

はじめに



宇宙科学研究所長 小野田 淳次郎

事科学研究所は、平成15年10月に独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)の結成時に機構の4本部の一つである宇宙科学研究本部として発足し、平成22年4月に現名称に改称されました。宇宙科学研究所の目的は、大学との共同を軸に、わが国の宇宙科学を発展させ、その活動を通じて機構全体、さらには、日本の宇宙開発全体の発展に貢献することにあります。

わが国の宇宙科学研究は糸川先生のペンシルロケットに始まり、 宇宙理学と宇宙工学の研究者の密接な連携のもと、統合前の文部 科学省宇宙科学研究所を中軸とした全国大学共同利用の活動とし て大きく発展をしてきました。この文部科学省宇宙科学研究所の機 能を受け継いだ当研究所は、わが国の宇宙科学の発展に重い責任 を持っています。

私たちは、宇宙の構造やその起源を追求すべく大気の外に出て行う天文観測、地球を含む太陽系の生い立ちや月・惑星等の構造・環境を広く探る太陽系科学、微小重力の世界を利用して様々な実験を行う宇宙環境利用科学、そしてこれらの挑戦的活動を可能にし、新たな宇宙への可能性を切り開く宇宙工学を中心に、宇宙科学の活動を充実させ、その範囲をさらに広げていきたいと考えています。

人類は20世紀に宇宙への扉を開きました。扉の外に顔を見せつつある新世界は、暗黒エネルギーや暗黒物質の存在、太陽系外で続々と見つかる多様な惑星、太陽系の各種惑星・衛星・小惑星等が示す多様な姿等々、既に私たちの想像をはるかに超えた様相を呈しつつあります。始まったばかりの21世紀は宇宙という新世界に人類が知の探索を挑む世紀だと言えるでしょう。そして、そのような宇宙への挑戦により、わが国の宇宙科学が一段と飛躍し、JAXAがそしてわが国の宇宙開発全体が大きく発展するよう、宇宙科学研究所として最大限の努力をしていきたいと考えています。

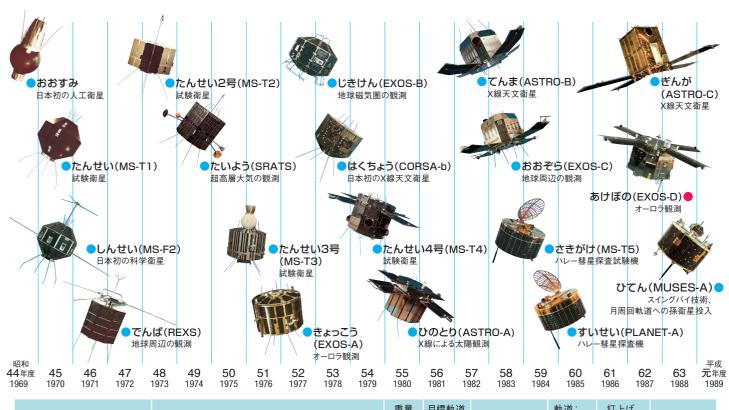
宇宙科学研究所のあゆみ

[昭和]			
30年 4月	東京大学生産技術研究所、都下国分寺において	56年 4月	宇宙科学研究所の創設
	ペンシルロケット水平発射	57~60年	国際中層大気観測計画 (MAP) (「おおぞら」)
30年 8月	秋田県道川海岸に秋田ロケット実験場開設、	58年11月	SEPAC実験実施
	ペンシルロケット発射、ベビーロケット発射	59年10月	臼田宇宙空間観測所の開設
32~33年	国際地球観測年(IGY)	60年 1月	M-3SII-1により、我が国初の惑星間試験探査機「さきがけ」打上げ
33年 6月	2段式、K(カッパ)-6型ロケット、高度60kmに到達	60年 8月	M-3SII-2により、ハレー彗星探査機「すいせい」打上げ
37年 2月	鹿児島宇宙空間観測所(現 内之浦宇宙空間観測所)の開設	62年 2月	M-3SII-3により、X 線天文衛星「ぎんが」打上げ
37年10月	能代ロケット実験場の開設	[平成]	
38年 4月	M(ミュー)ロケットの開発研究に着手	元年 2月	M-3SII-4により、オーロラ観測衛星「あけぼの」打上げ
39年 4月	東京大学宇宙航空研究所の創設	元年 4月	宇宙科学研究所、東京都から神奈川県相模原市に移転
39年 7月	L(ラムダ)-3型ロケット、高度1,000kmに到達	2年 1月	M-3SII-5により、工学実験衛星「ひてん」打上げ
40年 6月	科学衛星計画シンポジウムで科学衛星計画発表	3年 8月	M-3SII-6により、太陽観測衛星「ようこう」打上げ
41年 7月	茨城県大洋村の仮設実験場において大気球実験を開始	4年 7月	磁気圏尾部観測衛星「GEOTAIL」打上げ
42年 2月	L-3H型ロケット、高度2,150kmに到達	5年 2月	M-3SII-7により、X線天文衛星「あすか」打上げ
43年 7月	福島県原ノ町に大気球実験場移転	7年 3月	宇宙実験・観測フリーフライヤ「SFU」打上げ
45年 2月	L-4S-5により、我が国初の人工衛星「おおすみ」打上げ	8年 1月	SFU、スペースシャトル「エンデバー」によって回収
	(ソ、米、仏についで4番目)	9年 2月	M-V-1 により、工学実験・電波天文衛星「はるか」打上げ
45年 2月	南極昭和基地において東京大学が開発した観測用ロケットに	10年 7月	M-V-3により、火星探査機「のぞみ」打上げ
	よる観測を開始	14年 5月	超薄型高高度気球、到達高度53kmの世界最高高度記録達成
45年11月	三陸大気球観測所の開設	15年 5月	M-V-5により、工学実験・小惑星探査機「はやぶさ」打上げ
46年 2月	M-4S-2により、「たんせい」打上げ	15年10月	独立行政法人「宇宙航空研究開発機構」発足
46年 7月	気象庁気象ロケット観測所(岩手県綾里町)において		宇宙科学研究本部となる
	東京大学が開発した気象ロケットによる観測を開始	17年 7月	M-V-6により、X線天文衛星「すざく」打上げ
50年10月	文部省学術審議会「宇宙科学研究の推進について」答申	17年 8月	小型科学衛星「れいめい」打上げ
51~54年	国際磁気圏観測計画(IMS)(「きょっこう」、「じきけん」)	18年 2月	M-V-8により、赤外線天文衛星「あかり」打上げ
52年 2月	スペースシャトル/スペースラブ1号によるSEPAC科学実験計画始まる	18年 9月	M-V-7により、太陽観測衛星「ひので」打上げ
52年 7月	能代ロケット実験場において液水/液酸ロケット地上燃焼実験を開始	19年 9月	H-IIA-13により、月周回衛星「かぐや」打上げ
54年 2月	M-3C-4により、X線天文衛星「はくちょう」の打上げ	19年 9月	三陸大気球観測所を閉鎖
54~56年	太陽活動極大期観測年(SMY)(「ひのとり」)	20年 5月	大樹航空宇宙実験場を開設
55年 4月	東京大学に「宇宙科学のための中枢研究所」設立準備調査	22年 4月	宇宙科学研究所に改称
	委員会を設置	22年 5月	H-ⅡA-17により、金星探査機「あかつき」打上げ
		23年 4月	能代ロケット実験場が移管

もくじ

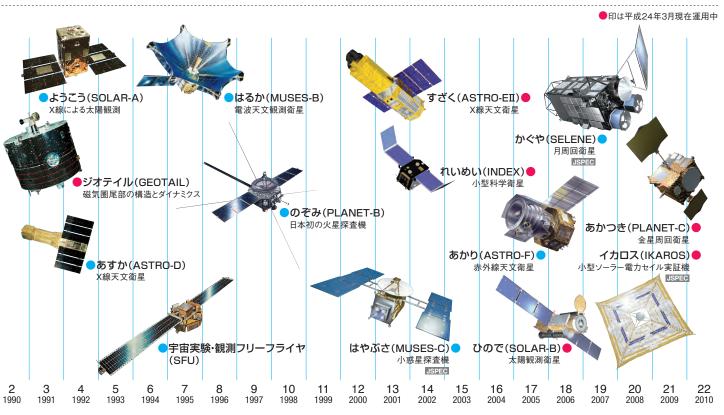
■宇宙科学研究所のあゆみ・・・・・・ 2	■ ロケット・・・・・・・27
■科学衛星·探査機 ······3	■ 小型飛翔体 · · · · · · 29
■宇宙科学の目標・・・・・・・5	■ 大気球 · · · · · 31
■ 進行中のミッション 7	■ 国際協力 · · · · · 31
■ 国際宇宙ステーション(ISS)を使用した活動 · · · 9	■ 共同研究事業·大学共同利用 ······ 32
■ 開発中のプロジェクト・・・・・・・10	■ 教育普及活動 · · · · · 33
■ 検討中の計画11	■ 大学院教育協力・・・・・・・34
■ 最近の研究及び成果・・・・・・13	■ロケット・衛星技術の波及効果 35
■ 衛星·探査機技術 ······21	■宇宙科学研究所とJAXA内関連施設··· 37
■ 衛星·探査機·宇宙環境利用 ······23	■ 相模原キャンパス内の他の本部 41
■ 飛翔体技術 · · · · · · 25	■ 組織·運営 · · · · · · 42

科学衛星・探査機



		重量	目標軌道		軌道:	打上げ	
衛星	ミッション	(kg)	の形	軌道:高度(km)	傾斜角(度)	ロケット	打上げ時期
● [おおすみ]	人工衛星打上げ技術の習得と衛星についての 工学的試験	24	楕円	350/5,140	31	L-4S-5	(昭和45年) 1970.2.11
試験衛星 [たんせい] (MS-T1)	軌道投入後の衛星環境及び機能試験	63	略円	990/1,110	30	M-4S-2	(昭和46年) 1971.2.16
● 第1号科学衛星[しんせい] (MS-F2)	電離層、宇宙線、短波帯太陽雑音等の観測	66	楕円	870/1,870	32	M-4S-3	(昭和46年) 1971.9.28
● 第2号科学衛星[でんぱ] (REXS)	プラズマ波、プラズマ密度、電子粒子線、電磁波、 地磁気等の観測	75	楕円	250/6,570	31	M-4S-4	(昭和47年) 1972.8.19
試験衛星[たんせい2号] (MS-T2)	ロケットの特性の測定と衛星についての工学的試験	56	楕円	290/3,240	31	M-3C-1	(昭和49年) 1974.2.16
第3号科学衛星[たいよう] (SRATS)	超高層大気物理学研究のため、太陽軟X線、 太陽真空紫外放射線、紫外地球コロナ輝線などを観測	86	楕円	260/3,140	32	M-3C-2	(昭和50年) 1975.2.24
試験衛星[たんせい3号] (MS-T3)	ロケットの特性の測定と衛星についての工学的試験	129	楕円	790/3,810	66	M-3H-1	(昭和52年) 1977.2.19
● 第5号科学衛星[きょっこう] (EXOS-A)	プラズマの密度・温度・組成、電子エネルギーの分布、 地球コロナ分布等の観測、オーロラの紫外線撮像	126	楕円	630/3,970	65	M-3H-2	(昭和53年) 1978.2.4
● 第6号科学衛星[じきけん] (EXOS-B)	電子密度、粒子線、プラズマ波等の観測	90	長楕円	220/30,100	31	M-3H-3	(昭和53年) 1978.9.16
第4号科学衛星[はくちょう] (CORSA-b)	X線星、X線バースト、超軟X線星雲等の観測	96	略円	545/577	30	M-3C-4	(昭和54年) 1979.2.21
試験衛星[たんせい4号] (MS-T4)	ロケットの特性の測定と衛星についての工学的試験	185	略円	521/606	39	M-3S-1	(昭和55年) 1980.2.17
● 第7号科学衛星[ひのとり] (ASTRO-A)	太陽硬X線フレアの2次元像、太陽粒子線、 X線バースト等の観測	188	略円	576/644	31	M-3S-2	(昭和56年) 1981.2.21
● 第8号科学衛星[てんま] (ASTRO-B)	X線星、X線銀河、γ線バースト、軟X線星雲の観測	216	略円	497/503	32	M-3S-3	(昭和58年) 1983.2.20
● 第9号科学衛星[おおぞら] (EXOS-C)	地球周辺科学観測	207	楕円	354/865	75	M-3S-4	(昭和59年) 1984.2.14
試験衛星[さきがけ] (MS-T5)	ロケットの特性の測定と衛星についての工学的試験	138	太陽 周回軌道			M-3SII-1	(昭和60年) 1985.1.8
● 第10号科学衛星[すいせい] (PLANET-A)	惑星間プラズマの研究及び ハレー彗星の紫外領域における観測	140	太陽 周回軌道			M-3SII-2	(昭和60年) 1985.8.19
● 第11号科学衛星[ぎんが] (ASTRO-C)	活動銀河中心核X線源観測及びX線天体の精密観測	420	略円	530/595	31	M-3SII-3	(昭和62年) 1987.2.5

LIST OF ISAS MISSIONS



衛星	ミッション	重量	目標軌道	軌道:	軌道:	打上げロケット	打上げ時期
用 <u>集</u>	ミッション	(kg)	の形	高度(km)	傾斜角(度)	打上りログット	打上り時期
● 第12号科学衛星 [あけぼの] (EXOS-D)	オーロラ粒子の加速機構及びオーロラ発光現象の観測	295	長楕円	275/10,500	75	M-3SII-4	(平成元年) 1989.2.22
● 第13号科学衛星[ひてん] (MUSES-A)	将来の惑星探査計画に必要となる軌道の精密標定・ 制御・高効率データ伝送技術等の実験的研究	196	月スイングバイ 軌道			M-3SII-5	(平成2年) 1990.1.24
● 第14号科学衛星[ようこう] (SOLAR-A)	太陽活動極大期における太陽コロナ及びフレアの 高精度観測	390	略円	520/795	31	M-3SII-6	(平成3年) 1991.8.30
● 磁気圏尾部観測衛星 (GEOTAIL)	地球の夜側に存在する長大な磁気圏尾部の構造と ダイナミックスに関する観測研究	1,009	二重月 スイングバイ軌道			DeltaII(米国)	(平成4年) 1992.7.24
● 第15号科学衛星[あすか] (ASTRO-D)	宇宙空間の各種天体のX線精密観測、 銀河団等宇宙最深部のX線探査	420	略円	525/615	31	M-3SII-7	(平成5年) 1993.2.20
● 宇宙実験・観測フリーフライヤ (SFU)	11種類の天文観測、理工学実験	3,846	円	486	28.5	打上げ/H-II 回収/スペースシャトル	(平成7年) 1995.3.18
● 第16号科学衛星[はるか] (MUSES-B)	大型精密展開構造機構等の研究、 VLBIに必要な位相同期等の試験	830	長楕円	560/21,000	31	M-V-1	(平成9年) 1997.2.12
● 第18号科学衛星[のぞみ] (PLANET-B)	火星上層大気の構造・運動、 特に太陽風との相互作用の研究	540	長楕円 (火星周回)	太陽周回		M-V-3	(平成10年) 1998.7.4
● 第20号科学衛星 [はやぶさ] (MUSES-C) JSPEC	惑星標本を地球へ回収(サンプルリターン)するのに必要な、電気推進、 自律航法、サンプラ、再突入カプセルなど工学新技術の実験的研究	510	太陽 周回軌道			M-V-5	(平成15年) 2003.5.9
● 第23号科学衛星 [すざく] (ASTRO-EII)	宇宙で大規模に存在する高温ガスのX線精密観測、 宇宙の高エネルギー現象の探索	1,700	円	570	31	M-V-6	(平成17年) 2005.7.10
小型科学衛星[れいめい] (INDEX)	先進的小型衛星技術の実証、オーロラ現象の高時間、 空間分解観測	70	円 (太陽同期)	610	97.8	Dnepr/ピギーバック (ロシア、ウクライナ)	(平成17年) 2005.8.24
● 第21号科学衛星 [あかり] (ASTRO-F)	日本初の本格的赤外線天文衛星。銀河の形成・進化、星・惑星 の形成と星間物質、褐色矮星やダークマスターなどの謎を探る	952	太陽同期 極軌道	700		M-V-8	(平成18年) 2006.2.22
● 第22号科学衛星 [ひので] (SOLAR-B)	太陽表面の磁気的活動とコロナ中のプラズマ活動の つながりを、可視光・X線・EUV光で同時観測	877	円 (太陽同期)	680	98	M-V-7	(平成18年) 2006.9.23
● 月周回衛星 [かぐや] (SELENE) USPEC	月の起源と進化の解明および月の利用可能性調査のためのデータを取得するとともに、 月周回軌道への投入、月周回中の姿勢軌道制御技術、熱制御技術等の開発を行う	3,020	月周回軌道	100	90	HIIA-13	(平成19年) 2007.9.14
● 第24号科学衛星 [あかつき] (PLANET-C)	金星の大気循環や雲形成のしくみを調べる金星周回衛星	520	長楕円 (赤道周回)	600	167	HIIA-17	(平成22年) 2010.5.21
小型ソーラー電力セイル実証機 (IKAROS)JSPEC	超薄膜の帆による太陽光圧推進の実証。 帆の一部に薄膜の太陽電池を貼り付けて大電力発電の実証。	約310	長楕円 (赤道周回)			HIIA-17	(平成22年) 2010.5.21

宇宙科学の目標

SPACE SCIENCE OBJECTIVES

宇宙での天文観測技術の進歩により、宇宙を理解するための情報は飛躍的に増大しています。一方、観測の感度・精度があがるとともに、宇宙は今までと違った新しい姿を見せ、私たちの理解がいかに不十分なものであったかを教えてくれます。この宇宙に存在する物質の大部分が私たちの観測にかかっていない謎の物質(ダークマター)であると判明したのはその一例です。さらに太陽系の探査からは、地球という1つの惑星からの情報に基づいて考えられてきた惑星の起源と進化の筋書きの見直しを迫られつつあります。

世界と日本の宇宙科学の状況を踏まえて、JAXA宇宙科学研究所は、現在の宇宙科学の基本的な目標を 天文観測、太陽系探査で設定しました。

宇宙理学の目標

■ 宇宙進化

観測可能な最も古い宇宙の姿から銀河や星から成る現在の宇宙の姿がどうやってできてきたのか?

特に、ビッグバンの数十万年後に宇宙背景放射が作られた時期から銀河形成に至る期間は人類にとって未知の世界であり、その解明は現代天文学の最重要課題です。この問いに答えることは、原始銀河の探査、宇宙の大規模構造の観測、素粒子や元素の形成の研究、暗黒物質の探査等の課題を含みます。

■星と惑星の形成

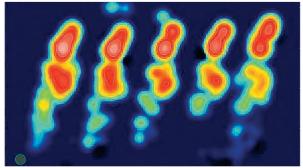
星と星の間のガスからどのようにして新しい星が生まれるのか、 その過程でいかにして惑星系が作られ進化していくか? この問いは、銀河の中で物質がどのように移動し変貌を遂げて

この問いは、銀河の中で物質がどのように移動し変貌を遂げていくかを解明することであり、また惑星系の形成は生命の起源とも関連し、天文学にとどまらず広く興味を持たれています。 太陽系外の惑星探査、ひいては地球外生命の探査までがこの課題に含まれます。

■宇宙空間プラズマ現象の解明

オーロラ・磁気嵐などの原因となるプラズマは宇宙の様々な現象をどのように支配しているのか?

太陽から吹き出すプラズマ流(太陽風)や惑星周辺の大気・磁場を研究することは、惑星の大気の進化を探る上で欠かせないものであり、宇宙での高エネルギー現象の基本的理解につながる重要な課題です。

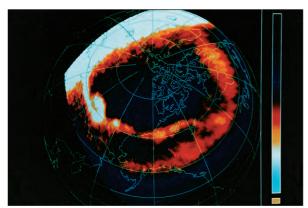


-「はるか」による電波源1928+738の5年間の動き

極限状態の物理

想像を絶するような高いエネルギー現象はいかにして起きるのか?

なかでも、多くの銀河の中心にある巨大ブラックホール近傍から発生する宇宙ジェットや、超高エネルギーにまで加速された宇宙線は、人類がこれまでに知った最高のエネルギー現象です。このような極限状態で起きている物理現象を明らかにすることは、地上実験では得られない新しい知見をもたらしてくれるでしょう。



「あけぼの」が紫外線でとらえた北極上空のオーロラ



太陽系の仲間たち

「より遠く」、「より自在な」、「より多面的な」宇宙探査活動を確実に実現するための宇宙工学研究を推進しています。そのためには大学共同利用システムを最大限に活用しながら、宇宙輸送、宇宙航行、宇宙構造、宇宙情報およびシステムなど幅広い分野で、研究者の自由な発想に基づいた独創性の高い研究を進めるとともに、深宇宙探査ミッション機会等を活用した宇宙飛翔体に関わる研究および先進的衛星・探査機技術に関わる研究を実施しています。さらに、宇宙理学研究者との緊密な連携の下に、新たな科学衛星・探査機等の企画・立案に向けて月・惑星探査技術、深宇宙探査技術、科学観測のための飛翔体搭載用観測装置とその周辺技術、宇宙科学観測に適した宇宙輸送技術、プロジェクト運用技術などの研究を行っています。また、衛星や探査機に較べて機動的で迅速な飛翔実験が行える大気球、観測ロケット等小型飛翔体に関し、飛翔手段の洗練および飛翔機会を利用した機器の性能実証や飛翔体システムの研究を行っています。

宇宙工学の目標

飛翔体技術

飛翔手段の革新による新しい実験機会の獲得と、 世界水準を凌駕する成果の創出を目指した研究を 進めます。

ロケットをより低コストで、繰り返し何度も飛翔させることを目指す再使用型ロケットの研究開発、小規模な運用体制での対応も可能にする高性能小型ロケット、それらを実現する堅牢な制御誘導方式、推薬、燃料等、推進技術の改良、軽量、高強度材料の開発。M(ミュー)ロケット、観測ロケットシリーズ他で培った技術を基盤に、ロケットサイエンスはさらに進化し続けます。



「あかり」をのせたM-V8号機の打ち上げの瞬間



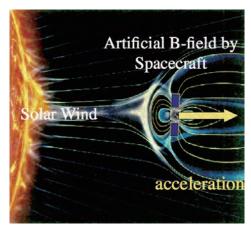
再使用型ロケットの離着陸実験

■大気球

大気球による科学観測は、比較的小規模な観測機を高度30~50km以上に浮遊させて行われます。宇宙線、ガンマ線、赤外線、紫外線等が空気によって遮断されない観測環境を提供することで宇宙科学に貢献します。また、より高く、柔軟な観測機会を提供するための技術開発を目標としています。

■宇宙環境利用

微小重力、放射線、高真空などの宇宙特有の環境 を利用した新たな科学研究分野・領域の構築と発 展を目標にしています。



太陽風

■衛星探査機技術

宇宙科学研究を支え、さらに新たな宇宙への可能性を切開く衛星探査技術を目指します。ますます高度化する各ミッションに対応する高精度姿勢、軌道制御技術、深宇宙探査を実現する低燃費な電気推進技術、放射線、温度、真空等、宇宙空間での過酷な環境下において高機能システムを実現する高性能電子部品、素子の研究、月や惑星表面において広範囲に渡る自在な活動を実現するための移動探査システムの研究など、一丸となって自在かつ多面的な衛星探査機技術を目指します。



ISASの科学衛星ミッション 左から「はやぶさ」「あかり」「ひので」

進行中のミッション

ONGOING MISSIONS



あかつき

(PLANET-Cプロジェクト)

- 国際標識番号: 2010-020D
- 打上げ: 2010年5月21日 6時58分 種子島宇宙センター
- 質量: 約500kg(打上げ時)

金星大気の謎「超回転」の原動力を解明するため、地球の気象衛星のような働きをする衛星「あかつき」を金星に送り、大気の運動を連続的かつ精密に調べる、それがPLANET-Cプロジェクトです。地球とそれ以外の惑星の気象をつぶさに比較できるようになり、気候変動のしくみや、現在の姿が異なる理由などについて理解が進むと期待されます。

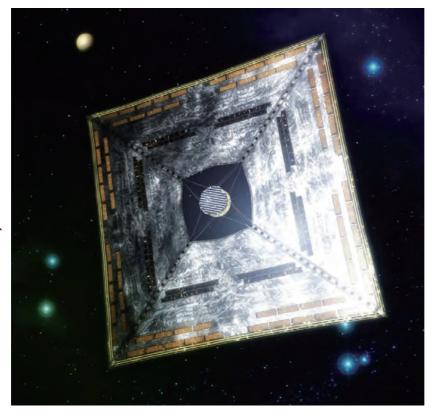
IKAROS

小型ソーラー電力セイル実証機

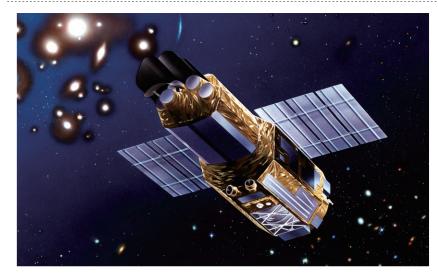
- 国際標識番号: 2010-020E
- 打上げ: 2010年5月21日 6時58分 種子島宇宙センター
- 質量:約310kg(打上げ時)

ソーラーセイル(太陽帆)は、超薄膜の帆を 広げ太陽光圧を受けて進む宇宙船です。ソーラー電力セイルは、帆の一部に薄膜の太陽 電池を貼り付けて大電力発電を同時に行い ます。この電力を用いて高性能イオンエンジン を駆動することで、ハイブリッド推進を実現し、 効率的で柔軟なミッションが可能となります。 小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」 (IKAROS = Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun)では、帆だけで宇宙 空間を航行できること及び薄膜太陽電池で 発電できることの世界初の実証をしました。 IKAROSは、H-IIAロケット17号機によって 金星探査機「あかつき」と相乗りで打上げら れました。

※JSPECのプロジェクトとして位置づけられているもの



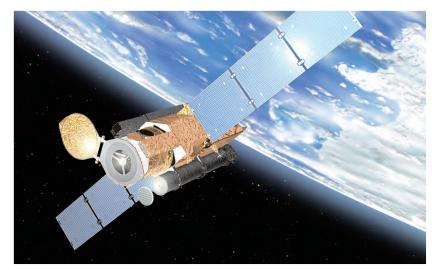
ONGOING MISSIONS



すざく (ASTRO-EII)

- 国際標識番号: 2005-025A
- 打上げ: 2005年7月10日 12時30分 内之浦宇宙空間観測所
- ■質量:約1700kg

X線望遠鏡(XRT) 高分解能X線分光器(XRS) X線CCDカメラ(XIS) 硬X線検出器(HXD)



ひので (SOLAR-B)

- 国際標識番号: 2006-041A
- 打上げ: 2006年9月23日 6時36分 内之浦宇宙空間観測所
- 質量:約900kg

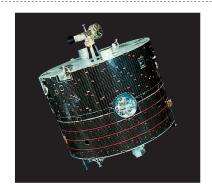
太陽で起こる活動や加熱現象の謎に迫り、下記の主要テーマを中心に、天体プラズマで普遍的に起きている磁場が関係する活動・加熱現象の物理的機構の解明に寄与する。また、宇宙環境変動(宇宙天気)の予測の改善・深化を目指した基礎研究でも重要な役割も担う。



あけぼの (EXOS-D)

- 国際標識番号: 1989-016A
- ■打上げ: 1989年2月22日 8時30分
- ■質量:約295kg

目的:オーロラに関連した磁気圏の物理現象(オーロラ粒子の加速のメカニズムとオーロラ発光現象の観測)の解明



GEOTAIL

- 国際標識番号:1992-044A
- 打上げ: 1992年7月24日
- 質量: 1009kg(打上げ時)

目的:地球磁気圏尾部の構造とダイナミクスの研究。ISTP(太陽地球系物理学国際共同観測計画)への参加



れいめい (INDEX)

- 国際標識番号: 2005-031B
- 打上げ: 2005年8月24日 6時10分(日本標準時)
- 質量:約60kg

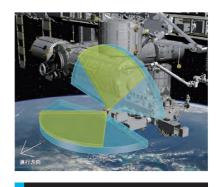
目的:次世代の先進的な衛星技術の 軌道上での実証。小規模、高頻度の科 学観測ミッションの実現

国際宇宙ステーション(ISS)を使用した活動



ISS科学プロジェクト室では、微小重力環境を始めとした宇宙環境を利用した宇宙科学プロジェクトを実施している。国際宇宙ステーション(以下、ISS: International Space Station)の

ほか、航空機、落下棟、小型ロケット、回収衛星などの実験機会を利用した実験を計画・推進しており、研究分野は、物質科学・基礎科学・生命科学・大気観測・天体観測など多岐に渡る。



全天X線監視装置 (MAXI)

MAXIは国際宇宙ステーションに搭載された天文観測装置で理化学研究所などとの共同ミッションである。

X線で宇宙全体をくまなくモニターし、明るくなった星がないか常に監視している。 X線で明るくなった天体を発見した場合はインターネットを通じてその発見を世界に通報し、他の望遠鏡でのフォローアップ観測を促す。MAXIは2009年8月に観測を開始し2010年度末には観測開始から1年半を迎え、期待された成果が出てきた。



高エネルギー宇宙電子線・ ガンマ線の観測 (CALET)

高エネルギー電子線、ガンマ線等の宇宙線の到来方向およびエネルギーを観測し、宇宙暗黒物質の正体、宇宙から飛来する高エネルギーの電子・陽子・原子核の起源を解明する。観測可能エネルギー帯域が広く、他国の衛星や国際宇宙ステーション(ISS)搭載の他国の実験装置に比べて、これまでにない最高レベルで高エネルギー粒子の選別とエネルギー測定が可能である。テラ電子ボルトにおよぶ陽子・原子核の高精度観測(世界で初めて)を目指す。



超伝導サブミリ波リム 放射サウンダ (SMILES)

超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (SMILES: Superconducting Submillimeter-Wave Limb Emission Sound)は国際宇宙ステーションの日本 実験棟曝露部を利用して、成層圏大気 中の微量分子を高感度で測定し、地球 規模でその分布と変化を明らかにします。 このため、SMILESは世界に先駆けて高 感度の超伝導センサを採用し、今後の地 球観測の発展に新しい可能性を拓きます。 SMILESは、JAXA及びNICT(情報通信 研究機構)の共同ミッションとして、研究 開発が実施されています。

開発中のプロジェクト

PLANS LINDER INVESTIGATION

SPRINT-A

- ■打上げ時期:2013年度予定
- 重量:約320kg

SPRINT-Aは地球を回る人工衛星軌道から金星や火星、木星などを遠隔観測する世界で最初の惑星観測用の宇宙望遠鏡です。

地球型惑星の大気が宇宙空間に逃げ出 すメカニズムを調べます。特に太陽系誕 生直後には、太陽が現在よりも激しく活 動していたため、非常に強い太陽風が惑 星に到達していて、多量の大気が逃げ出していたと考えられています。強い太陽風が惑星の大気にどのように作用するかを調べることで、初期の太陽系で何が起こっていたかを知ることを目指しています。さらにSPRINT-Aは極端紫外線の観測能力を活かして、木星の衛星イオから流出する硫黄イオンを中心としたプラズマ領域の観測を行い、木星のプラズマ環境のエネルギーがどのように供給されているかを調べます。



ASTRO-H

- 打上げロケット: H-IIA
- ■打上げ時期:2014年予定
- 軌道: 略円軌道(550km、31度)
- 重量:約2400kg

■搭載機器

- ① 硬X線望遠鏡②軟X線望遠鏡③軟X線分光器(X線マイクロカロリメータ)
- ④硬X線撮像検出器⑤X線CCDカメラ
- ⑥ 軟ガンマ線検出器

■ 科学目的·特徴

宇宙最大の構造の形成過程の理解を目指した研究/銀河とその中心にある巨大ブラックホールの進化についての研究/ブラックホール近傍の極限の重力による時空の歪みの研究/超高エネルギー粒子(宇宙線)の加速機構の研究/暗黒物質・暗黒エネルギーと銀河団進化の関係に関する研究器



ESA-JAXA

国際共同水星探査計画「ベピコロンボ」

- 打上げロケット: Ariane-5
- 打上げ時期: 2014年

■ミッション構成

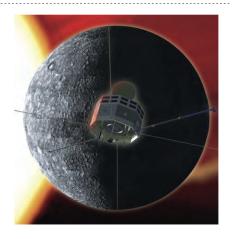
欧州宇宙機関(ESA)との初の大型共同 ミッションで、2つの探査機を水星へ送り 込む。

JAXAの「水星磁気圏探査機 MMO」 (磁場・磁気圏観測を主)は、ESAの「水 星表面探査機 MPO」(表面・内部観測を主)と一緒に運ばれ、水星到着後に分離される。観測装置は日欧共同で選抜・開発し、観測も共同で実施する。

■ 科学目的

水星の未知な磁場・磁気圏・内部・表層 を初めて詳細に観測。

地球型惑星のなかで地球と水星だけが 持つ「磁場・磁気圏」の知見に飛躍をも たらすとともに、磁場を生み出す巨大な 中心核など「地球型惑星の起源と進化」 につながる謎を解明する。



はやぶさ2

■ 打上げ時期: 2014年予定

「はやぶさ2」ミッションは、「はやぶさ」と同様に小惑星からのサンプルリターンを行うミッションです。ただし、探査する小惑星は「はやぶさ」のときの小惑星イトカワとは異なる種類の小惑星で、表面物質には有機物や水が含まれていると考えられて

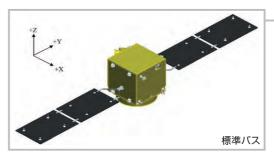
いる天体です。そのような天体からのサンプルリターンができれば、太陽系が生まれた頃(今から約46億年前)に存在していた、水や有機物について知ることができるのです。「はやぶさ2」は、太陽系の誕生の謎に迫ります。

※JSPECのプロジェクトとして位置づけられているもの



検討中の計画

PLANS UNDER INVESTIGATION



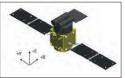
多様なミッションに適用可能

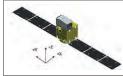
惑星望遠鏡衛星

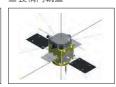
■3軸姿勢制御 ■太陽同期軌道

X線天文衛星 ■ 3軸姿勢制御 ■ LEO軌道

磁気圏観測衛星 ■ スピン姿勢制御 ■ 長楕円軌道







SPRINTシリーズ

- 衛星重量: 400kg以下(ミッション部200kg以下)
- ■ミッション系への供給電力:300W以下
- 姿勢制御系:3軸・スピン安定の両方に対応
- 軌道寿命:1年以下

科学観測や実験を行う衛星は、様々なタイプがあります。遠くの星を見るものから、惑星の大気をみるものや、惑星の表面に降りようとするものまでいろいろです。これらの多様な科学ミッションに柔軟に対応して、なおかつ、効率的に、短い期間で科学衛星を作り上げようという試みとして、「小型科学衛星シリーズ」を進めています。上の図のように、標準形態の基本形から、用途に応じてセミカスタムメイドで個々の要求に素早く応える衛星を作ろうとする枠組みです。その第1号機として、火星や金星の大気流出のナゾなどを探る衛星を開発しています。

プリプロジェクト

SPICA

SPICAの主鏡口径(3mクラス)は、あのハッブル宇宙望遠鏡(2.4m)をも上回る大口径。これがさらに全冷却望遠鏡となることで、圧倒的な高感度・高空間分解能の観測が可能になります。これにより、より遠くの天体の、より詳細な観測が実現し、まったく新しい宇宙の姿が明らかになると期待されます。

SELENE-2

「かぐや」(SELENE)に続く月探査計画として、月着陸探査機 SELENE-2の検討を行っています。2010年代中頃までの実施 を希望しています。月の内部の調査が必要です。SELENE-2で は、月面に着陸して移動ロボットを使って周辺を詳しく調べます。 表面のレゴリスを払い落として岩石の真の姿を観測したり、地 中の構造を調べる観測を計画しています。

ワーキンググループ(WG)

宇宙理学WG

	WG名	概要
1	次期磁気圏衛星(SCOPE) WG	地球周辺宇宙空間磁気圏でのその場観測を行い、衝撃波、磁気リコネクション、プラズマ乱流などの物理過程に関し同時マルチ・スケール 観測を実施し、宇宙プラズマダイナミクスの根源的理解への貢献を目的としている。
2	大型国際X線天文台計画 (IXO)WG	X線望遠鏡を持つ望遠鏡衛星と、35m離れた焦点で編隊を組む検出器衛星の組み合わせで第二ラグランジ点にて観測をし、初期宇宙の最初のブラックホールの探査とその進化、大規模構造、銀河団の進化探査とダークマター、ダークエネルギー等の研究を行う。
3	超広視野初期宇宙探査衛星 (WISH)WG	地上からの観測では実現不可能な、広い天域における探査を行うことで、第1世代銀河の探査を中心に斬新なデータを獲得し、幅広い天文学研究の推進することを目的としている。
4	宇宙線反粒子探索計画 GAPS WG	宇宙線中の反粒子の観測による「初期宇宙に関する未知の現象の探査」を主目的とし、特に反重陽子を高感度で探索することで、ダークマター等の反粒子起源を探る。併せて、反陽子なども超高感度で観測し、原始ブラックホール等の反粒子起源も探る。
5	太陽系外惑星探査(JTPF) WG	高コントラスト性能を追求した可視光望遠鏡や赤外線干渉計により系統的惑星探査を行い、地球型系外惑星を検出及び大気の分光によって生命活動の痕跡を探ることを目的としている。
6	国際共同木星圏総合探査計画 WG	日米欧による太陽系起源論、宇宙ブラズマ物理、惑星気象学に関する科学成果の獲得を主目標とした、木星及びその衛星(特にエウロバ)の総合的探査計画(EJSM)において日本が担当する、磁気圏オービター(JMO)のプロジェクト化を目指すことを目的としている。
7	Luna-GLOB Penetrator 搭載計画検討WG	ロシアのLUNA-GLOB計画に衝突貫入型プローブ(ペネトレータ:月震計、熱流量計を内蔵)4機を搭載し、月震計の多点同時観測による 月内部構造探査を行い、月の包括的な内部構造の解明を目指している。
8	次期太陽観測衛星WG	黄道面を離脱し、未踏の太陽極域の探査を行うことによる太陽内部のダイナモ機構の解明を目指す太陽極域観測ミッション及び、コロナと光球間のインタフェース層である彩層を中心とする太陽大気の分光撮像を通じた、磁化プラズマ大気中のエネルギー変換素過程の解明を目指す高解像度太陽観測ミッションの2案を並行検討している。
9	火星複合探查MELOSWG	火星気象オービター計画、大気散逸オービター計画、火星ランダー計画の複合探査による、火星気象学、火星大気散逸、火星内部構造の 観測・研究を目的としている。
10	火星大気散逸探査検討WG	過去の火星大気環境の演繹に不可欠な知見を獲得するために、未解明の火星の大気散逸機構の同定と、その太陽変動への応答の理解を 目指した探査計画の実現に向けた検討を行う。

宇宙工学WG

	WG名	概要
1	ソーラーセイル実験探査機 WG	直径約50mの超薄膜の太陽帆(ソーラーセイル)を展開して光子推進を行うと同時に、薄膜太陽電池で高性能イオンエンジンを駆動して、 光子推進と電気推進のハイブリット推進による外惑星探査の実現を目指す。その他、低温動作する2液推進機関や推進系統合型燃料電池 など、将来の外惑星探査に必須となる技術の実証を行う。
2	月惑星表面探查技術 (STEPS)WG	高精度な着陸技術、天体表面および大気中移動技術、自律観測技術など技術開発及び実証のための活動を推進し、新たな探査プロジェクトの目出しに貢献することを目的としている。
3	ハイブリッドロケット研究WG	超小型衛星の低コスト輸送機等にハイブリッドロケット推進を活用することを目指し、そのためのエンジン技術実証を行うことを目的として、ロケットエンジンシステムの最適設計や、要素及び基盤技術の研究開発を行っている。
4	スペースプレーン技術実証 (SEED)WG	空気吸い込み式エンジンを搭載した二段式スペースプレーンの実現に必要な技術を、飛行実証も交えながら研究する。空力や飛行力学、耐熱、エンジンといった技術分野において実証すべき技術課題内容に焦点を当て、段階的に飛行実験システムを開発し、技術課題の研究と飛行実験をリンクさせて研究を進める計画である。
5	フォーメーションフライト技術 WG	多様なミッション、要求、技術を含む各フォーメーションフライト活動母体間の連携を図り、各ミッション用に必要な技術をどこを開発母体として開発すればよいか議論を行い、新規に開発すべき項目が挙がった時、その開発に速やかに取り掛かる母体となることを目的としている。
6	プラズマセイルWG	太陽系内を最も効率的、かつ高速に移動できる推進手段の獲得を目標とし、磁気プラズマセイル」の技術課題を抽出・解決して、太陽系内を高速に飛翔可能な磁気プラズマセイル実証機の研究を行っている。
7	次世代小型標準バス技術WG	技術陳腐化の防止に向けた標準パスの見直しに備え、ユーザビリティの一層の向上を目的に、革新的な熱構造、多彩なコンポーネントの ブラグイン化、簡便で標準化された検証方法等について、標準パスへの適用性・搭載性を検討している。
8	先進的固体ロケットシステム 実証研究	成果を迅速かつ頻繁に創出するため、衛星を狙った時機に自在に打上げられる輸送手段の獲得を目指し、固体ロケットシステム技術に自在な運用を実現する新たなシステム概念を取り込んだ最新の固体ロケットシステムの実現を目的としている。
9	火星探査航空機WG	衛星と着陸機のギャップを埋める解像度・観測範囲での各種観測、ローバや衛星からは観測することが難しい崖の観測、などの実現をめざし火星の大気を利用した飛翔型の新しい火星探査機の研究を実施している。
10	展開型柔軟エアロシェルによる 大気突入システムWG	柔軟エアロシェルを利用した帰還回収システムを実用レベルに成熟させることを目標に、大気球や観測ロケットを利用したフライト試験での実証を行い、それら結果をもとに再突入回収ミッションや惑星突入探査ミッションへの応用提案を行う。

■ 小型科学衛星WG

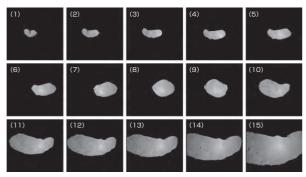
	WG名	概要
l (理学)	編隊飛行による高エネルギー 走査衛星(FFAST)WG	2機の小型衛星による編隊飛行を行い、一方に硬X線反射鏡を、もう一方に硬X線イメージング分光検出器を搭載し、距離20mの望遠鏡を形成。高エネルギーX線領域(10~80KeV)での広い領域の走査を行い、宇宙進化の解明に寄与する。
2 (理学)	超小型精密即位衛星 (PPM-Sat)WG	超小型の高精度加速度計ならびにGPS受信システムを併用した精密軌道決定手法を用いて、地球重力場観測、超高層大気擾乱の観測、地球大気、電離層・ブラズマ圏の観測、海面高度、波浪測定等の観測を目指している。
3 (理学)	高感度ガンマ線望遠鏡 (CAST)WG	新しい半導体コンプトン望遠鏡技術によって、未だ精密な観測の存在しない100keVから3MeVの帯域で、最高感度の撮像分光観測を実現することで、宇宙の高エネルギー現象の理解を飛躍的に高めることを目的とする。
4 (理学)	小型重力波観測衛星(DPF) WG	将来の本格的な重力波観測望遠鏡DECIGOのための根幹技術の実証という科学技術面と、実装の重力波観測・地球重力場観測という科学的成果の面の2つを目的とした、小型重力波観測衛星DPFの実現を目指している。
5 (理学)	ダークバリオン探査衛星 (DIOS)WG	広視野かつ高エネルギー分解能による撮像分光で、赤方偏移した酸素輝線をマッピングし、中高温銀河間物質(ミッシングバリオン)を検 出するとともに、現在の宇宙における大構造を直接探ることを目的としている。
6 (理学)	X線ガンマ線偏光観測小型衛星(POLARIS)WG	かに星雲の1/100以上のX線強度をもつ数10~100個のX線天体について、0.2-80keVの幅広いエネルギー領域で偏光測定を実施 し直接みることができない宇宙の構造を解明する。また、年間10発程度のガンマ線バーストの偏光測定による輻射機構の解決を目指す。
7 (理学)	宇宙背景放射偏光精密測定計 画(LiteBIRD)WG	宇宙マイクロ波背景放射の偏光度精密測定計画であり、インフレーション期に生成された原始重力波の探索を通じて、素粒子と宇宙の大問題であるインフレーションの謎を解き明かすことを目的としている。
8 (理学)	赤外線位置天文観測衛星 (小型JASMINE)WG	銀河系中心付近方向の数平方度の領域の星々、および興味ある特定天体方向に対して、近赤外線を用いて、10マイクロ秒角の最高精度で星の位置・距離・固有運動を測定し、銀河系バルジの中心構造と星形成史、巨大ブラックホールの形成、X線連星の軌道要素の決定等、多岐にわたる科学的成果の創出を目標としている。
9 (工学)	月着陸実験機(SLIM)WG	将来の月惑星探査に必要なピンポイント着陸技術を研究し、それを小型探査機で月面にて実証する事を目的とする。
10 (工学)	プラズマセイルWG	太陽系内を最も効率的、かつ高速に移動できる推進手段の獲得を目標とし、磁気プラズマセイルの技術課題を抽出・解決して、太陽系内を高速に飛翔可能な磁気プラズマセイル実証機の研究を行っている。
11 (工学)	太陽発電衛星技術実証WG	マイクロ波無線送電技術がSPSに適用可能であることを示すため、マイクロ波ビームを軌道上から地上の規定点に正確に指向させる技術の実証、及び、高電力密度マイクロ波の電離層通過実証、を行うことを目的としている。
12 (工学)	深宇宙探査技術実験ミッション (DESTINY)WG	将来の深宇宙探査の鍵となる先端技術の実証・実験をおこなう。イブシロンロケットで打ち上げられたのち、搭載する大型イオンエンジン により加速、月スイングバイを経て太陽・地球系ラグランジュ点近傍のハロー軌道に到達する。

最近の研究及び成果

■小惑星探査機「はやぶさ」



「はやぶさ」のタッチダウンの想像図



2005年11月26日に2回目のサンブル採取のための着陸を行った際に撮像 した航法カメラ画像。イトカワが徐々に大きくなっており、接近の様子がわかり ます。この画像をもとに特徴点による地形照合を行って、イトカワに対する探査 機の相対位置速度を計算し、探査機を着陸目標地点に誘導しました。

「はやぶさ」は、将来の本格的なサンプルリターン探査に必須の技 術としての資料採取や地球帰還などを実証することを目的に、2003 年5月に打ち上げられた探査機です。2004年5月に地球スウイン グバイを行って軌道変更を行い、光学電波複合航法を用いて、 2005年9月12日に目的の小惑星であるイトカワに到着しました。そ して、高度20km地点で相対的に静止させることに成功したのです。 「はやぶさ」は、同高度にてまずイトカワの全体を観測し、続いて 同月下旬には高度を7km付近まで降下させ、表面の精細観測を 実施しました。10月には、イトカワと太陽の幾何学的な関係を変 えて高位相角観測を行う一方、高度をさらに3km付近まで下げ、 さらに精密な表面観測と重力モデルの更新を行うことに成功。 この間、「はやぶさ」は搭載の光学航法カメラとレーザ高度計を用 いて、搭載計算機による自律的な航法情報の取得を行ったほか、 電波による地球からの距離、距離変化率の計測も併用して運用 されました。「はやぶさ」は、光学画像のほかにレーザ高度計による 地形観測、近赤外とX線分光器によるマッピングを行い、10月末 までに遠隔観測をほぼ完了しました。そして、11月からは、試料の 採取のために表面への降下、着陸を試みる段階に移行しました。

3回にわたるリハーサル及び航法・誘導機能試験の確認の後、 11月20日には第1回のタッチダウン(着地)を試みました。「はや ぶさ」は、非常に高い誘導・航法精度で目標のミューゼスの海 (正式名称 MUSES-C regio)へ降下し、88万人の署名入りの ターゲットマーカを目標点に投下することに成功しました。この 際、2回の接地と1回の30分間にわたる着陸があり、「はやぶ さ」は地球と月を除く太陽系天体で、はじめて着陸後に離陸 を行った探査機となりました。11月26日には、第2回目のタッ チダウンを行い、同様に高い精度で目標点に誘導することに 成功し、試料採取ホーンの変形を検出することによって、再離 陸に成功しました。これら2回のタッチダウンでは、プロジェク タイルの発射は行えなかったと思われますが、微小重力下で の着地にともなって表面物質の一部の採取に成功しました。 「はやぶさ」の降下・着陸は、高度1km以下ではすべて自律的に行 われました。ターゲットマーカのフラッシュランプを利用した画像 処理による抽出や、マーカとの相対位置の算出、さらにマーカ上空 への誘導とレーザ距離計による表面地形へのアライメント、ホバリ ングなど多くの高度の自律航法・誘導機能の実証に成功しました。 小型ロボット着陸機ミネルバは、第2回目のリハーサル降下時 に「はやぶさ」より分離されました。表面に降りることはできま せんでしたが、ミネルバが撮影した画像や各機器データの「は やぶさ」を経由した地球への伝送には成功し、マイクロプロー ブによる探査方式の機能実証に成功したといえます。

「はやぶさ」は、2度目の離陸後に3軸姿勢制御に復帰したとき、化 学推進機関からの燃料漏れ故障を起こしました。立て直し運用に 努めましたが、同年12月8日に、漏洩した燃料によるガスの噴出の ために姿勢異常を起こして、地上局との通信が確保されない状態 となりました。しかし、2006年1月下旬に通信が復旧し、同年5月 初めまでに姿勢制御を実施して、残留ガスの排出のためのベーキ ングやイオンエンジンの試験運転を完了しました。2007年春か らイオンエンジンを再稼働し、第1期軌道変換を同年10月に計画 通り終了しました。この後、2009年2月からイオンエンジンを再稼 働させて第2期軌道変換を実施し、イオンエンジンの宇宙作動時 間は延べ4万時間に到達し、地球~小惑星往復動力航行に成功 しました。探査機より分離されたリエントリーカプセルは、2010年 6月に豪州ウーメラ砂漠に着陸しました。内部より取り出された小 惑星由来の微粒子は、現在精密な化学分析に供されています。 一連の「はやぶさ」による実証成果は、我が国がこの分野で高度 な技術力を持ち、世界レベルで第一線に立ったことを示すもので す。同時にこれまでは極めて将来型であると考えられてきたサン プルリターン型探査が手中にあることを実証したものであり、本 格的な太陽系探査に必要な技術を手にしたものといえます。

■「はやぶさ」が撮影した小惑星「イトカワ」

小惑星イトカワは、1998年9月26日にアメリカのLINEAR (Lincoln Near-Earth Asteroid Research) プロジェクトによって発見されました。地球の軌道と交差する典型的な地球接近小惑星です。発見当初は1998 SF36という仮符合で呼ばれていましたが、その後、当時の宇宙科学研究所からの申し入れによりイトカワという名称が提案され、国際天文学連合で正式に認められました。もちろん、日本のロケットの生みの親である故糸川英夫博士にちなんだ名前です。小惑星は軌道が分かっているもので約38万個(2007年現在)にもなりますが、イトカワもそうした小惑星の一つです。ただし、大きさは540mの小さな小惑星です。



■ 月周回衛星「かぐや」





ハイビジョンカメラで撮影した月面と地球

月周回衛星「かぐや」は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が 2007年9月14日10時31分01秒(日本時間)に打ち上げた月探 査機です。「かぐや」の主な目的は、月の起源と進化の解明の ための科学データを取得することと、将来の月利用のための 検討を行うこと、ならびに月周回軌道への投入や軌道姿勢制 御技術の実証を行いました。「かぐや」は高度約100kmの 極・円軌道を周回する主衛星と、より高い楕円軌道を周回する 2機の子衛星(「おきな(リレー衛星)」・「おうな(VRAD(ブイラ ド) 衛星)) から構成されます。「かぐや」では15種類の観測ミッ ションによりアポロ計画以来最大規模の本格的な月の探査が 行われました。「かぐや」は、2007年10月4日に月軌道に投入さ れ、その後、高度を下げて行き、18日に高度約100kmの定常観 測軌道に主衛星が投入されました。高度100kmに到達した後、 2007年12月20日までかけて衛星システムおよび観測機器の 初期機能確認を実施し、12月21日から、定常観測を行いまし た。この初期機能確認の一貫として、ハイビジョンカメラによ る地球の出、入りの撮影をはじめとして、各観測機器のデータ 取得を実施し、初画像として、広く公開してきました。



「おうな(VRAD衛星)」の分離画像

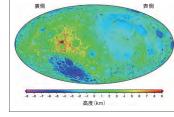
観測装置のアンテナ伸展の様子

また、「かぐや」が月を周回することになったことから、「月に願 いを」キャンペーンで戴いた40万を超える応援メッセージを 38万km離れた月へ届けることもできました。

「かぐや」は、2008年11月1日より後期運用を行い、2009年2月 12日に「おきな(リレー衛星)」が月の裏側に衝突したのち、同年 6月11日に、主衛星を月の表側に制御落下し、ミッションを完了 しました。

2009年11月1日から、「かぐや」の処理済データや3次元画像の インターネット公開を開始しました。(http://www.kaguya.jaxa.jp)





モスクワの海

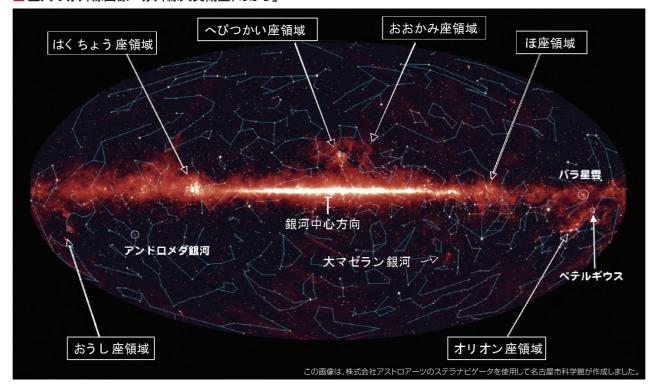
地形カメラから得られた 図2 レーザ高度計による月の地形図

図1は、地形カメラから得られたモスクワの海のモザイク画像で す。10m分解能をもつ地形カメラによって得られた画像データ をもとに、クレータ年代学手法を用いて研究しました。この結果、 モスクワの海の一部領域などで裏側においても海を形成するよ うな内部活動が、少なくとも25億年前まで継続していたことが わかりました。

図2は、「かぐや |搭載のレーザ高度計(LALT)のデータを用いて 分解能0.5度以上の月全球地形図を作製しました。この結果、 月の最高地点はDirichlet-Jackson盆地の南端に(-158.64° E, 5.44° N, +10.75km)、最低地点はAntoniadiクレータの内 部にあり(-172.58° E, 70.43° S, -9.06 km)、高度差は従来考 えられていたよりも2km以上大きく、19.81kmであることがわ かりました。

最近の研究及び成果

■ 全天の赤外線画像 赤外線天文衛星「あかり」

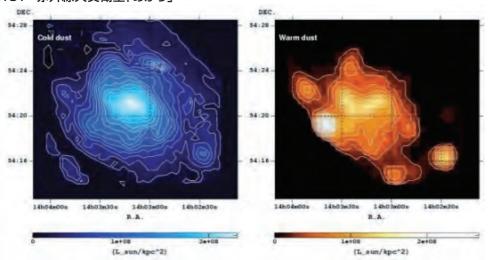


「あかり」は、全天を赤外線で観測しました。この図は波長9マイクロメートルでみた宇宙の姿です。中心から左右に拡がる帯状の明るい部分は、天の川です。画面中心付近の明るくなっている部分が、我々の銀河系の中心方向、画面両端がその反対方向にあたります。帯の中、あるいはそれから連なる部分には、盛んに星

が生まれている領域があります。それらは、生まれたての星で暖められた塵が強い赤外線を放ち、明るく輝いて見えます。また、銀河系の中心方向には、年老いた赤く・明るい星(赤色巨星)が密集していて、特に明るく見えています。この画像では、太陽系内の塵からの赤外線放射の成分を大まかに取り除いてあります。

■ 風変わりな渦巻き銀河 M101 赤外線天文衛星「あかり」

「あかり」遠赤外線サーベイヤ (FIS)が、おおくま座の渦巻を 銀河 MDIの風変わりな性質を 捉えました。MDIは、地球から の距離がおよそ2400万光年で、直径が17万光年と、我々の大な年のほぼ2倍もある巨大な見が高温の若い星々がある巨大な星生成が点在し、中でも、銀河の領には、下ISによる高解像度の観域内の若い高温の星で暖められた

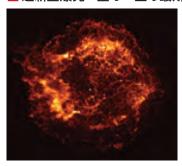


塵(暖かい塵)と、太陽のような普通の星で暖められた塵(冷たい塵)の空間分布を、初めてきれいに示すことができました。図は、左側が冷たい塵の分布を、右側が暖かい塵の分布を示しています。暖かい塵は渦巻腕に沿って分布し、特に銀河外縁部の星形成領域にみえています。一方、冷たい塵は銀河中心付近に多く集まり、銀河全体に広く分布しています。

この観測から、銀河外縁部に存在する巨大な星形成領域で、

活発に星生成が起きているということが分かりました。我々の銀河系のような渦巻銀河は、一般に銀河中心付近ほど星生成が盛んに起きていると考えられています。MID銀河は、我々の銀河系のような渦巻銀河であると考えられていますが、非常に活発な星生成領域が銀河外縁部に存在するという風変わりな銀河であることが、「あかり」の観測によって明らかになったのです。

■ 超新星爆発:星の一生の最期 X線天文衛星「すざく」



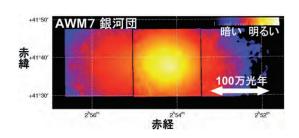
超新星爆発は、重い星が一生の最期に起こす、大爆発のことです。これにより、数千万度の高 温のガスが飛び散ります。左の図は400年以上前に爆発した、カシオペア座の超新星の残骸で す。今では10光年以上に広がっています。そして、爆発で銀河系の中にまき散らされて、次の星、 そして我々の身体の元になっています。

「すざく」の観測結果により、われわれの銀河系では、宇宙が始まってからこれまでに、およそD億 回の超新星爆発が起きていたことが明らかになりました。この様に、超新星爆発は、重元素の 合成工場と言えます。そして、こうした超新星で作られた元素は、銀河にまき散らされ、時には銀 河間空間にまで広がってゆくことさえあります。

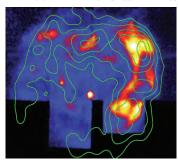
■ 超新星爆発:銀河から銀河団へ X線天文衛星「すざく」

銀河の多くは集団を作っており、銀河団と呼ばれます。だいたい10から1000 個の銀河がかたまっています。そこには1億度にも達する高温ガスが詰まっ ており、右図に示す様にX線で全体が広く輝いています。

このガスに含まれる重元素は、銀河団を形作る銀河の中で発生した超新星爆 発でもたらされたものが広がったと考えられています。高温ガスの総量は、銀 河全部の星の質量の5倍ほどもあります。また、光を全く出さないダークマター と呼ばれる物質が、高温ガスのさらに5倍ほどもあることも分かってきました。



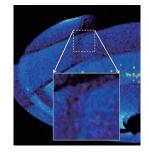
■ 超新星爆発:粒子加速 X線天文衛星「すざく」

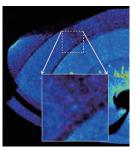


超新星爆発では、高温ガス以外に、一部の粒子だけをさらに加速して、高エネルギー粒子を作っ ているらしいことが分かって来ました。ここに示す、超新星残骸RXJ1713.7-3946は紀元393 年にさそり座で爆発した超新星の名残と言われており、地球からの距離は3000光年程度と推 定されています。左の画像はX線の強度分布(明るいところが強いX線を出している)の上に、 超高エネルギーガンマ線の強度分布を示す等高線(緑色)を重ねたものです。右上の領域では X線でもγ線でも明るく、その両者を光らせる、高エネルギー粒子が作られていることが分かり ました。これが永年なぞであった、地上に降り注ぐ、宇宙線粒子の源ではないかと考えられてい ます。つまり、「すざく」の観測で、超新星残骸が宇宙線の製造工場でもあることが明らかにな りました。

MAXI

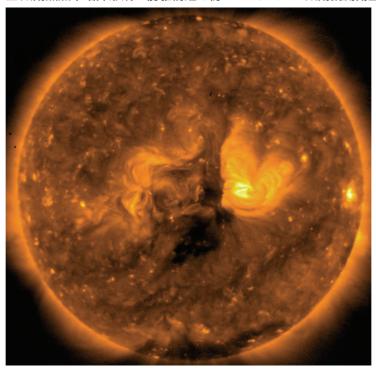
一巨大ブラックホールに星が吸い込まれる瞬間を世界で初めて観測一 「きぼう」に搭載された全天エックス線監視装置(MAXI:マキシ)と米国 スウィフト衛星を用いた観測による成果論文の英科学誌「ネイチャー」への 掲載





最近の研究及び成果

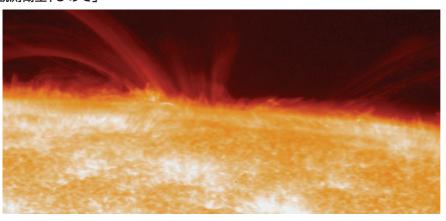
■太陽黒点半暗部形成の前駆構造を初めてとらえた 太陽観測衛星「ひので」



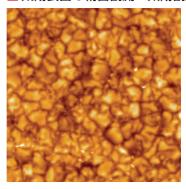
太陽観測衛星「ひので」で太陽を観測した結果、太陽黒点が誕生から大きな黒点に成長するまでの様子を連続的に捉えることに成功しました。これまでの研究では、半暗部の無い小黒点(英語でポアと呼びます)から半暗部をもつ黒点に成長する過程はよくわかっていませんでしたが、「ひので」による観測の結果、小黒点の誕生直後に小黒点をとりまく半暗部に相当する構造(前駆構造)が、小黒点のある光球ではなくその上空の彩層で既に形成されていることを世界で初めて発見しました。これは、太陽黒点が小黒点から黒点に成長する際に、「半暗部という特徴的な構造」が形成される仕組みするための大きな手がかりと考えられます。

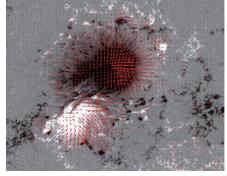
■活発に運動する彩層大気 太陽観測衛星「ひので」

彩層は、太陽表面(光球面)とコロナの間にある大気層で、温度1万度程度のガスからなります。「ひので」の可視光磁場望遠鏡は、頻繁に起きるジェット現象や波動現象など、この彩層のガスが予想外に活発な運動を示していることを明らかにしました。右図は太陽の縁での彩層の様子です。ムービーで見ると、太陽の上空に伸び出した磁気ループに沿って彩層ガスが盛んに上昇・下降運動を示しています。



■太陽表面の精密観測 太陽観測衛星「ひので」





「ひので」可視光磁場望遠鏡は、角分解能 0.2-0.3秒角の回折限界(望遠鏡の口径と 観測波長に対して理論的に達成できる限 界の角分解能)で太陽を観測することができます。左側の図は太陽表面の可視光画像です。細胞のように見える模様は、ガスが対流によって上昇と下降を起こすことでできています。右側の図は黒点の周りの3次元の磁場分布を示しています(黒・白で視線方向の磁場成分を、赤矢印でそれに垂直方向の磁場成分をあらわす)。「ひので」によってこのような黒点の発達・減衰の過程を詳しくとらえられるようになりました。

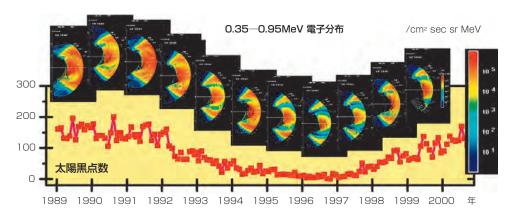
■ 地球のまわりの高エネルギー粒子 オーロラ観測衛星 「あけぼの」

「あけぼの」とGEOTAILによって、地球のまわりで生成される高 エネルギー粒子の謎が解明されつつあります。

地球を環状にとりまく放射線帯(バンアレン帯)と呼ばれる領域には、地球の磁場によって高エネルギー粒子が閉じ込められています。放射線帯の中の粒子は百万エレクトロンボルトを超えるような高いエネルギーを持っています。そのように高いエネルギーを得る物理過程がどんなものか、理論的な決着はまだついていません。最近の「あけぼの」による観測によって、放射線帯の粒子のふるまいについて新たな手がかりがいくつか得られました。「あけぼの」衛星の遠地点はしだいに緯度が変わるので、一年たつと、地球周辺の高エネルギー電子の分布の地図が得られます。その分布が、「あけぼの」打上げ時から年を追ってどう変遷したかを図に示します。下に赤い線でプロットした11年周期の太陽黒点数の消長に同期して、地球の放射線帯の電

子フラックスの分布が大きく変動していることがわかります。放射線帯には隙間があって、内外2つのシェルに分かれていますが、図を見ると、内帯より外帯の方が太陽活動の影響を大きく受けています。

もっと短い時間スケールでデータを調べると、太陽活動に伴って放射線帯の粒子が大きく変動するのは、太陽から飛び出した濃いプラズマ雲が地球の周囲を通り過ぎる、「磁気嵐」とよばれる期間であることがわかりました。「あけぼの」は、今までの予想とは逆に、磁気嵐がもっとも大きく発達する時間には、放射線帯の粒子は増大するのではなく、むしろ消滅することを示しました。1日ほど経過して磁気嵐がおさまりつつあるときになって初めて、以前よりもずっと多い粒子が急に出現します。これらの事実が、放射線帯粒子の生成消滅機構に関する新しい大きな手がかりになって、理論的解明が進むと期待されています。

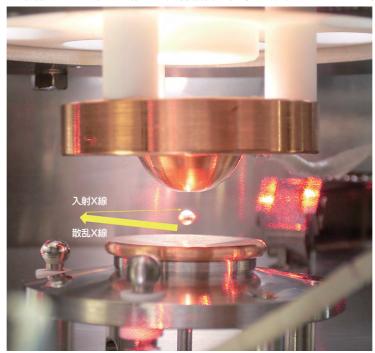


■放射線帯粒子強度の経年

変化と太陽黒点数の変動「あけぼの」が観測した、年毎の放射線帯の電子強度分布(子午面断面)の変遷を太陽黒点数の変化(下のプロット)と比べた図。扇型は放射線帯の断面のうち「あけぼの」の軌道がカバーしている部分を示す。扇の「要」のところが地球中心である。暖色系のカラーは放射線強度が強い領域を示す。

最近の研究及び成果

■液体シリコン中に残存する共有結合の観察に成功 ―シリコンの未知相の存在を示唆―



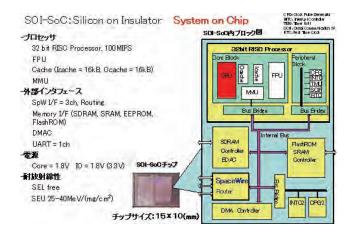
静電浮遊法を用いて浮遊させた金属球。コンプトン散乱実験用の放射光X線(SPring-8)を矢印で表示。

プリンストン大学(米国)、東京大学、ノースイースタン大学(米国)、高輝度光科学研究センター、芝浦工業大学、理化学研究所と共同で、「液体シリコンの特異な電子構造」の解明に世界で初めて成功しました。これは、国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟へ搭載するためにJAXAにおいて開発を進めてきた静電浮遊溶解装置をSPring-8へ設置し、液体シリコンの電子構造を調べる実験を行うことにより得られた結果です。機能性材料として広く用いられているシリコンの新たな可能性を示す重要な結果でであるとともに、半導体デバイスの生産性向上につながることが期待されます。

■民生用最先端SOI技術と宇宙用耐放射線技術の融合により 耐放射線性を持つ高機能論理集積回路の開発基盤を世界で初めて構築

宇宙科学研究所がもつ放射線耐性強化技術と、国内の最先端の民生SOI技術とを組み合わせ、民生応用を意識してセルライブラリー方式を採用することで、高い耐放射線性能を持つ超高集積回路を自由かつ安価に開発できる基盤が整いました。これは、今回の製品化されたSoCに限らず、放射線耐性の高いさまざまな論理集積回路の開発を可能とするもので、日本の宇宙産業や高い放射線耐性を要求される技術分野において、大きな戦略技術となるものと期待されます。

なお、本成果を実現するために行ってきた基礎研究の成果は、放射線が半導体素子に及ぼす影響に関する世界最高峰の学術雑誌であるIEEE Transactions on Nuclear Science誌にこれまでに19件の論文としてまとめられており、米国で毎年開催されるIEEE Nuclear and Radiation Effects Conferenceという国際会議においてConference Outstanding Paper Awardを2度受賞しています。



■ 複合材極低温推進剤タンクの開発

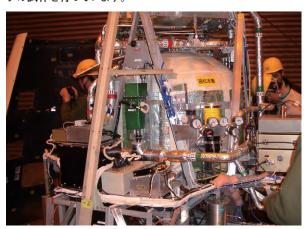
将来輸送系あるいは再使用型輸送系の構造重量軽減を目的として、複合材製極低温推進剤タンクの研究・開発を行っています。極低温・低分子量の推進剤の漏洩を防ぐライナー(内張り)を持ったタンクの開発を主として進めており、ライナーの材質によって大きく金属ライナー・樹脂ライナーの二種類に大別されています。極低温では材料が脆くなる(低温脆性)ため、それに対応した設計手法(破壊力学的手法)やライナーの成型技術が鍵になります。

金属ライナー複合材タンクは、金属製ライナーを芯として Filament Winding製法で炭素繊維を巻きつけ、CFRP(炭素繊維強化プラスチック)複合材層を形成しています。この方式でφ700mm程度のタンク試作を実施しており、そのタンクは地



上試験の後に、再使用実験機の液体水素タンクとして2003年のフライトに実際に繰り返し使用されました。従来の金属製タンクと比較して約半分の重量となっており、機体の軽量化に大きく貢献しています。

樹脂ライナー複合材タンクは、ライナーを金属から樹脂に置き換えることで更なる軽量化を狙ったタンクです。特にライナーの成型技術が鍵となっており、特殊な製造治具を用いて一体成型で継ぎ目の無い気密性の高いライナーを成型します。その上からCFRPを積層して複合材タンクになります。ゆ300mm程度の小型タンクで液体水素充填加圧試験を行ってライナーの有効性を確認しており、現在はゆ800mm程度の更に大型のタンクの試作を行っています。

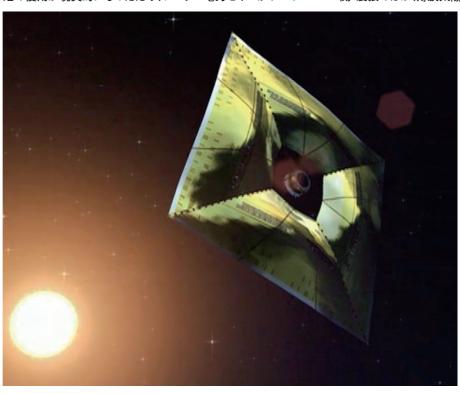


衛星・探査機技術

■ソーラー電力セイル計画

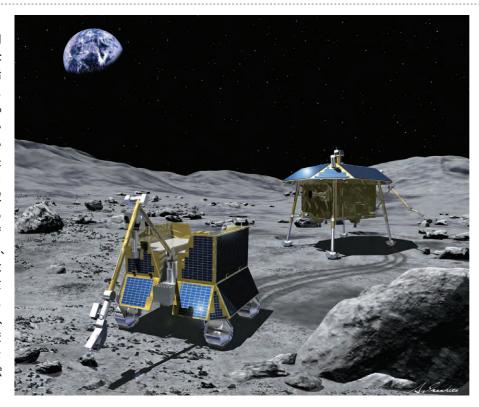
将来の惑星間航行の手段として、現在よりも数倍燃費に優れた 高比推力のイオンエンジンが有力な方法の1つとなっています。 イオンエンジンを駆動するために、太陽電池により電力を得る ソーラー電力セイルと直接に太陽光を推進力に変換するソー ラーセイルがあります。大面積でありながら軽量の薄膜太陽電 池の使用が現実的になったため、ソーラー電力セイルが1つの 有力な方法として注目されています。この将来の惑星間推進機 関の実証を目的に、あわせて非原子力での外惑星探査を工学 的に実証することと、赤外線天文、始原天体探査、プラズマ観測 などの理学探査目的も含めた実証探査方法に関する研究を行 っています。工学的に実証される課題には、大型膜構造物の展 開・展張のほか、薄膜太陽電池や燃料電池、低温動作化学推進 機関、低推力推進と重力援用操作

機関、低推力推進と重力援用操作の複合など多くの新しいテーマが合まれています。本計画は、未だ世界でどこの国も試みたことのない全く新型の宇宙船を木星など外惑星に飛行させるものです。



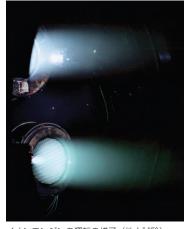
■ 月惑星表面探査技術研究

将来の月惑星探査においては、周 回軌道などからの遠隔観測のみな らず、地表面に直接降り立って活 動することが重要になってきます。 そのための主要技術の研究を行っ ています。従来の「着陸しやすい 場所に着陸する」から「探査したい 場所に着陸する へと移行するた め、ピンポイント着陸誘導技術、自 律障害物回避技術、着陸衝撃吸収 機構を始めとして、「観測したいも のを観る」ための表面移動技術 (探査ローバ)やロボット探査技術、 表面での電力を確保するための太 陽電池タワー、燃料電池などの技 術について研究を実施しています。 これらの技術は、SELENE-2計画、 SELENE-X計画、火星着陸探查 計画などに応用され、より高度な 科学探査や有人月探査などに貢献 します。



■ 電気推進

推力と燃料消費率の 比(比推力)は宇宙用 推進装置の重要な性 能指標であり、この値 が高いほど少ない燃 料で大きな軌道変換 能力を発生すること ができます。推進源を 化学エネルギに頼る 場合その上限は自ず と定まりますが、電気 推進はその壁を突破 することができます。



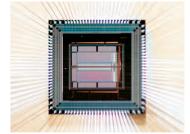
衛星搭載用高比推力 イオンエンジンの運転の様子(地上試験)

電気推進は、地球周回衛星の多彩・複雑な宇宙運用を可能に すると共に輸送システムの最終段モータとして深宇宙探査を切 り開くキーテクノロジーです。パルスプラズマスラスタ(PPT)に ついては、小型衛星の姿勢制御への応用を目指し研究を進め ています。ホールスラスタは低電力で安定に動作することに焦 点を合わせ開発中です。MPDアークジェットはそれまでの研 究成果を基に1995年無人宇宙実験観測フリーフライヤー 「SFU |にて推進性能の軌道上検証を実施しました。無電極プ ラズマ生成を特徴とするマイクロ波放電式イオンエンジンは、 小惑星探査機「はやぶさ」の主推進として活躍しています。

■ 搭載機器高性能化・小型化技術

衛星ミッションは、ますます高度化し、要求される探査機技術も より先端的な新しいものに進みつつあります。特に、月・惑星の 探査をめざすミッションでは、高機能・軽量・低消費電力の探査 機搭載技術が決定的に重要となってきています。 このような背 景の下に、次世代の探査機技術の開発をめざして、STRAIGHT 計画 (Study on the Reduction of Advanced Instrument Weight) を推進しています。STRAIGHT計画では、宇宙の耐環 境デバイスや搭載コンピュータの開発、熱制御デバイスの高度 化、電源系の高密度化、ディジタルトランスポンダー、より高密 度の記憶装置を持つデータレコーダ、軽量高機能スターセンサ などに、新しいコンセプトを導入して、研究開発を推進しています。 今年度は、将来の小型化技術として広く民生でも注目を集めて いるMEMS (Micro ElectroMechanical System) 技術の字 宙応用へ取り組みはじめました。また、これまでに開発に成功 している耐放射性が高く低消費電力の最先端SOI (Silicon On Insulator) SRAM技術を利用して、宇宙用ASIC (Application

Specific Integrated Circuit) のセルライブ ラリーを設計しました。 これによって宇宙科学 ミッションで必要な宇 宙用SOI-LSIを製造で きるようになりました。



SOI-SRAMチップ (チップサイズ: 3.5×4mm)

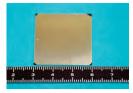


■展開構造

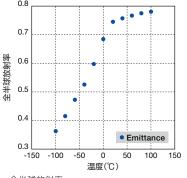
現在の非常に多くのミッションにおいて、宇宙における展開構 造のさまざまなコンセプトが研究され、開発されています。科学 機器を支えたり、柔軟な太陽電池のような展開構造を支えるた めに、ヒンジを使わないコイル式の伸展マストというユニークな コンセプトが適用されています。2次元の展開構造(2Dアレイ) もSFUでテストされました。2Dアレイに使われた剛性の高い関 節構造のマストも、「はるか」衛星に搭載する展開アンテナのた めに改良されました。将来の宇宙システムのためのインテリジェ ントな適応構造とインフレータブル(膨張)構造も研究されており、 多くの先駆的研究を生み出しています。

■放射率可変素子

放射率可変素子(Smart Radiation Device)は電力や機械的な 要素なしに、温度に応じて放射率が変化し、自動的に温度調整 することが可能な素子です。SRDは衛星に搭載される高発熱 機器のOn、Offによる発熱変化、或いは惑星探査のように外部 熱環境が大きく変わる衛星の放熱面に有効です。現在はペロブ スカイト構造Mn酸化物に多層薄膜を施した素子に着目してい ます。その特徴はグラフに示しますように、全半球放射率がOC 付近の転移温度を境に急激に変化し、高温側では大きく、低温 側で小さくなることと、しかも太陽光吸収率が0.24と小さいこと が挙げられます。多層薄膜なしのSRDは既に小惑星探査機「は やぶさ」(2003年5月打上げ)に搭載されています。そして、更なる 性能の向上と、軽量化のための薄膜化を狙っています。



放射率可变素子



全半球放射率

衛星・探査機・宇宙環境利用

■ 惑星探査のミッション計画

1.59

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

1.50

小惑星探査機「はやぶさ」の軌道計画

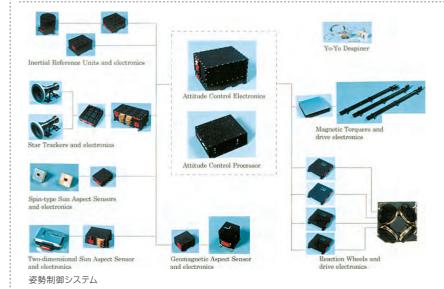
ロケットを使って、数百kgの探査機を惑星間空間に脱出させることができるので、月・金星・火星などの地球近傍の惑星を探査することができるようになりました。小惑星や彗星も魅力的な探査対象です。惑星探査ミッションのミッション設計にあたっては、速度制御や打上げ窓の制約がある上に打上げ時の軌道分散などもあるために、膨大な数の軌道を解析しなければなりません。そこで、最適化の解析手法を最大限に活用することにより、小惑星探査機「はやぶさ」、金星探査機「あかつき」などのミッションの設計を行っています。

■ 深宇宙探査機の軌道決定

深宇宙探査機の軌道決定は、地上局から探査機に向けて電波信号を出し、その信号の往復時間データ(往復距離に相当)、およびドップラ周波数データ(視線速度の2倍に相当)を元に行っています。しかし、ミッションからの軌道決定精度要求が厳しくなってきており、これを満足するため、電波天文で行われているVLBI(超長基線干渉計)手法を取り入れた相対VLBIによる軌道決定手法を研究しています。相対VLBIとは、2局以上の地上局から同時に(VLBI)、探査機および電波源からの電波を交互に(相対)受信し、大気の揺らぎの影響を除いて、探査機の角度方向を求める手法です。



臼田の64mアンテナと軌道決定

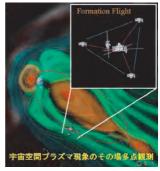


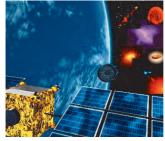
姿勢制御の高度化

人工衛星・惑星探査機の姿勢制御への 要求は、ますます高度化しています。そこで、 各ミッションにとって最も適した姿勢制御 システムの研究を行っています。天文観 測衛星では、高精度な姿勢センサの開発、 搭載機器の振動擾乱低減化の研究、高 性能な制御アクチュエータの開発や高 精度姿勢制御ロジックの研究などを行っ ています。また惑星探査機では、搭載機 器の小型軽量化とともに、探査機の自律 的処理機能が必要となるため、自律的航 法アルゴリズムの研究、搭載機器の異常 検知・再構成方式の研究などを行っています。

■フォーメーションフライト

ミッション要求の高度化に伴い、複数の衛星が協調して観測を行うような編隊飛行(フォーメーションフライト)技術が必要になってきました。例えば、複数衛星による地磁場プラズマ多点同時観測ミッション、親子X線望遠鏡衛星ミッション、赤外干渉計ミッションなどが検討されています。これらを実現するのに必要な技術として、複数衛星間の相対位置計測法、精密位置制御用センサならびに推進装置の開発、フォーメーション変更・維持アルゴリズムの研究などを行っています。





ESAと共同で検討しているXEUS計画

SATELLITE/SPACECRAFT/SPACE BIOLOGY AND MICROGRAVITY SCIENCES



■ 月惑星探査ローバ

月や惑星表面を詳細にかつ広範囲 にわたって探査を行うためには、移 動探査が必要です。ローバミッショ ンでは広範囲な探査だけではなく、 クレータや断崖など地殻が露頭し ている地域など調べてみたいとこ ろの探査を可能にします。そこで、 探査ローバの走行メカニズム、自律 機能、地形地図作成、経路計画、障 害物検出·回避、知的遠隔操縦方 式、テレサイエンス技術などについ て研究を進めています。また惑星 表面のサンプルを採取する小型軽 量マニピュレータの研究や惑星内 部探査のための掘削ロボットの研 究も行っています。小惑星など小さ い天体の表面探査を目的として、微 小重力下で自律的に探査するホッ ピング型ロボットの研究開発を進め ています。その初号機が小惑星探 査機「はやぶさ」に搭載されました。

■ 宇宙環境利用

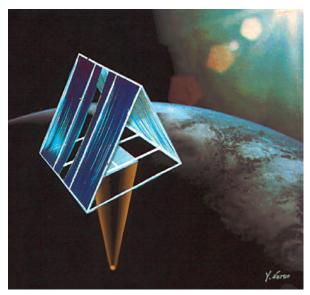
微小重力、放射線、高真空などの宇宙 特有の環境を利用した新たな科学研 究分野・領域の構築と発展を研究目 標にしています。具体的には、1)地上 では計測が困難な現象の解明、新し い材料の創製などを目指す物質科学、 2)生命とその発生・進化への宇宙環 境の影響等を解明する生命科学、 3)物質科学・生命科学に密接に関連 した流体科学などの基礎科学、の分 野において宇宙科学研究を推進しま す。その実現手段として、宇宙実験の 実施にとどまらず、微小重力シミュレ ータや遠心機などの地上設備の利用、 そして数値計算による現象の可視化 技術の応用、などが挙げられます。





浮遊するカエル 材料実験用自由落下装置





■ 太陽発電衛星モデルSPS2000 太陽発電衛星モデルSPS2000

太陽発電衛星(SPS)は、軌道上で太陽光を利用して発電した電力を地上に無線送電するシステムで、エネルギー問題と地球環境問題を解決するためのエネルギーシステムとして大きな可能性を持っています。宇宙科学研究所では、SPS 2000という10 MW クラスの実証用発電衛星モデルの設計研究や数百キロワットクラスの無線電力送電のための実験衛星計画を検討しています。また、宇宙における大規模発電に必要な高電圧システムの放電やデブリ衝突の影響に関する地上実験や大型アンテナの展開や熱構造に関する研究を行っています。

飛翔体技術

SPACE VEHICLE TECHNOLOGIES

■推進システム

固体燃料ロケットの技術を改良し、推進のメカニズムの先端的研究と性能の向上を行っています。 また、開発のみではなく、固体燃料推進と燃焼メカニズムの一般的理解を推し進めることにも努力しています。 現在までの主な成果(①~⑥)と継続中の研究テーマ(⑦~⑫)としては以下のようなものがあげられます。

- ①比推力の予測とノズル形状の設計のための、混相流解析の数値的手法
- ②正触媒添加による燃焼速度向上など、アルミナ混合比の高い高性能コンポジット推薬
- ③上段ロケット・モータのためのヘリカル・スプリングを利用した伸展ノズル
- ④上段ロケット・モータのためのノズル・スロート・プラグ方式の後部着火システム
- ⑤高信頼性3D C/C製ノズルスロートおよび、高圧燃焼に対応した高信頼性3D C/C製ITE
- ⑥ 推進薬充填率を向上させたキャビティ式点火方式
- ⑦ アルミナ混合比の高いコンポジット推薬を充填したロケットの安定燃焼、侵食燃焼、残留内圧の研究
- ⑧固体ロケット内部混相流の数値流体力学解析
- ⑨固体ロケットの非定常燃焼現象の数値流体力学解析
- ⑩ノズル用耐断熱材の焼損特性・スロート用黒鉛材の熱衝撃特性の研究
- ① 固体ロケット内での金属燃料の燃焼
- ⑩ ガスハイブリッドロケット、2段燃焼式ハイブリッドロケット、N₂O/エタノール系2液ロケット、マグナリウム入りコンポジット推進薬、HANを主剤とした1液推進系などの次世代推進システムの研究



M-34モータ用伸展ノズル試験



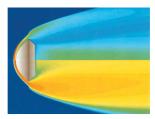
「すざく」構造モデル振動試験

■ 構造と材料

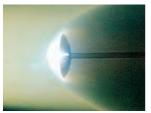
ロケットや衛星の科学上の厳しいミッション要求、材料、構造、機能などを満足させるための研究や開発を行っています。加えて、運動解析、荷重や力学的環境、構造上の検証テスト、改良なども行っています。M-Vロケットでは、1段目と2段目のモータケースに使われている高張力マレージング鋼、3段目のフィラメントワインディングのCFRPモータケース、1・2段間の新分離方式及びノーズフェアリングなどを開発しました。更にペイロード能力を向上させるために、2段目にフィラメントワインディングのCFRPモータケースを、最新の技術を用いて開発しました。また、固体モータのノズルスロート用として、グラファイトの非破壊検査手法およびC/C複合材料を開発しています。更に、再使用ロケット用にCFRP製の液体水素タンクを開発し、飛翔実験に供しました。衛星については、軽量化のためにCFRPの3軸の織物を火星探査機「のぞみ」の高利得アンテナ用に開発しました。これは、小惑星探査機「はやぶさ」にも搭載されています。また軌道上で伸展後に高い幾何学的安定性をもつ伸展式光学架台をX線天文衛星「すざく」用に開発しました。更に、数秒角という非常に厳しい望遠鏡の指向精度安定性を維持するために熱変形を極力抑えた構体を太陽観測衛星「ひので」用に開発しました。

■ 空気力学と再突入技術

打上げロケット及び再突入・再使用システムのために、空気熱力学の研究を行っています。空気力学研究者は、実験的かつ解析的(理論的)な面から、その分野の研究者と緊密な共同研究を行っています。風洞試験設備と高エンタルピー流れの実験設備がその基礎研究に利用され、スーパーコンピュータによるCFD(計算流体力学)数値解析は、基礎研究と実際のロケット開発の強力な手段になっています。また、惑星大気への高速での突入と惑星間空間から地球への帰還の技術開発を進めています。そのような高速再突入飛行においては、空気熱力学と耐熱の観点から見て、たくさんの問題が残されています。流れの特性をよりよく理解し、耐熱材料開発のための研究も、熱心に行っています。



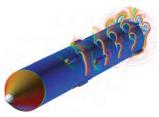
計算機シミュレーションによる カプセル周りの流れの様子



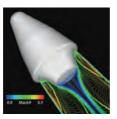
アーク風洞による カプセル周りの流れの様子

■計算機シミュレーション技術

打上げロケットや再使用宇宙機の機体、推進システムなどの開発にはコンピュータによるシミュレーション技術が有効です。空気力学面では、機動的な設計や形状検討に向けて、風洞試験の一部はシミュレーションに置き換えられつつあります。フラッター現象といった空気力学と構造力学など多分野融合的課題には仮想的に現象を実現するシミュレーション技術が威力を発揮します。さらに、再使用宇宙機のような複雑なシステムでは、空力、構造、推進、軌道などの要素を最適配分することが要求され、そこでも最適設計、信頼性設計という形でコンピュータの果たす役割が期待されます。現在、そして将来の輸送系開発には不可欠であるシミュレーション技術の開発やそれを利用した研究を幅広く行っています。



M-Vロケットまわりの複雑流れ



再使用ロケットにおける プラグノズル流れ

■ 再使用宇宙輸送システム

ロケットを飛行機のように繰り返し飛べるようにすれば、より簡単に安いコストで宇宙への往復ができます。エンジン性能の向上や、より軽く機体を作る技術に加え、繰り返し何度も安全に飛ばせるためのシステム構築の方法など多くの課題がありますが、研究が進めば人を乗せて簡単に宇宙に出かけたり、大きな宇宙構造物を作ることが可能になります。宇宙科学研究所では、将来の宇宙輸送の革新を目指した要素技術の研究と実験機を飛ばして実際に再使用を行うことにより新しい技術を実証しながら次の本格的な開発を加速するための研究を行っています。



再使用型ロケット実験機



再使用型ロケットの離着陸実験

■推進システム

M-Vロケットの後継機となる次期固体ロケットの性能と機能の向上を目指して、固体推進薬の低公害化、高性能化を図る研究を行っています。従来の固体ロケットで金属燃料として用いられてきたアルミニウムを一部マグナリウムというマグネシウムとアルミニウムの合金で置き換えて燃焼し易くする研究や、新しい触媒によって固体推進薬の燃焼速度を低下させて小さいロケットでも使いやすくする技術の研究、さらに先進的な推進薬によって固体ロケットの利用範囲を拡大する研究にも取り組んでいます。

また一方、全段が固体ロケットモータの場合、衛星を打ち上げる際の投入軌道の細かな調整が難しいという課題がありました。そこで次期固体ロケットでは、最終段に搭載された小型の液体ロケットに衛星投入軌道の調整を行わせる機能を新たに装備する計画があります。しかしながら、固体ロケットの即応性を損なわないような常温貯蔵可能な従来の液体推進剤は、毒性が強くて運用が難しいため、宇宙科学研究所では、人体に対してほぼ無毒の亜酸化窒素(笑気ガス)とエタノールを推進剤とする新しい液体ロケットの実証研究を進めています。亜酸化窒素は高いエネルギーを内蔵した物質でもあるため、そのエネルギーを引き出してスラスタやエンジンの点火器に利用する研究も行っています。



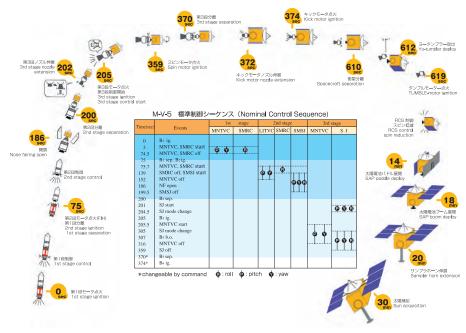
マグナリウム入り固体コンポジット推進薬を 用いる固体ロケットモータの技術実証



亜酸化窒素/エタノール 液体エンジンの技術実証

■ 飛行力学と制御

打上げロケット、展開構造、柔軟多体 システムなどの宇宙構造物の力学と 制御の研究を推進しています。これま で、さまざまな新しい理論を飛翔体に 適用してきました。たとえば、打上げ口 ケットの姿勢制御の設計にはロバス ト制御理論が適用されています。ロケ ットシステムは、曲げ剛性、空気力学的 パラメタ、アクチュエータの帯域幅な どのシステムパラメータにおける不確 定性の影響を受けやすいものです。 M-Vロケットの姿勢制御システムに十 分なロバスト性を持たせるために、H ∞制御理論やµ制御理論を適用しま した。制御の理論を大規模な実際の システムに応用するための新たな方法 を構築するもので、工学的に大変意義 のある研究です。



ロケット

■科学衛星打上げ用ロケット

我が国の観測ロケ小の研究は昭和30年に始まっています。以 来鋭意固体ロケ小技術の向上に努め、高性能の観測ロケ小 とこれを発展させた全段固体の衛星打上げ用ロケ小を開発し てきました。この実績は科学観測の成果と共に国際的に高い 評価を受けています。

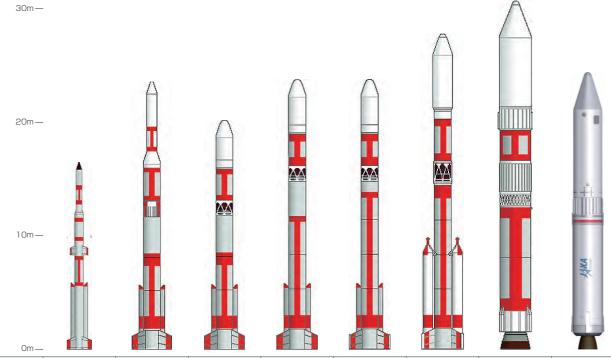
平成7年度まではM-3SI型が用いられていましたが、平成8年度には大型ロケ小M-V型がデビューし、6機の打上げを行いました。



ノーズフェアリングに収められる「ひので」



M-Vロケットによる「ひので」の打上げ



L-4S M-4S M-3C М-ЗН M-3S M-3SI M-V イプシロン 16.5m 23.6m 20.2m 23.8m 23.8m 27.8m 30.7m 24.4m 全長 直径 0.735m 1.41m 1.41m 1.41m 1.41m 1.41m 2.5m 2.5m 全重量 9.4t 43.6t 41.6t 48.7t 48.7t 61t 139t 91t 26kg 180kg 195kg 300kg 300kg 770kg 1800kg 1200kg(*) 打上げ能力

※オプション形態により、太陽同期軌道へは450kg、液体ロケットなみの軌道投入精度を実現予定

■イプシロンロケット



イプシロンロケットは高性能と低コストの両立を目指す新時代の固体ロケットです。2006年に終了した世界最高性能の多段式固体ロケットであるM-Vロケットを礎に、一層の性能向上を図ると同時に、組立・点検などの運用を効率化することにより、格段の運用コストの低減を実現し、頻繁に打ち上げられるシステムを構築します。打ち上げ機会を増やすことで宇宙開発の活性化を期待できます。ロケットの打ち上げを手軽なものにし、宇宙への敷居を下げることを、イプシロンロケットは最大の目的としています。

■再使用型ロケットエンジンの実験

将来の宇宙輸送システムの研究として繰り返し飛行が可能な完全再使用型のロケットの実験が2003年、能代多目的実験場で行われました。これは液体水素と液体酸素を燃料とした小型のロケットエンジンを用いた再使用ロケット実験機で行う3度目の飛行実験で、これまでの機体を改修して耐久性設計を施したエンジンインジェクタなどの新しい要素を組み込んだり、機体の軽量化による性能向上を目指した複合材の極低温燃料タンクを使用するなどの新し

い試みを載せて、繰り返しの飛行運用をすることが目的でした。今回の実験では最高高度42mまでの離陸上昇と着陸を行い、繰り返し飛行の実験環境を利用しながら、新技術の実証や、再使用のシステム構築手法および運用技術の研究という所期の目的を達し、次のステップで目標とする高度100km以上

の弾道飛行を目指す機体の設計のための基礎データの蓄積が図られました。以降、機体の大型化に必須のエンジンのターボポンプ化に取り組んでいます。繰り返し飛行に必要なロバスト性、離着陸実験に必要な制御性を備えたエンジンシステムを構築し、エンジンのシステム燃焼試験を実施、エンジン大型化に向けた繰り返し再使用エンジン構築のための基礎データを蓄積しました。



小型飛翔体

SMALL SPACE VEHICLE

■ 大学共同利用の飛翔実験パッケージとしての大気球・観測ロケット







大気球・観測ロケットは、日本で、また世界的に見ても非常にユニークな大学共同利用の飛翔実験パッケージとして小型飛翔体を用いた宇宙科学研究を力強く推進し、萌芽的実験要望への対応と裾野の拡大を進めています。公募により広く実験テーマを募集し選定・採択し実行していますが、テーマの分野は天文、宇宙線、地球物理、微小重力、工学実験等多岐に渡ります。観測ロケットは年に1~2機、大気球は年8機程度の飛翔機会を提供しています。また、飛翔手段の革新による新しい実験機会の獲得と世界水準を凌駕する成果の創出を目指し、例えば、長時間飛翔気球、高高度気球、再使用型観測ロケット等など、さらなる技術進化に向けた開発研究も進められています。

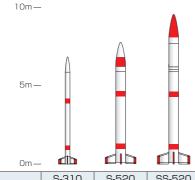
■ 観測ロケット

宇宙科学研究所が現在用いている観測ロケ小は主としてS-310型、S-520型及び SS-520型の3機種です。S-310型とS-520型は共に単段式の観測ロケ小で前者は 国立極地研究所の南極観測にも使われ、また、S-310型、S-520型はノルウェーのアンドーヤ基地、SS-520型は同国のスピッツベルゲン基地からも打上げられています。 国内では1年のうち、冬と夏の2期にわけて打上げ実験が行われています。 近年における打上げ機数は年間1~2機で、科学観測では、大気物理学、地球物理学、天文学などの広い理学分野の観測を行うとともに各種の工学実験を行っています。





飛翔前の観測ロケット



	S-310	S-520	SS-520
段 数	1	1	2
全長	7.1m	8m	9.65m
直径	0.31m	0.52m	0.52m
全重量	0.7t	2.1t	2.6t
到達高度	190km	430/350km	800/1,000km
搭載重量(※)	70kg	70/150	60/30

※ノーズコーンを含む

S-520型ロケット: 最新型の単段式ロケット25号機は、平成22年8月31日に打ち上げられました。



三陸大気球観測所での大気球観測

大気球による科学観測は、数十kgから数百kgの観測器を高度30~40kmへ浮遊させて行います。日本で放球した最大の気球は、容積50万m³、直径108m、長さ150m、重量720kgです。また、世界に先駈け我々が開発した厚さ3.4 μ mの超薄膜ポリエチレンフィルムで製作した容積6万m³の超薄膜型高々度気球が、高度53kmまでの飛翔に成功し、世界最高高度を更新しました。

気球の飛翔する高度では、空気は地上の数百分の一という少ない量となり、宇宙線、X線、ガンマ線、赤外線、紫外線等を空気に遮られることなく観測することができます。また、この高度は地表を紫外線から守っているオゾン層が存在している場所であり、大気球はオゾン層を破壊すると言われているフロンガスの濃度など成層圏大気を精密に観測する手段としても活用されています。



満膨張になった気球



圧力気球の耐圧試験

膜厚3μm以下という超薄膜ポリエチレンフィルムの研究開発、気球製作のための装置の研究開発、大気球の放球に関する研究、気球に搭載する基本機器の開発・試作等を行っています。



大樹町多目的航空公園内 大気球指令管制棟(右)

膜岩手県大船渡市三陸町で 行っていた大気球による観 測実験は、平成20年度から 北海道広尾郡大樹町にある 多目的航空公園内にて、実 施していくことになりました。

■気球を利用した微小重力実験

気球を利用して、良好な微小重力実験を実施しています。自由落下する物の中では無重力の環境が再現できる、という性質を利用して、高く上がった気球から機体を自由落下させることで、その内部で微小重力実験をしています。ただ、実際には気球から落とした機体は空気力により、理想的な自由落下とはならないため、そのままでは良質な微小重力環境を得ることができません。そのため、機体に小型ガスジェットスラスタを16基搭載して、空気の力をキャンセルすることで、宇宙ステーション並みの良好な微小重力環境を創り出すことに成功しました。なお、自由落下により、機体はいとも簡単に音速を超えるスピードになります。そのため、この機体を使うことで、とても速いスピードで運動する飛行体の技術を実験することもできると考えられています。







INTERNATIONNAL COLLABORATION

宇宙科学の分野では、国際協力のもとに研究を進めることが 特に重要な意味を持っています。たとえば、南極圏や赤道地 帯で気球やロケットを飛ばすと、日本ではできないような観測 を行うことが可能になります。また、互いの技術や経験を持ち 寄ることによって、より充実した観測が行えるようになります。 さらに、仕事を分担することにより、一国では手に余るような 大規模な計画も実現可能となります。たとえば、いつくかの人工衛星と地上の数多くの天文台とが同時に観測を行うことで、 宇宙のダイナミックな姿をとらえることができるようになりま した。

これまで我が国と諸外国の研究グループが協力して行ってきた研究には、下の表のようなものがあります。

	目 的	相手機関·放球場所等	実施時期
太	硬×線·ガンマ線の観測	ブラジル:サンパウロ州	1988~1991
大気球	銀河遠赤外スペクトル線	米国:テキサス州	1991~1993
(C	高エネルギー宇宙粒子	米国→カナダ(マニトバ州)	1993~2002
ゟ	オゾン	ドイツ→ノルウェー(スピッツベルゲン)	1994~1999
よる観測	宇宙線	ロシア:カムチャッカ	1995~1999
測	大気球搭載太陽望遠鏡による観測	中国:中国国立天文台	1998~2001
	遠赤外線の観測	インド:ハイデラバード	1998~
	高エネルギー宇宙粒子	米国→南極(マクマード基地)	2004~
	硬X線撮像観測·宇宙遠赤外線観測	ブラジル:サンパウロ州	2005~
	中層大気の観測	鹿児島県内之浦町	1990
ケッ	オーロラ観測	ノルウェー:アンドーヤ	1990
۱ĥ	親子ロケット実験	米国:ホワイトサンズ、アラスカ	1992
(C	イオン流出機構の観測	ノルウェー:スピッツベルゲン	2000
よる	電離圏イレギュラリティー	NASA、クレムソン大、テキサス大	2002
観測	オーロラ観測	ノルウェー:アンドーヤ	2004
測	中性・電離大気観測、気象・海洋現象の多波長撮影	鹿児島県肝付町	2007
	プラズマイレギュラリティの観測	ノルウェー:オスロ大、スピッツベルゲン	2008
	下部熱圏大気観測	米国:クレムソン大、ノルウェー:アンドーヤ	2009



	目 的	相 手 機 関 等	実 施 時 期
人	粒子加速器を用いた宇宙科学実験	NASA	1974~1992
工衛	(SEPAC)	レスター大学	1987~1991
星	「ぎんが」X線星、X線銀河	ロスアラモス研究所	1987~1998
I C	γ線バーストの観測	カナダ宇宙庁	1989~
8	「あけぼの」オーロラの観測	ミュンヘン工科大学	1990~1993
星による観測	「ひてん」微小宇宙塵の観測	NASA、マラード宇宙科学研究所	1991~
炽	「ようこう」太陽活動の観測	NASA、アイオワ大学等	1992~
	GEOTAIL 磁気圏尾部の研究	NASA、マサチューセッツ工科大学	1993~2001
	「あすか」X線星、X線銀河、X線背景放	等	1995~1996
	射	DARA	1995~1996
	EXPRESS 大気圏再突入実験	NASA	1995~1998
	SFU 宇宙実験・観測フリーフライ	ESA:ISO	1997~2005
	ヤ	NASA、米国国立天文台、ヨーロッ	
	ISO ESAの衛星による共同観測	パVLBI網、オーストラリア望遠鏡、	
	「はるか」スペースVLBI観測	カナダドミニオン電波天文台他	1998~2003
		NASA、フランス宇宙センター、カ	
		ナダ宇宙庁、スウェーデン宇宙物理	
	「のぞみ」火星上層大気観測	研究所、ミュンヘン工科大学	2000~
		ESA: Mars Express	1999~2003
		NASA	2002~
		NASA	2003~
	IMAGE 地球磁気圏撮像観測	NASA	2005~
	RHESSI 太陽活動の観測	NASA	2006~
	「はやぶさ」小惑星探査、サンプルリター	ESA、韓国天文宇宙科学研究所(KASI)	2006~
	ン	他	

■日米科学技術協力非エネルギー分野協定に基づく日米宇宙科学

昭和54年に科学技術庁長官とNASA長官の間で、リモートセンシング、科学観測等の宇宙分野における日米間の協力プロジェクトの推進、及び新規プロジェクトの検討を行うため、日米常設幹部会の設置が合意され、その下に、17プロジェクト

が実施に移されました。また、昭和55年に締結された非エネルギー分野の日米科学技術協力協定でも上記のプロジェクトが承認されました。現在、宇宙科学研究所が関係しているプロジェクトは次のとおりです。

	項 目	研究概要
A スペ·	1.X 線天文学共同研究	X線天文学の研究を日米科学者の協力で行う。すざく衛星とチャンドラ衛星を用いた観測協力、並びに他の波長との共同観測・共同研究を組織し、遂行する。さらに今後のX線天文衛星に向けて、その基礎開発を共同で行う。
ース天文学	2.赤外線天文学共同研究	赤外線天文学の研究を日米科学者が協力して行う。ASTRO-F及び SPITZER SPACE TELESCOPEの間での観測協力を進めるとともに我が国のSPICA計画、NASAのTPF計画等における日米協力の可能性について検討を行う。また、これと関連してJPL及びカリフォルニア工科大学とロケット観測を進める。
	3.太陽·太陽圈日米共同研究	2006年に打ち上げられたSOLAR-B/ひので(日米英協力:太陽観測)、STEREO(米:太陽圏観測)衛星を念頭におき、太陽面での活動現象と太陽圏の擾乱現象の関連を系統的に追求する日米共同研究を組織する。「ひので」・STEREO 両衛星の共同観測・解析を推進するとともに、SOHO(米・欧協力)衛星のLASCO装置他による太陽圏データと系統的な比較を進める。
	4.スペース超長基線干渉計による 電波天文学共同研究	ASTRO-Gプロジェクト実現のためのNASAおよび米国国立電波天文台(NRAO)との協力に関する協議を行う。
B	5.地球型惑星大気科学共同研究	我が国の地球型惑星探査計画である金星ミッション PLANET-C 計画に関わる日米共同研究を継続する。
B太陽系科学	6.固体月·惑星探查共同研究	日本として初の本格的な固定月・惑星探査ミッションであるSELENEから最大の科学的成果を引き出すため、観測計画、データ解析 手法などを含め、日米科学者の間で緊密な連携共同作業を組織する。また、将来の月・惑星探査の技術的な核となると考えられる「着 陸機」や「ベネトレータ」の開発も、惑星内部構造探査に必要な技術開発として日米協力により推進する。
	7.惑星·地球磁気圏探査共同研究	これまで緊密な日米協力で多くの成果をあげてきた地球周辺の磁気圏、プラズマ圏、超高層大気の日米共同研究を、さらに惑星をも含めた広い分野の共同研究に拡張する。また、NASAの水星探査計画Messengerと我が国とESAとの共同ミッションBepiColomboにおける水星磁気圏探査との連携協力について協議を進めると共に、近い将来の地球・惑星、磁気圏探査計画の立案、調整、観測機器の開発における連携を重視する。
	8.太陽系小天体探査共同研究	21世紀初頭に日米双方によって計画されている太陽系小天体へのフライバイ、着陸、サンブル・リターン等の探査計画を調整し、またとくに日本のMUSES-C衛星に関わる日米協力を進めることにより、始原的天体の探査を通して太陽系起源の解明を目指す共同研究を推進する。
C技術開発	9.衛星軌道決定及び運用に関わる 日米協力	月惑星間探査機、地球周回衛星の軌道決定について、日米間で技術情報の交換及び軌道決定精度に関する検討を行う。また、探査機・衛星のトラッキング・データ取得に米国の地上受信設備を利用するための通信インターフェイスに関わる協議と調整通信方式の標準化に関わる協議を行う。とくに、ΔVLBIによる航法解析に関する協議を進める。
発	10.宇宙科学データのアーカイブ、 共同解析での日米協力	急速に大容量化している宇宙科学データを用いての宇宙科学研究にとって効果的なデータ・アーカイブ法の確立は急務になっている。 NASAの宇宙科学データセンターにおける実績を踏まえて、データ・アーカイブ法及び大量データの解析のあり方、日米共同データセンターの可能性を探る。特に今年度は宇宙研の将来衛星に係る天文データベース及び地球物理データベースのアーカイブ化に関する日米協議を行う。また、日米共同で行う「すざく」、「ひので」の衛星データの初期処理及び高速伝送のネットワーク回線設備に関する日米協議を行う。

共同研究事業・大学共同利用



SFUシンポジウム

設備利用の共同事業	公募による設備利用による共同研究

年 度	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
スペースチェンバー	24	21	21	20	25	15	21	15	15	25
プラズマ発生装置	14	17	19	14	12	20	18	32	33	26
宇宙放射線	17	8	9	17	14	13	9	10	10	7
高層気流試験設備	19	19	19	23	22	14	14	20	22	23
計	74	65	68	74	73	62	62	77	80	81

 宇宙科学情報解析センター共同利用
 ※10年度までは人数、11年度からは件数

 年度
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20

 人数(件数)
 27
 25
 23
 23
 21
 34
 40
 37
 35
 31

その他共同事業 飛翔体を用いた観察実験に係る基礎開発共同研究

搭載用機器の基礎研究

宇宙科学推進戦略的開発研究

●天文分野 ●太陽系科学分野 ●衛星·探査機分野 ●先進的理工学分野

シンポジウムの開催回数

年 度	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
シンポジウム	19	20	20	20	19	19	18	16	19	18
小研究会	6	3	6	6	6	8	6	5	5	3
計	25	23	26	26	25	27	24	21	24	21



宇宙科学シンポジウム

宇宙科学研究所は当初大学共同利用機関として設立され、 現在の新機構となった後も「大学との共同その他の方法に よる宇宙科学に関する学術研究を行うこと」が規定中に明 記され業務の大きな柱になっています。

大学共同利用機関は、大学共同利用システムにより全国の 大学等研究者が行う宇宙科学研究に対してその利用の途 が開かれています。

この大学共同利用システムによる「共同研究」は二つの制度に大別され、宇宙科学研究所における共同研究に直接参加して研究に従事する「共同研究員」(公募型並びに要請型)と、宇宙科学研究所主催のシンポジウム及び研究会等に参画する「共同研究」に分けられ、運用されています。

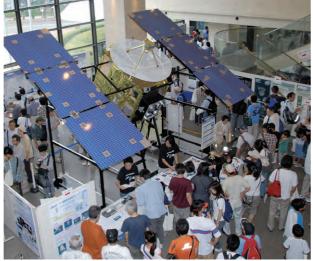


磁気圏尾部の物理に関する国際会議

宇宙科学研究所では、宇宙科学の成果の普及と、宇宙科学に対する一般の理解を深めるために以下のような教育普及活動を実施しています。相模原キャンパスの一般公開、その他にも宇宙科学の普及ビデオや各種パンフレット、リーフレットの作成、各種展示会への模型の貸出し協力なども行っています。

(平成23年度)

			(120-130)
実 施 月	名 称	実 施 内 容	人数・延べ
4月	宇宙科学講演と映画の会	一般社会人を対象に最先端の研究を紹介。	780
7月	特別公開	相模原キャンパスの各研究施設の公開と研究内容の紹介。	13,053
8月	体験学習「君が作る宇宙ミッション」	高校生を対象にした、体験学習プログラム。	24
9月	宇宙学校・くらよし	若年層を対象に、講演と質疑応答形式で実施。	441
10月	宇宙学校・えひめ	若年層を対象に、講演と質疑応答方式で実施。	267
11月	宇宙学校·東京	若年層を対象に、講演と質疑応答方式で実施。	550
11月	宇宙学校・くまもと	若年層を対象に、講演と質疑応答方式で実施。	227
11月	宇宙学校・にいがた	若年層を対象に、講演と質疑応答方式で実施。	106
12月	宇宙学校・ひがしまつやま	若年層を対象に、講演と質疑応答方式で実施。	159
1月	宇宙学校・せたがや	若年層を対象に、講演と質疑応答方式で実施。	210
1月	宇宙学校・あさくち	若年層を対象に、講演と質疑応答方式で実施。	90
1月	宇宙学校・ひめじ	若年層を対象に、講演と質疑応答方式で実施。	200



-般公開展示会場



自分で作った水口ケットの発射(一般公開)



ミニミニ宇宙学校

応募されたメッセージとお名前を刻んだプレート

平成22年度に打ち上げた金星探査機「あかつき(PLANET-C)」では、世界天文年2009日本委員会と協力して、一般の方のお名前とメッセージを金星に送る「お届けします!あなたのメッセージ、暁の金星へ」~「あかつき」メッセージキャンペーン~を実施しま

した。これは世界中の人々から名前とメッセージを募り、アルミプレートに印刷し「あかつき」に搭載、金星周回軌道に投入するというものでした。およそ26万人の応募があり、大盛況に終了しました。

大学院教育協力



研究指導受講中の学生

■将来をになう次世代の研究者・技術者の養成

学術研究や科学技術を発展させるためには、研究設備などの研究体制の整備だけでなく、将来を担う若手研究者や技術者の養成・確保が欠かせません。そのためJAXAでは大学院教育を中心にした研究者・技術者の養成を積極的に進めています。その主な内容として、総合研究大学院大学および東京大学学際講座に参画し、直接大学院学生の教育を行うほか、全国の国公私立大学の大学院学生を特別共同研究員として受け入れての研究最前線での実践的な教育を行っています。その他、JAXA他の本部も含め連携大学院による協力も行っています。また、大学院教育への協力に関し、JAXAを代表して対外的な窓口業務を行うため、大学院教育推進センターを設置しています。



研究指導学生によるセミナー発表

■ 平成20年度 大学院教育の実績

総合研究大学院大学 ※平成15年度設置

専 攻 在学生数			指導学生の学位取得状況			
	博士課程(5年—買制) 入学記		博士号			
宇宙科学専攻	33	5	3			

東京大学大学院 (学際講座)

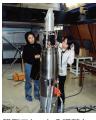
研究科		指導学生数	ζ	指導学:	4導学生の学位取得状況		
	修士課程	博士課程	計	修士号	博士号	計	
理学系	27	27	54	14	6	20	
工学系	29	14	43	14	0	14	
計	56	41	97	28	6	34	

特別共同利用研究員

初沙六河市州九县								
		受入学生数	Į.	受入学生の学位取得状況				
	修士課程	博士課程	計	修士号	博士号	計		
国立大学	5	6	11					
公立大学	2	1	3					
私立大学	22	1	23	16	4	20		
海外	3	0	3					
計	32	8	40					

連携大学院大学 (JAXA全体)

	受入学生数					
	修士課程	計				
国立(12大学)	16	23	39			
公立(2大学)	3	0	3			
私立(7大学)	5	0	5			
計	24	23	47			



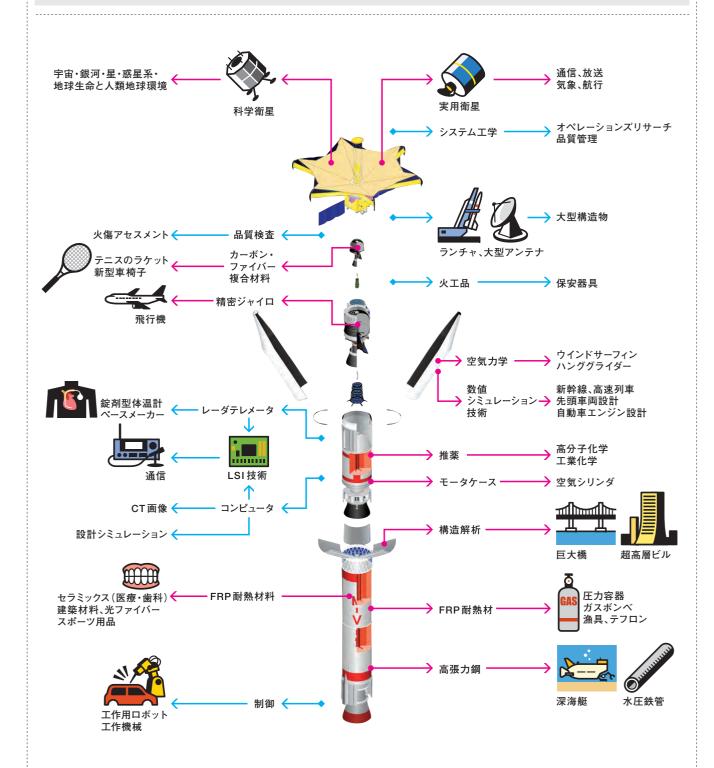
観測ロケットの調整を する学生



総合研究大学院大学 宇宙科学専攻

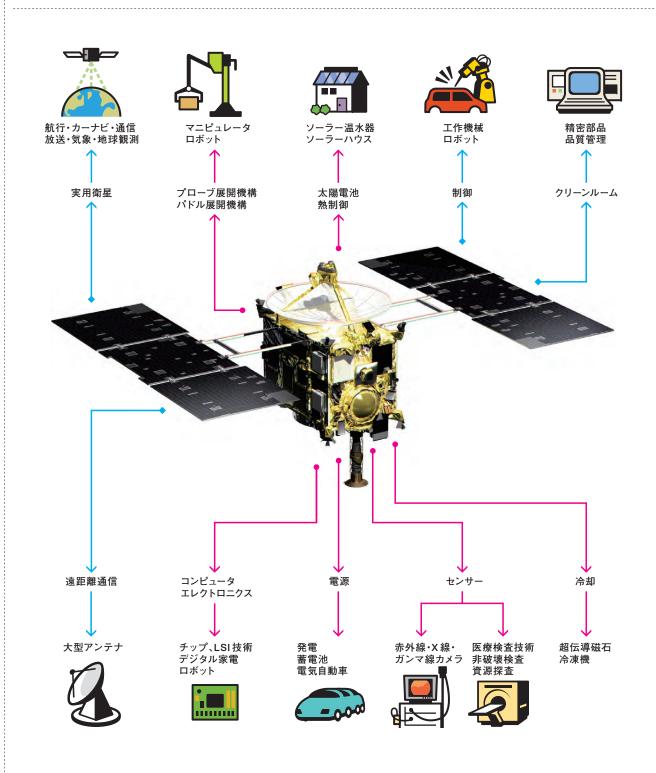
ロケット・衛星技術の波及効果

宇宙開発の技術は、私たちの生活と密接につながっています。宇宙科学研究所は文部科学省宇宙科学研究所時代から、さまざまな観測ロケットや人工衛星打上げ用ミュー・ロケットを開発してきました。ロケットとその支援設備の研究・開発には、人類の英知が築いてきた数多くの科学・技術の分野の成果が結集されています。ミュー・ロケットには20万を超える部品が使われていますが、そのいずれもが、より軽く、より丈夫に、より高性能なものをめざす結果、各種の産業を高度化し私たちの日常生活を便利にするための大きな原動力になっているのです。宇宙空間への旅立ちと人間生活の向上——ロケットはこのテーマを乗せて今日も大空へ飛び出すのです。



SPIN-OFFS OF ROCKET & SATELLITE TECHNOLOGIES

宇宙科学研究所の科学衛星は、宇宙や地球の謎を解いて私たちの生活に多くの恩恵をもたらし、ブラックホールやオーロラなどの難問に挑んで人類の知識をますます豊かにしてくれます。コンピュータ、電源などの小型化・軽量化・高性能化への努力が生み出す波及効果もロケットと同じように大きく、また苛酷な宇宙環境にうちかってさまざまなミッションを遂行するための新材料の開発や種々の制御技術などが、地球上の私たちの身辺をより合理化するのに貢献しています。人工衛星の有益な活用は、太陽発電の技術などとあいまって、エネルギー危機にあえぐ地球に福音をもたらすことになるでしょう。



宇宙科学研究所とJAXA内関連施設

相模原キャンパス



建物名称	竣工年度	構造·階	延面積m²
飛翔体環境試験棟	昭58	SRC4	8,520
構造機能試験棟	昭59	SRC2	2,602
中央機械棟(I)	昭58	RC2	954
特殊実験棟(I)	昭60	SRC4	4,735
研究·管理棟(I)	昭62	SRC8	20,154
研究センター棟	昭62	RC3	2,426
風洞実験棟	昭62	SRC2	1,634
門衛所	昭62	RC1	39
研究員宿泊棟(I)	昭63	RC3	1,504
車庫	平 1	RC2	229
特殊実験棟(Ⅱ)	平 2	SRC4	3,462
中央機械棟(Ⅱ)	平 2	RC1	283
器材格納庫	平 6	S1	609
地下倉庫	平12	RC1-1	44
研究·管理棟(Ⅱ)	平12	SRC8	6,634
総合研究棟	平18	R3-1	2,972
計			56,801

- ■位置/神奈川県相模原市中央区由野台3丁目1番1号 TEL (042) 751-3911
 - 東経:139°22′36″ 北緯:35°34′04″
- ■敷地/73,001m²
- 設置/平成元年度
- 交通/淵野辺駅から: 淵野辺駅 2番乗り場 [36、37] 淵野辺駅」行き循環バス「市立博物館前」下車、 徒歩2分(乗車時間約10~15分) 相模大野駅から: 相模大野駅 5番乗り場「02 相模原駅」行きバス「宇宙科学研究本部入口」

あきる野地区

表記の他、あきる野市に建物(延698m²)があります。

■ 所在地/東京都あきる野市菅生字大沢1918番地1

下車、徒歩5分(乗車時間約20分)

相模原市立博物館 東京国立近代美術館フィルムセンター 市道キャンプ淵野辺1号 駐車場 飛翔体環境試験棟 中央機械模 (I)(Ⅱ) 寺殊宝歸榑(T) 貯気槽 駐車提 器材格納庫

■ 研究・管理棟(I)(II)

科学推進部、相模原契約課、財務部(相模原)、施設部施設整 備第4課、各研究室及び各実験室等があります。

■研究センター棟

宇宙科学研究所が打上げた衛星のデータがここに集められ、 処理されています。運用管制室と様々なデータを解析する運用 室があります。また、大型計算機室があり、様々な分野の研究 に使用されています。



■構造機能試験棟

構造機能試験棟は、ロケット各部や衛星構体の強度、剛性試 験とロケット各段間接手、ノーズフェアリング等の機能・試験 を行います。

強度、剛性試験のために、幅5m(一部6m)、長さ12m、高さ8m の定盤面を持つテストスタンド・油圧荷重負荷装置、計測装置 が設置されており、将来衛星構体用テストスタンドも設置する 予定です。

機能試験は、ロケット各段間接手の分離試験、ノーズフェアリ ングの開頭試験、サブブースタ分離試験等を行うものです。 スピンテーブルとそれを中心とする半径15mの空間、吊上装 置及び高速度カメラ用照明等が設置されています。



ノーズフェアリングの開頭試験

相模原キャンパス

■飛翔体環境試験棟

科学衛星や観測ロケットなどの飛翔体を打上げる前に、その性 能機能をあらかじめチェックするために各種の試験を行うことを 目的としています。

科学衛星組立室(クリーンルーム)は、常に高度のクリーン度が保持されており、科学衛星組立作業や、総合的試験が行われます。 スペースチェンバー室では真空の宇宙環境を地上に作り出し、そのような状況でも、機器が機能するかどうかを総合的に試験します。

磁気シールド室では、地球磁場やその他の磁気的外乱を遮蔽し、 飛翔体の宇宙空間における磁場的特性を測定します。

電波無響室では周囲からの電波の影響をシャットアウトし、アンテナの特性などを調べます。

機械環境試験室では、振動、衝撃、動釣合などの試験が行われます。



クリーンルーム



スペースチェンバー



電波無響室



磁気シールド室

■特殊実験棟

特殊実験棟は(実験室における宇宙理工学実験)を行うところで、ロケット、人工衛星搭載機器の基礎開発/試験、宇宙の諸現象のシミュレーション実験並びに宇宙理工学における基礎研究などを大型特殊実験設備を用いて行うことにより、飛翔体を用いた宇宙科学研究を支えています。主要な装置として各種風洞、スペースプラズマ実験設備、宇宙放射線実験設備、粒子校正装置、無重力落下試験設備などで構成されています。



スペースプラズマチェンバー

■風洞実験棟

風洞実験棟はロケットや宇宙飛翔体などの高速飛行に関する空気力学基礎研究、開発研究や飛翔前試験等を行うことを目的にしており、空気源設備、遷音速風洞、超音速風洞及び計測システムで構成されています。遷音速風洞は0.3~1.3のマッハ数範囲を、また超音速風洞は1.5~4.0の範囲を連続的にカバーしています。各風洞の測定部は一辺60cmの正方形断面を持ち、実飛行状態に相当する高速気流を実現して各種模型に働く空気力や圧力分布の測定及び流れ場の光学的測定や観測などを行います。



遷音速風洞(手前)超音速風洞(奥)

宇宙科学研究所とJAXA内関連施設

相模原キャンパス

■ 大学院教育推進センター



新しいJAXAにおいて、大学院教育事業は中期計画の大きな柱のひとつになっています。具体的には、文部科学省宇宙科学研究所が行ってきた2つの大学院教育、すなわち、総合研究大学院大学との緊密な連携・協力による大学院教育や東京大学大学院理学系・工学系研究科との協力などによる大学院教育を宇宙科学研究所で実施しています。また、JAXA全体としても特別共同利用研究員制度、連携大学院制度等を利用し、諸大学の要請に応じた宇宙・航空分野における大学院教育への協力を行っています。大学院教育推進センターは、これらの大学院教育への協力に関し、組織を代表して対外的な窓口業務を行っています。

■ 科学衛星運用・データ利用センター

近年の技術の進歩にともない、科学衛星から得られるデータの情報量は膨大なものになりました。科学衛星の観測結果から科学的な成果を最大限に得るために、効率的なデータ解析を可能とするデータ処理環境が必要とされています。一方、国際的なデータ交換の重要性も高まっており、迅速なデータ伝送を可能とする高速ネットワーク基盤は欠かすことができません。また、複雑な観測データの解釈については、計算機シミュレーションの有効性が期待されています。本センターはこれらの情報基盤を安定して提供する責務を担い、全国の宇宙科学研究者の研究を強力にサポートしています。



能代ロケット実験場

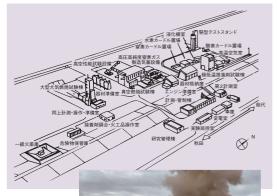


- 位置/秋田県能代市浅内字下西山1 TEL (0185)52-7123 東経:139°59′36″ 北緯:40°09′52″
- 敷地/61,929m² 建物/3,992m²(延) 設置/1962年度

能代ロケット実験場(NRTC)は、内之浦宇宙空間観測所(USC)から打上げられる観測ロケット、宇宙探査機打上げ用Mロケットの研究開発のために必要な各種固体ロケット・モータの地上燃焼試験及び関連する基礎・開発研究を行うために、1962年に開設されました。1975年からは液酸・液水エンジンの研究開発が開始され、その基礎実験を行うための施設

設備も増設されました。

大型ロケットM-V開発計画の開始に伴い、1990年度から関連施設設備の拡充・更新が進められ、1992年度までに大型固体モータ大気燃焼試験棟、上段モータ高空性能試験設備が竣工しました。液酸・液水エンジン研究開発の分野では、近年エア・ターボ・ラムジェットエンジン(ATR)及び完全再利用型ロケットの基礎開発





試験が鋭意行われています。

秋田県能代市浅内の日本海に面した南北に細長い敷地に、大型大気燃焼試験棟、真空燃焼試験棟、竪型テストスタンド、極低温推進剤試験棟、計測・管制棟、研究管理棟などの主要建屋が設置されています。

臼田宇宙空間観測所(宇宙輸送ミッション本部)





■ 位置/長野県佐久市上小田切字大曲1831-6 TEL (0267)81-1230 東経:138°21′54″ 北緯:36°07′44″

■標高/1,456m ■敷地/98,302m² ■建物/3,068m²(延) ■設置/1984年度

惑星や月、小惑星などに接近し観測を行う深宇宙探査機を追跡し、テレメトリ受信及びコマンド送信を行うための施設です。またVLBI(超長基線干渉計)観測にも使われています。本施設は、雑音電波が少ないため、深宇宙追跡管制局の場所として適した蓼科山麓、長野県臼田町に設置されています。

主要設備は、直径64mのパラボラアンテナ、S帯及びX帯の送受信設備(20kW送信機、低雑音受信機、テレメトリ復調装置、コマンド送信装置、距離及び距離変化率測定装置)、水素メーザ標準周波数時刻装置、衛星管制設備及び局運用管制設備からなっています。

なお、本施設には、宇宙科学研究所所属

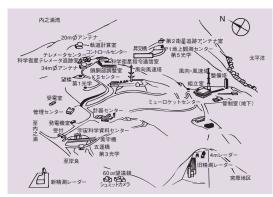


「はやぶさ」の追跡管制

の Ku 帯送受信装置(含、「はるか」リンク 用直径10 mのパラボラアンテナ)も設置 されています。

内之浦宇宙空間観測所(宇宙輸送ミッション本部)





■ 位置/鹿児島県肝属郡肝付町南方1791-13 TEL (0994)31-6978 東経:131°04'45" 北緯:31°15'00"

■ 敷地/704,395m² ■ 建物/19,096m²(延) ■ 設置/1961年度

観測ロケット及び科学衛星の打上げとそれらの追跡及びデータ取得のための実験場で、 鹿児島県肝付町の海を見おろす山の上に各種の施設の台地がつくられています。ここ では、平成21年度末までに、衛星打上げロケット35機、観測ロケット358機を含む合計 393機が打上げられました。



M-V型ロケット

宇宙科学研究所とJAXA内関連施設

大樹航空宇宙実験場





■ 位置/北海道広尾郡大樹町字美成169 TEL (01558)9-9013

東経:143°26′30″ 北緯:42°30′00″ ■敷地/98,423m² ■設置/2008年度

大樹航空宇宙実験場は、北海道広尾郡 大樹町とJAXAとの連携協力拠点で、大 樹町多目的航空公園内にあります。

航空技術の研究成果の実用化を目指し、成果の有効性や安全性を実証する実験 用航空機を用いたさまざまな飛行実験 が、全長1,000mの滑走路と必要な空域 を確保できる大樹町多目的航空公園で、1997年に始められました。この時に、実験用航空機の運航管理や飛行実験データ処理等を行うための飛行実験棟が整備されました。

2001年から2004年には成層圏プラットフォーム定点滞空飛行試験が行われました。

その試験のために、JAXA格納庫、飛行管制棟、気象観測設備が整備されました。2008年からは、岩手県大船渡市の三陸大気球観測所(1971年~2007年)において実施してきた大気球実験を、大樹航空宇宙実験場にて実施することになり、さまざまな宇宙科学実験も行っています。

相模原キャンパス内の他の本部

■ 大学·共同機関連携室

事業の着実な実施のためには、JAXA 単独ですべての研究開発を実施するの は困難であることから、JAXA外部の知 見を宇宙航空分野に積極的に取り込む ため、JAXAでは宇宙科学分野での大 学共同利用システムをはじめとして、各 本部・グループなどが大学や研究機関 との共同研究や人材交流などを行って います。また、学術研究や科学技術の 発展、及び次世代の宇宙航空分野の人 材育成のため、JAXAにおける世界最 先端の研究環境を活かし、大学院教育 への協力や研究者・技術者の養成も実 施しています。今後、国内外での宇宙航 空分野の重要性の高まりや、人類の宇 宙活動領域の拡大などへの取り組みの ためには、大学や研究機関等における 幅広い分野の知見とのより一層の連携 が必要であることから、JAXAでは大 学・共同機関連携室を発足させ、オール ジャパンでの連携体制強化を図ってい ます。

■月・惑星探査プログラムグループ

月・惑星探査プログラムグループは、2007 年4月1日に相模原キャンパスに新設され た組織です(愛称:JSPEC(JAXA Space Exploration Center))。月・惑星探査は理 学的、工学的な学術研究のみでなく、 人類活動領域の拡大や国際的立場の 確保なども含むため、これまでJAXA で組織横断的に行われてきた月・惑星 探査に関する活動を集約し、対外調整 も含めて一元的に対応が可能な組織と して設置されました。

業務内容としては、月・惑星探査に関するプログラムの立案、国際協力を積極的に活用した将来の月・惑星探査計画及び宇宙探査システムの検討、既存プロジェクト(はやぶさ・はやぶさ後継機・小型ソーラー電力セイル)の推進、月・惑星探査に固有な技術の研究開発、将来の宇宙開発に向けた先行・先端的技術及び基盤的技術の研究及び理学研究等を実施します。

当グループは、日本の月・惑星探査プログラムの中核として、その責任の重さを認識し、果敢に挑戦していきます。

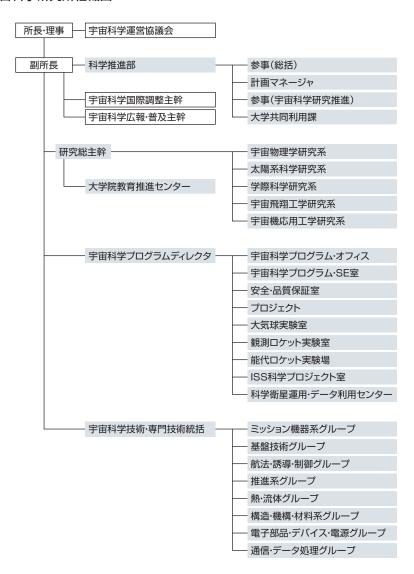
■宇宙教育センター

JAXAは、『幅広い見識を身につけた心豊かな青少年の育成』を目指して、2005年5月1日に、宇宙教育センターを設立しました。

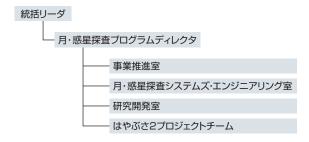
宇宙教育センターの願いは、宇宙及び宇宙活動の成果が持つ魅力的な素材を活用して、子どもたちの心に、自然と宇宙と生命への限りない愛着を呼び起こし同時に人々と地球の生き物の未来のため貢献する決意を作り出すことです。そのため、宇宙教育センターでは、同じ願いを持つあらゆる人々、先生、機関等との連携により、以下の活動を展開しています。

- ■学校及び教員等との連携による授業計画・ 授業内容の支援、専門家の派遣及び教材・ 教具の提供等の学校教育支援
- 小中高校生を対象としたそれぞれの年代に応 じた段階的学習プログラム(コズミックカレッ ジ等)による JAXA 独自の授業の開催及び 全国各地でJAXAとともに宇宙教育活動を 行っていただけるボランティア指導者の育成
- ■上記活動で製作した教育プログラムや、その 他の印刷物及びCD-ROM等の教材等の ホームページによる情報提供
- ■海外機関等との連携による宇宙教育の普及・理解増進及び大学生や学生団体の知識習得活動への支援

■ 宇宙科学研究所組織図



■月・惑星探査プログラムグループ組織図



平成19年4月に月・惑星探査推進グループ(平成20年4月に月・惑星探査プログラムグループに改称)が発足し、これに伴い宇宙科学研究所の業務の一部が同グループに移管されました。



Institute of Space and Astronautical Science

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究所

〒252-5210 相模原市中央区由野台3-1-1 TEL: 042-751-3911(代表) http://www.isas.jaxa.jp/