に行う</li> </ul>	
最終目標	学校教育現場における取り入れと地域の社会教育における主体的実施	
戦略	<p><b>学校教育支援</b></p> <p>教員が宇宙航空を取り入れた授業を自立して実施できるよう支援する。</p>	<p><b>社会教育支援</b></p> <p>学校外でも宇宙航空を取り入れた教育プログラムを自立して実施できるよう支援する。</p>
具体的施策	<p>教員研修・教員養成 (年1000人)</p> <p>授業連携 (年80校)</p>	<p>宇宙教育ボランティアの育成</p> <p>年齢別・体験型科学教室 コズミックカレッジ(150回)</p> <p>主体的に活動する地域拠点(年1か所以上)</p> <p>宇宙航空教育教材の開発・提供</p> <p>国際活動(宇宙航空教育を手段とした国際協力)</p>



【教育現場への取り入れ】宇宙航空を素材にした授業が学校現場で実施されるための支援として、中期計画に従い教員研修・教員養成を1000人以上に対し実施する。

- 実績:**
- 全国16都道府県の28箇所で計32回、合計参加者1,020人に対し教員研修を実施した。また、大学(長崎大学)の教員養成講座において授業を実施した。200名に対し宇宙航空教育の講義を実施した。
  - 研修終了時アンケートで、多くの先生から「写真やデータ、模型を使うと理解度が上がる。そうした教材がJAXAにたくさんあることを知ることができた」「教える持ち球が増えそうである」「さっそく使ってみたいので、もう少し利用しやすいように工夫して頂きたい」との意見があった。

**効果:** JAXA研修には教育委員会から、新規依頼、学校新設に向けた研修依頼などもあり、期待の声が寄せられている。

- 天文・地学系を実験を交えて研修してくれる数少ない機会
- 理科に限らず命・自然につながる幅広い貴重なもの
- 来年も実施してほしいとか新規に参加希望する先生が年々多くなっている

これは、様々な科目があるにも関わらず毎年の継続実施率40%という高い数字に表れている。また、毎年の継続ではなくても3,4年後にまた実施するローテーション研修に位置づけているところもあり、教育委員会はJAXA研修を効果のあるものと高く評価していると考えられる。



教員研修 (月と地球大きさ比べ)

【教育現場へのサポート】教材・教育方法等を展開することにより宇宙航空を授業に取り入れる連携校の拡大に取り組み、80校以上との授業連携を行う。

- 実績:**
- 全国25都道府県の117校(132授業、延べ14,042名の生徒)に対し、機構職員が授業を講義や実験を行うことで支援する授業連携を実施した。特に、立川市立新生小学校を宇宙教育の指定校に設定。「自ら学びを創る子どもの育成」への手だてとして「話し合いたくなる学習課題」を昨年度より学校として設定、全学年において宇宙を教材の一部として活用することとした。2年生国語では「宇宙ミッションロゴの作成」を実施。「一人一人の思いを伝える」や「話し合っただけで楽しく作ることの大切さ」を子どもたちが理解。5年生の家庭科では宇宙食を使って授業を実施。「食」を通しての話し合いなど話し方の大切さを子どもたちが理解。また、金井宇宙飛行士のメッセージ「がんばれば夢はかなう」に影響を受け、子どもたちが夢について語る姿が多く見られるようになり、先生方から宇宙は教材として有用との報告があった。
  - 教育委員会系の連携18拠点全てにおいてJAXAの経費負担のない宇宙授業の実施を達成した。

- 効果:**
- 先生からの授業連携実施後の報告の9割以上で、「(先生による)授業をJAXA職員が補強する連携授業は、単元学習過程で疑問や課題を抱えた児童生徒にとって有意義。」「興味のある子にとっては夢がぐっと近づき、具体的な目標を持てるようになった。」「興味のない子でも面白さ、楽しさに気づき、自信を持つことに繋がっている様子。」「宇宙現場の本物の言葉は生徒への影響が大きい」等の効果があったとのこと。
  - 新生小学校で全学年で宇宙を素材として授業に導入した結果、①生徒の変化が見られ、②先生の授業手法の幅が広がり、③学校の設定課題(自ら学びを創る子どもの育成:学び合いで育む「言葉の力」)の達成に大きく貢献したとの評価を得た。



小学校での授業連携 (アルコールロケット)



中学校での授業連携 (真空実験)



高校での授業連携 (耳骨模型)

**【社会教育実施人材の育成】**地域に根付いた自立的な実践教育の普及を目指し、全国で実践教育を実施する宇宙教育指導者(宇宙教育ボランティア)を500名以上育成する。

**実績:** 宇宙航空教育の意義及び社会教育現場での教育素材として宇宙航空をどう使うかを講義する宇宙教育指導者(SEL)セミナーを全国17都道府県25箇所で開催し、計645人が参加した。全国のコズミックカレッジ等のイベントで活躍する人材を、累計5,916人育成した。

**効果:** 地域での社会教育に宇宙航空を使うために、①SELセミナーを受講→②受講者が地域で主体的にコズミックカレッジを企画・開催、というサイクルが全国規模で構築され、継続開催率が上がった。  
 ・セミナー受講後、JAXAが用意する活動機会に参加する受講生が増えており、中には即座に自ら主宰して教育プロジェクトを実施する受講生もあり、宇宙教育活動に参加するきっかけとなっている。

**【地域が主体となった教育の実践】**より多くの子供たちが参加・体験できる機会の増大を目的に、コズミックカレッジを全国で計150回以上開催する。

**実績:** 年齢別の体験型科学教室(コズミックカレッジ)を熊本、栃木を除く**全国の都道府県45箇所**で**338回**実施し、**23,689人**が参加した。  
 全国の科学館や博物館、教育委員会等800箇所に案内資料を配布し、要望を丁寧に聞き取って、地域の活動しやすさを意識した提案を心掛けた結果、開催申し込みが増え新規地域主催者増につながった。

\* 宇宙の学校は複数回のスクーリングによるプログラムであるが、会場と参加者は基本的に同じなので1単位でカウント

平成26年度 コズミックカレッジ	(平成27年3月31日現在)	
一日コース	280回	18,598名
合宿コース(ホンモノ体験プログラム)	7回	104名
宇宙の学校*	51会場	4,987名
<b>合計</b>	<b>338回</b>	<b>23,689名</b>

**効果:** 年齢別体験型のコズミックカレッジについては、地域の要望を丁寧に聞き取り、例えば講師紹介要望があればその地域の近くに居住する経験豊富な他の地域主催者を紹介したりと地域間の連携を促したり、開催申し込み時期も地域主催者が計画を調整しやすいよう工夫をしたことで、**前年度の主催者116団体のうち約9割の106団体が初回の機構支援開催の後、平成26年度も主体的に継続開催**した(うち1割は継続希望でも予算削減や指導者の異動等の影響で継続できなかった模様)。さらに、参加した子供たちの中から学校の実験などで活躍する人材が育ってきており、過去のコズミック参加者が地域の宇宙教育プログラムを支援するようになってきている。

- JAXAと連携することで、ある程度完成された教材を使え、科学館のないところでも科学館と同じようなプログラムを提供できるため、子供たちに地方にいても手が届くと感じさせることができるとの評判。
- JST(科学技術振興機構)のサイエンスキャンプにおいて、全66プログラムの中でJAXAキャンプ(合宿コース)は応募倍率が1,2を争うほど人気の高いプログラムとなっており、人気が定着した。
- 年間を通じての家庭教育に宇宙を導入することで、家庭内で「学び」を通した「絆」が生まれ、子どもたちは学ぶことを肯定的にとらえるようになり学校教育へも良い影響を与えている(国分寺教育委員会)
- だいち2号の打上げ子供一日宇宙記者に参加した東京の生徒は、校内発表、区のイベント「環境展」での発表、区の教育広報誌記事掲載、区のケーブルテレビでの紹介と自ら主体的に区の方々に体験レポートを広げてくれた。
- 宇宙は「理科」だけではなく“多角的な教育素材”として、有効と位置付け、地域にとって必要かつ他にはない魅力的な青少年科学教育プログラムとして認識され、定着、拡大、浸透した。



1日宇宙記者「だいち2号」



東京都北区『環境展』での1日宇宙記者「だいち2号」の発表

【地域の自立的活動の拠点】機構との協定に基づき主体的に教育活動を展開する地域拠点を1か所以上構築するとともに、拠点が自ら積極的に周辺地域に活動を波及できるよう支援する

**実績：**新たに(独)科学技術振興機構、八王子市教育委員会の2か所と連携協定を締結した。  
連携協定の締結先は合計30か所となった。

**効果：**連携拠点では、地域の学校への周知、授業連携を希望する学校のとりまとめ、社会教育活動の企画・運営などの活動を実施している。拠点による講師等の予算確保は宇宙教育の継続に大きな力となっている。

▶ 主体的活動の例と波及効果

- ・鹿児島県立中高一貫校の創設(平成27年4月開校予定)にあたり、地域の活性化につながる特色ある学校づくりのためのJAXAとの連携による総合学習「シリーズ宇宙学」のテキスト作成や教職員研修に協力した。その結果、県内外から高い関心を集め学校説明会での親子アンケートでは学校への期待の上位に「宇宙学」が挙げられ、中学入試は4倍強の受験があった、開校後は連携授業を実施する予定。また、他からも宇宙教育を教育の柱の一つに据えた学校の設立に関する協力の依頼が来ている。
- ・連携拠点地域では、教育コミュニティでの活動の一つとして「宇宙教育」が定着してきている。また、拠点地域外からも宇宙教育活動への参加があり、連携拠点協定締結の要請、授業連携、コズミック開催など拠点周辺地域にも波及している。



鹿児島県立桶井中学校・高等学校見学会  
参加者(生徒・保護者)対象講演会

【教育支援のための教材】各種教材の開発・製作を行う。

**実績：**理科関係12種類(宇宙の学校 家庭学習用教材5種、指導案付き活動教材4種)、道徳教材3種類の開発・制作を行い、各地の宇宙航空教育の現場で使用された。  
本年度の活動において、これまでに開発した全教材約160種類のうちの8割(約130種類程)を延べ数約20万部配布している。

**効果：**宇宙教育教材を見た教諭自身が刺激され、教材や授業展開の研究、工夫など授業の質の向上を楽しんで取り組んだとの報告があった。またその結果、多くの生徒が興味を持って学習に取り組み、普段より意見を出す子供が増えたとの効果があった。また地区の研究授業の素材としても活用され、「興味を持って取り組める素材として宇宙教材は有効」との講評を頂いている。

・10月8日の皆既月食の際、月食観察キャンペーンを行い、写真・スケッチの投稿を呼びかけた。今回、月食の時間帯が早く大人の参加が難しかったためか写真の投稿数は少なかったが、学校や家庭で行ったスケッチの投稿が多く、半年後の月食でまたスケッチを行いたいというコメントが数多く添えられていた。観察の魅力に気づききっかけとして貢献できたと考えられる。



皆既月食の教材(上)  
投稿写真・スケッチ(左)

【国際活動】海外宇宙機関との連携による宇宙航空教育活動を進め、教育活動における国際協力事業を推進する。

- 実績:**
- カナダトロント市で開催された国際宇宙会議(IAC)に日本から学生10名(全体で59名)を派遣し、海外の研究者及び学生との交流を行うと共に、現地日本人補習授業校の全学年(幼稚部～高等部)に対し学生による出前授業を行った。ISEBの国際派遣学生でトロント市の小学6年生約200名をIAC会場に呼びアウトリーチ活動を行った。
  - アジア太平洋地域宇宙機関会議(APRSAF)が日本で開催され、宇宙教育分科会の枠組みでの国際水ロケット大会を開催し、過去最大の17か国、生徒72名が参加した。また、ポスターコンテストを開催し、12か国から36点の出展(日本からは15,443点の中から3点出展)があった。
  - 昨年度に行われたニュージーランド宇宙教育セミナーに参加した大学生と連携し、7月に現地の高校生と大学生約25名を対象に相模原と結んで宇宙科学についてのWeb授業を行った。



APRSAF国際水ロケット大会

- 効果:**
- トロント日本人補習授業校の初等中等部の校長より出前授業の教材・教具がよく工夫されていて、子ども達が実際に体や頭を通して学ぶ活動が組み込まれていたという評価があった。また、高等部の校長より大学生のような年の近い先輩から教えてもらうことは彼らの進路を考えるうえで現実味があり、大変貴重な経験となる、ぜひ続けてほしいとの発言があった。
  - 国際水ロケット大会に日本から参加した6人の生徒は地元のメディア等で取り上げられ、その経験を学校内外に紹介する活動をした。また、佐賀県からの代表は、より高度な水ロケットの開発に取り組んでいる。さらに過去の代表がCanSat甲子園で2位となり、引き続き航空宇宙分野で活躍している。今年の水ロケット大会では、日本で開催したが、過去の水ロケット大会に参加した日本代表の生徒が社会人としてSELを取得し、今回の水ロケット大会のボランティアする等、過去の参加者の活躍がみられる。



トロント補習授業校の出前授業の様子

### ③その他人材交流等

**中期計画記載事項:** 客員研究員、任期付職員(産業界からの出向を含む)の任用、研修生の受け入れ等の枠組みを活用し、国内外の宇宙航空分野で活躍する研究者の招聘等により、大学共同利用システムとして行うものを除き、年500人以上の規模で人材交流を行い、大学、関係機関、産業界等との交流を促進することにより、我が国の宇宙航空産業及び宇宙航空研究の水準向上に貢献する。

客員研究員、任期付職員(産業界からの出向を含む)の任用、研修生の受け入れ等の枠組みを活用し、国内外の宇宙航空分野で活躍する研究者の招聘等により、大学共同利用システムとして行うものを除き、中期計画に従い、年500人以上の規模で人材交流を行う。

#### 実績:

大学、関係機関、産業界等との人材交流を促進し、外部人材の受入れ(806名(国・大学等から386名、国際トップヤングフェロー・プロジェクト特別研究員として59名、産業界から361名))を行ったほか、機構から外部機関への派遣(73名)を行うなど多様な人材の活用に努めた。外部から受け入れた人材は、専門的知見をもって機構のプロジェクト・研究開発の進展へ貢献する他、機構で得られた経験を出向元での業務に生かし、出向元における宇宙航空分野の研究開発能力の向上に貢献している。

また機構職員が大学等の教職員に転身し、その専門能力を活用し、教育・普及に従事する等、日本全体の産業及び研究の水準向上に貢献している。

具体例として、以下のような例があった。

- 経験を元に、機構において航空機事故のおもな要因の一つとなっている晴天時の乱気流を検知する航空機搭載用のドップラーライダー装置のシステム設計開発に従事、従来技術では見ることができなかった晴天乱気流を常時監視しながらの運航が可能となり、より航空機の安全性に寄与している。
- 数値シミュレーションを専門とするポスドクをプロジェクト研究員として受け入れ、数値シミュレーション技術を活用した機構プロジェクト支援業務に従事、世界初のヒドラジンの燃焼シミュレーションや無重力下での流体挙動評価技術を構築し、機構プロジェクトの効率的実施に大きく貢献している。
- 地球観測データの解析技術、利用技術を機構で身に付けることにより、出向元機関における業務へ貢献、さらに出向元内で他職員への教育も行うことで、ユーザーの拡大・能力向上に貢献している。
- 機構職員が4出向元での名、大学の宇宙航空分野の教授に就任した。教育・研究を通して、すそ野の拡大、次世代人材の育成に貢献している。

評価結果	評定理由(総括)
<h1 style="font-size: 48px; margin: 0;">A</h1>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。さらに、我が国の「研究開発成果の最大化」に向け、宇宙航空分野の人材の裾野拡大、能力向上に関して顕著な成果を創出した。平成26年度の主な成果は以下のとおり。</p> <p><b>● 青少年向け教育の飛躍的な浸透</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 「コズミックカレッジ」は、宇宙をテーマにした科学教育を通して、科学の楽しさや不思議さに触れ、科学への関心や探究意欲を喚起し、子どもたちが豊かな心を育むことを目的に行う小中学生向け体験型科学教室である。それぞれの地域が青少年育成事業として自主開催し、事業が継続されることを目指し、教育委員会や団体等とJAXAとの共同事業として開催している。</li> <li>➤ 機構は、全国の科学館等に告知活動を行い新規実施団体の増加を図ってきたほか、地域の指導者に対し、初回の実施にあたり指導プラン案の提示やコンサルテーションを丁寧に行う等の努力を続けてきた。また、宇宙教育指導者育成セミナーを開催し、コズミックカレッジの理念やノウハウを知っていただく活動を実施してきた。</li> <li>➤ 上記の活動を通じ、地域の中に主導的立場の人材が生まれ、チームとして機能し始めた。また、宇宙は「理科」だけでなく「諦めない心」等を養成する効果も期待できる素材であることから、指導者自身が”多角的な教育素材”として有効と位置づけ、地域にとって必要かつ他にはない魅力的な青少年科学教育プログラムとして地域の指導者に認識され、<b>一過性のイベントではなく定着、拡大、浸透</b>した。</li> <li>➤ その結果、平成26年度は、<b>全国45都道府県で目標(150回)の2倍を超える338回のコズミックカレッジを実施した</b>。特に、<b>経費を含め、自主的に昨年に引き続き地域で開催する主催者団体数は全体の9割</b>という高い継続率を達成した(平成25年度主催者116に対し、26年度に継続実施した主催者は102)。</li> <li>➤ さらに、学校教育においても<b>目標の80校を上回る117校(達成率146%)と連携授業を実施した</b>。連携拠点における教育活動では、地域、拠点側で予算を確保、<b>18拠点全てにおいてJAXAの経費負担のない宇宙授業の実施を達成した</b>。</li> </ul> <p>上記以外の人材育成の取り組みにおいても年度計画を着実に実施、すべての数値目標を達成。大学院教育への協力や青少年を対象とした教育活動を通じて外部の人材を育成するとともに、外部との人材交流を促進した。</p>

## I.4.(7) 持続的な宇宙開発利用のための環境への配慮

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:** 政府によるCOPUOS や宇宙空間の活用に関する国際的な規範づくり等に関する取組に積極的に協力する。我が国の安全かつ安定した宇宙開発利用を確保するため、デブリとの衝突等からISS、人工衛星及び宇宙飛行士を防護するために必要となる宇宙状況監視(SSA)体制についての政府による検討に協力する。

今後、国際的な連携を図りつつ、我が国の強みをいかし、世界的に必要とされるデブリ除去技術等の研究開発を着実に実施する。

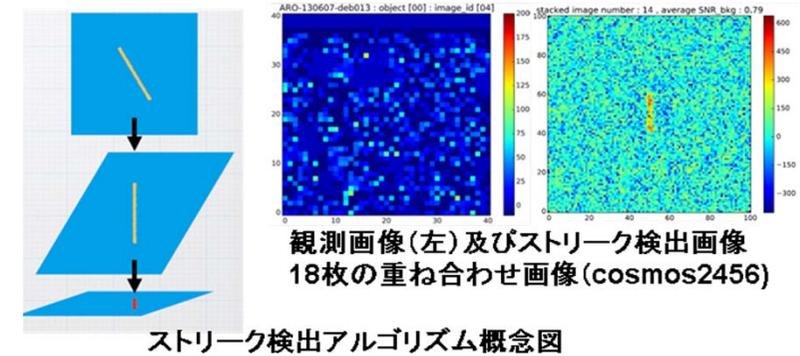
- ① 政府の求めに応じて COPUOS に参加し、宇宙空間の活用に関する国際的な規範づくり等に関する取組に積極的に協力する。
- ② 宇宙機やデブリとの接近解析および衝突回避運用を着実に実施するとともに、宇宙状況監視(SSA)体制についての政府による検討に協力する。
- ③ デブリの観測技術、分布モデル化技術、衝突被害の防止技術、デブリ除去技術等に関する研究を行う。
- ④ 地上から観測可能なデブリとの衝突を避けるための接近解析及び衝突回避、大型デブリの落下被害予測などを支援し、それらの技術の向上を図る。
- ⑤ デブリ問題対策に向けたガイドラインなどの整備・維持を世界と協調して進める。
- ⑥ デブリ除去実現に向けた要素技術実証として HTV 搭載導電性テザー実証を目指して研究を進める。

### 実績:

- ①: 国連COPUOSにおける規範作りに向けた報告書案を分担執筆することで協力・貢献した。尚、期限内提出は日本のみであった。
- ②に関して、
  - ・上齋原レーダ観測・美星光学観測・米国統合宇宙運用センター (JSpOC)からの情報をもとに接近解析を実施し、衝突回避運用(2衛星に対し計 5回)に反映して、衛星の安全確保に貢献した。
  - ・日米間の「宇宙状況監視(SSA)了解覚書」に基づく協力により、米国 (JSpOC)との間で機構のデブリ観測データの相互提供及び相互評価が開始した。観測データの相互検証を実施した結果、光学観測データについて良好な精度であることが確認され、米側からも高い技術評価を得た。
  - ・国からのSSAに関連した2件の技術調査受託や覚書に基づく国の研究事業への協力を通じ、デブリ観測および軌道決定に加え、衝突リスクのある物体との接近解析や回避運用計画立案、再突入物体の予測など、SSAに関連する業務の全体を整理し、国がSSAとして実施する際の設備の技術要求、業務フロー、運用組織及び必要人員、運用要員の訓練計画等にまとめて提案した。本報告は、宇宙基本計画の工程表の実現に向けた関連府省庁における運用体制および設備整備等の検討における共通のベースラインとして活用されている。
  - ・4件の再突入物体について、政府の要請に基づき予測情報を提供し、国の安全保障不測事態対応に貢献した。

## 実績(つづき):

- ③: 微小デブリ観測技術について、画像中の雑音に埋もれていた軌跡(ストリーク)を検出するアルゴリズムを新規に開発し、これまでの検出法では得られなかった中軌道の物体の検出に成功した。また、地上から観測できない微小デブリ(1mm以下)の検知器を開発し、HTV6号機での搭載実験に向けた準備を計画通り完了した。



- ④: 衛星・ロケット等の落下被害予測に用いる落下溶融解析ツールの機能を向上させ、機構プロジェクトを支援した。
- ⑤: デブリ関連の多数のISO規格について全体を俯瞰かつ要求遵守を促進する為、機構が中心となって衛星用デブリ対策設計・運用マニュアルを作成、ISO(国内はMETI/SJACがISO宇宙機国際規格委員会を運営)へ提案し、欧米はじめ各国の意見を尊重して改変を約3年に渡り重ねた結果、反対票なく制定合意を獲得。引き続きロケット用マニュアルの作成を提案し新規活動案件として登録の可否を投票中である。
- ⑥: デブリ除去技術の一つである導電性テザーの実現性を確認するためのHTV搭載実証実験について、開発モデルの検証結果を踏まえたフライトモデルの設計を完了、製造に着手した。

## 効果:

JAXA衛星のみならず、国土交通省や民間通信会社等すべての衛星運用機関にとって、運用中の衛星におけるデブリからの安全確保は喫緊の問題である。

デブリ問題に対し、デブリ対策を総合的に検討・研究開発を進めることで、宇宙活動の自在性を確保し、運用中の衛星のみならず、地上も含めた安全に貢献できる。また、国連における関連活動に積極的に参加することで、宇宙先進国としてのプレゼンスの維持・発展に寄与することができる。

また、デブリ観測データの政府の安全保障上の不測時対応への情報提供、日米間のSSAに関する協力進展に貢献することで、我が国の宇宙政策の目標である、宇宙空間の安定的利用の確保、宇宙協力を通じた日米同盟等の強化が図られる。

評価結果	評定理由(総括)
<p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">B</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。また、「研究開発成果の最大化」に向けた成果を創出し、着実な業務運営を行った。</p> <p>平成26年度は、デブリ対策を総合的に検討・研究開発を進めることで、運用中の衛星の安全確保に貢献した。また、国連における関連活動に積極的に参加することで、宇宙先進国としてのプレゼンスの維持・発展に寄与した。主な成果は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 国連の「宇宙活動の長期持続性の検討」作業に対し、専門家を派遣し、審議及び報告書案執筆に貢献した。</li> <li>● ISOに提案中であった機構文書をベースとした「衛星用デブリ対策設計・運用マニュアル」について、約3年に渡る調整を経て、投票の結果制定の合意を獲得した。</li> <li>● デブリ除去技術の一つである導電性テザーのHTV搭載実証実験に向けて、フライトモデルの設計を完了し、製造に着手した。</li> <li>● 日米間覚書に基づく、データの相互提供及び相互評価によりSSAに関する情報の共有を進め、米側からも技術、運用面で高い評価と信頼を得ることに成功し、宇宙協力を通じた日米間の安全保障及び防衛協力の強化に大きく貢献した。</li> <li>● 国のSSA関連調査業務受託及び政府の要請による再突入物体への予測情報提供により、国の宇宙政策の中核的な実施機関として政府の安全保障不測対応、宇宙空間の安定的利用に貢献した。</li> </ul>

## I.4.(8) 情報開示・広報

平成26年度 内部評価 A

**中期計画記載事項:** 事業内容やその成果について国民の理解を得ることを目的として、Web サイト等において、国民、民間事業者等に対して分かりやすい情報開示を行うとともに、Web サイト、Eメール、パンフレット、施設公開及びシンポジウム等の多様な手段を用いた広報活動を実施する。この際、情報の受け手との双方向のやりとりが可能な仕組みを構築する等、機構に対する国民の理解増進のための工夫を行う。具体的には、

- (a) Web サイトについては、各情報へのアクセス性を高めたサイト構築を目指すとともに、各プロジェクトの紹介、ロケットの打上げ中継及び国際宇宙ステーション(ISS)関連のミッション中継等のインターネット放送を行う。また、ソーシャルメディア等の利用により、双方向性を高める。
- (b) シンポジウムや職員講演等の開催及び機構の施設設備や展示施設での体験を伴った直接的な広報を行う。相模原キャンパスに関しては、新たに展示施設を設け、充実強化を図る。対話型・交流型の広報活動として、中期目標期間中にタウンミーティング(専門家と市民との直接対話形式による宇宙航空開発についての意見交換会)を50回以上開催する。博物館、科学館や学校等と連携し、年400回以上の講演を実施する。
- (c) 査読付論文等を年350件以上発表する。

また、我が国の国際的なプレゼンスの向上のため、英語版Webサイトの充実、アジア地域をはじめとした在外公館等との協力等により、宇宙航空研究開発の成果の海外への情報発信を積極的に行う。

**年度計画記載事項:** 事業内容やその成果について国民の理解を得ることを目的として、Web サイト等において、国民、民間事業者等に対して分かりやすい情報開示を行うとともに、以下をはじめとする多様な手段を用いた広報活動を実施する。この際、情報の受け手との双方向のやりとりが可能な仕組みを構築する等、機構に対する国民の理解増進のための工夫を行う。

### (a) Web サイト

- ・ Web サイトについては、各情報へのアクセス性を高めるべくサイトの再構築を行う。
- ・ また、プロジェクトの意義や成果を広く発信すべく、各プロジェクトの紹介のほか、ロケットの打上げ中継及び国際宇宙ステーション(ISS)関連のミッション中継等のインターネット放送を行う。
- ・ 更に、双方向性を高めることを目指すべく、ソーシャルメディア等を利用する。

### (b) シンポジウム、職員講演、展示施設等

- ・ 体験を伴った直接的な広報を行うべく、対話型・交流型の広報活動として、タウンミーティング(専門家と市民との直接対話形式による宇宙航空開発についての意見交換会)を10回以上開催する。
- ・ 博物館、科学館や学校等と連携し、年400回以上の講演を実施する。
- ・ 相模原キャンパスに関しては、新たに展示施設を設け充実強化を図るべく、必要な取り組みを行う。

### (c) 査読付論文等

- ・ 年350件以上発表する。

### (d) 意識調査等

- ・ 双方向のやりとりを含め、情報の受け手である国民の理解や関心、意見等の把握を目的に、国民に対する意識調査等を実施する。

また、我が国の国際的なプレゼンスの向上のため、日本語版サイトの再構築の結果等を踏まえた英語版Webサイトの充実検討や、アジア地域をはじめとした在外公館等との協力等により、宇宙航空研究開発の成果の海外への情報発信を積極的に行う。

## ■ 第3期中期目標期間における数値目標の達成状況

### .4.(8) 情報開示・広報

上段：中期計画／年度計画に定めた目標  
下段：当該年度における実績

	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	中期期間計
タウンミーティングの 開催 (回)	10	10	10	10	10	50
	<b>15</b>	<b>10</b>				
博物館、科学館や学校 等と連携した講演 (回)	400	400	400	400	400	
	<b>670</b>	<b>614</b>				
査読付論文 (件)	350	350	350	350	350	
	<b>391</b>	<b>435</b>				

# 平成26年度実績(概要)

【 :中期計画上の目的】



【 :中期計画に掲げる戦略】  
(どういう戦略で実現するか)



【 :中期計画で求められている手段と達成目標】  
(中期計画上目標値がある場合は()内に記載)



【達成目標に対する実績例】 (数値目標は全て達成)

- ・ネット上でだいち2号、はやぶさ2の打上げライブ中継を実施し、計約150万件のアクセスを獲得。産業界と連動したキャンペーンも行い、幅広いリーチを達成【上記2に対応】
- ・タウンミーティングを10回、講演を614回開催【4、5】
- ・査読付き論文を435件(計画は350件)発表【6】
- ・新たな取組みとして、外部連携による大規模展示(宇宙博、東京ドーム、東京都現代美術館)を実施し、約74万人が来場。【8】
- ・海外発信強化のため、4月に英語版サイトをリニューアルオープン【9】



【参考】個々のイベントに対する人々からの声、反応

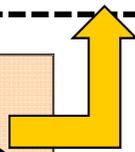
- ・タウンミーティングは、「また開催してほしい」、「一方的な講演でなく、意見や質問が出せてわかり易いので良かった」等、8割近くが好評価【4】
- ・展示施設については、計573,395人が来場。筑波の特別公開では、約9割が「また来たい」等と回答。【8】

A:説明責任	B:理解増進		C:プレゼンスの向上
a:情報開示、多様な手段	b:双方向性の確保	c:直接的な広報	d:海外への情報発信
1:Webサイトのアクセス性向上、再構築	3:ソーシャルメディア活用 4:タウンミーティング(10回/年) 5:講演派遣(400回/年) 7:意識調査	8:展示施設	9:英語版サイトの充実検討
2:ネット中継			10:在外公館等との協力
6:査読付き論文(350件/年)			

【世論へのインパクト】 (意識調査の結果より)

JAXAの認知度(再認知度)は、過去最高水準の87.8%を達成【7】

7割近くが、宇宙活動、宇宙開発に対して「役に立っている」、「好感、信頼感を持っている」と回答【7】



事業内容やその成果について国民の理解を得ることを目的として、Web サイト等において、国民、民間事業者等に対して分かりやすい情報開示を行うとともに、以下ははじめとする多様な手段を用いた広報活動を実施する。この際、情報の受け手との双方向のやりとりが可能な仕組みを構築する等、機構に対する国民の理解増進のための工夫を行う。

- 実績：**
- ①若田飛行士の長期滞在やはやぶさ2の打ち上げ成功等、事業の着実な積み重ねを基に、年度計画に掲げる各項目を計画に沿って適切に実施することで、数値目標は全て達成。
  - ②「JAXA広報戦略」等を踏まえ、外部連携を拡大し、JAXA単独では困難なリーチを実現。  
支持拡大のため、社会、学界の課題を解決すべく取り組む機構の姿、価値を如何に伝えるかなど、広報活動の基本となる戦略。
  - ③結果、認知度(再認認知度)は、87.8%という過去最高水準を達成し、7割近くが「役に立っている」、「好感、信頼感を持っている」と回答。

【外部連携とメディア露出】 広報戦略を踏まえ広報活動を実施した結果、外部連携が促進し、多くの記事、番組で取り上げられ、高いメディア露出を実現。事業や成果について広く伝えることが出来た。

(例1)「はやぶさ2」打ち上げと、産業界と連動した応援キャンペーン

72箇所でパブリックビューイングを実施し、計8,700人が来場。JAXAサイト以外にYouTube、Ustream、ニコニコ動画等でも中継を実施し、アクセス数は約134万件。産業界と連動した「はやぶさ2応援キャンペーン」も実施し、多くのメディア、媒体で発信。

(例2) 宇宙博

7/19-9/23(67日間)にNHK、NHKプロモーション、朝日新聞と共催し幕張メッセで開催。野口、若田、星出飛行士のトークショーも実施。メディアで多く取り上げられ多数のVIPも来訪。約2か月でJAXA全国12展示館への年間総入場者数の約7割に匹敵する約40万人が来場。

(例3) CM、広告費換算

上記外部連携等の結果、露出が増大。機構全体のTV露出をCM費に換算すると、48億円(下記。総合3位。前年度は総合12位)。新聞も合わせると、106億円(昨年度は)

順位		CM価値換算[百万円]	回数
1	三井不動産	5,655	850
2	セブン&アイ・ホールディングス	5,032	885
3	宇宙航空研究開発機構	4,843	826
4	東宝	4,401	1534
5	東日本旅客鉄道	4,380	1118
6	オリエンタルランド	3,985	656
7	東武鉄道	3,818	706
8	森ビル	3,433	1001
9	イオン	3,341	701
10	テレビ朝日ホールディングス	3,327	889

(例4) 新聞1面掲載数

同じく、機構関連記事の1面掲載数は、全3,659件中434件と、集計を始めた平成24年度(全2,637件中251件)から7割増。年度計画に掲げる各活動の詳細は、次ページ以降のとおり。

### (a) Web サイト

- Web サイトについては、各情報へのアクセス性を高めるべくサイトの再構築を行う。
- また、プロジェクトの意義や成果を広く発信すべく、各プロジェクトの紹介のほか、ロケットの打上げ中継及び国際宇宙ステーション(ISS)関連のミッション中継等のインターネット放送を行う。
- 更に、双方向性を高めることを目指すべく、ソーシャルメディア等を利用する。

### 実績:

#### ①インターネット放送

- JAXAのWebサイトと共に、YouTube、Ustream、ニコニコ生放送等でも「だいち2号」、「はやぶさ2」の打上げライブ中継を実施し、計約150万件のアクセスを獲得。打上げライブ中継の際は、パブリックビューイングも実施し、「だいち2号」は68箇所、8,040人、「はやぶさ2」は85箇所、8,238人が来場。
- JAXAのサイト等には、「ぼくがちゅうがくせいになったらまたあおうね」、「Congratulations JAXA and safe journey HAYABUSA2 from Portugal.」、「僕ははやぶさがきっかけとなり、今は航空宇宙工学科で勉強している大学生です。はやぶさ2もあの時のような感動と日本の宇宙技術の進歩の証を持ち帰って来てください！！」等、国内外からおよそ1000件のメッセージが寄せられた。
- **「はやぶさ2」では、民間と連携した「はやぶさ2応援キャンペーン」を実施。公募により電通をとりまとめ企業とし、産業界から5団体のサポートパートナーを集め、企業からの協賛金等により各種広報活動を展開。**以下は代表例。キャンペーンは、打ち上げ後1年間継続予定。
  - ア) キャンペーンサイトを運営。総理大臣、文科大臣、宇宙担当大臣からのメッセージも掲載。
  - イ) 日経新聞(ビジネス層を中心に、購読数は約300万部)での紙上広告。
  - ウ) 新宿アルタ等都内7か所の街頭ビジョンでの打上げ中継(日テレ等メディアでも放映)。
  - エ) 映画「妖怪ウォッチ」の協賛によるTV、新聞、雑誌での露出(例:妖怪ウォッチのサポーター就任は36媒体で配信。コロコロコミック(約100万部)でも関連記事を掲載)。
  - オ) テレ東での池上彰氏の正月特番等、TVでの特集。



「はやぶさ2」応援キャンペーン公式ロゴ



パブリックビューイングの様子

#### ② ソーシャルメディア等

- YouTube等を積極的に活用し、多くの人々が視聴(例:YouTubeJAXA ChannelにおけるFY26のコンテンツアップ数は164本、視聴回数 280万件)。また、「Google - Year in Search: 検索で振り返る 2014」\*で若田飛行士の帰還と「はやぶさ2」が取り上げられ、約400万人が視聴。

\*: Googleが年末にYouTubeで配信する、その年に最も多く検索された等話題のキーワードを映像にまとめた動画。毎年多くの人々が視聴する人気コンテンツ。

### 効果:

- メディアや外部機関との連携の結果、JAXA単独では出来ないリーチを実現。
- 例えば、「はやぶさ2」のインターネットライブ中継におけるアクセス数の内訳は、JAXA公式サイト・アカウントが3割、外部配信協力先が7割と、JAXA以外のサイト等との連携の重要性を改めて認識。
- こうした**外部連携により、普段JAXAに接する機会が少ない人々へも事業やプロジェクトの意義、成果を伝えることが出来た。**

(b) シンポジウム、職員講演、展示施設等

- ・ 体験を伴った直接的な広報を行うべく、対話型・交流型の広報活動として、タウンミーティング(専門家と市民との直接対話形式による宇宙航空開発についての意見交換会)を10回以上開催する。
- ・ 博物館、科学館や学校等と連携し、年400回以上の講演を実施する。
- ・ 相模原キャンパスに関しては、新たに展示施設を設け充実強化を図るべく、必要な取り組みを行う。

実績:

- ① タウンミーティング: 10回を実施し、計873人が来場。「専門家ならではの話が聞いて面白かった」、「宇宙に関する情報をビジネスや教育など自分の生活に密着して利用できることに興奮した」といった声を含め、約8割の参加者が好評価。
- ② 講演: 年度目標の400回を超える、614回を実施し、計102,692人が来場。「素晴らしいお話を伺えたと、感動してしまいました」、「宇宙のスケールの大きさや人間の可能性について明るい展望が持てる内容でした」等、好評価。
- ③ 相模原キャンパス: 展示施設のデザインやコンテンツ、資金の裏付けを含め、関係各所と調整を実施中。
- ④ その他:
  - ア) 全国のJAXA展示館: 計573,395人が来場。例えば筑波宇宙センター特別公開時のアンケートでは約9割以上が「また来たい」と、全体的に好評価。
  - イ) 展示イベント: 外部連携を促進。宇宙博、東京都現代美術館「宇宙×芸術」展、東京ドーム「TeNQ」等、計約74万人が来場。
  - ウ) 宇宙博では、NHK、NHKプロモーション、朝日新聞と共催し、野口、若田、星出の3飛行士によるトークショーも実施。メディアで広く取り上げられた他、議員や政府、省庁関係者、大使等多数のVIPも来訪。来場者の約9割が「満足」、「やや満足」と評価。当初NASAコーナーを中心にあった説明が難しい、分かりにくいとの声を受け、職員等による説明を開始し、「現場で働く人の声が聞いて良かった」、「展示だけでは分からない部分について説明を受け、事業の意義が良く分かった」というお客様の声と共に、「お客様から直接フィードバックが得られて良かった」という職員からの声も多く聞かれた。
  - エ) 科学館への情報発信(Space i): 連携先が100館を越え、110館、約1,400万人にJAXAの事業やプロジェクトに関する情報を配信。

効果:

- ① こうした対話、双方向性を通じた体感型の直接的な広報活動は、宇宙の敷居を下げ、宇宙と人々との距離を縮めることにも貢献。
- ② 外部連携では、展示イベントをプラットフォームに、会場外の人々にも広く情報発信出来た。(宇宙博の例: NHK、朝日新聞の番組、記事(特番、特集記事等約40本)、関連イベント(横浜赤レンガ倉庫等約10企画)、スカイツリー等での交通広告(約1,000面)、公式サイト(約500万PV)等。)



宇宙博での飛行士トークショー



宇宙博での飛行士取材  
@きぼう模型前



タウンミーティング@岡山



施設特別公開@角田

(c) 査読付論文等

- ・年 350 件以上発表する。

**実績:**

Science、Scientific Reportsへの3件の掲載を含む、査読付き論文を435件発表。

(例) 「太陽系最大の粒子加速器(木星磁気圏)を解剖する-「ひさき」のスペクトル診断による木星周辺宇宙空間の理解-」 : Science

(例) 「国際宇宙ステーションでのタンパク質結晶生成 実験結果から、世界で初めて、多剤耐性菌・歯周病菌の生育に重要なファミリーS46 ペプチダーゼに属する酵素の立体構造および 基質認識機構を解明～新たな抗菌薬開発に期待～」 : Scientific Reports (Nature Group)

(d) 意識調査等

- ・双方向のやりとりを含め、情報の受け手である国民の理解や関心、意見等の把握を目的に、国民に対する意識調査等を実施する。

**実績:**

①国民の意識調査

機構の認知度や宇宙航空事業に対する世論の動向を調査する目的で、年1回実施

- 26年度調査(1,350サンプル、層化二段階無作為抽出法、電話調査(RDD方式)。以下同じ。)では、機構の認知度(再認認知度)が過去最高水準の87.8%を達成。(【参考】NASA:80.3%、国民生活センター:67.3%、国立天文台:49.7%)
- 75.7%が宇宙活動、宇宙開発に対し「役に立っている」(25年度は68.3%)、68.5%が「好感、信頼感を持っている」(同63.9%)と回答。
- 宇宙活動へのイメージは、「膨大な研究開発費がかかる」(FY25:90.0%→FY26:45.7%)、「難しい」(65.6%→32.2%)、「身近に感じられない・非現実的」(37.4%→22.0%)と、マイナスイメージが減少。

②モニター調査

Webサイト上で公募したモニターを対象に、宇宙航空事業への意見等を収集すべく、年1～3回程度実施

- 26年度は、約400人を対象に3回実施。ウェブサイトや 職員講演について意見等を収集。ウェブサイトへの広告掲載や職員講演の有償化については、いずれも8割以上が賛成と回答(業種、業界、対象を限れば賛成という意見も含む)。

③電話、メールでの問合せ

日々ご意見等をお寄せいただくべく、窓口を設置

- 平成26年度は、質問を含め約6,706件(うち、海外は393件)。原則、全てに回答。

**効果:**

上記やイベントでのアンケートを通じ幅広くご意見等を頂くことは、世論把握だけでなく、自己収入検討等広報活動や事業へのフィードバックにも貢献。

また、我が国の国際的なプレゼンスの向上のため、日本語版サイトの再構築の結果等を踏まえた英語版Webサイトの充実検討や、アジア地域をはじめとした在外公館等との協力等により、宇宙航空研究開発の成果の海外への情報発信を積極的に行う。

## 実績:

### ①英語版Webサイト:

- 情報の統廃合とアクセス性、利便性を向上すべくサイトをリニューアルオープン。ユーザーの地域、分野等に応じてコンテンツを検索できるマッチングサイト「Topics in Your Area」も新設。アンケートの結果、リニューアルに対し、93.1%が「とても良い」、「良い」と回答。
- ソーシャルメディアも活用し、平成26年度はYouTube JAXA Channelに32件の英語版コンテンツを掲載し、視聴数約44万件。

### ② 展示、イベント:

#### ➢ IACTロント:

関連企業の事業紹介を強化し、日本の宇宙開発利用全体についてもPR。宇宙機関や研究機関、企業、メディア、一般を含め5日間で約2,000名が来訪（過去5年平均は約1,800名）。小型衛星、打ち上げサービス関係の問合せが多く、企業とも連携の上フィードバックを実施。

#### ➢ ベルリンエアショー (ILA):

ドイツ航空宇宙センター (DLR) のブースにコーナーを設置。ILAは世界最大規模のエアショーで、40カ国1,203の出展者、55カ国3,800人のメディア、227,000人が来場。DLRのランダーを搭載した「はやぶさ2」やH-A、航空関係の模型やパネルを展示。人気のDLRとブースを共有することで多くが来訪。

### ③機関誌:

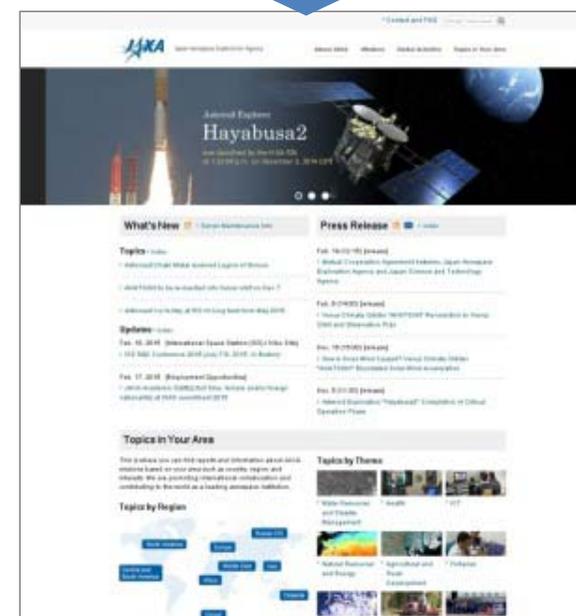
- 「JAXA TODAY」を通じプロジェクトや成果を紹介。3,000部発行。大使館等へも配布。

### ④メディア:

- News Week誌やPBS (米国公共放送サービス。セサミーストリート等を放映) による理事長への取材、「はやぶさ2」キャンペーンの一環としてインドネシアのTV局からの取材等に対応。

### ⑤飛行士講演:

- ワシントンの日本大使館等と協力し、若田飛行士による現地校等での講演を実施。



英語版リニューアルの前 (上) と後 (下)  
文字を減らし、視認性とアクセス性を向上

評価結果	評定理由(総括)
<h1 style="font-size: 48px; margin: 0;">A</h1>	<p>国民の理解を得ることを目的に、若田飛行士の長期滞在や「はやぶさ2」の打ち上げ成功、事業の着実な積重ねを基に年度計画の業務を全て実施した結果、中期計画達成に向け順調に推移しており、これを踏まえ「研究開発成果の最大化」に向け顕著な成果を創出した。具体的には、新たな取り組みや大規模な外部連携を通じた情報発信により、以下のような成果が得られた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>新たな取り組みや大規模な外部連携企画を実施し、外部の発信力、資金、ネットワーク等外部の活力を活用した結果、機構の事業内容や成果について、JAXAが経費を投じることなく、JAXA単独では出来ない展示、イベント、情報発信等を実現。</b></li> </ul> <p>(例1) 展示、イベント</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・宇宙博(幕張)、「TeNQ」(東京ドーム)、「宇宙×芸術」展(東京都現代美術館)を実施し、<b>計約74万人(JAXA展示施設への年間来場者数の1.5倍)</b>が来場。</li> <li>・宇宙博では、NHK、NHKプロモーション、朝日新聞と共催し、野口、若田、星出飛行士のトークショーも実施。共催先の発信力、ネットワークにより、共催先の<b>特番、特集記事等(約40本)、関連イベント(横浜赤レンガ倉庫等約10企画)、スカイツリー周辺等での交通広告(約1,000面)、公式サイト(約500万PV)</b>の他、様々なメディアでも取り上げられ、<b>宇宙博をプラットフォームに幅広く情報を届けることができた。</b></li> </ul> <p>(例2) 「はやぶさ2」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・打ち上げに際しては、85箇所でパブリックビューイングを実施し、計8,238人が来場。<b>JAXAサイト以外にYouTube、Ustream、ニコニコ動画等でも中継を実施し、約134万件のアクセス数</b>を頂いた。</li> <li>・<b>産業界へ働きかけ、企業からの協賛金等により「はやぶさ2応援キャンペーン」を実施。</b>紙上広告や街頭ビジョン、映画とのコラボレーション、TV CM等により、<b>様々なメディア、媒体を通じ、子供から大人まで幅広く発信。</b></li> </ul> <p>(例3) 科学館への情報発信(Space i)</p> <p>連携先が100館を越え、<b>110館(年間来場者数約1,400万人)にJAXAの事業やプロジェクトに関する情報を配信。</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>上記の外部連携や改善努力を通じ、多くのメディア露出を達成し、高い評価を実現。</b></li> </ul> <p>(例1) 機構全体のTV露出をCM費に換算すると、<b>48億円(総合3位。前年度は総合12位)。新聞も合わせると106億円(昨年度は84億円)</b>となり、多くのメディア露出を獲得。(出典:JCC株式会社)</p> <p>(例2) 国民への意識調査の結果、①<b>認知度(再認知度)が過去最高の87.8%</b>に達し、②<b>75.7%</b>が宇宙活動、宇宙開発に対し<b>「役に立っている」、68.5%</b>が<b>「好感、信頼感を持っている」と回答。</b>「膨大な研究開発費がかかる」(FY25:90.0%→FY26:45.7%)、「難しい」(65.6%→32.2%)、「身近に感じられない・非現実的」(37.4%→22.0%)と、<b>マイナスイメージも減少。</b></p> <p>(例3) 情報の統廃合とアクセス性、利便性向上のため、英語版Webサイトをリニューアルオープン。<b>93.1%</b>が<b>「とても良い」、「良い」と回答。</b></p>

## I.4.(9) 事業評価の実施

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:** 世界水準の成果の創出、利用促進を目的としたユーザとの連携及び新たな利用の創出、我が国としての自律性・自在性の維持・向上並びに効果的・効率的な事業の実施を目指し、機構の実施する主要な事業について、宇宙政策委員会の求めに応じ評価を受けるとともに、事前、中間、事後において適宜機構外の意見を取り入れた評価を適切に実施し、事業に適切に反映する。特に、大学共同利用システムを基本とする宇宙科学研究においては、有識者による評価をその後の事業に十分に反映させる。

1) 世界水準の成果の創出、利用促進を目的としたユーザとの連携及び新たな利用の創出、我が国としての自律性・自在性の維持・向上並びに効果的・効率的な事業の実施を目指し、機構の実施する主要な事業について、宇宙政策委員会の求めに応じ評価を受けるとともに、事前、中間、事後において適宜機構外の意見を取り入れた評価を適切に実施し、事業に適切に反映する。

実績:

(1) 政府の宇宙政策委員会において機構の主要な事業の進捗報告を行った。

① 宇宙輸送システム部会にて、新型基幹ロケットのシステム要求審査で設定したミッション要求・運用要求を説明し、審議の結果、国の方針(新型基幹ロケット開発の進め方)に対し、妥当であると評価を受けた。また、宇宙科学・探査部会、基本政策部会および宇宙産業部会に参加し、検討状況の報告・情報提供を通じて、新宇宙基本計画案の検討・議論に貢献した。

(2) 以下のとおり事前、中間、事後における、機構外の意見を取り入れた評価を実施し、業務に反映した。

① 機構外の意見を取り入れた評価を適切に実施するため、平成25年度に導入した外部審査(機構が審査実施主体となり、機構の外部の者が審査者となる審査)の仕組みを維持し、主要な事業について審査を実施した。また、外部審査については、評価を適切に実施する取り組みを強化するため、原則実施することをルール化した。

② さらに、上記で審査を実施した事業については、順次文部科学省宇宙開発利用部会での評価を受けた。

効果: 機構の経営審査に外部委員を含めたことにより、強化型イプシロンについて海外衛星打ち上げの受注等、打ち上げシステムについてエキストラサクセスクライテリアをアウトカム志向の表現を取り込んだ。また、宇宙開発利用部会での意見を受け、新基幹ロケットのミッション要求に記載される設計信頼度について、よりアウトカム志向の表現に見直すなど、機構事業の意義・価値をより客観的に把握し事業に反映することができた。

### 機構における主な外部審査の開催実績

- 全球降水観測／二周波降水レーダ(GPM/DPR)定常運用移行審査
- 強化型イプシロンロケットプロジェクト移行審査
- 陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)定常運用移行審査会
- 小惑星探査機「はやぶさ2」開発完了審査
- 超低高度衛星技術試験機(SLATS)プロジェクト移行審査
- 新型基幹ロケットプロジェクト移行審査

### 平成26年度文部科学省宇宙開発利用部会にて評価を受けた事業

- 強化型イプシロンロケットプロジェクト移行審査
- 超低高度衛星技術試験機(SLATS)プロジェクト移行審査
- 熱帯降雨観測衛星(TRMM)の運用終了
- イプシロンロケットプロジェクト終了審査(試験機対応)
- 温室効果ガス観測技術衛星2号(GOSAT-2)プロジェクト移行審査
- 新型基幹ロケットシステム要求審査

2)特に、大学共同利用システムを基本とする宇宙科学研究においては、有識者による評価をその後の事業に十分に反映する。

実績:

(1)平成26年度の研究実績の評価を透明性をもって実施するため、宇宙科学研究所に於いて全国の研究者代表(59名)が参加する研究委員会による「委員会評価」を以下のとおり実施し、その評価結果を事業に反映した。

－宇宙理学委員会(4回)、宇宙工学委員会(4回)、宇宙環境利用科学委員会(6回)

(2)代表的な例は以下のとおり。

- ① 昨年度に公募を実施したイプシロン搭載宇宙科学ミッションについて、研究委員会において審査を実施。科学的重要性や技術的実現可能性等の観点で評価が高かったミッション提案を2件を選定した。この評価結果をもとに、宇宙科学研究所において提案2件に対し技術支援をした上で審査を実施し、次期ミッション候補として1件選定した。
- ② 惑星分光観測衛星(SPRINT-A)について、木星の観測により木星内部磁気圏における高温電子の内向き輸送の証拠を論文発表する等、世界的な科学的成果を創出したこと、今後データ公開を進めることでさらなる成果創出につながる可能性があることを宇宙理学委員会にて高く評価された。この評価を受け、宇宙科学研究所でも審査を実施し、同衛星の平成28年度末(2016年度末)までの運用延長を決定した。

効果: 大学共同利用システムを基本とする宇宙科学については、全国の研究者代表が参加する委員会(宇宙理学委員会等)において研究成果、計画等の評価を受け、機構の科学衛星の運用延長等を決定した。限りあるリソースを効果的、効率的に用いて研究を遂行し、我が国全体の学術研究の発展に寄与する仕組みを維持した。

評価結果	評定理由(総括)
B	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、「研究開発成果の最大化」に向けて成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められ、中期計画の達成に向け順調に推移している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●宇宙政策委員会による評価、外部の意見を取り入れた評価の結果を反映しつつ、機構の事業を遂行する体制を維持した。外部の意見を反映した事業運営を行うことにより、機構事業の意義、価値をより客観的に把握し、社会課題解決に資する事業に取り組んでいる。</li> <li>●主要な事業について、次のとおり意義、価値が評価されたことを受け、その結果を事業に反映した。 (宇宙政策委員会の求めに応じた評価) <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 宇宙輸送システム部会にて、新型基幹ロケットの開発状況について定期的に進捗報告を行い、委員からの指摘をミッション要求に反映し、研究開発を進めた。また、宇宙科学・探査部会にて、国際宇宙ステーションを含む有人宇宙活動及び有人宇宙探査に関しても検討状況を報告し、新宇宙基本計画に盛り込むべき事項として議論し、新宇宙基本計画の制定に貢献した。</li> </ul> </li> <li>(機構における機構外の意見を取り入れた評価) <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 機構外の意見を取り入れた評価を適切に実施する取り組みを強化するとともに、強化型イプシロンについてアウトカム志向の表現を取り込むなど、委員からの指摘を踏まえつつ研究開発を進めた。</li> <li>➢ 大学共同利用システムを基本とする宇宙科学について、全国の研究者代表が参加する委員会に於ける研究成果、計画等の評価を機構の事業に反映することにより、機構の運用する科学衛星を我が国全体の学術研究の発展に寄与させる仕組みを維持した。</li> </ul> </li> </ul>



## 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

評価項目	平成25年度 内部評価	平成26年度 内部評価				頁
II.1.(1) 情報セキュリティ	(A)	B				E-1
II.1.(2) プロジェクト管理	(A)	B				E-3
II.1.(3) 契約の適正化	(A)	B				E-6
II.2 柔軟かつ効率的な組織運営	(A)	B				E-12
II.3.(1) 経費の合理化・効率化	(A)	B				E-15
II.3.(2) 人件費の合理化・効率化	(A)	B				E-17
II.4 情報技術の活用	(S)	B				E-19

## Ⅱ.1.(1) 情報セキュリティ

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:** 政府の情報セキュリティ対策における方針を踏まえ、情報資産の重要性の分類に応じたネットワークの分離等の情報セキュリティに係るシステムの見直し、機構の内部規則の充実及びその運用の徹底、関係民間事業者との契約における適切な措置など、情報セキュリティ対策のために必要な強化措置を講じる。

政府の情報セキュリティ対策における方針を踏まえ、情報資産の重要性の分類に応じたネットワークの分離等の情報セキュリティに係るシステムの見直し、機構の内部規則の充実及びその運用の徹底、関係民間事業者との契約における適切な措置など、情報セキュリティ対策のために必要な強化措置の実施計画に基づき、着実に実施する。

### 実績

「情報セキュリティ対策のために必要な強化措置の実施計画」として、平成25年度に「JAXA全体の情報セキュリティの強化計画」を制定した。平成26年度においても、この強化計画に基づき講じるべき措置を順次進めた。

- ① 情報システムに対する更なるセキュリティ強化を可能とするため、機構のネットワークや情報システムの構成を全体的・一体的に見直すこととして進めている。25年度に行ったロケット等の情報の分離、宇宙ステーションに係る公開系ネットワークの見直しに引き続き、26年度は情報資産の分類に応じたネットワークの分離等に向けた具体的な方策を定めた。そのうえでネットワーク分離に向けて早期に着手すべき事項(より厳格なセキュリティ対策を施すための内部のネットワークの新設やクラウドサービスの調達準備等)を実施した。
- ② 強化計画に基づき、情報セキュリティマネジメントシステムの強化にも引き続き取り組んでいる。平成26年度は、サイバー攻撃対策とエリアセキュリティ対策を包括的に一元的な体制の下で強化・実施するため、平成26年4月1日「セキュリティ・情報化推進部」を新設置(組織統合)した。また、規程類を改正して、本部・部等においてセキュリティ強化活動を計画的に行い継続的に見直しを行う仕組みを明確化し(PDCAサイクル、責任分担の明確化等)運用を改善した。これらにより、①で述べたネットワーク分離等の具体的な方策を早期に設定することができた。また、ソフトウェア脆弱性への対応(セキュリティパッチの適用等)についても網羅的かつ迅速に行うことができた。
- ③ 関係民間事業者に対して、原局・契約部と共同でセキュリティ強化依頼等を行い、関係民間事業者における取組を促進した(意識の向上、サイバー攻撃の高度化等への対応等)。また、ロケット技術を取り扱う事業者に対する監査等を実施した。
- ④ 必要な情報セキュリティ対策として、システムの脆弱性に対する調査と対策や、サイバー攻撃への対応、主要な部署に対する監査など、機構全体の情報セキュリティマネジメント活動を着実に実施した。更に、攻撃の実態に合わせた最新動向を盛り込むとともに高度な(巧妙な)メール文案を用いる等の工夫を入れて職員教育(Web講習、座学、不審メール訓練等)を行いセキュリティレベルの改善を図った。

評価結果	評定理由(総括)
B	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 「情報セキュリティ対策のために必要な強化措置の実施計画」として平成25年度に制定したJAXA全体の情報セキュリティ強化計画に基づき措置を実施した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 実施にあたっては、近年サイバー攻撃が国際規模で益々高度化・巧妙化していることに鑑み、情報セキュリティマネジメントをさらに強固なものとするとともに、情報システム及びネットワークについてより厳格なセキュリティ対策が可能な構成への見直しを行った。併せて、情報資産の分類に応じた管理、より実戦的な教育・訓練の実施など、それぞれの側面で新しい工夫を入れて対応を行い、着実にセキュリティレベルを向上させた。</li> <li>➢ また、疑わしい事象に対しては、政府の情報セキュリティ対応窓口へ照会を行うなど、政府機関とも連携して迅速な確認・措置を行った。</li> </ul> </li> <li>● 平成26年度に重大な事案は発生しなかった。</li> </ul>

# Ⅱ.1.(2)プロジェクト管理

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:** 機構が実施するプロジェクトについては、経営層の関与したマネジメントの体制を維持する。プロジェクトの実施に当たっては、担当部門とは独立した評価組織による客観的な評価により、リスクを明らかにし、プロジェクトの本格化の前にフロントローディングによりリスク低減を図るとともに、計画の実施状況を適切に把握し、計画の大幅な見直しや中止をも含めた厳格な評価を行った上で、その結果を的確にフィードバックする。また、計画の大幅な見直しや中止が生じた場合には、経営層における責任を明確化するとともに、原因の究明と再発防止を図る。

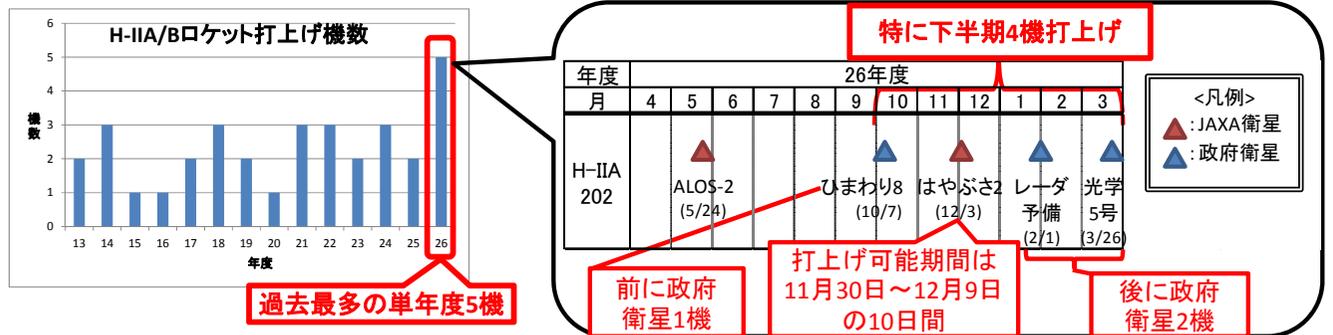
機構が実施するプロジェクトについては、経営層の関与したマネジメントの体制を維持する。プロジェクトの実施に当たっては、担当部門とは独立した評価組織による客観的な評価により、リスクを明らかにし、プロジェクトの本格化の前にフロントローディングによりリスク低減を図るとともに、計画の実施状況を適切に把握し、計画の大幅な見直しや中止をも含めた厳格な評価を行った上で、その結果を的確にフィードバックする。また、計画の大幅な見直しや中止が生じた場合には、経営層における責任を明確化するとともに、原因の究明と再発防止を図る。

**実績:**

(1) 機構が実施するプロジェクトについて、経営層のマネジメント体制を強化した。

① 従来の基幹ロケット打ち上げは年度3機が最大であったため、打ち上げ日程案は基本的に打ち上げサービス実施企業と各衛星間で個別に調整可能であり、通常1月以上確保する打ち上げ予備期間内の日程変更であれば、後続の打ち上げ日程に影響を及ぼすことなく衛星個々に調整できた。これに対し平成26年度は打ち上げ可能日が特定の10日間に限られる(天体・探査機の運行・軌道制約による)はやぶさ2とその前後の政府衛星を合わせた4機が年度下期の6ヶ月間に集中し、従来の実績に基づく個別調整では少なくとも1機の年度内打ち上げが困難になるという課題が発生したことから、以下に示す3つのステップで経営層の関与したマネジメントにより、各衛星の要求期間内の打ち上げを実現した。

- i. 【課題解決策検討】課題解決のため、従来の月単位の計画調整ではなく、日単位での精度の高い計画検討を行い打ち上げ間隔を最大限短縮するという方針・原案を、射場設備に責任を有する立場である機構の実施部門とロケット整備を実施する打ち上げサービス実施企業に示し、両者合同検討の枠組みを構築し、課題解決するための具体的な打ち上げスケジュール案の検討を主導した。
- ii. 【関係機関との合意形成】打ち上げ間隔を短縮することに伴い、これまでに無い新たなリスク(打ち上げ遅延が玉突きで後ろの打ち上げ遅延を引き起こすというリスク)が生じることとなった。このため、過去の打ち上げ実績に基づく作業日程・遅延要因等の詳細な分析評価を加えた上で、機構が起点となって打ち上げサービス実施企業とともに関係省庁に対し当該リスクの許容について合意形成を図り、打ち上げスケジュールを設定した。
- iii. 【計画実行時リスク管理】打ち上げ実行時に、衛星・ロケット等の試験・作業状況や天候(台風、氷結層、強風等)を逐次モニタする仕組みを強化した。実際に天候による変更の必要が生じたが、適時・的確に日単位の変更を経営判断した結果、玉突きによる打ち上げスケジュール遅延を最小化した。



## 実績(つづき):

②プロジェクトの各段階(準備・移行・終了)で、経営企画担当理事を審査委員長とする経営審査を実施し、その結果を理事会議で理事長が了承するマネジメントを実施した。平成26年度は特に以下の取り組みを行った。

- 従来のプロジェクトマネジメントの仕組みでは、衛星等のまとまったシステムを対象とし、最初に設定したプロジェクト目標を確実に実施することを最大の目的としてきたが、国際的な競争関係等を踏まえた挑戦的なプロジェクト目標の設定や、産業界等を成果の適用先として設定することが求められる等の研究開発対象の多様化を踏まえ、新たな仕組みとして「研究開発プロジェクト」を構築した。これにより、国際動向を踏まえた目標の柔軟な再設定、および複数の技術要素を組合せたプロジェクト形態の定義を可能とするとともに、企業など外部組織と資源(資金、要員、設備等)分担を基本とする等の改善を図り、今後我が国全体の研究開発成果最大化に貢献するプロジェクトを創出する可能性を高めた。
- 今年度は、初めて企業の資源負担のコミットメントを得た「機体騒音低減技術の飛行実証(FQUROH)」及び「高効率軽量ファン・タービン技術実証(aFJR)」の2件を立上げた。
- 新型基幹ロケットについてプロジェクト移行審査を実施し、国として自立性の確保、国際競争力のあるロケットシステムおよび打上げサービスの実現という政府方針を踏まえつつ、関係府省や打上げサービス実施主体であるプライムコントラクターなどの複数のステークホルダーの要求を適切に把握し、開発目標や開発計画について関係者間の合意を得て、スケジュールが厳しい中万全の体制でプロジェクト移行を実現した。
- プロジェクトの推進に係る基本事項として、プロジェクトマネージャの要件のさらなる具体化・強化や、プロジェクト要員育成のキャリアパスの強化、プロジェクトが優先度の高い事業であることを踏まえた関係部門のプロジェクト支援の強化等を行った。

(2)担当部門とは独立した評価組織(チーフエンジニア・オフィス)が評価を行い、計画の実施状況や課題を適切に把握することでリスク低減を図った。

- ①10件のプロジェクト移行審査等においてチーフエンジニア・オフィスにより、システムズエンジニアリング及びプロジェクトマネジメントに関する経験と知識を活用し、ジオスペース探査衛星プロジェクト(ERG)の開発スケジュール遅延の根本原因を分析する等の客観的な評価を行う等、潜在的な技術リスクを明らかにし、リスク低減と計画再構築を実施した。
- ②ロケット開発、衛星開発、研究開発プロジェクト等、多種多様なプロジェクトを経営層が適時・適切に把握・判断できるよう、プロジェクトマネジメント規程及びプロジェクトマネジメント実施要領並びに関連ガイドラインの維持改定を行いつつ、計画の実施状況や課題の把握に努めた。

## 効果:

- (1)基幹ロケットによる衛星打ち上げについて、政府衛星3機の年度内打ち上げを実現するとともに、探査機はやぶさ2を10年に1回の10日間の最適機会に打ち上げ、我が国全体の平成26年度成果の最大化に貢献した。これにより新宇宙基本計画に示された政府方針の打ち上げ計画(平成26年度と同等程度の打ち上げ頻度が想定される)を検討する上で有効な土台となる実績を築き上げた。また、日本の基幹ロケットの信頼性と打ち上げ時期の実現精度の高さを世界に向けて発信し、打ち上げサービスのビジネスチャンス拡大の基盤を強化することができた。
- (2)新たに構築した「研究開発プロジェクト」の特徴である企業と資源分担やのコミットメントや目標を柔軟に再設定できる仕組みの効果により、FQUROHについては騒音の解析・試験検証技術が、aFJRについてはCFDによる空力解析技術やCFRP動翼軽量化技術が国際競争力のある機構の優位技術として明確化され、既に特許の取得が期待できる成果を生み出している等、今後企業等の外部機関にとってより付加価値の高い成果創出の流れを生み出した。

評価結果	評定理由(総括)
<p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">B</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向けて順調に推移している。経営層の関与したマネジメント体制を改善するとともに、担当部門とは独立した評価活動の浸透・強化を図り、以下に述べる業務により当初の計画を上回る成果を上げた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>基幹ロケットによる衛星打ち上げについて、はやぶさ2とその前後の政府衛星を合わせた4機が年度下期の6ヶ月間に集中し、打ち上げサービス実施企業と各衛星間の従来の実績に基づく個別調整では少なくとも1機の年度内打ち上げが困難になるという課題が発生したことから、以下に示す3つのステップで経営層の関与したマネジメントを行った。</u> <ol style="list-style-type: none"> <li>i. 【課題解決策検討】従来の月単位より大幅に精度を高めた日単位で打ち上げ間隔を最大限短縮するという方針・原案を機構実施部門と打ち上げサービス実施企業に示し、両者合同検討の枠組みを構築し解決策の検討を主導した。</li> <li>ii. 【関係機関との合意形成】新たなリスク(打ち上げ遅延が玉突きで後ろの打ち上げ遅延を引き起こす)が生じるため、過去の打ち上げ遅延要因等の詳細な分析評価を加えた上で、機構が起点となって関係省庁に対し当該リスク許容の合意形成を図り、打ち上げスケジュールを設定した。</li> <li>iii. 【計画実行時リスク管理】衛星・ロケット等の試験・作業状況や天候を逐次モニタする仕組みを強化し、打ち上げスケジュール変更の必要が生じた際に適時的確な変更を経営判断した結果、玉突きによる遅延を最小化した。</li> </ol> <p>結果、<u>政府衛星3機の年度内打ち上げを実現するとともに、はやぶさ2を10年に1回の10日間の最適機会</u>で打ち上げ、<u>我が国全体の平成26年度成果の最大化に貢献した</u>。これにより、<u>新宇宙基本計画に示された政府方針の打ち上げ計画(平成26年度と同等程度の打ち上げ頻度想定)を実現する上で有効な土台となる実績を築き上げた</u>。また、<u>日本の基幹ロケットの信頼性と打ち上げ時期の実現精度の高さを世界に向けて発信し、打ち上げサービスのビジネスチャンス拡大の基盤を強化することができた</u>。</p> </li> <li>● 従来のプロジェクトマネジメントの仕組みでは、衛星等のまとまったシステムを対象とし、最初に設定したプロジェクト目標を確実に実施することを最大の目的としてきたが、国際的な競争関係等を踏まえた挑戦的なプロジェクト目標の設定や、産業界等を成果の適用先として設定することが求められる等の研究開発対象の多様化を踏まえ、<u>新たな仕組みとして「研究開発プロジェクト」を構築した</u>。これにより、国際動向を踏まえた目標の柔軟な再設定、および複数の技術要素を組合せたプロジェクト形態の定義を可能とするとともに、企業など外部組織と資源(資金、要員、設備等)分担を基本とする等の改善を図り、今後我が国全体の研究開発成果最大化に貢献するプロジェクトを創出する可能性を高めた。今年度は、<u>初めて企業の資源分担のコミットメントを得て、高効率軽量ファン・タービン技術実証(aFJR)及び機体騒音低減技術の飛行実証(FQUROH)の2件を立ち上げ、既に特許の取得が期待できる成果を生み出している等、今後企業等の外部機関にとってより付加価値の高いプロジェクト成果創出の流れを生み出した</u>。</li> <li>● <u>プロジェクトマネージャの要件のさらなる具体化・強化や、プロジェクト要員育成のキャリアパスの強化等により、確実なプロジェクトの遂行とリスクの早期抽出・措置等を遂行した</u>。更に、プロジェクト担当から独立した評価を実施する機能・枠組みを機構内に定着させ成果を上げており、その一例として、<u>新型基幹ロケットに関して政府方針を踏まえたステークホルダーとの調整、経営審査等を経て、スケジュールが厳しい中、万全の体制でプロジェクト移行を実現した</u>。</li> </ul>

## Ⅱ.1.(3) 契約の適正化

平成26年度 内部評価 B

### 中期計画記載事項:

「独立行政法人整理合理化計画」を踏まえ、契約については、真にやむを得ないものを除き、原則として一般競争入札等によることとする。また、同計画に基づき、これまでに策定した随意契約見直し計画にのっとり、随意契約によることができる限度額等の基準を政府と同額とする。

一般競争入札等により契約を締結する場合であっても、真に競争性、透明性が確保されるよう留意する。

随意契約見直し計画の実施状況を含む入札及び契約の適正な実施については、監事による監査を受ける。また、随意契約見直し計画の実施状況をWeb サイトにて公表する。

また、契約の履行に関しては、履行における不正を抑止するため、過大請求の抑止と早期発見のための取組、契約制度の見直し等、契約相手先との関係を含め、機構における契約管理体制の見直しを含めた抜本的な不正防止策を講じる。

### 特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

Ⅰ. 契約の適正化については、全独法を対象とした政府の方針に基づき、取り組んでいるところ。特記すべき社会情勢として、独法の契約適正化に関する主な政府の方針の概要を以下に記載する。

#### 1. 平成19年12月「独立行政法人整理合理化計画(閣議決定)」

①随契基準を国と同額に設定。②随契の比率を国並みに引き下げ。③一般競争入札等も、競争性、透明性を確保した方法で実施。

#### 2. 平成21年11月「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて(閣議決定)」

①監事および外部有識者によって構成する「契約監視委員会」を設置②新たな随意契約等見直し計画を策定。

#### 3. 平成22年12月「独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針(閣議決定)」

①随意契約等見直し計画の着実な実施。②契約に係る情報の公開の範囲を拡大する取組の促進。③研究開発事業に係る調達について他の研究機関と協力したベストプラクティスの抽出及び実行。

#### 4. 平成25年12月「独立行政法人改革等に関する基本的な方針(閣議決定)」

①研究開発等に係る物品及び役務の調達に関する契約等に係る仕組みの改善。

・各法人は、主務大臣や契約監視委員会によるチェックの下、一般競争入札等を原則としつつも、研究開発業務を考慮し、総務省が示す随意契約によることができる具体的ケースを踏まえ、随意契約によることができる事由を会計規程等において明確化し、公正性・透明性を確保しつつ合理的な調達を可能とする。

# 1. 研究開発成果の最大化に資する先進的調達手法等の導入

平成27年度からの研究開発型法人への移行を見据え、若手職員を中心とした組織横断的な検討体制のもと、調達面から研究開発成果の最大化に資することを旨として新たな調達手法等の導入検討を行った。

この結果、米国(NASA)や欧州宇宙機関(ESA)を含む国内外の先進的な取組みの調査・研究結果を踏まえ、  
 ①迅速・タイムリーな調達の実現、②調達価値 (Best Value)の追求、③調達手続きの透明性向上、④民間パートナーとの連携深化・拡大の4つの観点から、「調達プロセスの改革」と「調達機能の再配分」を図る改善提案を行い、この確実な実現のために平成27年度事業実施方針に反映した。

特に、下記の点については、宇宙航空研究開発の特性を踏まえて法人独自に導入を図る先進的な取組みであり、その一部については研究開発型法人への移行に先駆け、平成26年度から試行を開始した。

## (1) 調達企画機能の強化

研究者・技術者と調達部門が調達プロセスの上流段階から協働する体制(Joint Order Team)を構築し、調達企画機能(最も価値のある成果を得るための調達方法等の検討機能)の強化及び調達手続きの効率化(並行作業の導入や手戻りの排除等)を図ることによって、迅速かつより高い研究開発成果の創出に資する。新規のプロジェクトである新型基幹ロケット及び先進光学衛星開発においてこの体制を導入し、試行を開始した。

## (2) 先進的調達方式の導入

国内外の先進的取組みの中から、価値の高い成果を得るための先進的調達方式として、以下を導入可能性のあるものとして選定し、特に、①～③については、27年度内に導入を図るべく、制度設計に着手した。

- ①対話型選定方式 : 競争手続きの中で候補者と対話することで、より良い提案を引き出し、より質の高い調達を実現する
- ②履行成績評価制度 : 建設工事契約以外でも履行成績を評価し業者選定にフィードバックすることで、履行の質の向上及びより質の高い調達を実現する
- ③簡易型競争制度 : Webの活用等により少額契約の競争手続きを簡略化、効率化、迅速化し、大型契約にリソースを重点化する
- ④インセンティブ契約 : インセンティブ付与による成果の質の向上やコストの削減等を実現する
- ⑤官民連携による研究開発 : 米国NASAや欧州宇宙機関を参考とした研究開発における民間活力活用のための新たな枠組みを整備することで成果の質の向上を実現する

## (3) インターネットサイトの活用

調達の選択肢を増やし、迅速な手続きで安価な調達を実現する手法として、インターネットサイトを活用した少額の物品購入を検討し、。平成27年度から試行導入のため、平成26年度に契約相手方を選定した。

## (4) 定型業務のアウトソーシング

調達手続きの一部をアウトソーシングすることにより、専門知識を持つ調達部門の職員の業務負荷を軽減し、(1)に示す調達企画機能等に重点化することで、限られた人的資源を最大限活用して迅速かつより高い研究開発成果の創出に資する。平成28年度の本格実施に向けて具体化を進めることとし、機構内の調達手続きの分析により、定型化・マニュアル化の可能性のある業務を抽出し、筑波地区の共同研究契約の実費精算業務(書類の収集、確認、整理)及び相模原地区の納期管理業務(要求元への検収依頼及び納品書・請求書等の確認)等について試行を開始した。

「独立行政法人整理合理化計画」を踏まえ、契約については、真にやむを得ないものを除き、原則として一般競争入札等によることとする。また、同計画に基づき、これまでに策定した随意契約見直し計画にのっとり、随意契約によることができる限度額等の基準を政府と同額とする。一般競争入札等により契約を締結する場合であっても、真に競争性、透明性が確保されるよう留意する。随意契約見直し計画の実施状況を含む入札及び契約の適正な実施については、監事による監査を受ける。また、随意契約見直し計画の実施状況をWeb サイトにて公表する。

### 1) 随意契約の縮減等について

平成26年度を通じ、総件数27,386件、1,755億円の契約について、原則として一般競争入札等によることを前提に適正に手続きを進めた結果は以下のとおりであり、随意契約の縮減に努めた。

- ①平成26年度の随意契約の割合(金額比)は22.8%(平成25年度:20.4%)であり、「随意契約見直し計画」で定める目標値(37.3%)を達成。
- ②随意契約によることができる限度額等の基準については、平成20年3月に政府と同額に設定済みである。

### 2) 競争性・透明性の確保について

契約にあたっては、以下のとおり競争性・透明性を確保のための施策を徹底し、一者応札・応募の縮減に努めている。

- ①競争準備段階での契約部門におけるの公告期間、仕様書の内容、競争参加条件等のチェックに加え、業者により一層の情報と準備時間を提供するため、入札公告への業務概要記載、仕様書等入札説明資料ダウンロード手続きの簡便化、公告予定の事前予告を開始し、競争性・透明性確保を徹底した。
- ②全ての競争入札案件において、簡便で公平性の高い電子入札を可能としており、競争性を確保した。
- ③入札情報の送信を行う調達情報メール配信サービスを促進し、より多くの者に入札情報の提供を行った。

(登録者数:平成25年度約4,000者→平成26年度約4,200者)

平成26年度の一者応札率は70.0%(平成25年度:67.4%)。一者応札案件の件数はそれほど変化していない一方で、全体の契約件数は複数年度契約の促進により減少しているため、結果的に微増となっている。

### 3) 監事による監査及び公表について

上記の実施に当たっては、以下の通り適切に監事による監査を受け、また実施状況を公開することで、契約の適正性の確保に努めた。

- ① 契約審査委員会の審査結果について監事に報告し契約の適正性について確認を受けた。
- ② 監事および外部有識者で構成する契約監視委員会により、随意契約および一者応札・応募案件の点検を受け、前述の一者応札・応募改善策を実施するなど、指摘事項に適切に対応した。
- ③ 政府方針等に則り以下の契約情報をウェブサイト上に公表し透明性を確保した。
  - ・少額随契基準を超える全ての契約（機構の行為を秘密にする必要があるものを除く）4,962件について調達方式、契約相手方、随意契約理由等の情報を契約締結から72日以内に公表。
  - ・上記に加え、一定の関係を有する法人6社500件との取引状況にかかる情報についても契約締結から72日以内に公表。
  - ・契約監視委員会における審議概要について、平成25年度分を平成26年7月に公表。平成26年度分は平成27年7月頃に公表予定。
- ④ 総務省行政管理局より発出された「独立行政法人の随意契約に係る事務について」の内容を踏まえ、随意契約基準の一層の明確化を図るとともに、宇宙航空分野の特殊性に適した調達を効果的・効率的に実現できるようにするため、随意契約基準の見直しを行い、契約審査委員会及び契約監視委員会の点検を受けた後契約事務実施要領の改正を行った。

また、契約の履行に関しては、履行における不正を抑止するため、過大請求の抑止と早期発見のための取組、契約制度の見直し等、契約相手先との関係を含め、機構における契約管理体制の見直しを含めた抜本的な不正防止策を講じる。

### 4) 契約履行における不正防止策について

#### ① 三菱電機による過大請求事案の再発防止

- ・平成24年12月に策定した再発防止策の一環として、三菱電機及び関連会社への抜き打ちを含む正常化確認調査を計6回、他社への水平展開調査を計14回実施した。再発防止策に基づく調査計画は予定どおり達成した。
- ・これまでのデータ蓄積を踏まえたプロジェクトコスト管理の手法の標準化、コスト管理体制の強化などを検討し、昨年度試行を開始した第一衛星利用本部プロジェクトにおいて定期的に状況確認を行い定着を支援するとともに、本年度より輸送本部への適用検討や契約相手方との調整を実施し将来に向けた一層のコスト見積精度向上及び契約の適正性確保のための基盤を強化した。

#### ② 研究費不正事案対策

平成22年12月に締結した契約が詐欺を構成するとして平成25年5月に職員が逮捕された不正事案の再発防止策の一環として、契約相手方の適正性を判断するための最新の業者情報の必要性から、業者情報データの見直しに着手し、平成27年度の契約から新情報を活用した契約が行える状況を整備した。

#### ③ 「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン」への対応

- ・事務部門による給付事実の確認や特殊役務点検員の任命などガイドラインの内容を反映した検査実施要領の改定を行った。
- ・業者から調達契約に関する基本的事項を遵守する誓約書を受領することとし約4,200社から回答を得た。なお、年度内に受領できなかった業者についても個別の契約を締結する際は誓約書の提出を条件とすることとしている。

評価結果	評定理由(総括)
B	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。また、研究開発成果の最大化に資することを旨として新たな調達手法等の導入の検討、一部試行を行い年度計画を上回る成果を上げた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>米国(NASA)や欧州宇宙機関(ESA)を含む国内外の取組みの調査・研究結果を踏まえ、調達に係る業務の効率化、迅速化の実現や最も価値の高い成果を得るための調達の実現に向けた改善提案を行った。特に下記については、宇宙航空研究開発の特性を踏まえて独自に導入を図る先進的な取組みであり、その一部は研究開発型法人への移行に先駆け、試行を開始した。</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 調達企画機能の強化           <p>研究者・技術者と調達部門が調達プロセスの上流段階から協働する体制を構築し、調達企画機能(最も価値のある成果を得るための調達方法等の検討機能)の強化及び調達手続きの効率化(並行作業の導入や手戻りの排除等)を図ることによって、迅速かつより高い研究開発成果の創出に資する。</p> <p>新規のプロジェクトである新型基幹ロケット及び先進光学衛星開発においてこの体制を導入し、試行を開始した。</p> </li> <li>(2) 先進的調達方式の導入           <p>国内外の先進的取組みの中から、調達価値の最大化や調達の効率化、迅速化の観点で導入可能性のある制度を抽出した。このうち、より価値の高い成果に資する対話型選定方式及び履行成績評価制度、調達の効率化・迅速化に資する簡易型競争制度については、平成27年度内に導入を図るべく、制度設計に着手した。</p> <p>また、調達の選択肢を増やし、迅速な手続きで安価な調達を実現する手段として、インターネットサイトを活用した少額の物品購入を検討し、平成27年度から試行導入すべく準備を行った。</p> </li> <li>(3) 定型業務の外注化           <p>調達手続きの一部を外注化することで専門知識を持つ調達部門職員の業務負荷を軽減し、(1)の調達企画機能等に調達部門職員のリソースを重点化することで、限られた人的資源を最大限活用して迅速かつより高い研究開発成果の創出に資する。精算業務や納期管理業務の一部については外注化の試行を開始した。</p> </li> </ul> </li> </ul> <p>その他の業務についても以下のとおり着実に実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 総件数27,386件、1,755億円の契約について、原則として一般競争入札等によることを前提に政府の指導等に沿って契約手続きを適切に実施した結果、随意契約の割合(金額比)は22.8%であり、「随意契約見直し計画」で定める目標値37.3%を達成。</li> <li>● 一般競争入札等により契約を締結する場合であっても、真に競争性、透明性が確保されるよう留意し、競争準備段階でのチェック及び業者により一層の情報と準備時間を提供するため公告の予告等の制度を開始。また調達情報メール配信サービスを促進し、すべての入札公告について、登録者に入札情報を送信。</li> <li>● 入札及び契約の適正な実施について、監事および外部有識者により、随意契約および一者応札・応募案件の点検を受け、一者応札・応募 改善策を実施。また随意契約見直し計画の実施状況等契約情報をウェブサイト上に公表。</li> </ul>

【随意契約見直し計画の実施状況】

		①平成21年11月の閣議決定に基づく「随意契約見直し計画」(平成22年4月決定)		②平成26年度実績値		③見直し計画の進捗状況(①と②の比較増減)		<参考>			
								④平成25年度実績値		⑤平成26年と平成25年の比較(②と④の比較増減)	
								件数	金額(千円)	件数	金額(千円)
競争性のある契約		2,653 (65.1%)	85,673,204 (62.7%)	2,675 (78.7%)	84,421,557 (66.7%)	22 (13.6%)	▲ 1,251,647 (4.0%)	2,893 (79.6%)	72,849,939 (60.5%)	▲ 218 (▲0.9%)	11,571,618 (6.2%)
	競争入札	1,414 (34.7%)	47,248,667 (34.6%)	1,276 (37.6%)	41,479,769 (32.8%)	▲ 138 (2.9%)	▲ 5,768,898 (▲1.8%)	1,332 (36.6%)	30,592,809 (25.4%)	▲ 56 (1.0%)	10,886,960 (7.4%)
	企画競争、公募等	1,239 (30.4%)	38,424,538 (28.1%)	1,399 (41.2%)	42,941,787 (33.9%)	160 (10.8%)	4,517,249 (5.8%)	1,561 (42.9%)	42,257,130 (35.1%)	▲ 162 (▲1.7%)	684,657 (▲1.2%)
競争性のない随意契約		1,421 (34.9%)	50,929,769 (37.3%)	723 (21.3%)	42,103,760 (33.3%)	▲ 698 (▲13.6%)	▲ 8,826,009 (▲4.0%)	740 (20.3%)	47,428,292 (39.4%)	▲ 17 (1.0%)	▲ 5,324,532 (▲6.1%)
	ロケット打上げサービス契約	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (0.0%)	13,277,689 (10.5%)	1 (0.0%)	13,277,689 (10.5%)	2 (0.0%)	22,782,689 (18.9%)	▲ 1 (0.0%)	▲ 9,505,000 (▲8.4%)
	上記以外の契約	1,421 (34.9%)	50,929,769 (37.3%)	722 (21.2%)	28,826,071 (22.8%)	▲ 699 (▲13.7%)	▲ 22,103,698 (▲14.5%)	738 (20.3%)	24,645,603 (20.4%)	▲ 16 (0.9%)	4,180,468 (2.4%)
合計		4,074 (100.0%)	136,602,974 (100.0%)	3,398 (100.0%)	126,525,318 (100.0%)	▲ 676 (0.0%)	▲ 10,077,656 (0.0%)	3,633 (100.0%)	120,278,231 (100.0%)	▲ 235 (0.0%)	6,247,087 (0.0%)

1集計対象は、当該年度に新規に契約を締結したもの(過年度既契約分は対象外)。契約の改訂があったものは、件数は1件と計上し、金額は合算している。少額随契基準額以下の契約は対象外。(過年度既契約分及び少額随契基準以下の契約を含め、且つ改訂毎に1件として計上した場合、27,386件、1,755億円。このうち、光熱水費等に係る契約を除いた、契約部所掌分は24,321件、1,723億円。)

2 契約監視委員会からの提言(打上げサービスの有無により、随意契約金額が大きく変動するという特殊事情を考慮して評価することが適切)を受け、ロケット打上げサービス契約は別に表示している。

【一者応札・応募の状況】

	①平成26年度実績値		②平成25年度実績値		①と②の比較増減	
	件数	金額(千円)	件数	金額(千円)	件数	金額(千円)
競争性のある契約	2,675 (100.0%)	84,421,557 (100.0%)	2,893 (100.0%)	72,849,939 (100.0%)	▲ 218	11,571,618
うち、一者応札・応募となった契約	1,872 (70.0%)	68,810,567 (81.5%)	1,951 (67.4%)	50,284,343 (69.0%)	▲ 79 (2.5%)	18,526,224 (12.5%)

## Ⅱ.2.柔軟かつ効率的な組織運営

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:** 貴重な財政資源を効率的かつ効果的に活用し、理事長のリーダーシップの下、研究能力及び技術能力の向上、及び経営・管理能力の強化を図り、事業の成果の最大化を図る。また、責任と裁量権を明確にしつつ、柔軟かつ機動的な業務執行を行うとともに、効率的な業務運営を行う。

貴重な財政資源を効率的かつ効果的に活用し、理事長のリーダーシップの下、必要な組織・体制の検討、整備を進めることにより、研究能力及び技術能力の向上、及び経営・管理能力の強化を図り、事業の成果の最大化を図る。また、責任と裁量権を明確にしつつ、柔軟かつ機動的な業務執行を行うとともに、効率的な業務運営を行う。

### 実績:

1. 新しい宇宙基本計画の制定(平成27年1月)、国立研究開発法人への移行(平成27年4月)等、以下の認識のもと、機構をとりまく事業環境の変化に対応すべく、理事長自ら改革の骨子を提示するなどして強いリーダーシップを発揮し、平成27年4月1日の組織改正を実施した。
  - (1) 機構はこれまで、統合時に続いた失敗からの回復として、プロジェクト成功を最優先とした結果、確実にプロジェクトを実施できる技術力を獲得してきた。一方、中国・インドが台頭する中での宇宙開発の国際競争の激化や、宇宙の産業利用の活性化など、宇宙開発の新たな展開が見込まれている。
  - (2) 機構は、宇宙基本計画において「政府全体の宇宙開発利用を技術で支える中核的な実施機関」として位置づけられており、政府プロジェクト等を確実に実施してきたが、今後は、プロジェクトの確実な実施に加え、将来の国家事業(シナリオ、プログラム、及び個々のプロジェクト等)の提案を行うなど宇宙開発において多様な活躍を求められている。
  - (3) 機構は、平成27年度からの国立研究開発法人への移行を受け、国際競争力の強化、政策課題の解決に取り組み、我が国全体としての研究開発成果の最大化を図ることを通して、科学技術・イノベーションを創出していく必要がある。
  - (4) 今後は、プロジェクトの確実な実施はもちろんのこと、「中核的な実施機関」として、斬新で国際競争力のある技術開発や、将来の社会課題解決または産業育成につながるプロジェクト提案機能の強化にも、強力に取り組んでいく必要がある。

### 2. 組織・体制の整備

上記に対応するため、将来特に将来を見据えたミッションの高度な企画力と研究開発力を強化するため、機構創設以来最大の組織改正を、平成27年4月1日付で行った。

- (1) 新宇宙基本計画に掲げられたプロジェクト等の開発・運用を確実に実施するため、これまでロケット及び衛星と分野ごとに分かれていたプロジェクト実施機能を一つの部門で実施するよう再編した(「第一宇宙技術部門」の設置)。

- (2) 将来の宇宙開発に的確に対応した提案を生み出すため、新たなミッション・事業戦略・プログラム・シナリオの立案を行う機能を強化した（「ミッション企画部」の設置）。
- (3) これまで各本部に分散していた先導的な研究機能を研究開発部門に集約するとともに、全社研究戦略立案機能の強化（「研究戦略部」の設置）、及びシステムレベルの概念検討機能の強化（「システム技術ユニット」の設置）を行った。
- (4) イノベーション創出を加速するため、従来の運営システムを脱却した取り組み（人材流動化を可能とする制度等）を積極的に進める方針の下、テストベッドとなる組織を立ち上げた（「次世代航空イノベーションハブ」及び「宇宙探査イノベーションハブ」の設置）。

### 3. 外部との連携強化による研究能力・技術能力の向上

「外部能力の活用と連携」という方針のもと、外部との連携を積極的に推進した。具体的には、

- (1) 筑波地区における研究力を向上させるため、平成26年4月から、副理事長を研究開発本部長に充て、筑波在勤とし、研究開発力強化のための各種の取り組みを強力に進めた。
  - ①副理事長を議長とする筑波研究開発会議をほぼ毎月開催するなど調整に取り組み、これまで各本部事業の必要性に最適化して行ってきた研究を全機構で最適化すべく情報共有を行い、27年度からの新たな研究企画調整の仕組みを整えた。
  - ②産業技術総合研究所、物質・材料研究機構など、近隣の研究開発機関に積極的に出向き、それぞれのもつ技術を把握したうえでの連携可能性を探った。筑波地域の先端研究機関における高度な研究シーズを宇宙開発に取り込むことにより、基盤的な研究成果を宇宙開発という出口につなげていく仕組み作りを開始した（産業技術総合研究所との間では、デブリ計測・バッテリー・冷凍機など多分野に亘る課題解決型共同研究を、物質・材料研究機構との間では電子材料分野での共同研究を立ち上げた）。
- (2) 国際協力事業団（JICA）、科学技術振興機構（JST）という通常の研究機関とは異なる公的機関と積極的な協力を展開し、双方の特徴を生かした相乗効果を狙って、宇宙航空技術の展開に取り組んだ。
  - ①JICAとの間で連携協力の推進に関する基本協定を締結し（26年4月）、開発途上国における開発課題及び地球規模課題の解決のために実施するJICA事業への機構の宇宙航空技術等の活用等を進めることとし、違法伐採や森林資源状況をモニタリングするための地球観測データの提供を開始した（27年3月）。
  - ②JSTとの間で包括的な相互協力協定を締結し（27年2月）、双方の研究開発資源等の活用や情報交換等を進めることとした。JSTが研究を公募する際の「利用施設」としてきぼうを位置付け国際宇宙ステーションの利用拡大を図る、JSTのもつ知財ノウハウを活かし機構が保有する技術の実用化や社会還元を図るなど、ファンディングエージェンシーと研究開発実行組織が組むことで、共通目標である研究成果最大化を目指す仕組みを整えた。

### 4. その他業務運営の改善

- (1) 従前から内部統制やコンプライアンス確保に取り組んできたが、これに加え、26年度においては、改正独法通則法が求める内部統制体制の構築に取り組み、概ね整備した。具体的には、①業務方法書に内部統制体制を明記するとともに、内部統制実施指針を制定し、これらに基づく内部統制体制を明確化した。②利益相反マネジメント規程を新たに制定し自己申告を開始するなど、利益相反の対応も開始した。③文科省の「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン」及び「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」に対応し、競争的資金等の適正管理規程、研究活動における不正行為に関する規則等を改正した。

- (2) 外部資金の獲得と民間企業との新たな連携を進めるため、基幹ロケットの相乗り衛星及びきぼうからの放出による小型衛星の打ち上げを有償化し、また、共同研究における企業側資金負担などの施策を実施するなど、柔軟な業務執行を行った。
- (3) 国立研究開発法人への移行に向けて、移行準備室を設置し、所要の取組みについて組織横断的に検討・取りまとめ等を行うなど、機動的な業務執行を行った。

**効果:**

理事長の強いリーダーシップの下、機構が、その取り巻く環境に対応し、政府全体の宇宙開発利用を技術で支えつつ、我が国全体としての研究開発成果の最大化を図る国立研究開発法人となるための素地(内部環境)を整えた。

- 創設以来最大規模の組織改編を実施するなど、宇宙基本計画に定められる「政府全体の宇宙開発利用を技術で支える中核的な実施機関」として、政府プロジェクト等を確実に実施し、同時に将来を見据えたミッションの高度な企画力と研究開発力を強化するための体制を整えた。
- 研究開発成果の最大化を図ることを通して科学技術・イノベーションを創出していくという政府方針に沿って、宇宙・航空業界に偏っていたこれまでの活動から脱局し、外に開かれた組織として外部連携を積極的に進めた。

評価結果	評定理由(総括)
<p><b>B</b></p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。</p> <p>理事長の強いリーダーシップの下、機構が、その取り巻く環境に対応し、政府全体の宇宙開発利用を技術で支えつつ、我が国全体としての研究開発成果の最大化を図る国立研究開発法人となるための素地(内部環境)を整えた。</p> <p>具体的には、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 理事長の主導により、創設以来最大規模の組織改編を行った。機構は政府プロジェクト等を確実に実施できる体制を実現したが、それにとどまることなく、今後の技術の高度化、国際競争の激化など、宇宙開発の将来像を見据え、<b>「政府全体の宇宙開発利用を技術で支える中核的な実施機関」として、将来を見据えたミッションの高度な企画力と研究開発力を強化するための体制を構築した。</b></li> <li>● 筑波地域の研究開発力の強化に取り組むとともに、イノベーション創出に向け、宇宙・航空業界に偏っていたこれまでの活動から脱局すべく、外に開かれた組織として外部連携を進めた。筑波地区においては、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構との間での協力強化に積極的に取り組み、共同研究課題を新たに立ち上げるなど、<b>筑波地区における研究機関の成果最大化を図った。</b>また、国際協力事業団(JICA)や科学技術振興機構(JST)との間で協力協定を締結し、<b>国際協力機関やファンディングエージェンシーとの連携という従来にない枠組みを構築し、宇宙航空技術の多様な展開のための新たな仕組みを作った。</b></li> </ul>

## Ⅱ.3.(1)経費の合理化・効率化

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:**民間事業者への委託による衛星運用の効率化や、射場等の施設設備の維持費等を節減することに努める。また、業務の見直し、効率的な運営体制の確保等により、一般管理費について、法人運営を行う上で各種法令等の定めにより発生する義務的経費等の特殊要因経費を除き、平成24年度に比べ中期目標期間中に15%以上、その他の事業費については、平成24年度に比べ中期目標期間中に5%以上の効率化を図る。ただし、新たな業務の追加又は業務の拡充を行う場合には、当該業務についても同様の効率化を図るものとする。また、人件費については、次項に基づいた効率化を図る。なお、国の資産債務改革の趣旨を踏まえ、野木レーダーステーションについて国庫納付する等、遊休資産の処分等を進める。

民間事業者への委託による衛星運用の効率化へ向けた検討や、射場等の施設設備の維持費等を節減することに努める。また、業務の見直し、効率的な運営体制の確保等により、一般管理費について、法人運営を行う上で各種法令等の定めにより発生する義務的経費等の特殊要因経費を除き、平成24年度に比べ中期目標期間中に15%以上、その他の事業費については、平成24年度に比べ中期目標期間中に5%以上の効率化を図る。ただし、新たな業務の追加又は業務の拡充を行う場合には、関係府省との情報交換等を通じ、事業内容が重複しないように配慮しつつ、当該業務についても同様の効率化を図るものとする。また、人件費については、次項に基づいた効率化を図る。国の資産債務改革の趣旨を踏まえ、野木レーダーステーションについて国庫納付する等、遊休資産の処分等を進める。なお、ISS等の有償利用及び寄付の募集等による自己収入の拡大に努める。

### 実績:

経費の効率化・合理化に向け、「基盤的活動費の削減」を含む総合事業計画等に基づき、以下に示す活動を進めた。

- (1) 陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)の衛星運用業務の効率化へ向け、国内外の観測データ配布実態の動向把握等に基づき検討を行った結果、衛星運用とデータを配布を一体で行う民間事業者を選定し、定常配布(国内政府機関や共同研究者への配布は機構、それ以外の配布は民間事業者)を開始した。
- (2) 各部署の電力使用量を明確化・可視化する「電力見える化」の本格稼働及び受益部門が経費を一部負担する仕組みの構築により、目標(FY24比で5%の電力使用量削減)を上回る5.8%の削減を達成した。また、射場等施設設備の維持費等の節減のため、前年度に引続き設備維持業務の見直しを行うとともに、一部設備(例:LE-5Bエンジン燃焼試験設備)の休止や、ロケット追尾系レーダ局の廃局に向けた投資の継続等を行った。
- (3) 一般管理費削減については、一般管理業務運営に支障を及ぼさないように留意しながら、平成26年度は20億円とし、平成24年度の約22億円に比べ、10%の削減となった。
- (4) 新規に追加される業務、拡充業務を除くその他の事業費については、プロジェクト等の実施に影響を及ぼさないように留意しながら、運用業務の効率化等で経費を削減し、中期目標期間中に平成24年度に比べ5%以上の効率化を達成するの目途を得た。

(5) 国の資産債務改革の趣旨を踏まえ、小笠原宿舎用地の国庫納付に向け境界確定協議手続きを行う等遊休資産の処分作業を行った。また、不要となった実験用航空機について、入札手続きを行った。

(6) ISS等の有償利用や寄付金により自己収入※の拡大に努めた。

運営費交付金、補助金及び受託収入以外の収入

ISS等の有償利用(例:「きぼう」からの超小型衛星の有償放出や船内実験室の商業利用等)、知財収入などにより自己収入の拡大に努めた結果、8.6億円の自己収入を得た。

**効果:**

上記を実現できたことで、以下の効果に繋がり、予算が削減されながらも工夫により事業の質を落とさずに費用の節減を行えた。

(1) 機構が支出する費用(衛星運用費、射場等の施設設備の維持費等並びに遊休資産の処分等による固定資産税に係る費用)を軽減させることができた。

(2) 自己収入(ISS等の有償利用など8.6億円)により、その資金を活用した成果の充実に繋げることができた。

評価結果	評定理由(総括)
<p><b>B</b></p>	<p>経費の効率化・合理化に向け、「基盤的活動費の削減」を含む総合事業計画等に基づき、年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画を達成に向け順調に推移している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)の衛星運用業務の効率化へ向け、国内外の観測配布実態の動向把握等に基づき検討を行った結果、衛星運用とデータを配布を一体で行う民間事業者を選定し、定常配布を開始した。</li> <li>● 各部署の電力使用量を明確化・可視化する「電力見える化」の本格稼働及び受益部門が経費を負担する仕組みの構築により、5.8%の電力使用量削減を達成した。また、射場等施設設備の維持費等の節減のため、前年度に引続き設備維持業務の見直しを行うとともに、一部設備(例:LE-5Bエンジン燃焼試験設備)の休止や、ロケット追尾系レーダ局の廃局に向けた投資の継続等を行った。</li> <li>● 新規に追加される業務、拡充業務を除くその他の事業費については、プロジェクト等の実施に影響を及ぼさないように留意しながら、運用業務の効率化、リスクを再整理するなど経費を削減し、中期目標期間中に平成24年度に比べ5%以上の効率化を達成するの目途を得た。</li> <li>● 国の資産債務改革の趣旨を踏まえ、小笠原宿舎用地の国庫納付に向け境界確定協議手続きを行う等遊休資産の処分作業を行った。また、不要となった実験用航空機について、入札手続きを行った。</li> <li>● ISS等の有償利用及び「募集特定寄付金」による自己収入の拡大に努め、収入を得た。</li> </ul>

## Ⅱ.3.(2) 人件費の合理化・効率化

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:** 給与水準については、国家公務員の給与水準を十分配慮し、手当を含め役職員給与の在り方について検証した上で、業務の特殊性を踏まえた適正な水準を維持するとともに、検証結果や取組状況を公表するものとする。総人件費については、政府の方針を踏まえ、厳しく見直しをするものとする。

給与水準については、国家公務員の給与水準を十分配慮し、手当を含め役職員給与の在り方について検証した上で、業務の特殊性を踏まえた適正な水準を維持するとともに、検証結果や取組状況を公表する。  
総人件費見直しについては、政府の方針を踏まえ、対応する。

### 実績:

- (1) 平成25年度の給与水準の検証結果・取り込み状況について、平成26年6月末に公表した。主な内容は以下のとおり。
  - 平成23年度に航空宇宙関係の民間事業者に対する給与水準を調査した結果、民間との比較にあたっては、国家公務員の給与水準との比較の考え方をういた場合、航空宇宙関連企業の給与水準を100とすると、機構の給与水準は98.4であった。
  - 「国家公務員の給与の改定及び臨時特例に関する法律」の改正に準拠し、平成26年10月まで平均△7.8%の給与削減(臨時特例)を実施した。
  - 平成23年度から平成25年度にかけて、専門業務手当を主任手当に改変し、段階的な削減を行っている。
- (2) 上記取り組みを踏まえ、平成26年度の取り組みとして、年度末に枠外昇給の廃止および副課長相当職の手当の見直しにより固定給を減額した。(なお当該取り組みが反映されたラスパイレス指数が反映・公表されるのは平成28年度となる見込みである)。  
平成26年度の給与水準(平成27年6月末公表するラスパイレス指数)は、引き続き逡減し、「事務・技術」で104.8となる見込みである(この指数は、国家公務員の臨時特例措置に準じた給与の引き下げについて、国家公務員と同等に行ったものの、その実施時期の違いにより一時的に減少したものであり、この影響を除いた場合の指数の見込みは109.8である)。
- (3) 総人件費見直しについては、政府の方針を踏まえて人事院勧告に準じた給与の改定を行っている。

評価結果	評定理由(総括)
B	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 機構の給与水準について、業務の特殊性を踏まえた適正な給与水準が維持されているか否か、検証した。           <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 国家公務員のみならず、航空宇宙関係の民間事業者に関する調査結果を踏まえ、給与水準の妥当性を検証。</li> <li>➢ 業務の特殊性を踏まえて支給している手当の妥当性を検証。段階的削減を実施。</li> </ul> </li> <li>● 平成26年6月末に、平成25年度の給与水準を公表。「事務・技術」の指数は117.4であった。平成26年度給与水準(平成27年6月末に公表予定)は引き続き低減し、「事務・技術」で104.8となる見込みである。(国家公務員給与の臨時特例措置への対応時期のずれにより、一時的にラスパイレス指数が減少)</li> <li>● 総人件費見直しについては、政府の方針を踏まえて人事院勧告に準じた給与の改定を行っている。</li> </ul>

## Ⅱ.4.情報技術の活用

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項：**情報技術及び情報システムを用いて研究開発プロセスの革新及び業務運営の効率化を図り、プロジェクト業務の効率化や信頼性向上を実現する。  
 また、平成23年度に改定・公表した「財務会計業務及び管理業務の業務・システム最適化計画」を実施し、業務の効率化を実現する。  
 このような取組等により、管理部門については、一層の人員やコストの削減を図る。

**特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)**  
 ●平成17年6月、各府省情報化統括責任者(CIO)連絡会議において、「独立行政法人等の業務・システム最適化実現方策」が決定された。これにより、国の行政機関の取組に準じて、業務・システムに係る監査、刷新可能性調査、最適化計画の策定・実施が要請された。(平成20年度記載)

マイルストーン	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度
(1)プロジェクトの課題解決等	研究開発プロセスの革新を目指した技術開発、数値シミュレーション、ソフトウェア技術を活用した課題解決等				
(2)スーパーコンピュータの維持・運用	JAXAスーパーコンピュータの維持・運用				
	新スパコンの調達	新スパコンの導入		新スパコンの本格稼働	
(3)「財務会計業務及び管理業務の業務・システム最適化計画」の実施	財務会計業務及び管理業務の業務・システム最適化計画の実施				

情報技術及び情報システムを用いて一層の業務の効率化、確実化及び信頼性向上を図るため、以下を実施する。

1)平成25年度までの実績を踏まえ、数値シミュレーションやソフトウェアエンジニアリングの情報技術を用いて、研究開発のプロセスの革新を目指した技術開発を行うとともに、プロジェクト等への適用を進める。

#### 実績:

##### ①「ミッション解析の統合環境構築」:

ロケット打上げ輸送サービスの契約受注から打ち上げまでに必要となる多くの解析作業は、それぞれ独立していた個別システム/プログラムにおいて実施されていた。この効率化等を目指した本取組において、シームレスな作業工程を構築するため、個別システム/プログラム間の連携機能を試作するとともに、ロケットにインストールするソフトウェアの製作自動化及びその製作工程における詳細設計を実施し、ミッションインテグレーション作業の効率化の目途を得た。

##### ②「新たな信頼性マネジメント手法の構築」:

液体ロケットエンジンの開発において、大規模な試作エンジンの燃焼試験により設計を評価するのではなく、故障モードの網羅的識別並びに故障モード毎の数値解析及び因子の感度解析や要素試験により早期にリスク低減を行うことによって、信頼性を向上しながら開発コスト削減、開発期間短縮を可能とする高信頼性開発マネジメント手法を構築した。

#### 効果:

- ① 複数の連携機能を用い、より多くの解析を自動連携動作可能としたとともに、号機毎の実作業範囲を限定できるようにしたことなどにより、ミッション解析期間の短縮・工数削減(半減)の目途を得た。また、ソフトウェア定数設計の自動化ツールを試作したことで、ソフトウェア製作工程期間短縮(半減)の目途を得た。構築した環境は新型基幹ロケットの開発に適用する予定である。
- ② 新たな信頼性マネジメント手法により、エンジン開発費を従来手法より約6割削減することが可能となった。本手法は、新型基幹ロケット1段エンジン(LE-9)に適用されることが決定するとともに、学会やメーカー等から招待講演を依頼される等、外部からも注目を集めている。

2)新たに導入するJAXAスーパーコンピュータの立上げを行い、初期運用を開始するとともに、既存のJAXAスーパーコンピュータも含め、維持・運用を確実に行う。

#### 実績:

- 新JAXAスパコンは、性能を旧システムの約20倍に向上させる一方で、第3期中期目標期間のコストを、第2期中期よりも20%削減する計画で進めている。また、消費電力は、新スパコンの導入により全体で約15%の削減ができる見込み。
- 新スパコンの第1期(10月1日稼働開始)の導入作業を行い、計画どおり運用を開始した。第2期(平成27年4月1日稼働開始)の導入作業も計画どおり実施し、予定どおり1PFLOPSの計算リソースと遠隔可視化機能等の運用を開始できる見込み。
- 既存スパコンにおいては、ジョブスケジューリングの改善等を継続的に実施することにより高いCPU稼働率を維持しつつ(2014年度:96%)、新スパコンへのデータ移行を計画どおり実施するなど、維持・運用を確実に行った。

3)平成23年度に改定・公表した「財務会計業務及び管理業務の業務・システム最適化計画」に基づき、申請業務の効率化等の改善に取り組む。

**実績:** 情報技術及び情報システムを用いて業務の効率化等を行うため、以下を実施した。

- 財務会計システムについて、競争的資金を含む研究費の適正管理を目的として、①契約業者選定の適正性と納品事実の確認を的確に行うための改修、及び、②組織変更に対応するための改修などの機能改善を行い、機構のコンプライアンス強化に貢献した。
- 外部のプロバイダが提供する事務用消耗品の電子調達サービスについて、全社を対象に導入し本運用を開始した。
- 「財務会計業務及び管理業務の業務・システム最適化計画」に基づき、申請業務の効率化を実現するために、各事業所の管理部門等が所掌する申請業務の調査及び効率化の検討を進めた。

評価結果	評定理由(総括)
<p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">B</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。</p> <p>情報技術及び情報システムを用いて一層の業務の効率化、確実化及び信頼性向上を図るための取組として、以下を実施し、特に新型基幹ロケット開発に向けた業務の効率化の目途を得る等の成果を得るとともに、管理業務についてはシステムの機能改修により事務作業量を増加させることなく着実な業務の遂行に貢献した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 研究開発プロセスの革新のための技術開発と同技術のプロジェクト等への適用を目指して、数値シミュレーション技術及びソフトウェアエンジニアリング技術の研究開発を実施した。特に、新型基幹ロケットを始めとするロケット関連業務等の効率化の目途を得ることができた。</li> <li>● 新JAXAスーパーコンピュータの立ち上げを行い初期運用を開始した。また、平成26年度まで並行運用する既存のJAXAスーパーコンピュータの維持・運用を確実に行った。</li> <li>● 平成23年度に改定・公表した「財務会計業務及び管理業務の業務・システム最適化計画」に基づき、申請業務の効率化等の改善を進めた。</li> </ul>

## VIII. その他主務省令で定める業務運営に関する事項

評価項目	平成25年度 内部評価	平成26年度 内部評価				頁
VIII.1 施設・設備に関する事項	(A)	B				F-1
VIII.2 人事に関する計画	(A)	B				F-4
VIII.3 安全・信頼性に関する事項	(A)	B				F-6

## VIII.1.施設・設備に関する事項

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:**平成25年度から平成29年度内に整備・更新する施設・設備は次のとおりである。

(単位:百万円)

施設・設備の内容	予定額	財源
宇宙・航空に関する打上げ、追跡・管制、試験その他の研究開発に係る施設・設備	10,872	施設整備費補助金

[注]金額については見込みである。

以下に示す施設・設備の整備・老朽化更新等を重点的に実施する。

- (1) セキュリティ対策施設設備の整備(宇宙輸送、追跡管制、宇宙科学研究、共通設備)
- (2) 施設設備の整備・改修(宇宙輸送、追跡管制、環境試験、宇宙科学研究、共通設備)
- (3) 用地の取得(種子島宇宙センター)
- (4) 施設設備の老朽化更新等(宇宙輸送、追跡管制、環境試験、技術研究、宇宙科学研究、共通設備)

**実績:**

- ① 「JAXA防護設備等整備全体計画」に基づき、内之浦宇宙空間観測所、地球観測センター、沖縄宇宙通信所、勝浦宇宙通信所、臼田宇宙空間観測所の5事業所について、セキュリティフェンス等を整備。
- ② イプシロンロケットの運用性向上のため、内之浦宇宙空間観測所M台地にフェアリング空調移動車等を保管する多目的車庫及び、射点海側山林の火災延焼防止のための防消火設備を整備。  
また、現行の建築基準法を満たさない能代多目的実験場器材保管他4棟(全5棟)の耐震改修を実施。改修に際しては、今後の使用計画を踏まえ、これまで5棟の建物に分散されていた機能を3棟に整理集約して2棟を解体撤去することとし、耐震改修コストと今後の建屋維持費を削減。
- ③ 安全上退避が必要なロケット打上げ警戒区域(射点から3km)内にある民有地(田、畑等)について、0.23ha取得。
- ④ 施設設備の機能を維持するとともに、重大な事故や致命的な損傷等の発生するリスクを低減するため、省エネ、経済性にも配慮しつつ、23件の共通設備関連の老朽化更新を実施。主な工事は以下の通り。
  - ・内之浦宇宙空間観測所の非常用発電機を老朽化に際して、非常用 常用設備に変更して更新。これにより、イプシロンロケット打上げ時における商用電力と発電機との系統連系運転が可能となり、電力の安定供給体制を確保。さらに、打上げ作業時のみに発生する電力需要のピークを発電機運転でまかなうことができるため、商用電力の契約電力を低く設定することが可能となった。(打上げ年度で年間約300万円を抑制)
  - ・調布航空宇宙センター空力5号館の外壁・屋上の改修に際して、当初目的である超極風洞試験設備に対する漏水リスク、及び、建屋周辺歩行者へのコンクリート片落下リスクを軽減はもちろん、窓及び建具の気密化等の対策を併せて行い、近隣住民に対する振動と騒音の影響を低減。

**効果:**

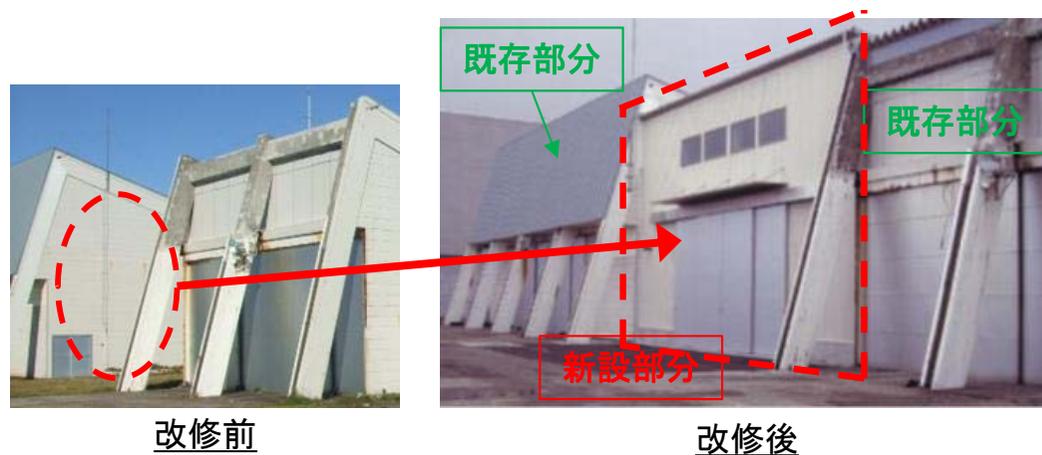
- ④ 老朽化更新に際して、常用発電機の整備等の効果的な更新を実施することで、年間1,550,000 kWhの電力消費量削減と年間2,000万円の維持費削減を実現。

# 効果的な維持・更新による安全・省エネルギーな施設の構築

## ～JAXA保有施設の耐震化(主構造部)及び年1%以上の電力削減～

### ■ JAXA保有施設の耐震化(主構造部分)の完了

平成17年より、JAXA保有施設のうち、現行の建築準法の耐震基準を満たさない33棟について、優先順位をつけ、計画的に耐震改修を実施し、本年度の能代の5棟を持って、全て完了。(参考:文部科学省による公立学校施設の耐震改修状況調査の結果では、耐震化率は92.5%)  
改修に際しては、既存施設のスクラップ&ビルドを考慮し、維持費の削減に努めるとともに、2棟を1棟に結合することで耐震性を確保する方法を検討、実施するなど、構造安全性の確保に加え、機能向上とコスト削減の相反する課題を克服。

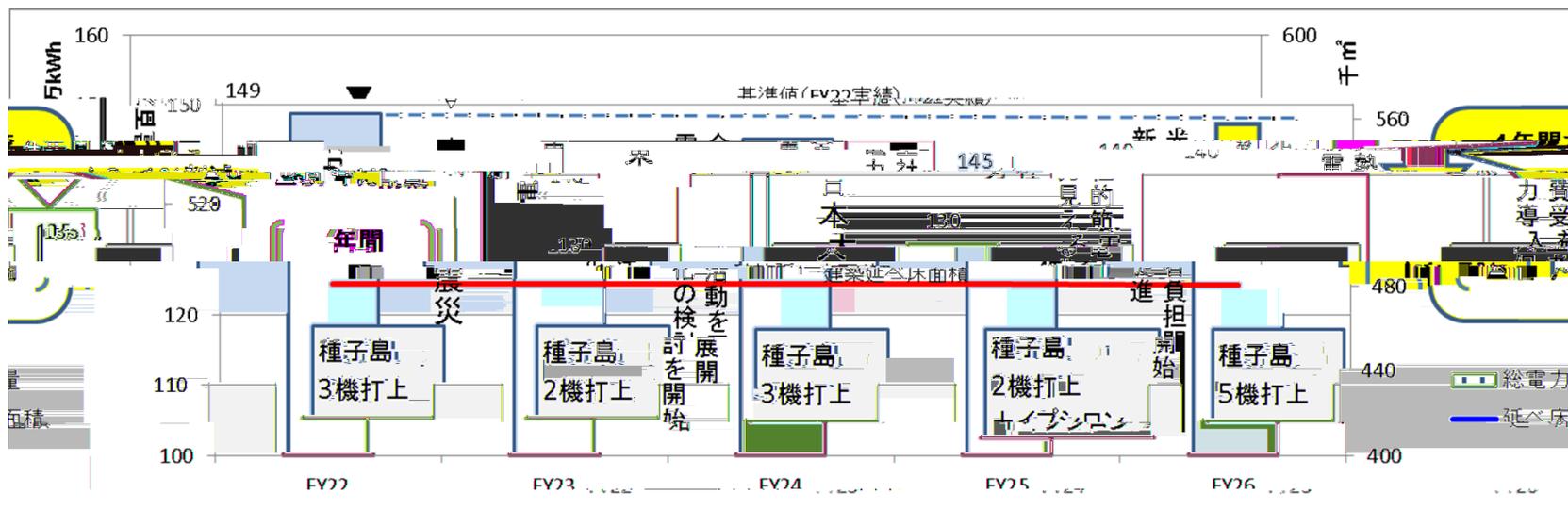


建屋を結合することでこれまで必要だった試験供試体の棟間移動が不要になり、荒天時の制約を解消！

能代多目的実験場耐震改修

### ■ 電力使用量の削減

電力使用量について、老朽化更新と合わせて非常用発電機を常用発電機として整備するなどの工夫を行った結果、年間の打上げ機数と環境試験の増加、及び新規整備施設の増加があつたにもかかわらず、震災前の平成22年をピークとして年平均1.7%の削減を継続中である。この削減率は、一般的に電力削減の目安とされている年1%を大きく上回る。



評価結果	評定理由(総括)
<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">B</p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向けて順調に推移している。</p> <p>平成26年度は、平成17年度から計画的に実施してきた建築基準法への合致が必要な施設について耐震化を完了させるとともに、初となる年間5機のロケット打上げ等、電力を消費する機会が増えた状況下においても年間の使用電力量の継続的な削減を達成することで、①安心、安全で、②省エネルギーな、宇宙航空研究開発事業を支える施設・設備の構築に向けて大きく事業を進展させた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 耐震化では、一般的な改修工法に縛られず、研究開発に求められる運用性を考慮しつつ改修を実施することで、試験時の運用性を高めるとともに、維持費削減を達成するなど相反する課題を克服した。             <ul style="list-style-type: none"> <li>平成26年度は能代について、今後の使用計画を踏まえた上で、5棟の建物に分散されていた機能を3棟に整理集約して2棟を解体撤去することとし、耐震改修コストと今後の建屋維持費を削減した。</li> <li>建屋機能の整理集約に際しては、これまで別建屋で行われていた燃焼試験準備作業をひとつの建屋で行えるようにして供試体の建屋間の移動を不要とした。これにより燃焼試験の荒天時制約を解消、天候に左右されることのない準備作業の実施が可能となった。</li> <li>この能代の耐震改修をもって、JAXAのすべての建屋(主要構造)が現行の耐震基準を満たすことになり、平成17年度から取り組んできた耐震対策を完了した。</li> </ul> </li> <li>● 老朽化更新では、施設の機能を維持するとともに、重大な事故や致命的な損傷等の発生するリスクを低減することはもちろん、併せて、電力使用量1,550,000kWhを削減。             <ul style="list-style-type: none"> <li>電力使用量は震災前の平成22年をピークに年平均1.7%の減少を続けており、打上機数の増加等があったにもかかわらず、一般的な電力削減の目安である年1%削減を大きくクリアした。</li> <li>この期間中、電力使用量見える化システム導入の取り組み、全社的節電活動の推進、光熱費を各使用部門が負担する仕組みの導入、新電力参入促進などの取り組みを通じて、機構全体の節電意識の向上に貢献した。</li> </ul> </li> </ul>

## VIII.2.人事に関する計画

平成26年度 内部評価 B

**中期計画記載事項:** キャリアパスの設計、職員に対するヒアリングの充実及び外部人材の登用等、人材のマネジメントの恒常的な改善を図り、高い専門性や技術力を持つ研究者・技術者、プロジェクトを広い視野でマネジメントする能力を持つ人材を育成するとともに、ニーズ指向の浸透を図り、機構内の一体的な業務運営を実現する。

また、業務の円滑な遂行を図る。

具体的には、人材育成実施方針の維持・改訂及び人材育成委員会の運営等により、業務の効果的・効率的な運営を図る。

また、国や民間等のニーズを踏まえた幅広い業務に対応するため、以下の措置を講じる。

(a) 人材育成実施方針に基づき、高度な専門性や技術力を有する人材、プロジェクトを広い視野でマネジメントする能力を有する人材、外部ニーズと技術を橋渡しできる人材等を養成するため、研修の充実等に取り組むとともに、適宜外部人材を登用する。

(b) 組織横断的かつ弾力的な人材配置を図るとともに、任期付職員の効果的な活用を推進する。

機構内の一体的な業務運営を実現するため、人事に関し以下を実施する。

(1) 人材育成実施方針の維持・改訂及び人材育成委員会の運営等により、業務の効果的・効率的な運営を図る。

(2) 人材育成実施方針に基づき、高度な専門性や技術力を有する人材、プロジェクトを広い視野でマネジメントする能力を有する人材、外部ニーズと技術を橋渡しできる人材等を養成するため、研修の充実等に取り組むとともに、適宜外部人材を登用する。

(3) 組織横断的かつ弾力的な人材配置を図るとともに、任期付職員の効果的な活用を推進する。

### 実績:

(1) 理事長をトップとする人材育成委員会において、組織としての成果創出の最大化、効果的・効率的な業務運営のために必要となる職員の適正な要員配置計画策定に向け、全職員を対象とした機能別人員分析を行っただけでなく、所属組織が創出すべき価値の大きさや重要度、困難度に応じた職責への見直し、新人の配属方針及び研修全体の方針見直し及び職員の採用方針の策定などを行い、職員の専門能力強化と人材育成を推進した。

また、女性人材活用、ワーク・ライフ・バランスの向上を進めるために、平成25年10月に設置された「男女共同参画推進室」において、全職員の 出産・子育てや介護に係る支援、女性研究者の研究開発・マネジメント力の向上、次世代支援、内外ネットワークの構築等の企画・立案・運営等を行った。具体的には、職員が安心して子育てを行える職場環境を整備するため、データの入力、整理、解析補助や実験・調査の補助等を行う「研究支援員」の雇用、病児・病後児保育支援のためのベビーシッター派遣制度の試行、相談窓口の常設を行った。また、全職員を対象としたアンケート調査の実施、ホームページの立ち上げ、ロールモデル誌等の発行を行った。

(2) 研究開発力の強化に向け、専門技術部門、プロジェクト部門の職員が進むべきキャリアパスを明確化した。特に、プロジェクトマネージャについては、その選考にあたって必要な要件などの事項・手順を定め選考を進めると共に、将来の候補者育成に向け、プロジェクト終了時に、職員の経験値等を蓄積する仕組みを構築した。また研修については、高度な専門性や技術力を有する人材、プロジェクトを広い視野でマネジメントする能力を有する人材を育成するため、各部・本部における専門的な教育研修を実施するとともに、プロジェクトマネジメント、事業創出に関する研修メニューの充実を図った。特に平成26年度は現場意識の向上、全社意識の醸成等の観点から新卒新人研修の新たな試みとして現場実習を行い職員の能力開発に努めた。

研究開発力強化の流れを念頭に、事業運営上必須であるが育成が難しく、即戦力が必要となる分野を中心に民間企業等の経験者を採用し、ユーザ視点に立った事業運営が進んだ。

(3) 組織横断的かつ弾力的な人材配置として、新規事業の発足や廃止に伴う人材の配置変更を適時・適切に行うとともに、本部をまたぐ人材の投入・活用を促進した。特に新しい宇宙基本計画への対応と国立研究開発法人への移行に伴う平成27年4月1日付組織改正に向け、機構全体レベルの将来ミッションを企画する機能の強化及び、研究開発法人の本来機能として現行のプロジェクトを「支える」研究に加え、将来プロジェクトに向けた「先導する」研究を強化するため、組織の大きくくり化や全社機能化に対応した弾力的な人員配置を行った。

さらに、イノベーションハブ構築に向け国内外の人材糾合を促進するため、国内外の極めて優秀な研究者等を能力に応じて柔軟に給与を処遇するイノベーションフェロー制度と、相手先と使用者責任の配分(従事比率)を協定で締結し、機構と相手先の両者に在籍する契約形態で職員を受入れるクロスアポイントメント制度を創設した。定年退職者を再雇用職員として積極的に採用し、それまでの勤務で培った知見を積極的に活用できる人材配置を進めた(平成26年度実績数 151名)。

評価結果	評定理由(総括)
B	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 理事長トップの人材育成委員会での議論を踏まえ、①職員の適正な要員配置計画策定のための機能別人員分析、②女性人材の活用及びワーク・ライフ・バランスの向上を進めるため、全職員の 出産・子育てや介護に係る支援、女性研究者の研究開発・マネジメント力の向上、内外ネットワーキングの構築等を行うなど、効果的・効率的な業務運営に努めた。</li> <li>● 研究開発力の強化に向け、専門技術部門、プロジェクト部門の職員が進むべきキャリアパスを明確化した。特に、プロジェクトマネージャについては、その選考にあたって必要な要件などの事項・手順を定め選考を進めると共に、将来の候補者育成に向け、プロジェクト終了時に、職員の経験値等を蓄積する仕組みを構築した。また、高度な専門性や技術力を有する人材、プロジェクトを広い視野でマネジメントする能力を有する人材を育成するため、専門的な教育研修、プロジェクトマネジメント等に関する研修メニューの充実等を図った。特に現場意識の向上、全社意識の醸成等の観点から新卒新人研修の新たな試みとして現場実習を行い職員の能力開発に努めた。事業運営上必須であるが育成が難しく、即戦力が必要となる分野を中心に民間企業等の経験者を採用し、ユーザ視点に立った事業運営が進んだ。</li> <li>● 組織横断的かつ弾力的な人材配置として、新規プロジェクトの発足等に伴う人材の配置変更を適時・適切に行うとともに、各部・本部をまたぐ人材の投入・活用を促進した。さらに国内外の人材糾合を促進するため、柔軟な報酬・給与制度としてイノベーションフェロー制度とクロスアポイントメント制度を創設した。定年退職者の豊富な知識、経験を活用できるよう人材配置した。</li> </ul>

## VIII.3.安全・信頼性に関する事項

平成26年度 内部評価 B

### 中期計画記載事項:

経営層を含む安全及びミッション保証のための品質保証管理体制を構築・維持し、その内部監査及び外部監査における指摘事項を的確に反映する等により、課題を減少させ、ミッションの完全な喪失を回避する。万一ミッションの完全な喪失が生じた場合には、経営層における責任を明確化するとともに、原因の究明と再発防止を図る。具体的には、

- (a) これまでに整備した品質マネジメントシステムを確実に運用し、継続的に改善する。
- (b) 安全・信頼性教育・訓練を継続的に行い、機構全体の意識向上を図る。
- (c) 機構全体の安全・信頼性に係る共通技術データベースの充実、技術標準・技術基準の維持・改訂等により技術の継承・蓄積と予防措置の徹底、事故・不具合の低減を図る。

また、打上げ等に関して、国際約束、法令及び科学技術・学術審議会が策定する指針等に従い、安全確保を図る。

ミッションに影響する軌道上故障や運用エラーを低減し、ミッションの完全な喪失を回避するため、構築済みの品質保証管理体制を維持しつつ、経営層及び本部・部・課室レベルの各段階で、下記の安全・信頼性向上及び品質保証活動を展開する。なお、万一ミッションの完全な喪失が生じた場合には、経営層における責任を明確化するとともに、原因の究明と再発防止を図る。

### 実績:

- ① 安全・信頼性向上及び品質保証に係る下記に示す活動を信頼性統括の下、機構内の組織の枠を超えた関係者間の情報共有や連携を深めつつ、機構及び企業の安全・信頼性レベルの向上を進めるとともに、H-IIAロケット24号機／だいち2号、H-IIAロケット25号機（／ひまわり8号）、H-IIAロケット26号機／はやぶさ2、H-IIAロケット27号機／情報収集衛星レーダ予備機、H-IIAロケット28号機／情報収集衛星光学5号機、の打上げ・運用、及び若田宇宙飛行士ISS滞在／ソユーズ37S帰還に対し、安全・信頼性の専門家が準備・運用状況について評価を行い、理事会議の場で報告・審議。
- ② 経営層主導の下、上記審議及び各プロジェクト審査会等における審査を行った結果、ロケット打上げ、衛星軌道上運用、及びISS運用／帰還は順調に行われ、経営層の責任に至る事象の発生は無し。

品質マネジメントシステムの運用を通じて、継続的な改善を行い、業務目標の確実な達成に資する。

### 実績:

- ① 品質マネジメントシステム運用
  - ・各部門が重点課題を設定し、その業務プロセス監視及び改善を中心とした品質マネジメント運用を行いPDCAを回すとともに、安全・信頼性推進部が各部門の運用状況を確認し、品質マネジメント担当者連絡会で好事例や課題の共有或いは外部状況変化(ISO規格改訂動向)を共有することでall JAXAとしての品質マネジメント運用を推進。機構全体の外部審査での不適合事項はない。

### 効果:

- ・各部門とall JAXAの品質マネジメントシステムの連携により、機構の業務プロセスとして一体となった品質マネジメントシステムが定着。

安全・信頼性教育・訓練を継続的に実施し、安全・ミッション保証活動の重要性を認識させ、自らがその主体者であるという意識向上を進める。

**実績:**

① 教育・訓練

- 最近の経験を取り込み、システム安全、信頼性、品質保証、ソフトウェア開発保証の研修を計14回、延べ206名に実施し、技術を伝承。入社5年目職員の初級コース100%受講を3年連続で達成。システム安全に関しては関連企業にも提供。
- 受講者の多く(66%)が現場業務に効果と評価しており、意識向上が推進。
- 教育訓練に安全・信頼性部門の責任者が講師と別に研修教材準備から参加し、開発現場での実経験や教訓等を提供することで、単なる知識だけでなく開発業務に即した情報を加え、参加者の主体者意識を向上させた。

**効果:**

- 安全・信頼性教育・訓練の受講者を各プロジェクトに配置することで、安全・ミッション保証活動の自律化を推進。

以下の方策により、安全・信頼性に関する技術情報のプロジェクト等における活用を促進し、もって技術の継承・蓄積と予防措置の徹底、事故・不具合の低減を図る。

- 機構全体の安全・信頼性に係る共通技術データベースを充実、活用し、軌道上不具合等の分析・展開、信頼性技術情報の発行等を速やかに行う。
- システム・機器の特性を考慮し、部品・ソフトウェアを含む安全・信頼性・品質保証要求を適時見直すとともに、要求解説、ガイドライン等を作成、維持する。
- 技術標準・技術基準について技術動向を踏まえ最新状態を維持するとともに、国内外での認知・活用のため公開を拡大する。

**実績:**

① 共通技術データベースの充実、活用、情報分析・展開

- 不具合情報411件を追加反映(計36,416件)し、関係者に開示すると共に不具合分析の基礎データとして活用。データ分析からコネクタ関連不具合の散発を踏まえ、企業間の垣根を越えた我が国独自の新たな取組みとして、JAXA主導でシステム企業6社との協働による「コネクタ不具合撲滅活動」を実施。現場にとどまらず、マネジメント層も含めた対策を識別し、企業の作業基準や研修教材に反映された。今後6社以外の国内関連企業にも情報を展開しAll Japanとしての底上げに寄与した。
- 信頼性技術情報4件、アラート情報(JAXA内部向け)2件を発行するとともに、軌道上及び地上で経験した不具合情報を展開。今年度特に打上げ間隔の厳しい中で、打上げ直前の衛星やロケットを含め全てに処置(影響評価、部品交換等)を遅滞なく実施。

② 安全・信頼性・品質保証要求類の作成、見直し、維持

- 企業の要望を踏まえ、航空、宇宙分野の品質マネジメントシステムの国際標準であるJISQ9100(品質マネジメントシステムー航空、宇宙及び防衛分野の組織に対する要求事項)をJAXA開発における品質保証要求に取り入れるための宇宙機器メーカーや日本航空宇宙工業会との検討を実施。機構固有の要求事項との整合が取れた内容の標準案及び解説書案を作成。
- 機構のリードによりNASA、ESA、機構の要求類の違いの明確化を図り、国際共同プロジェクトにおける要求の相互理解向上に貢献。

### ③ 技術標準・技術基準の最新状態維持、及び公開拡大

- 機構及び関係企業・大学が協力し、技術データ取得(MLI剥離防止試験等)結果や最新技術情報を取り込みつつ、設計標準3件を新規制定、7件を改訂。(制定総数:62件) 設計標準ワークショップにより関係者へ周知することで、企業とJAXAとで共有し、人工衛星開発等に活用している。
- 技術標準・技術基準は、今年度公開2件を加え、計45件を公開。公開対象は基本思想及び基準内容の範囲とし、技術データについてはノウハウの流出を防ぐため非公開としている。

#### 効果:

- 「コネクタ不具合撲滅活動」では一企業の経験を他社が相互に活用し、企業からは今後も同様な活動を行うことが期待されている。
- 信頼性技術情報等、様々な形での情報展開により打上げへの影響確認や、対策をタイムリーに行うことで、開発・打上げ成功に貢献した。
- 国際標準の品質マネジメントシステムの適用により、産業振興及び企業の自律化を支援した。
- 最新情報を設計標準に取り込むことで、機構内外の人工衛星等の設計技術を向上するとともに、海外含め公開することで企業進出の一助となった。

また、打上げ等に関して、国際約束、法令及び科学技術・学術審議会が策定する指針等に従い、JAXA 安全審査体制による安全確保を図る。

#### 実績:

##### ① 安全確保

- ロケット・人工衛星等の安全について、担当本部での技術審査の後、副理事長を長とする「安全審査委員会」(計27回開催)にて、H-IIAロケット24-28号機及び搭載ペイロード、若田宇宙飛行士ISS滞在/ソユーズ37S帰還等、の安全審査を行い、打上げ・運用・帰還の安全を確保。

評価結果	評定理由(総括)
<p><b>B</b></p>	<p>年度計画で設定した業務を全て実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。</p> <p>品質マネジメントシステムに基づき、下記をはじめ機構内外での情報共有や連携を進めつつ安全・信頼性活動の実施及びそれを担う要員の能力向上が行われた。</p> <p>例年になく多数となったH-IIAロケット5機(24-28号機)打上げ、及び搭載人工衛星などの軌道上運用並びに開発は、安全かつ順調に行われ、経営層の責任に至る事象は無かった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 不具合情報は従来各社が自社分を活用することになっていたが、企業間の垣根を越えた我が国独自の新たな取組みとして共通問題について機構主導で各社及び機構が経験を持ち寄ることで、より相互に作業手順や研修教材として活用することができ、企業からも同様な活動の継続が期待されている。また不具合情報の収集及び展開を速やかに行うことを徹底させたことで、打上げ間隔の厳しい中でタイムリーな処置対応を行うことができた。</li> <li>● 企業の要望に基づき、企業と協力し機構固有でなく世界標準にできるだけ沿った品質標準にすることで、機構開発品の品質向上とともに海外進出する企業が動きやすくする。</li> <li>● 試験によりこれまで有しなかった技術情報の獲得や、人工衛星等の運用で得られた機構内外の専門家の知見を集結することで設計標準を最新化し、これを活用することで人工衛星等の設計技術の向上を行った。</li> </ul> <p>また、基本思想及び基準に当たる部分は英文も含めて公開し、企業が設計根拠を示す後押しとするとともに、ノウハウに当たる部分は関係者のみで共有している。さらに海外宇宙機関との要求比較により、差異を機関間で共有することで、標準の効率的な適用を推進し、国際共同プロジェクトに貢献した。</p>