

I.2.(1)宇宙科学・宇宙探査プログラム

平成25年度 内部評価 A

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、宇宙飛翔工学、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

(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 これまで宇宙科学・探査研究については、全国の大学・研究所と共同してミッションの構想から運用までを行ってきた。近年の科学衛星計画の高額化、低頻度化等の課題に対応し、宇宙基本計画と整合した長期的なビジョンと方向性を宇宙科学・探査ロードマップとして策定した。これにより、宇宙科学コミュニティ、政府等で共通のコンセンサスで研究の推進に取り組むこととした。（平成25年9月20日 第16回宇宙政策委員会報告）
- ② 日本学術会議提言「マスタープラン2014」の学術大型研究計画（計207件）として、宇宙科学関連では8件選定された。

（参考）宇宙科学・探査ロードマップ

■宇宙科学・探査ロードマップ策定の経緯

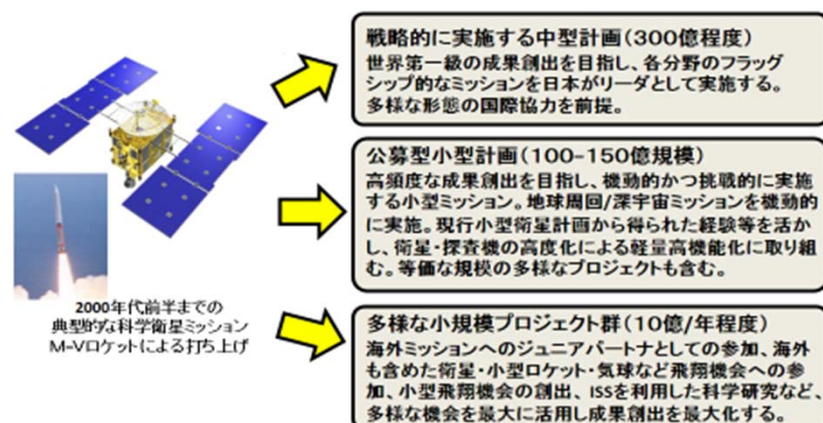
新たな宇宙基本計画（平成25年1月宇宙開発戦略本部決定）において、「宇宙科学等のフロンティア」が3つの重点課題のひとつとして位置付けられたことを踏まえ、宇宙科学・探査の今後の計画を俯瞰し、戦略性をもって今後の計画を策定するため、宇宙科学研究所（ISAS）として新たに「宇宙科学・探査ロードマップ」を策定した。

■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理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

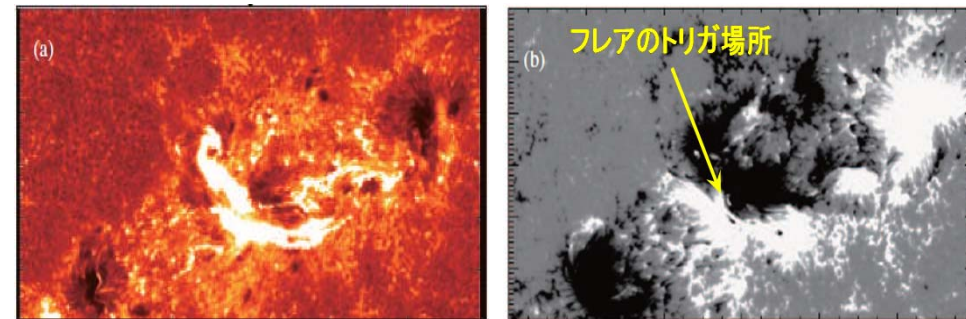
年度計画で定めた研究を推進し、以下の特筆すべき研究成果を得た。

① 宇宙天気把握のための磁力線構造の解明【太陽観測衛星「ひので」】

太陽フレア*が、どのような磁力線構造で大規模に発生するのかを解明した。「ひので」データの解析により、太陽フレアがトリガーされた場所での磁力線構造を同定することに成功した。この成果は、太陽物理学上の成果であるだけでなく、人類の活動の場となりつつある太陽系空間の環境「宇宙天気」を把握する上での成果でもある。

(*The Astrophysical Journal* 平成25年6月ほか)

*太陽面で磁場エネルギーが爆発的に解放される現象



左図:「ひので」で観測した彩層のフレア画像

右図: 光球面の磁場データ。彩層画像からわかるフレアのトリガ場所での磁場構造を同定。

② 小惑星表面の物理的進化過程を解明【小惑星探査機「はやぶさ」】

「はやぶさ」が持ち帰ったイトカワ試料の分析により、宇宙線による粒子表層の風化メカニズムや太陽風の影響の強さが判明し、小惑星表層の物理進化過程が考えられていた以上に活発であることを初めて明らかにした。また、今後、地上からの遠隔観測においても、小惑星表層の進化過程を考慮して、より正確にデータを解釈するのに有用なデータを得た。

(*Meteoritics & Planetary Science* 平成26年2月)

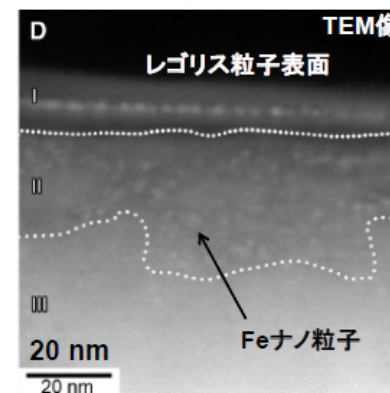


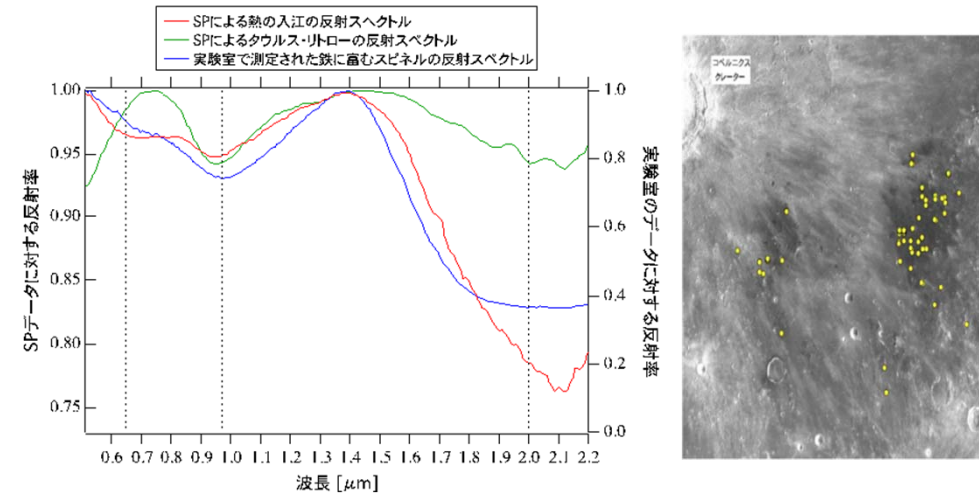
図: イトカワサンプル表層に太陽風の影響によると思われるFeナノ粒子が生成されている証拠を初めて確認。

③ 月の組成や進化の解明へ前進【月周回衛星「かぐや」】

「かぐや」の分光データの解析により、月面上でこれまで見つかっていない組成の火山碎屑物を発見した。この碎屑物は、ダークマントル堆積物*の中に大量に含まれ、月深部から噴出した物質である可能性が高いことを明らかにした。さらに、この物質のサンプルリターンを行えば、今後、月のマントル・地殻の組成や熱的進化の解明につなげられることを明らかにした。

(*Geophysical Research Letters* 2013年9月)

*爆発的な噴火によってマグマの飛沫が堆積した火山碎屑物。



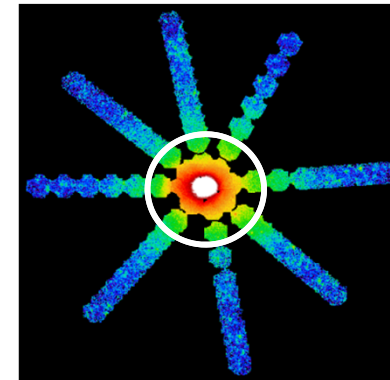
左図：分光データで測定された特殊な反射スペクトルデータ(赤線)。従来測定されていたのは緑線とは傾向が異なることが分かる。

右図：特殊な反射スペクトルの検知地点(黄色)がダークマントル堆積物(黒っぽい領域)に集中していることが分かる。

④ 「すざく」が初めて明らかにした鉄大拡散時代【X線天文衛星「すざく」】

スタンフォード大学研究員やISAS研究者らが、「すざく」を用いて地球近傍にあるペルセウス座銀河団を観測した結果、100億年以上前の太古に、鉄等の重元素が宇宙全体にばらまかれた時代があり、それが現宇宙に存在するほとんどの重元素の起源であることを確認した。今後、複数の銀河団を含む大規模構造全体ではどうなのか等を調査することで、重元素の生成とその拡散の歴史に関する理解がさらに進むことができる。

(*Nature* 平成25年10月、JAXAプレスリリース平成25年10月31日)



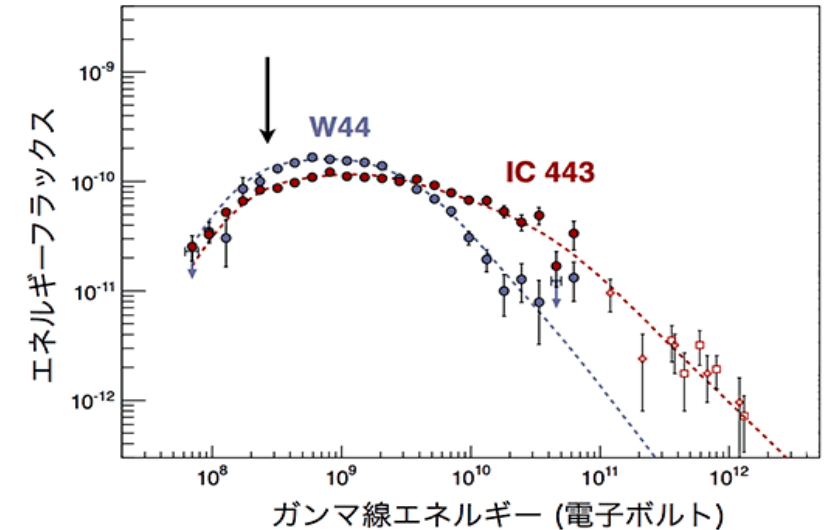
図：「すざく」がとらえたペルセウス座銀河団のX線画像(中心円は、すざく以前に元素量測定が可能だった範囲)

⑤ 宇宙線陽子の生成源を特定【米フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡を用いた研究】

約4年間にわたる超新星残骸の観測データの解析によって、宇宙線陽子が超新星残骸で生成する現象を明らかにした。低エネルギー側でエネルギーフラックスが急激に小さくなっていることから、中性パイ中間子が崩壊することによる放射が関係していることを結論付け、「宇宙線加速源の解明」により、1912年の宇宙線発見以来の、約100年間もの根源的課題を解決した(*Science* 平成25年2月)。本成果は、*Science*の選ぶ「2013年の科学10大ブレイクスルー*」として評価された。

(*Science* 平成25年12月)

*毎年その年に得られた重要な科学成果をニュースとして編集部門が合同で選定し、その結果を12月の最終号に特集記事として掲載するもの。過去に「はやぶさ」の成果が選定されている(2011年)。

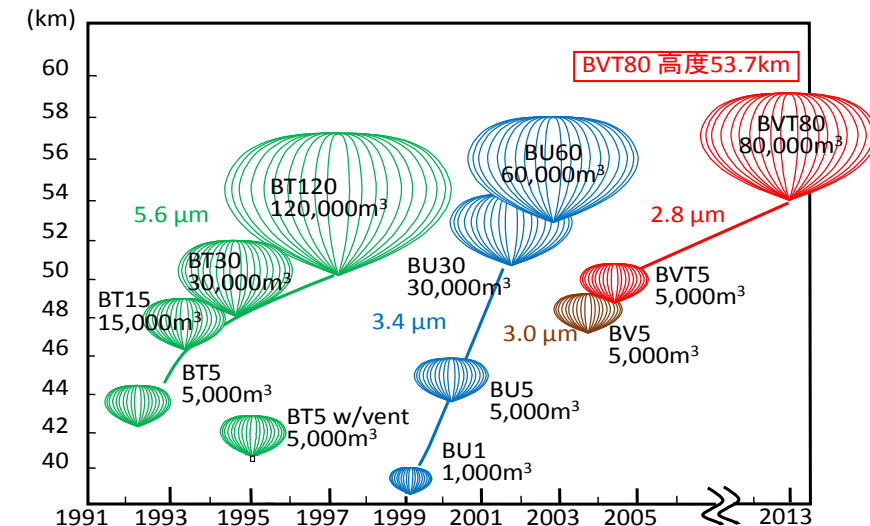


図：超新星残骸IC 443とW44のガンマ線スペクトル。黒い矢印で示されたエネルギーより低い側でエネルギーフラックスが急激に小さくなっている。これが中性パイ中間子が崩壊することによる放射の特徴である。

⑥ 高高度気球の高度世界記録更新【2013年度一次気球実験】

世界で最も薄い気球用フィルムである厚さ2.8 μm のポリエチレンフィルムを用いて製作された超薄膜高高度気球の飛行性能試験を実施し、無人気球到達高度世界記録を11年ぶりに更新した。高度53.7 kmまで到達し、さらに、最高高度での水平浮遊および指令無線による気球破壊、飛行終了を実現し、超薄膜高高度気球の設計・製作・放球の一連のプロセスの妥当性を実証した。これは、より幅広い中間圏下部(高度50~60km周辺)における大気科学等の「その場観測」の実現に役立てられる。

(JAXAプレスリリース 平成25年9月20日)



図：薄膜気球開発の経緯

【2】平成25年度 研究成果の発表状況等

1. 今年度の研究成果

- －査読付き学術誌掲載論文(平成25年) 319編 (Web of Science) (参考1)
- －なお、平成25年度においては、『Science』に2編、『Nature』に1編が受理(accept)された。
- －国際会議での基調講演 11件、招待講演33件
- －学術賞受賞 延べ27名(文部科学大臣表彰 科学技術賞研究部門、日本機械学会奨励賞、他)

2. 高被引用論文数 49編 (参考2-1、2-2)

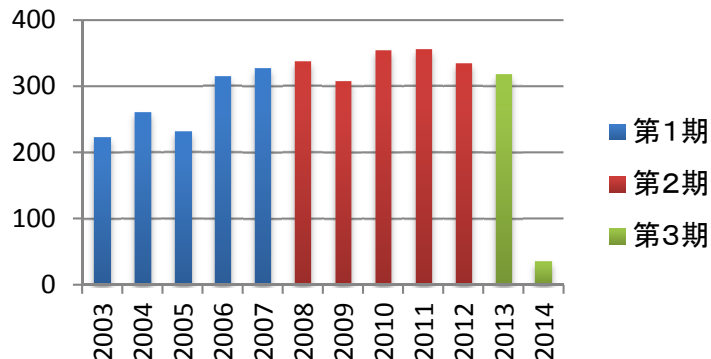
3. 外部資金獲得額 約7.3億円 (参考3)

4. 学位取得者数 93名 (修士73名、博士 20名) (参考4)

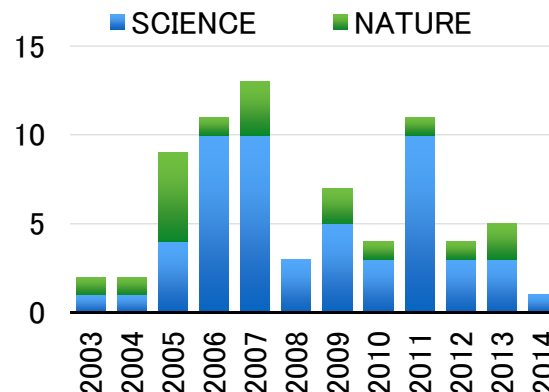
5. ISASの研究パフォーマンスを評価するため、論文数、引用数、高被引用論文、外部資金獲得額、博士号取得者など他機関との比較分析を含む実績を求めた(参考1～5)。今後、客観的な自己評価活動を一層強化することとした。

(参考1)

■ 論文数の推移(注)
Number of papers
(Web of Science)

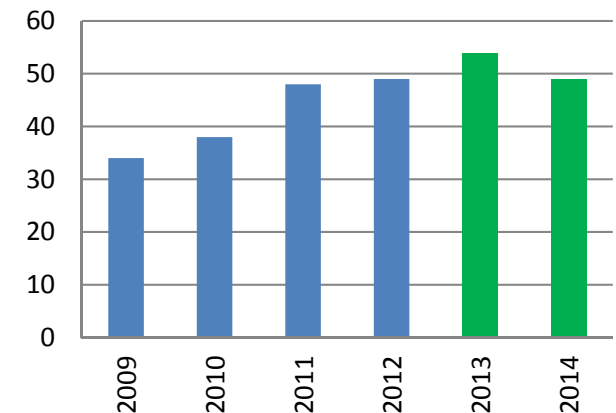


■ Science及びNature
掲載論文数の推移



(参考2-1)

■ 高被引用論文数の推移(注)



(注) 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の数。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。(2014年3月末現在)

(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26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	1068	THE SWIFT GAMMA-RAY BURST MISSION	2004	Gehrels, N	SPACE SCIENCE
2	657	THE LARGE AREA TELESCOPE ON THE FERMI GAMMA-RAY SPACE TELESCOPE MISSION	2009	Atwood, W. B.	SPACE SCIENCE
3	568	THE HINODE (SOLAR-B) MISSION: AN OVERVIEW	2007	Kosugi, T.	SPACE SCIENCE
4	557	COSMOLOGICAL EVOLUTION OF THE HARD X-RAY ACTIVE GALACTIC NUCLEUS LUMINOSITY FUNCTION AND THE ORIGIN OF THE HARD X-RAY BACKGROUND	2003	Ueda, Y	SPACE SCIENCE
5	462	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	461	THE BURST ALERT TELESCOPE (BAT) ON THE SWIFT MIDEX MISSION	2005	Barthelmy, SD	SPACE SCIENCE
7	354	RESEARCH ARTICLE - COMET 81P/WILD 2 UNDER A MICROSCOPE	2006	Brownlee, D	SPACE SCIENCE
8	332	FERMI LARGE AREA TELESCOPE FIRST SOURCE CATALOG	2010	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
9	322	THE EUV IMAGING SPECTROMETER FOR HINODE	2007	Culhane, J. L.	SPACE SCIENCE
10	308	REPORT - MINERALOGY AND PETROLOGY OF COMET 81P/WILD 2 NUCLEUS SAMPLES	2006	Zolensky, M E	GEOSCIENCES
11	306	CHANDRA X-RAY SPECTROSCOPIC IMAGING OF SAGITTARIUS A* AND THE CENTRAL PARSEC OF THE GALAXY	2003	Baganoff, FK	SPACE SCIENCE
12	267	THE X-RAY OBSERVATORY SUZAKU	2007	MITSUUDA K	SPACE SCIENCE
13	259	A SHORT GAMMA-RAY BURST APPARENTLY ASSOCIATED WITH AN ELLIPTICAL GALAXY AT REDSHIFT Z=0.225	2005	Gehrels, N	SPACE SCIENCE
14	248	FERMI OBSERVATIONS OF HIGH-ENERGY GAMMA-RAY EMISSION FROM GRB 080916C	2009	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
15	237	THE X-RAY TELESCOPE (XRT) FOR THE HINODE MISSION	2007	Golub, L.	SPACE SCIENCE
16	233	THE SCUBA HALF-DEGREE EXTRAGALACTIC SURVEY - II. SUBMILLIMETRE MAPS, CATALOGUE AND NUMBER COUNTS	2006	Coppin, K	SPACE SCIENCE
17	223	X-RAY IMAGING SPECTROMETER (XIS) ON BOARD SUZAKU	2007	Koyama K	SPACE SCIENCE
18	221	CHROMOSPHERIC ALFVENIC WAVES STRONG ENOUGH TO POWER THE SOLAR WIND	2007	De Pontieu, B	SPACE SCIENCE
19	210	THE FIRST FERMI LARGE AREA TELESCOPE CATALOG OF GAMMA-RAY PULSARS	2010	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
20	209	FERMI/LARGE AREA TELESCOPE BRIGHT GAMMA-RAY SOURCE LIST	2009	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
21	200	SPECTRUM OF THE ISOTROPIC DIFFUSE GAMMA-RAY EMISSION DERIVED FROM FIRST-YEAR FERMI LARGE AREA TELESCOPE DATA	2010	Abdo, A. A.	PHYSICS
22	192	A GIANT GAMMA-RAY FLARE FROM THE MAGNETAR SGR 1806-20	2005	Palmer, DM	SPACE SCIENCE
23	174	THE FIRST CATALOG OF ACTIVE GALACTIC NUCLEI DETECTED BY THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE	2010	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
24	171	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
25	165	CROSS SECTIONS FOR ELECTRON COLLISIONS WITH WATER MOLECULES	2005	ITIKAWA Y	PHYSICS
26	163	FERMI LARGE AREA TELESCOPE SECOND SOURCE CATALOG	2012	Nolan, P. L.	SPACE SCIENCE
27	162	THE HORIZONTAL MAGNETIC FLUX OF THE QUIET-SUN INTERNETWORK AS OBSERVED WITH THE HINODE SPECTRO- POLARIMETER	2008	Lites, B. W.	SPACE SCIENCE
28	151	CONSTRAINING DARK MATTER MODELS FROM A COMBINED ANALYSIS OF MILKY WAY SATELLITES WITH THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE	2011	Ackermann, M.	PHYSICS
29	147	THE SOLAR OPTICAL TELESCOPE OF SOLAR-B (HINODE): THE OPTICAL TELESCOPE ASSEMBLY	2008	Suematsu, Y.	SPACE SCIENCE
30	141	FERMI OBSERVATIONS OF GRB 090902B: A DISTINCT SPECTRAL COMPONENT IN THE PROMPT AND DELAYED EMISSION	2009	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
31	136	A LIMIT ON THE VARIATION OF THE SPEED OF LIGHT ARISING FROM QUANTUM GRAVITY EFFECTS	2009	Abdo, A. A.	PHYSICS
32	133	POLARIZATION CALIBRATION OF THE SOLAR OPTICAL TELESCOPE ONBOARD HINODE	2008	Ichimoto, K.	SPACE SCIENCE
33	130	CROSS SECTIONS FOR ELECTRON COLLISIONS WITH NITROGEN MOLECULES	2006	ITIKAWA Y	PHYSICS
34	125	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
35	125	THE SPECTRAL ENERGY DISTRIBUTION OF FERMI BRIGHT BLAZARS	2010	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
36	106	THE AKARI/IRC MID-INFRARED ALL-SKY SURVEY	2010	Ishihara, D.	SPACE SCIENCE
37	100	FERMI LAT OBSERVATIONS OF COSMIC-RAY ELECTRONS FROM 7 GEV TO 1 TEV	2010	Ackermann, M.	PHYSICS
38	98	FERMI LARGE AREA TELESCOPE SEARCH FOR PHOTON LINES FROM 30 TO 200 GEV AND DARK MATTER IMPLICATIONS	2010	Abdo, A. A.	PHYSICS
39	92	THE 22 MONTH SWIFT-BAT ALL-SKY HARD X-RAY SURVEY	2010	Tueller, J.	SPACE SCIENCE
40	89	THE SECOND CATALOG OF ACTIVE GALACTIC NUCLEI DETECTED BY THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE	2011	Ackermann, M.	SPACE SCIENCE
41	85	DESIGN CONCEPTS FOR THE CHERENKOV TELESCOPE ARRAY CTA: AN ADVANCED FACILITY FOR GROUND-BASED HIGH-ENERGY GAMMA-RAY ASTRONOMY	2011	Actis, M	SPACE SCIENCE
42	71	BARYONS AT THE EDGE OF THE X-RAY-BRIGHTEST GALAXY CLUSTER	2011	Simionescu, A	SPACE SCIENCE
43	67	THE GLOBAL DISTRIBUTION OF PURE ANORTHOSITE ON THE MOON	2009	Ohtake, M	GEOSCIENCES
44	64	GAMMA-RAY FLARES FROM THE CRAB NEBULA	2011	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
45	61	OBSERVATIONS OF THE YOUNG SUPERNOVA REMNANT RX J1713.7-3946 WITH THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE	2011	Abdo, A. A.	SPACE SCIENCE
46	57	MEASUREMENT OF SEPARATE COSMIC-RAY ELECTRON AND POSITRON SPECTRA WITH THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE	2012	Ackermann, M.	PHYSICS
47	54	FERMI LAT SEARCH FOR DARK MATTER IN GAMMA-RAY LINES AND THE INCLUSIVE PHOTON SPECTRUM	2012	Ackermann, M.	PHYSICS
48	50	ITOKAWA DUST PARTICLES: A DIRECT LINK BETWEEN S-TYPE ASTEROIDS AND ORDINARY CHONDRITES	2011	Nakamura, T	GEOSCIENCES
49	29	THE FERMI LARGE AREA TELESCOPE ON ORBIT: EVENT CLASSIFICATION, INSTRUMENT RESPONSE FUNCTIONS, AND CALIBRATION	2012	Ackermann, M.	SPACE SCIENCE

このリストでは、平成26年3月1日に更新されたESIデータに基づき、平成14年1月1日～平成25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49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。

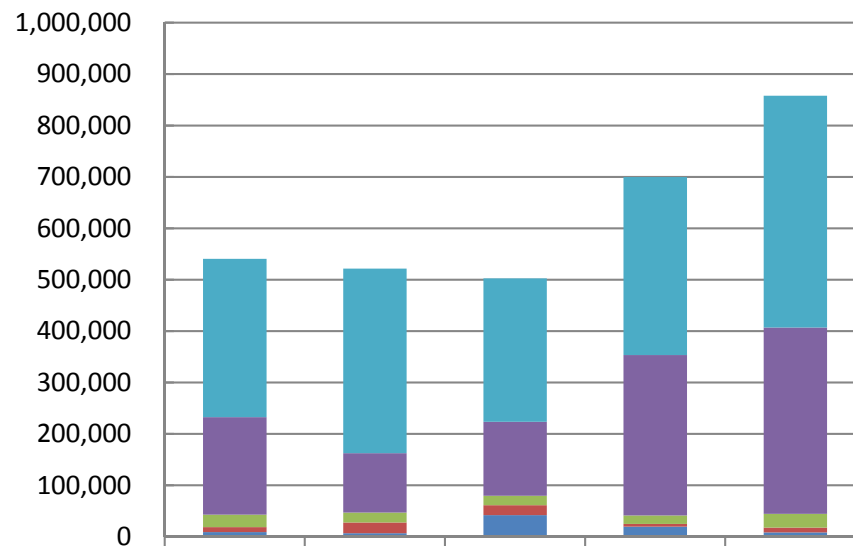
(参考3) 外部資金獲得状況

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した。
科研費研究者一人当たりの額は、ISASは東大や天文台には及ばず、高エネ研と同等であり、理研や産総研より高い傾向。

■ ISASの外部資金獲得状況

(平成21年度～平成25年度)

(単位:千円)



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

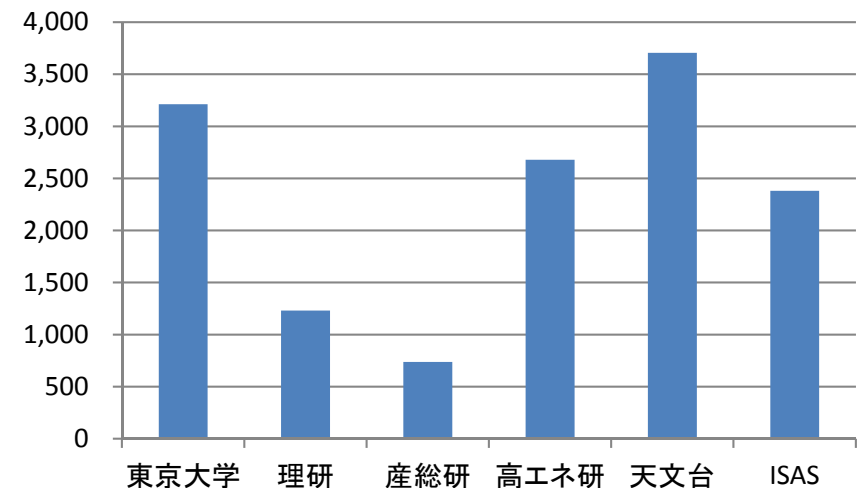
■ その他(助成金、補助金等) ■ 奨学寄附金 ■ 共同研究 ■ 受託研究 ■ 科研費

*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25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	6,186	3,519	19,880,371	3,214
理研	2,862	684	3,526,510	1,232
産総研	2,281	480	1,683,760	738
高エネ研	365	141	978,250	2,680
天文台	152	56	563,290	3,706
ISAS	134	66	319,150	2,382

・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
※平成25年度当初配分の金額

(参考4) ISAS 学位取得者状況

大学生や大学院生にとって研究の貴重な実践現場を提供し、その後の進路としてテニュアポスト等も確実に獲得していることから、日本の宇宙科学コミュニティへの貢献を果たしている。

■ 学位取得者に係る進路調査

学位取得年度	平成22年度			平成23年度			平成24年度			平成25年度		
	修士	博士	小計	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		4	4		6	6	1	6	7	1	10	11
東京大学大学院	21	8	29	24	14	38	18	6	24	38	8	46
特別共同利用研究員	26	4	30	19	0	19	20	2	22	24	1	25
連携大学院	5	0	5	9	1	10	4	2	6	10	1	11
計	52	16	68	52	21	73	43	16	59	73	20	93

■ 学位取得者の進路

平成25年度学位取得者93名のその後の進路は以下のとおり。

●修士課程総数 73名

- 進学 12名 (博士課程進学 12名)
- 就職 61名
 - －宇宙分野 24名
 - －公共機関 7名(JAXA6名、文部科学省)
 - －民間企業 17名(三菱電機、IHI、東芝、他)
 - －非宇宙分野 31名
 - －公共機関 3名(厚生労働省、特許庁、他)
 - －民間企業 28名(トヨタ自動車、日立製作所、他)

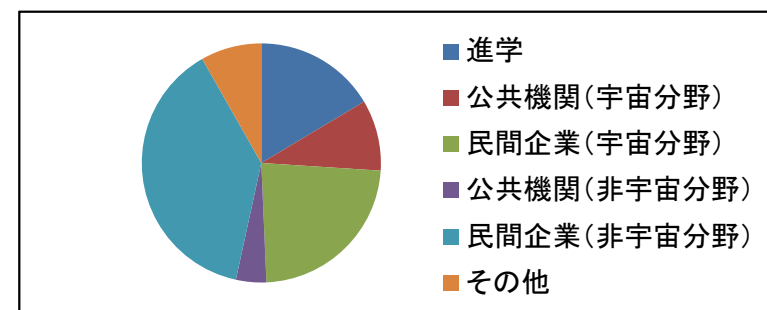
○その他 6名

●博士課程総数 20名

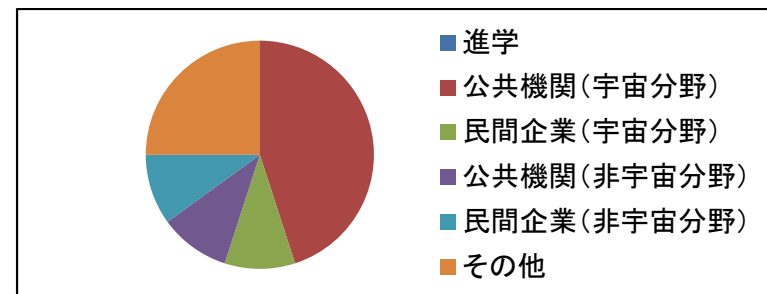
- 就職 15名
 - －宇宙分野 11名
 - －公共機関 9名(JAXA6名、VNSC、国立天文台、他)
 - －民間企業 2名(NEC、(有)テラテクニカ)
 - －非宇宙分野 4名
 - －公共機関 2名(理化学研究所、他)
 - －民間企業 2名(キャノン電子、他)

○その他 5名

修士課程



博士課程

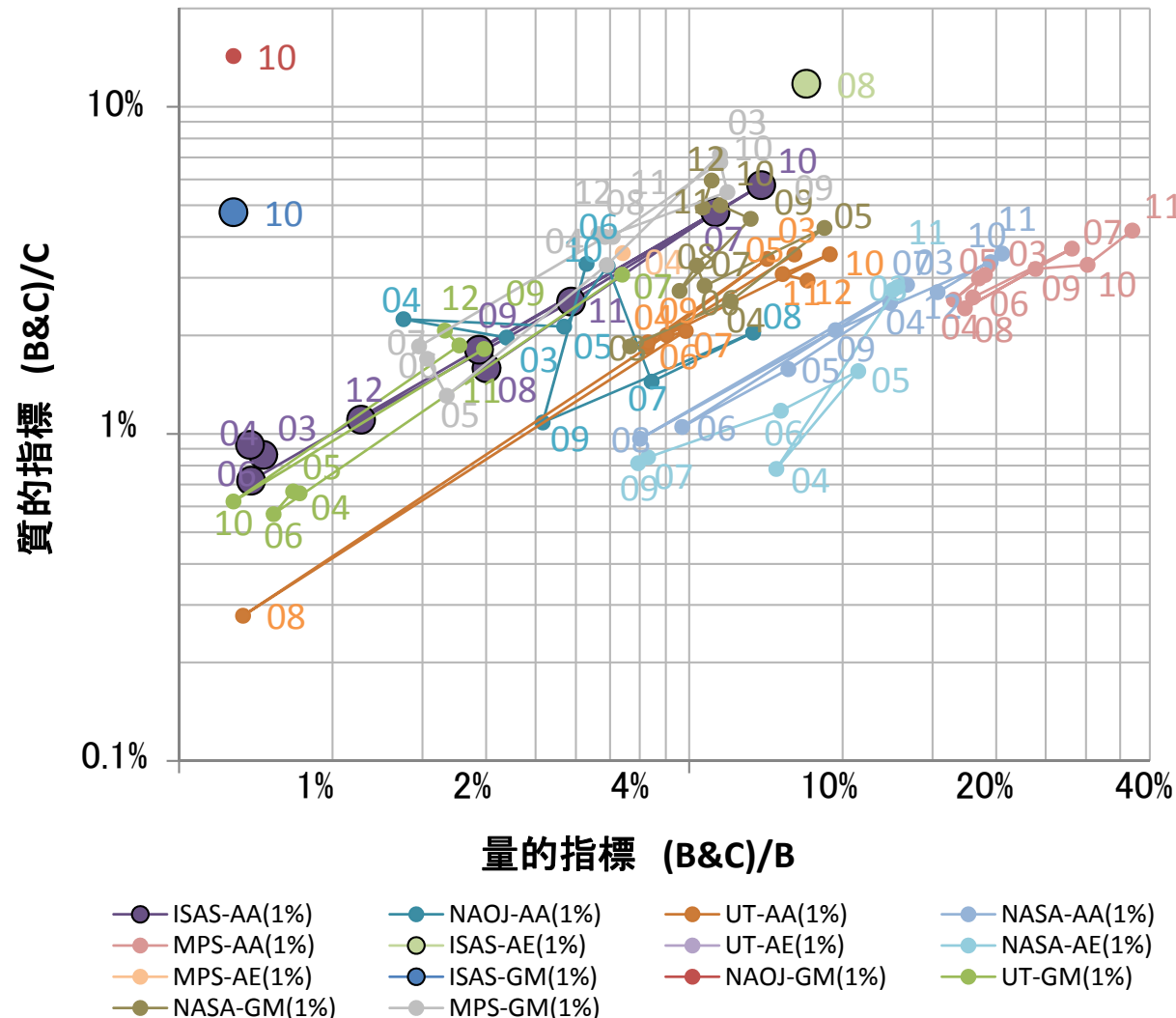


(参考5) 論文分析による戦略的取り組みの強化(分野別の研究機関の論文比較)

ISASにおける宇宙物理・天文学(下図のISAS-AA・紫丸)の研究論文は、量は米NASAや独マックス・プランク研には劣るものの、質は他機関と同程度の成績を挙げている。

左図: 無次元指標による分野別研究機関の比較

(図中の数字は調査対象年次を示す)



●目的: 高被引用数の論文の発出状況(量と質)を分野別・機関別に過去10年間(2003~13年)にわたって比較したもの。(無次元指標化については下図参照)

- 横軸(量的指標): ある分野における上位1%論文に占める、当該機関の論文の割合
- 縦軸(質的指標): ある分野における当該機関の論文に占める、上位1%論文の割合

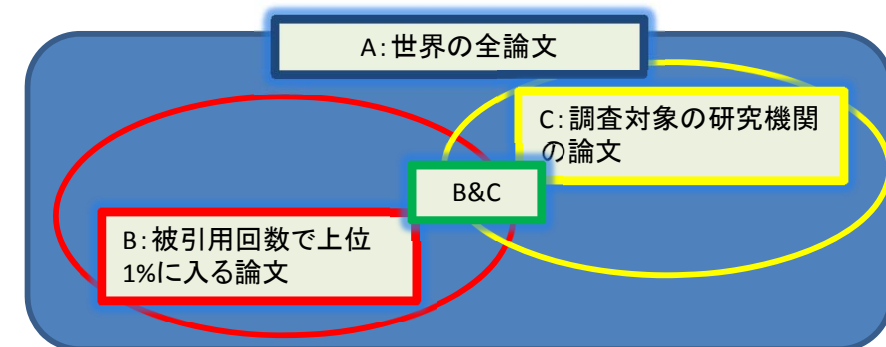
●源泉データ: Web Of Science (平成25年8月、ISAS調べ)

●対象機関:

ISAS: 宇宙科学研究所
NAOJ: 国立天文台
UT: 東京大学
NASA: アメリカ航空宇宙局
MPS: 独マックス・プランク研究所

●対象分野:

AA: 宇宙物理・天文学
AE: 宇宙工学
GM: 地球・惑星科学



【3】主な研究成果

★印は、【1】特筆すべき研究成果 に掲載したもの。

- ① 米フェルミ衛星を用いて、これまででもっとも遠方の活動銀河(PKS 0426-380)から、100ギガ電子ボルト以上の高エネルギーガンマ線を検出することに成功した。高エネルギーガンマ線は、背景赤外線によって吸収されるため、これまで検出できたのは50億年前までの宇宙(宇宙年齢は138億年)であったが、80億年前まで遡って背景赤外線を作り出す星や銀河の歴史を解明できるようになった。(The Astrophysical Journal 平成25年11月)＜宇宙物理学研究系＞
- ② 赤外線天文衛星「あかり」のデータを用いて、銀河の影響を取り除く解析を行い、遠方宇宙の未知の赤外線放射の存在を発見した。宇宙最初期の星形成などの進化を探る上で重要な観測結果である。(Publications of the Astronomical Society of Japan 平成25年6月ほか)＜宇宙物理学研究系＞
- ③ ★ X線天文衛星「すざく」を用いて、ペルセウス座銀河団の観測を行い、鉄などの重元素が100億年以上前に、宇宙全体にばらまかれたことを発見した。＜宇宙物理学研究系＞
- ④ ★ 約4年間の超新星残骸の観測データ解析によって、宇宙線陽子が超新星残骸で生成する現象を明らかにした。本成果は、Scienceの選ぶ「2013年の科学10大ブレイクスルー」として評価された。＜宇宙物理学研究系＞
- ⑤ ★ 太陽観測衛星「ひので」のデータ解析から、太陽系空間の環境「宇宙天気」を把握する上で重要なフレアがトリガーされた場所で磁力線構造を同定し、高エネルギー粒子が太陽表面に降り込むことが表面発光の原因である事実を確認した。＜太陽系科学研究系＞
- ⑥ 土星探査機カッシーニのデータ解析により、土星で磁気圏・太陽風相互作用の様相が地球と大きく異なることを発見した。(Journal Geophysical Research 平成26年1月、Geophysical Research Letters 平成26年2月)＜太陽系科学研究系＞
- ⑦ ★ 月周回衛星「かぐや」のデータにより、従来見つかっていない組成の鉱物が月深部から噴出した可能性を示した。この物質の採取により、月のマントル・地殻の組成等を解明できることを明らかにした。＜太陽科学研究系＞
- ⑧ ★ はやぶさ帰還試料の分析により、宇宙線による粒子表層の風化メカニズムや太陽風の影響の強さを測定することに成功。小惑星表層の物理進化過程(流動現象、宇宙風化)が考えられているよりも活発であることを明らかにした。＜太陽科学研究系＞
- ⑨ マイクロ波放電式イオンエンジンのうち、主要機器であるマイクロ波放電式中和器の劣化機構を解明し、磁場強化により性能向上と長寿命化に成功した。さらに、「はやぶさ2」に向けて、1万4千時間の実時間耐久性能の確認を達成した。(33rd International Electric Propulsion Conference 平成25年10月、29th ISTS 平成25年6月)＜宇宙飛翔工学研究系＞

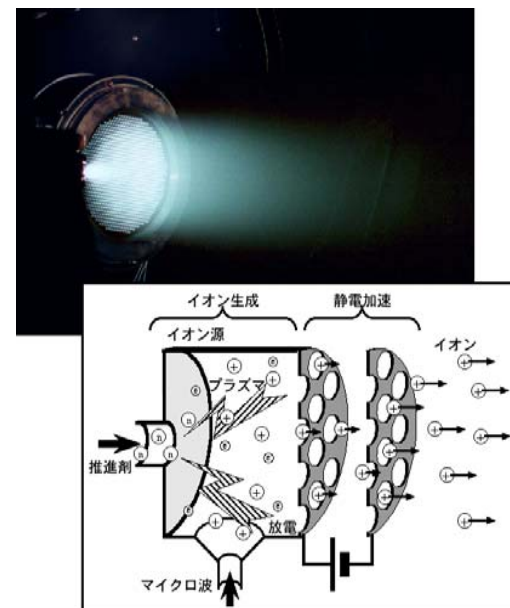


図: マイクロ波放電式イオンエンジンの構成と作動状況

【3】主な研究成果 つづき

- ⑩ 深宇宙探査機の運用に使われる相対VLBI軌道決定技術に関し、NASA ジェット推進研究所と共同実験を行い、世界最高水準の精度を達成し、国際規格(宇宙データシステム諮問委員会CCSDS)に採択された。＜宇宙機応用工学研究系＞
- ⑪ ★ 高高度気球の飛翔性能試験において、高度53.7キロメートルに到達し、無人気球到達高度の世界記録を更新し、今後の中間圏下部(高度50 km以上)の観測などに新たな活路を開いた。＜学際科学研究系＞
- ⑫ ISS日本実験棟(JEM) 船内実験室を利用した実験により、地上実験では得ることのできない均一組成のSiGe結晶の育成に成功した。今後、高速低消費電力の電子機器の実現に必要な、より大型の結晶育成の知見を得た。(Journal of Crystal Growth 平成26年2月)＜ISS科学研究＞
- ⑬ ISS日本実験棟(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)」の観測により、史上初、通常の新星爆発の約100倍の極めて明るい軟X線閃光を伴う新星爆発を検出し、MAXIJ0158-744と命名した。(The Astrophysical Journal 平成25年12月)＜ISS科学研究＞

(b)コミュニティ全体でのトップサイエンスセンターを目指した環境整備

宇宙科学研究所を中心とした宇宙科学コミュニティが世界のトップサイエンスセンターとなることを目指して、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、新たな大学連携協力拠点の設置、萌芽研究モジュール制度の検討、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、最先端の研究成果が持続的に創出される環境構築を進める。

実績:

■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

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・科学衛星の運用科学における国際協力・連携の推進などを目的として、国際公募による応募者100名(33か国)の中から2名の若手フェローを採用した。現在、7名のフェローを雇用。専門分野のみならず、他の分野とも連携し、平成25年度はScience誌等を含む54編の論文を投稿した。

(参考)フェローによる成果 ★印は、【1】特筆すべき研究成果 に掲載したもの。

- ① マックスプランク研究所(独)と共同で、NASAのチャンドラX線観測衛星とESAのXMMニュートン衛星を用いて、かみのけ座銀河団の中に、銀河団の進化に関係する、高圧ガスの巨大な「腕」を多数発見した。(Science 平成25年9月)
- ② 惑星分光観測衛星(SPRINT-A)とNASAのハッブル宇宙望遠鏡との協調観測について、提案し、NASAに採用された。
- ③ ★ スタンフォード大学等と共同でペルセウス座銀河団を観測し、100億年以上前に、鉄等の重元素が宇宙全体にばらまかれた時代があり、それが現宇宙に存在するほとんどの重元素の起源であることを確認した。

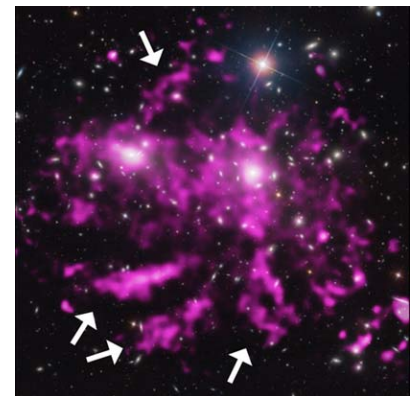


図: かみのけ座銀河団の中に見つかった、X線で輝く巨大な腕

■ 新たな大学連携協力拠点の設置

大学連携協力拠点として、名古屋大学太陽地球環境研究所にERGサイエンスセンターを設置した。この拠点の設置により、ISASが運用するジオスペース探査衛星(ERG)から取得する観測データと様々な地上観測データ、数値モデリングの結果等を統合し、広く関連学術コミュニティに提供する体制を整えた。これにより、全国の研究者によりERG衛星からの成果を最大にすることができる。

■ 萌芽研究モジュール制度の検討

制度の検討を行ったが、ISAS内に整備する制度構築には至らなかった。この検討結果を踏まえ、文部科学省の委員会に他大学教員と共に参加して議論した結果、ISAS以外の大学における拠点形成の重要性が委員会報告書に示された。今後はこの方向性に沿い、他大学における拠点形成との協調を進めることとした。(平成25年8月30日文部科学省科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会宇宙科学利用部会宇宙科学小委員会報告書)

■ 大学研究者や外国人研究者の受入環境改善の取り組み

ユーザー(大学研究者)の利便性改善のため、ユーザーズオフィスの運用を軌道に乗せ、運営の外注を開始。また、外国人向け情報提供窓口を新設し、受入前の窓口となるメーリングリストを周知した。さらに、生活支援のためのウェブサイトを立ち上げる等、受入環境の改善を図った。

(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 宇宙科学探査に関わり、コミュニティの研究者の創造力を活かし競争的に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件採択、宇宙工学委員会22件採択、宇宙環境利用科学委員会48件採択 等
- ② 大学利用システムの利便性として、ユーザー向けポータルサイトでの各種手続きや提供情報の拡充を実施し、利便性を向上させた。大学共同利用システムに参加する研究者は延べ766人であった。(延べ400人を達成)
- ③ 大学等と共同で22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、宇宙利用シンポジウム、月・惑星シンポジウム等) また、アストロバイオロジーという新しい学術領域において、多様な分野における関連研究者間の交流を促進させるべく「国際アストロバイオロジーワークショップ」を開催し、有識者による特別講演やパネルディスカッションを行った。

(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必要な具体的技術課題を解決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1件、国際学会発表6件、国内学会発表約30件。

成果の代表例は以下のとおり。

- ① Solar-C ワーキンググループの活動では、望遠鏡と観測機器を接続するコリメート光学系の設計検討を行い、その成立解が示されるとともに、大型光学望遠鏡の構造・熱モデルの詳細検討が進められた。また高い指向安定性を実現するための姿勢制御系の検討が行われ、ミッションとしての成立性に必要な要素技術の抽出が行われた。これらの結果、プロジェクト準備段階において行うべき技術的な課題が整理され、ミッション提案にむけた準備が概ね整えられた。
- ② 火星大気散逸ミッションを目指した研究では、探査機2機を観測に必要な軌道に投入するための具体的な軌道設計が詳細に検討され、同時に2機の探査機を単一のロケットで打上げ可能な軌道設計解が見いだされた。
- ③ 日本学術会議提言「マスタープラン2014」の学術大型研究計画として、「小型科学衛星DIOS」「国際宇宙ステーション日本実験棟に設置する極限エネルギー宇宙天文台JEM-EUSO」「次期太陽観測衛星SOLAR-C」「宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星LiteBIRD」「次世代赤外線天文衛星SPICA」が策定された。このうちLiteBIRDとSPICAは、「重点大型研究計画」(全27計画)の一つとしても選定された。

搭載機器基礎開発研究の成果概要

目的:将来の宇宙科学ミッションにおけるサイエンス機器のキーとなる基礎技術の開発を行い、将来の競争力あるミッションを実現する要素を先行して研究開発を行う。

実績と効果:

外部発表の実績は、学術論文17件、国際学会発表12件、国内学会発表約30件。

成果の代表例は以下のとおり。

- ① 気球実験による、反粒子宇宙線観測を目指した機器のキー技術となる、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を開発した。(IEEE Aerospace Conference 平成26年3月発表)
- ② 高安定度周波数標準時計システムの開発において、温度環境変化、擾乱などに対し優れた安定度を示す水晶発振器周波数標準の評価や、気球実験ベースの高精度VLBI観測の実現性を実証でき、ブラックホールの詳細観測への道を拓いた。
- ③ 狭帯域チューナブルフィルターの科学性能向上と評価では、同素子の地上実証までが行われ、将来の太陽観測衛星において2次元分光撮像観測を実現するための基礎的な技術を獲得した。(The seventh Hinode science meeting 平成25年11月発表)

(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: 本研究は、将来の工学ミッション提案(科学衛星、飛翔体)や将来の科学衛星や飛翔体・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することを目的とする。

実績と効果:

外部発表の実績は、学術論文64件、国際学会発表191件、国内学会発表389件、特許5件、表彰11件。

代表例は以下のとおり。

- ① ソーラセイルWGでは、ソーラ電力セイルの優位性を生かしたトロヤ群サンプルリターンミッションの計画策定や、候補天体の絞り込みを進めたほか、各技術要素について研究開発を進め、その技術レベルを向上させた。
- ② ハイブリッドロケットの研究では、酸化剤旋回流方式ハイブリッドロケットエンジンの燃焼試験に成功したほか、ハイブリッドロケットエンジン設計に必要な膨大な内部弾道特性データベースを効率的に作成可能な解析ツールの開発に世界で初めて成功した。
- ③ 火星探査航空機WGでは、大気球による高高度飛行試験の準備を進めるとともに、要素技術の研究開発を進め、主翼の最大揚抗比がベースと比べて2割向上する翼型の開発に成功した。
- ④ 月惑星表面探査技術WGでは、運動量交換型衝撃吸収ダンパが月惑星表面着陸地のパラメータ変動に対して高いロバスト性を有することを確認した。
- ⑤ 高精度大型宇宙構造システムの開発研究では、ケーブル・メッシュ・リブ方式のアンテナについて、材料の軌道上物性変化の低減および内部摩擦の低減によって0.4mmRMS@直径5mの実現の見通しを得た。
- ⑥ 高機能熱輸送制御では、微小重力環境でのループヒートパイプの内部流動を世界で初めて観察し、気液分布を明らかにした。
- ⑦ 日本学術会議提言「マスタープラン2014」の学術大型研究計画として、「再使用観測ロケット計画」「宇宙探査ミッションを支える宇宙技術実証プログラム」が策定された。後者は、「重点大型研究計画」(全27計画)の一つとしても選定された。

(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202件、国際学会発表170件、国内学会発表242件、表彰3件。

また、WGメンバーが、「きぼう」を含めた微小重力環境を利用した結晶成長研究に対して国際結晶成長学会の最高賞であるFrank賞を受賞した。

代表例は以下のとおり。

- ① 材料プロセス設計で重要なデータである高温熔融金属の表面張力について、酸素分圧を考慮することで従来報告されてきたデータを統一的に解釈できることを明らかにした。(Crystal Research and Technology 平成25年4月)
- ② 微粒子プラズマのボイド形成メカニズムの理解を深めた。(Europhysics Conference Abstracts 平成25年7月発表)
- ③ 植物細胞の骨格構造を成す微小管に着目し、微小重力下でシロイヌナズナの微小管の配向が変化することを明らかにした。(Plant Biology 平成26年1月)
- ④ 重力刺激を感受、伝達して細胞骨格である微小管の配向を制御する仕組みを明らかにすることは、植物が重力に抗して成長するメカニズムについて説明可能となる。(Journal of Gravitational Physiology (in press))

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79件、国際学会発表66件、国内学会発表117件、表彰3件。

代表例は以下のとおり。

- ① 太陽系形成期に小惑星内部の無重力空間に浮かぶ水滴の姿を解明した。(Nature Communications 平成25年10月)
- ② 微小重力における生活環を通して植物の遺伝子発現を解析し、微小重力下で空間的に効率よく作物を生産する育て方を明らかにした。(Plant Biology 平成25年12月)
- ③ 「気相からの核形成と宇宙ダスト」チームリーダーは、宇宙ダストの核生成研究に対して国際結晶成長学会のSchieber賞(平成25年8月)を、「バルク結晶成長機構」チームリーダーは、化合物半導体結晶成長の研究全般において高柳記念賞(平成25年12月)を受賞した。
- ④ 「国際宇宙ステーションにおける宇宙生命科学研究計画」が「日本学術会議の第22期学術の大型研究計画に関するマスタープラン(マスタープラン2014)」の「学術大型研究計画」に選定された。

②宇宙科学・宇宙探査プロジェクト

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の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

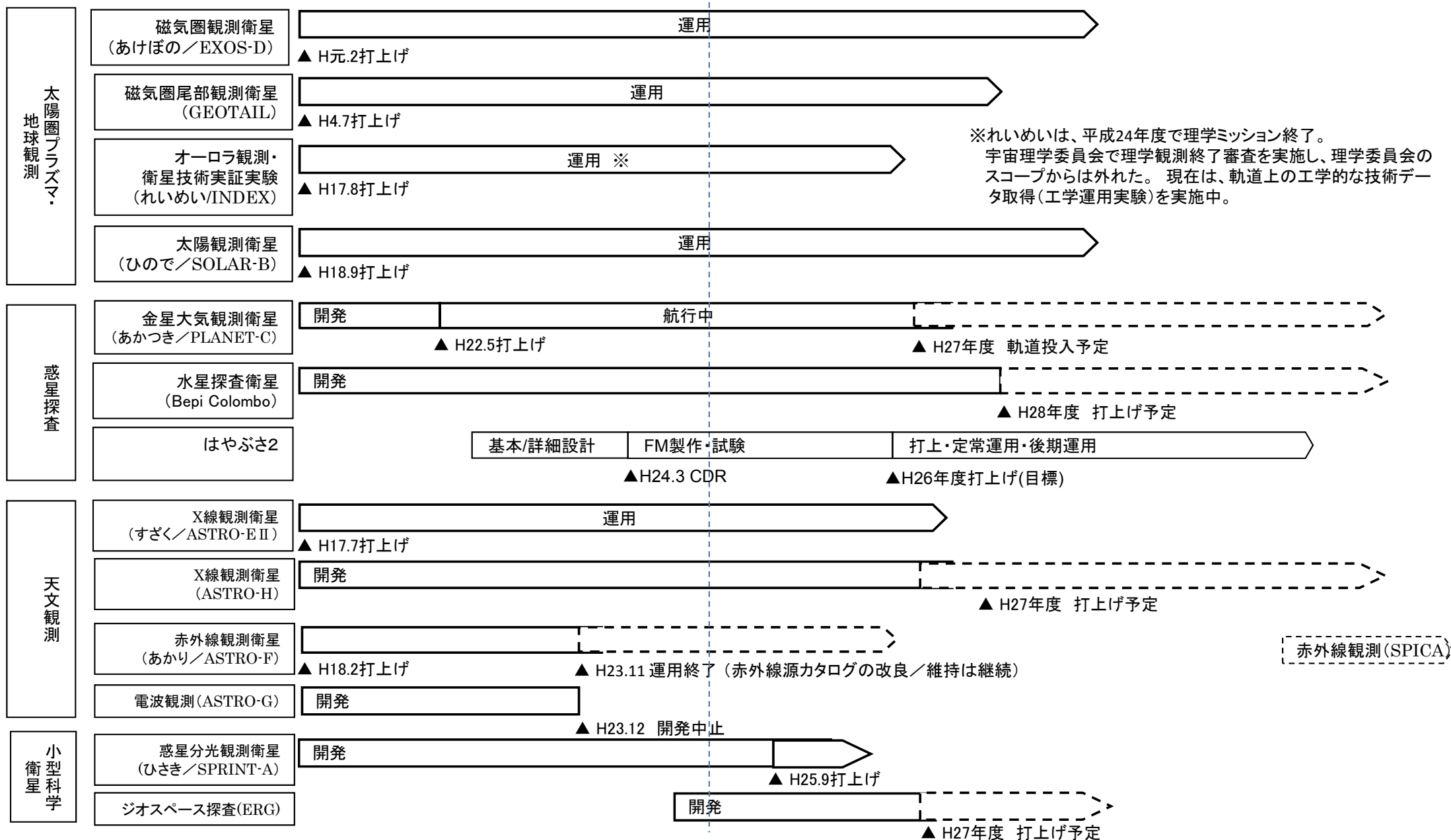
宇宙科学プロジェクト及び宇宙探査プロジェクトにおける観測データや回収サンプル及び微小重力実験結果などの科学的価値の高い成果物については、将来にわたって研究者が利用可能な状態にするためのインフラ整備を引き続き進め、人類共有の知的資産として広く世界の研究者に公開する。

「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。その検討に必要な支援を政府の求めに応じて行う。

...	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	...
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----





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:

打上げ(平成元年2月)から25年にわたって連続的にデータを取得することに成功し、11年周期の太陽活動を2周期観測できた。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:7編 / 査読付き論文の累計数:304編
- ② 平成25年秋に太陽活動が極大期を迎え、太陽活動2周期にわたる地球放射線帯のプラズマ活動に関する長期変動を把握できたことにより、放射線帯の高エネルギー電子を増やす太陽風の条件を解明。これは宇宙天気予報の精度向上につながり、人工衛星の安全な運用に貢献できる。(名古屋大プレスリリース 平成25年9月)

・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、日米双方から世界の研究者へ向けて観測データを公開した。
- ② 打上げ(平成4年7月)から21年経過し、世界で初めて、地球周辺の太陽活動周期(約11年)の2周期近くにわたり均質な磁気圏の観測データを取得。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:32編 / 査読付き論文の累計数:1,098編
- ② NASAのTHEMIS衛星と共同観測によって、磁気圏現象のエネルギー源となる磁気圏尾部における磁場エネルギーをプラズマエネルギーに変換する領域を特定した。これは太陽風から地球へのエネルギーの流れの全貌を理解する上で重要な発見である。(Science 平成25年9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8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2件の観測を実施した。
(全天X線監視装置(MAXI)との共同観測)

効果: ★印は、【1】特筆すべき研究成果 に掲載したもの。

- ① 平成25年度査読付き論文数:90編 / 査読付き論文の累計数:687編
- ② Ia型超新星の非対称性を発見。国際公募観測による観測から、Ia型超新星の標準光源としての性質に疑問を投げかける観測結果が得られた。(The Astrophysical Journal 平成25年7月)
- ③ ★ 銀河団の高温ガス中の重元素が銀河団形成以前に生成されたことを示す証拠が得られた。これは、大量に元素が生成された時代があったことを示唆する、宇宙の元素合成史の理解に重要な結果である。

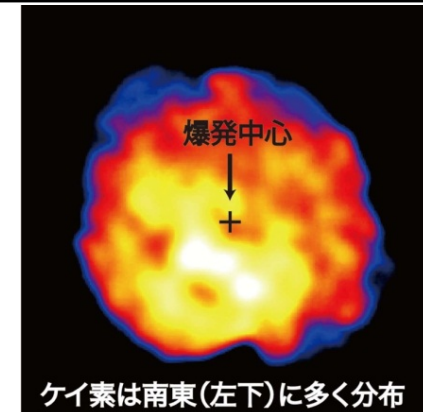


図: 超新星残骸をケイ素の輝線で観測した画像

・小型高機能科学衛星 (INDEX) の軌道上工学データ取得

実績:

寿命末期の搭載バッテリーの状態を計測する手法として、バッテリーの負荷をステップ状に増加させ、バッテリーの電圧電流の応答を計測する軌道上試験を実施した。これにより、打上げ後8年経過したりリチウムイオン電子の現状は、打上げ当初の観測が実施できる能力を維持していることを確認できた。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:2編 / 査読付き論文の累計数:43編
- ② 衛星の電力負荷をステップ状に変化させたときの衛星バッテリーの電圧の時間変化を観測することが、打上げ後のバッテリーの劣化具合や寿命などの推定方法として効果的であることがわかった。(NASA Aerospace Battery Workshop平成25年11月)

・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:

太陽が活動極大期を迎えていることに対応し、フレア観測を優先度高く進め、巨大フレア3例を含む10例の大フレアの観測に成功した。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:77編 / 査読付き論文の累計数:698編
- ② 「ひので」に関連した研究業績により、国内2件の受賞があった。(平成25年度 自然科学研究機構 若手研究者賞、平成25年度 地球電磁気・地球惑星圏学会 大林奨励賞)国内受賞件数は累計のべ11個人・3団体に達した。
- ③ 第7回ひので科学会議を開催し、参加者約200名のうち海外からの参加者が約120名にのぼり、海外からの注目度が高いことを示した。
- ④ 太陽の北極域・南極域の磁場の極性(S極とN極)は、11年の太陽の活動周期のピークごとに入れ替わるが、極域観測により、平成25年北極域の極性反転が最終段階にある一方で、南極域の極性反転は未だ兆候に乏しいことを明らかにした。太陽の周期活動のメカニズムを理解する上で非常に重要な発見である。(第7回ひので科学会議 平成25年11月;論文準備中)

・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 金星周回軌道より太陽に近い軌道にいるため、想定より強い太陽光を浴びる厳しい状況であるが、比較的熱に強い高利得アンテナ取付面を太陽に向ける等して、軌道再投入につなげる可能性を高めた。
- ② 金星周回軌道へ再突入に向けて、熱環境評価及び姿勢系ソフトウェア改修等の強化を実施。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:1編 / 査読付き論文の累計数:14編
- ② 平成22年に金星周回軌道への投入に失敗したあとの原因究明と新たな軌道投入計画について、国内外の学会で論文発表を行い、金星科学における国際的な協力関係を強化した。(Acta Astronautica 平成26年1月)

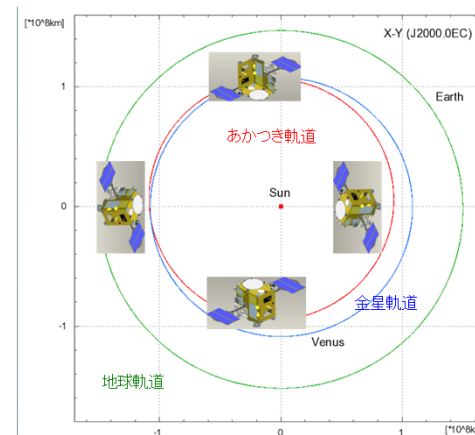


図: 太陽に高利得アンテナ取付面を向ける様子 (イメージ) B-21

(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 フライトモデルの総合試験を継続し、振動・衝撃試験を正常に終了した。
- ② 真空中での熱サイクル試験において発生した太陽電池セルの白濁に関して、原因究明のための試験を実施し、白濁発生推定箇所および発生原因の絞り込みを実施した。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:1編 / 査読付き論文の累計数:29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、摂氏240度にも達する高温環境下での劣化特性等の知見を得つつある。これは、今後の科学・実用衛星の熱設計等へ貢献できる。

・ 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:

衛星構体フライトモデルの音響試験や振動試験、バス系機器フライトモデルの一次噛み合わせ試験を実施した。ミッション機器に関しては、詳細設計、エンジニアリングモデルの製作・試験を経て、フライトモデルの製作・試験を開始した。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:39編 / 査読付き論文の累計数:159編
- ② ASTRO-Hの観測装置は、放射線検出器としても革新的なものであり、放射性物質汚染分布の可視化、放射線医療診断・治療の革新、半導体内の不純物微量分析など、幅広い範囲への応用が期待される。
- 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、放射性物質を見える化するカメラとして事業化され、医療分野等において臨床実験が進められている。(平成25年度文部科学大臣賞(研究部門)を受賞)



図 ASTRO-H 音響試験(5月)

・惑星分光観測衛星の打上げ、初期機能確認及び科学観測の開始

実績:

- ① 平成25年9月14日イプシロンロケット試験機によって打上げが成功した。
- ② 初期機能確認及び金星・木星のファーストライト観測を実施し、機能が正常であることを確認。
- ③ 木星の科学観測を開始し、木星オーロラと木星内部磁気圏の同時・連続観測を行った。
- ④ NASAのハッブル宇宙望遠鏡と木星の協調観測を実施、成功した。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:1編(6編準備中) / 査読付き論文の累計数:5編(他、査読なし5編)
- ② 木星のオーロラと内部磁気圏のイオトーラスの極端紫外線発光の長期的変動を同時観測することにより、太陽活動が木星磁気圏の内部にどう影響していくのか、を解明するための手がかりを得た。
- ③ 本衛星は、太陽風と惑星環境の相互作用を「極端紫外線」という特殊な波長域で、長期的観測を行う世界初の衛星である。この観測により、太陽活動が惑星の大気圏・電離圏・磁気圏の組成・温度等の物理量等に与える影響を推定することが可能となり、太陽系誕生から現在までの惑星環境の変化を知るための一つの鍵となる。



図:2013/9/14 イプシロンロケット試験機で打ち上げられた。

・ジオスペース探査衛星(ERG)の詳細設計

実績:

ミッション部(構体・観測機器)のモデルによる振動試験や熱平衡試験を実施し、打上げ時の振動環境、熱的な環境に耐える設計であることを確認した。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:3編(国内外の学会発表39件) / 査読付き論文の累計数:5編
- ② ERG衛星が世界で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の解明を行い、バン・アレン帯高エネルギーの謎の解明及び「宇宙天気」の予測精度向上を目指している。

・次期赤外線天文衛星 (SPICA) の研究

目的:

宇宙の歴史においては、約100億年前を中心にして、恒星・惑星、銀河とが作られ、また現在の宇宙の多様性をもたらしている様々な元素が生成された。この最も活発な時代の過程および現象を宇宙物理学的、定量的に研究し解明することが主目的。宇宙赤外線天文台として、ほぼすべての宇宙・天文学研究分野で活躍が期待される。

実績:

- ① ミッションの遂行に不可欠である主要技術リスクについて、プロジェクト化に先立ち、集中的にリスク低減活動を行った。
 - ・ ミッション部熱構造: 日本で考案された独自の無寒剤冷却システム開発を進めた。また、実現に不可欠なトラス分離機構の試作や熱モデルの改良を進め、その技術的成立性を大きく高めた。
 - ・ 指向制御: 今までにない高い解像度を達成するために、指向を乱す冷凍機からの擾乱を遮断する機構(擾乱アイソレーター)の要素試作を行い、所定の性能を満たすことを実証した。
 その他の技術リスクである電磁干渉管理(検出器性能劣化を避けるための雑音源洗い出しや対策など)と焦点面観測装置開発(全体設計や試験計画検証など)でもリスク低減を進めた。
- ② SPICAの実現性を高めるために、国際協力の協力枠組みを含めた計画全体(役割分担・体制・スケジュール・資金)の見直しを行った。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数: 10編 / 査読付き論文の累計数: 89編
- ② 国際協力枠組みの見直しにあたり、科学的目的の先鋭化を図る目的で国際科学会議を実施した。参加者約180名のうち約80名が海外参加者であり、SPICAに対する海外の注目度が高いことを示した。
- ③ 日本学術会議提言「マスタープラン2014」(平成26年3月12日策定)の学術大型研究計画(全207件)のうち、諸観点から速やかに実施すべき「重点大型研究計画」(全27件)の一つとしてSPICAが選定された。



図: SPICAの軌道上想像図

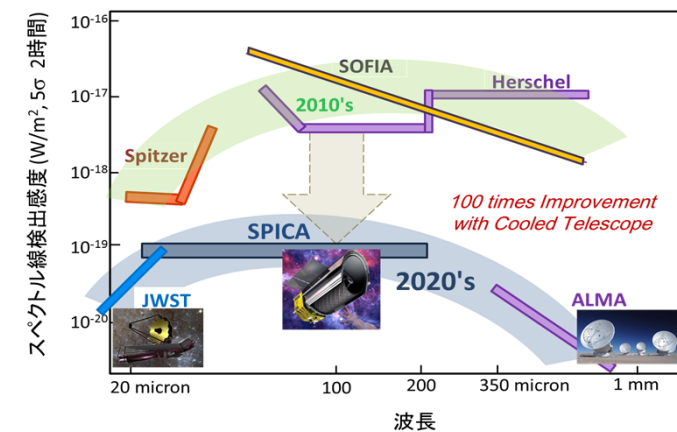


図: 2020年代の最先端宇宙研究の一翼を担う
TMT (日米加中印)、JWST (米欧)、ALMA (日米欧)との連携研究。従来の約100倍の感度実現を目指す。

・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

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索し、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 フライトモデル(FM)機器を仮組立し、連係動作させることで機器間の電気・機械的インタフェース上の問題点を洗い出す「一次噛み合わせ試験」を問題なく完了した。
- ② 各種機器の機能実証を行う「単体試験」を経て、FM機器を順次組立ながら機能確認を行う「FM総合試験」を開始した。
- ③ 追跡管制設備の開発を進めるとともに、運用準備作業を計画どおり進めた。
- ④ ドイツ航空宇宙センター(DLR)等が開発担当である小型ランダ(MASCOT)のはやぶさ2搭載に向けた技術調整を行う等、着実に国際協力を推進した。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:2編
- ② UAEドバイ国のエミレーツ先端科学技術研究所(EIAST)が開発した小型地球観測衛星DubaiSat2において、はやぶさ2搭載イオンエンジンシステムと同様の技術を用いたマイクロ波放電式中和器の共同実験を成功裏に実施。EIASTより、次期探査ミッションでの共同実施について打診がある等、将来の日・中東の協力事業が期待される。



図:はやぶさ2「一次噛み合わせ試験」
質量特性試験



図:はやぶさ2 衝突装置 飛翔性能確認試験衝突装置から射出される飛翔体について、命中精度等所定の機能実証が得られた。

(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

海外ミッションへのジュニアパートナーとしての参加、海外も含めた衛星・小型ロケット・気球など飛翔機会への参加、小型機会の創出、ISSを利用した科学研究など、多様な機会を最大に活用し、成果創出を最大化するための小規模プロジェクトを開始した。

- ・ 第1回目は、国際共同ミッション推進研究として公募し、5件の提案があり、評価の上2件採択した。
- ・ 第2回公募は、新たに名称を小規模プロジェクトとして公募を行い、10件の応募があり、現在選定中である。平成26年度に採択を決定し、計画を実施する予定。

■次期小型科学衛星ミッションの公募等の実施

高頻度な成果創出を目指し、機動的かつ挑戦的に実施する小型ミッションとして、地球周回／深宇宙ミッションを機動的に実施するため、小型科学衛星の成果を活用しつつイプシロンロケットを最大限利用した公募型小型計画を位置づけ、その公募型小型計画として、イプシロン搭載宇宙科学ミッションの公募を実施した。7件の応募があり、現在選定中である。平成26年度に採択を決定し、計画を実施する予定。

- ・ 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組についてISASの下で実施するなど、適切な実施体制作りを進める。

実績：

探査部門(JSPEC)が所掌していた理学研究については、平成25年4月からISASにおいて一元的に実施する体制とした。更に平成26年度からは、JSPECで実施してきたワーキンググループ(WG)活動を、ISASの工学委員会の下に一本化する。(平成26年3月25日宇宙科学・探査部会にて報告、了承)

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

実績:

流体科学、結晶成長科学(Hicari、Nano Stepほか)、植物生理(ICE-FIRST、Resist Tubuleほか)等、多岐の分野の実験用供試体の開発を進めるとともに、5件の宇宙実験ミッションを実施した。また、4件の実施済み宇宙実験結果の解析を進めた。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:50編 / 査読付き論文の累計数:606編
- ② Hicariでは、地上実験では得ることのできない均一組成のSiGe結晶を微小重力環境で育成することに成功した。(Journal of Crystal Growth 平成26年2月)
- ③ Nano Stepでは、下記の成果を得た。
 - ・ 微小重力環境において、過飽和度に対するリゾチームタンパク質結晶の成長速度を高精度で測定することに成功した。(Review of Scientific Instruments 平成25年10月)
 - ・ 微小重力下の方が結晶成長が速い場合がある等の結晶成長学上の現象を発見した。医薬品開発等に有用な高品質タンパク質結晶成長技術等への基礎データとなる。(Journal of Crystal growth 平成25年7月)
- ④ ICE-FIRSTでは、線虫の微小重力実験から、老化の抑制、あるいはより健康的な筋肉に関する新たな現象が見出された。筋萎縮や老化抑制に関する研究に寄与することができる。(Gerontology 平成26年2月)
- ⑤ Resist Tubuleでは、シロイヌナズナを用いた微小重力実験を実施し、細胞壁が変質したことで成長が促進されたことを発見した。成長速度を制御する遺伝子を特定できれば、細胞壁の重力に対する抵抗作用の理解、地上における食糧増産等に役立つ基礎データとなる。(Plant Biology 平成26年1月)

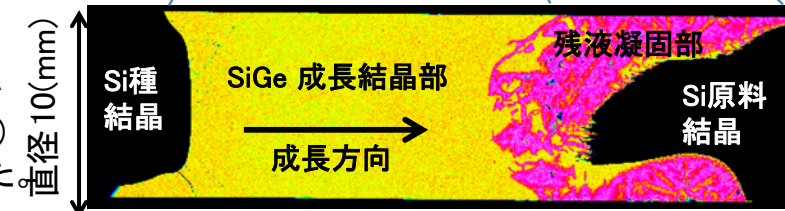
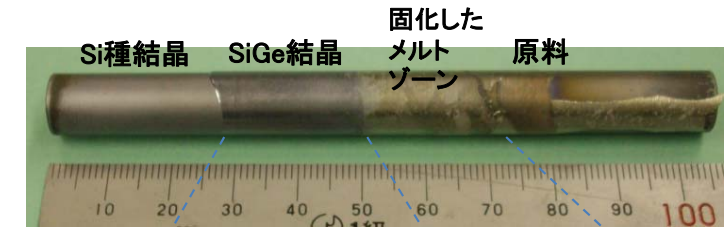


図: Hicari宇宙実験で育成したSiGe結晶の外観(上)と、SiGe結晶中のGe濃度分布(下、濃度分布を色の違いで表現) 左から右に結晶が成長し、地上実験では得られない均一組成が得られた。

・ 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 史上初、通常の新星爆発の約100倍の極めて明るい軟X線閃光を伴う新星爆発を検出し、MAXIJ0158-744と命名。従来の理論で説明できない強いネオン輝線の検出にも成功した。
(*The Astrophysical Journal* 平成25年12月)
- ② 近傍で発生した宇宙最大規模の爆発「ガンマ線バースト」を観測することに成功した。ガンマ線バーストが発生することは稀であり、極限の物理状態であるガンマ線バーストの研究を推進する貴重なデータを得た。
(*Science* 平成26年1月)
- ③ SMILESの観測データにより、世界で初めて成層圏オゾンの日変化を定量的に検出することに成功した。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:32編 / 査読付き論文の累計数:92編
- ② ISSを利用して全天走査を可能にしたMAXIの設計の独自性と、「深く狭く」観測する「すざく」衛星とは相補的な「広く浅く」見る機能で日本のX線天文学がもつ国際的地位の堅持に大きく貢献したことが評価され、日本天文学会の欧文研究報告論文賞を受賞した(平成26年3月)。
- ③ X線光度曲線(349天体)の常時公開とWebを用いた解析システムにより、上記の論文数とは別に、外部の研究者によるMAXI天体に関連した査読論文が9編、*Astronomer's Telegram*が24件が発行された。
- ④ MAXI全天X線画像が、日米の教科書(1件ずつ)で使用され、また国内のプラネタリウムでも上映された。
- ⑤ SMILESに関し実施したデータ処理やそれらデータを利用した研究の達成度について、評価委員会(海外の有識者を委員に含む)にて評価を受け、次の提言が宇宙理学委員会にて報告された。
 - ・ SMILESで取得した観測データの解析を今後も継続し、世界中でデータを利用できるよう整備すること
 - ・ データ処理アルゴリズムを改良し、それを用いた観測全期間のデータ再処理を行うこと
 - ・ SMILESの成果を継承・発展させた、後継の大気科学観測ミッションを検討すること
- ⑥ SMILESによるオゾンの日変化検出は、従来のオゾン長期変動予測に対し、観測時刻を考慮する必要性・重要性を指摘するものである。
(*Journal of Geophysical Research*. 平成25年4月)

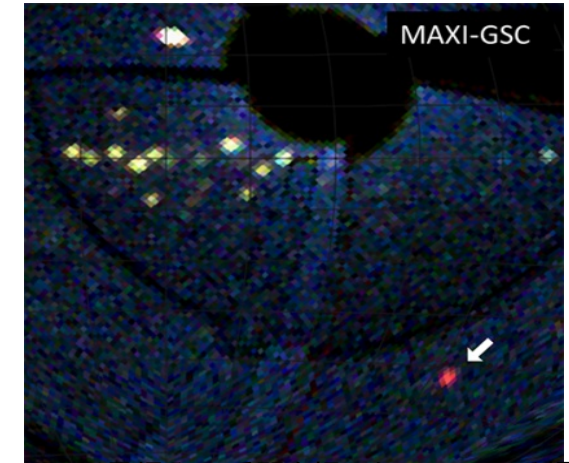


図: 新星爆発の瞬間を捉えたMAXIによる撮像画像。天体名は“MAXI J0158-744”と命名。

(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：

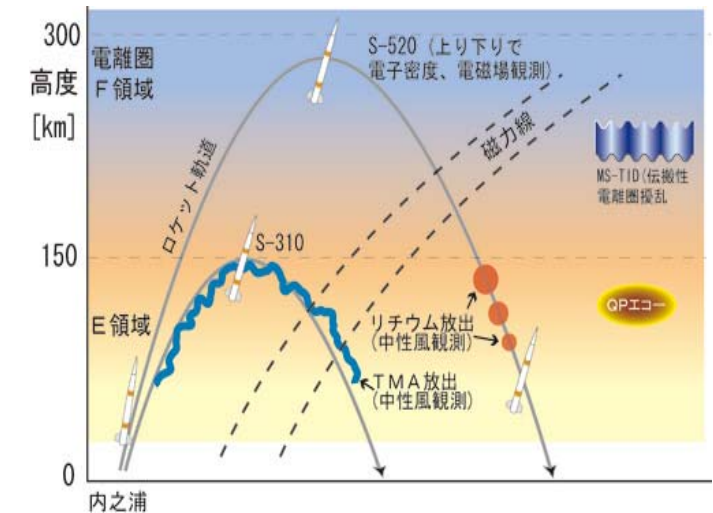
- ① 2機の観測ロケット(S-310-42号機とS-520-27号機)の同日打上げに成功した。
- ② 上空中性大気の流れを求め、S-310-42号機から放出させた TMA(トリメチルアルミニウム)と S-520-27号機から放出させたリチウムによる発光現象の観測を、地上および航空本部の支援を受けて行った。この手法に基づいた中性大気風およびロケット搭載機器によるプラズマ観測データから 夜間の電離圏E領域とF領域の大気擾乱現象に係わる因果関係についての解明がなされることが期待される。
- ③ 次年度打上げに向け、S-520用姿勢制御装置をさらに小型化し(大きさ重量ともほぼ半減)、S-310型ロケットでの姿勢制御を可能とした。※

効果：

- ① 平成25年度査読付き論文数:6編 / 査読付き論文の累計数:121編
- ② 電離圏E・F領域の擾乱の同時観測により、これまで独立と考えられていた異なる高度の擾乱が磁力線を介して相互に影響することを初めて明らかにした。
- ③ 月光によるリチウム発光雲の観測も世界初であり、これまで観測困難であった夜間中性風を観測する手段を確立した。

※姿勢制御装置の小型化

従来の姿勢制御装置は、大型のためS-520にしか搭載できず、さらにはメーカー撤退等により、開発が中止となっていた。ISAS内の技術力活用、人材育成、コスト削減の観点も含め、ISAS教員や職員が主体となって装置の製作に挑戦し、実現した。市販品(FRP製高圧タンク、姿勢センサ、電磁弁等)を採用することで、小型軽量化(S-310にも搭載可能)に成功し、コストは従前の約10分の1まで低減させることに成功した。



図：S-310-42号機（下曲線）とS-520-27号機（上曲線）の飛行経路・高度と観測対象（E・F領域で発生する各種擾乱）、観測手法（TMA放出等）の関係図



図：小型姿勢制御装置の外観（S-310用装置）

(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:

運用間隔: 最短24時間以内、再使用回数: 100回を実現する再使用観測ロケットに向けて、下記の技術課題の実証を行った。

- 液体酸素ターボポンプ／液体水素ターボポンプの試験を実施し、性能・機能を確認した。
- 解析により高度100kmからの帰還飛行に最適な機体形状を決定した。
- 着陸直前の姿勢転回に伴う燃料タンク内の推進薬スロッシングを安定化させる推進薬タンク加圧システムの設計を完了した。

効果:

- 平成25年度査読付き論文数: 1編(国内外での学会発表14件) / 査読付き論文の累計数: 3編
- 再使用エンジンの仕様や設計、試験の考え方や試験結果について、第64回国際宇宙会議(IAC)にて発表した。



図: 再使用観測ロケット(イメージ)

(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:

- 中間圏下部(高度50km以上)での「その場観測」の可能性を増やすための厚さ2.8マイクロメートルの超薄膜ポリエチレンフィルムを用いた満膨張体積8万立方メートルの高高度気球の開発を行った。平成25年度第一次気球実験において、高度53.7kmまで到達し、無人気球到達高度の世界記録を更新した。
- 大型気球の実験において、放球時にロープカッターが誤動作した影響で、平成25年度に計画した大型気球による理学観測2実験、工学実証1実験、微小重力実験1実験の実施を見送った。
- 日本国内では国土の広さ等の制約で実現が困難な数十時間以上の長時間気球実験(陸上回収を必要とする大型で高価な観測機器による最先端の科学成果を目指す理学観測等)を実施するため、協定の締結や放球装置の開発、移動型地上局の開発等、海外(オーストラリア)における気球実験の環境整備を進めた。

効果: ★印は、【1】特筆すべき研究成果 に掲載したもの。

高高度気球の設計・製作・放球の一連のプロセスの妥当性が実証できたことにより、今後の中間圏下部(高度50km以上)の観測などに新たな活路を開いた。

(論文準備中)

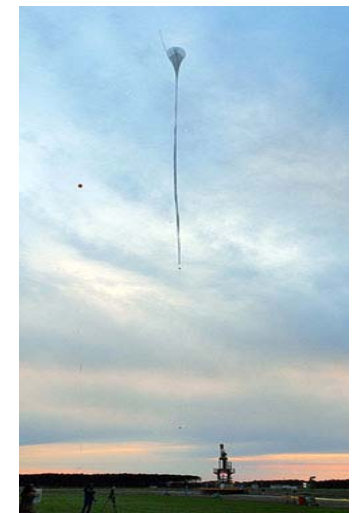


図: 気球BS13-08号機の放球

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 科学衛星データのデータ処理・公開システム換装を実施し、仮想計算機システム及び大容量ネットワーク磁気ディスクアレイ装置を導入した。これにより、必要計算機リソース量の融通が図れるようになり、利用者の利便性を増進させた。
- ② 「あけぼの」が観測した地球周辺の宇宙空間のプラズマ波動の長期間観測データ等の公開を行った。
- ③ 運用終了した「あかり」のデータプロダクトについて、北黄極カタログ改訂版の評価・検証を進め、公開した。
- ④ 「はやぶさ」回収サンプルに関し国際研究公募を実施し、国際AO委員会において応募18件中、16件の研究提案を採択した。

効果:

- ① 太陽系の惑星形成過程において、衝突破壊・再集積過程という微惑星から惑星への進化過程等を明らかにした。
- ② 必要計算機リソース量の融通が図れるよう能力増強を行うことで、データ公開サービスの整備を進め、世界中の研究者からの数十テラバイト以上のデータダウンロードにつながった。NASAやESAでは分野や衛星毎にデータセンターを持つことが多いが、DARTSは異なる分野における複数衛星の科学データを一手に扱っており、効率の良い開発・運用を可能にしている。

「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1回宇宙物質科学シンポジウム(HAYABUSA2013)を開催。11か国の参加者から63講演が行われ、「はやぶさ」回収サンプルを各国研究機関が分析した結果を報告した。
- ② 「はやぶさ」回収サンプルの分析結果等について国民への普及啓発を進めた。
 - ・ 国立科学博物館における微粒子の常設展示は、平成25年7月から開始。相模原市立博物館での企画展示(平成25年7月)では、入場者数延べ16,000人を数えた。
 - ・ 微粒子展示希望団体の募集を平成25年12月に開始(横浜の「はまぎん子ども科学館(平成26年1月8日～2月23日)」等で実施)。
 - ・ 太陽系の惑星形成過程において、はやぶさが明らかにした天体の形成・進化・衝突の歴史について、ウェブに掲載し、国民の科学に対する理解を促進した。

効果:

- ③ 「はやぶさ」回収サンプルに関するこれまでの研究成果について、「Meteorite and Planetary Science」誌平成26年2月号に特集号(関連論文7件)が組まれた。近い将来、「Earth and Planetary Science」誌にも特別号が組まれる見込み。
- ④ 主要国際学会で「はやぶさ」サンプルに係る特別セッションが作られるなど、「はやぶさ」回収サンプルの分析は、各国の多くの研究者に注目されている。

■「かぐや」通じて得られた取得データについて

実績:

- ① 国内外の宇宙科学研究において、より高いレベルの成果創出に貢献するため、「かぐや」の観測データの高度処理を進め、月の全球に亘る分光観測の反射率データ、3次元地形データの精度を改善し、国内および欧州、アメリカ、アジアなど91箇国の研究者等にデータを提供した。
- ② 「かぐや」の複数の観測データを組み合わせた統合解析を推進し、将来の探査対象候補である月極域の地図を作成した。また、国内外の研究者や探査関係者が統合解析を実施するために必要なデータ配信システムの設計を完了した。

効果:

- ① 平成25年度査読付き論文数:25編
- ② 第45回国際月惑星科学会議等の国内外の会議において、「かぐや」観測データによる研究成果を発表した。
- ③ 新たなデータの追加等により、世界中の研究者から約32テラバイトのデータダウンロードを記録し、データアーカイブ運用開始から平成24年度末までのダウンロード数と同等量のダウンロード数を1年間で達成した。
- ④ 月極域地図は、「かぐや」の高精度なデータを用いることにより世界で初めて実現されたものであり、日米共同での実施が検討されているRPMミッション等、今後の極域探査の科学目標策定や着陸地点選定に役立てられる。

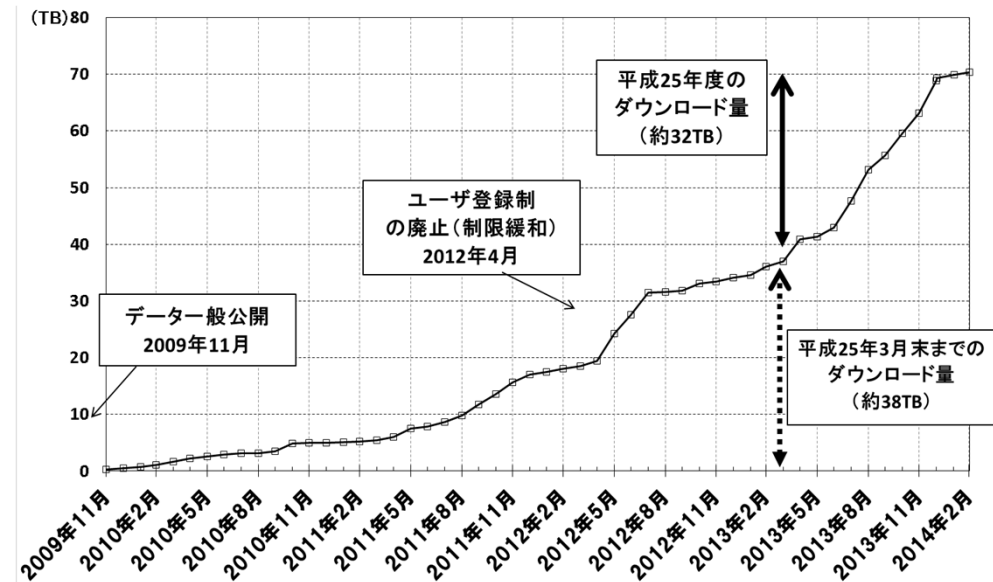


図: かぐやデータアーカイブシステム
累積ダウンロードデータ量

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、政府の行う検討に必要となる支援を政府の求めに応じて行う。

実績:

- (1) ワシントンDCで開催された将来の宇宙探査に関する会合「第1回 国際宇宙探査フォーラム(ISEF)」について、日本政府代表団の発言要領作成などの準備作業において、文部科学省を中心とした政府の活動を支援した。
 - ① 14の宇宙機関で構成される国際宇宙探査協働グループ(ISECG)において、機構が作成を主導した国際宇宙探査ロードマップ(GER)や宇宙探査の社会的便益(ベネフィット)について、これらの考え方・内容を政府に説明し、理解を得た。
 - ② 我が国における宇宙探査の取り組むべき方向性や宇宙輸送／ロボティクス／宇宙医学・生命維持の3分野を将来の宇宙探査に貢献できる我が国の得意とする技術分野として提案した。
 - ③ ISEFにおける政府支援として、文部科学省や内閣府宇宙戦略室の発言要領について、上記提案をベースとした骨子の作成支援や、ISEF参加国を交えた準備会合等に対応した。特に、機構が提案した上記の技術分野の考え方については、下村文部科学大臣の発言要旨に反映された。
- (2) ISEFには、理事長が日本政府代表団の一員として参加するとともに、国際法や宇宙探査を専門分野とする機構職員も会合に出席し、文部科学省を中心とした政府団を支援した。また、理事長が、「宇宙探査と利用(戦略と共有される目標)」のセッションにおいて、日本政府代表として発言を行うとともに、「第2回 国際宇宙探査フォーラム」の主催国として、閉会式で挨拶を行った。

効果:

- ① GERがISEFに参加した35の国や機関に評価され、GERを支持することがフォーラム・サマリーに明示された。
- ② ISEF代表団を率いた下村文部科学大臣からは、国際宇宙探査の枠組み作りのため、政府間の議論に積極的に取り組むこと、及び、「第2回 国際宇宙探査フォーラム」の主催国として、その議論を加速していくことの表明が行われた。
- ③ ISECGの第2代議長(平成23年8月～平成25年4月)を機構が務めたこと、また、「第2回 国際宇宙探査フォーラム」の主催国となることで、日本の宇宙開発におけるプレゼンスを参加各国に示すことができた。

評価結果	評定理由(総括)
A	年度計画で設定した業務をすべて実施し、中期計画の達成に向け順調に推移している。 ①大学共同利用システムを基本とした学術研究： ● 宇宙科学・探査ロードマップを策定することで、宇宙科学コミュニティや政府等で長期的なビジョンと方向性を明確にし、今後の長期的な展望に基づいた学術研究及び世界的に優れた成果創出のための礎を築いた。 ● 学術研究について、以下を代表例として、世界的な研究成果を創出した。 ➢ 宇宙天気把握のための磁力線構造の解明 ➢ 月の組成や進化の解明につながる新しい物質の発見 ➢ 小惑星表面の物理的進化過程の解明 ➢ 宇宙線陽子の生成源を特定 ● 過去10年間に発表した論文の分析及び他の研究機関との比較を行うことで、大学共同利用システムに基づく学術研究の強みや弱みを把握した。今後継続してこの取り組みを行うことで、学術研究成果の質及び量の向上につなげる。 ②宇宙科学・宇宙探査プロジェクト： ● プロジェクト等について、以下をはじめ、年度計画を着実に推進した。 ➢ 平成25年度打上げに成功した惑星分光観測衛星(ひさき)について、正常に観測データを取得できることを確認するとともに、NASAハッブル宇宙望遠鏡との木星協調観測を行う等、成果創出のための活動を確実に進めた。 ➢ 平成26年度打上げ(予定)に向け、はやぶさ2のフライトモデル組み立て試験に着手し、さらに平成27年度打上げ(予定)に向け、次期X線天文衛星(ASTRO-H)のフライトモデル製作やジオスペース探査衛星(ERG)の機能実証試験を進めた。 ➢ 大気球の試験においては、無人気球到達高度の世界記録を達成し、今後の中間圏下部の観測等に新たな活路を開いた。 ③政策的な取り組み： ● 国際宇宙探査協働グループ(14の宇宙機関で構成)において、機構が作成を主導した国際宇宙探査ロードマップが、宇宙探査に関する政府レベル会合「第1回 国際宇宙探査フォーラム(ISEF)」においても評価され、国際宇宙探査ロードマップを支持することがフォーラム・サマリーに明示された。また、機構が提案した我が国が得意とする技術分野などの考え方が、ISEFでの下村文部科学大臣の発言要旨に反映され、我が国として国際宇宙探査に積極的に取り組むことが表明されるなどの成果を収めた。

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25年度の達成状況
ASTRO-E II	(運用期間最低半年) ■ 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。 ■ 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。 ・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。 ・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。 ・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。	(運用期間最低2年) ■ 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。 ■ 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。 ・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。 ・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。 ・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。	■ 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。	平成20年6月の宇宙理学委員会の運用延長審査により、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、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月には平成27年7月までの延長が認められた。これにより、エクストラ成功基準の達成に向けた観測運用を継続している。

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25年度の達成状況
SOLAR-B	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。 ・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 ・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 —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 —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 —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	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。 ・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 ・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 —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 —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 —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	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。	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。

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25年度の達成状況
PLANET-C	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。	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。 ・ 1μmカメラ(IR1)、2μm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。 ・ 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。 ・ 電波掩蔽観測により金星大気の温度構造を観測する。	以下のいずれかを達成する。 ・ 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。 ・ 1μm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。 ・ 2μm(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。	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。

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25年度の達成状況
SPRINT-A	以下の2つのいずれかを達成すること。 －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 －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	以下の3つをすべて達成すること。 －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 －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 －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	以下の4つをすべて達成すること。 －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 －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 －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 －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	平成25年9月に打上げに成功し、12月から木星の定常観測を実施。木星イオトーラスのSpectrumから背景電子温度の導出することに成功し、ミニマム成功基準を達成した。