

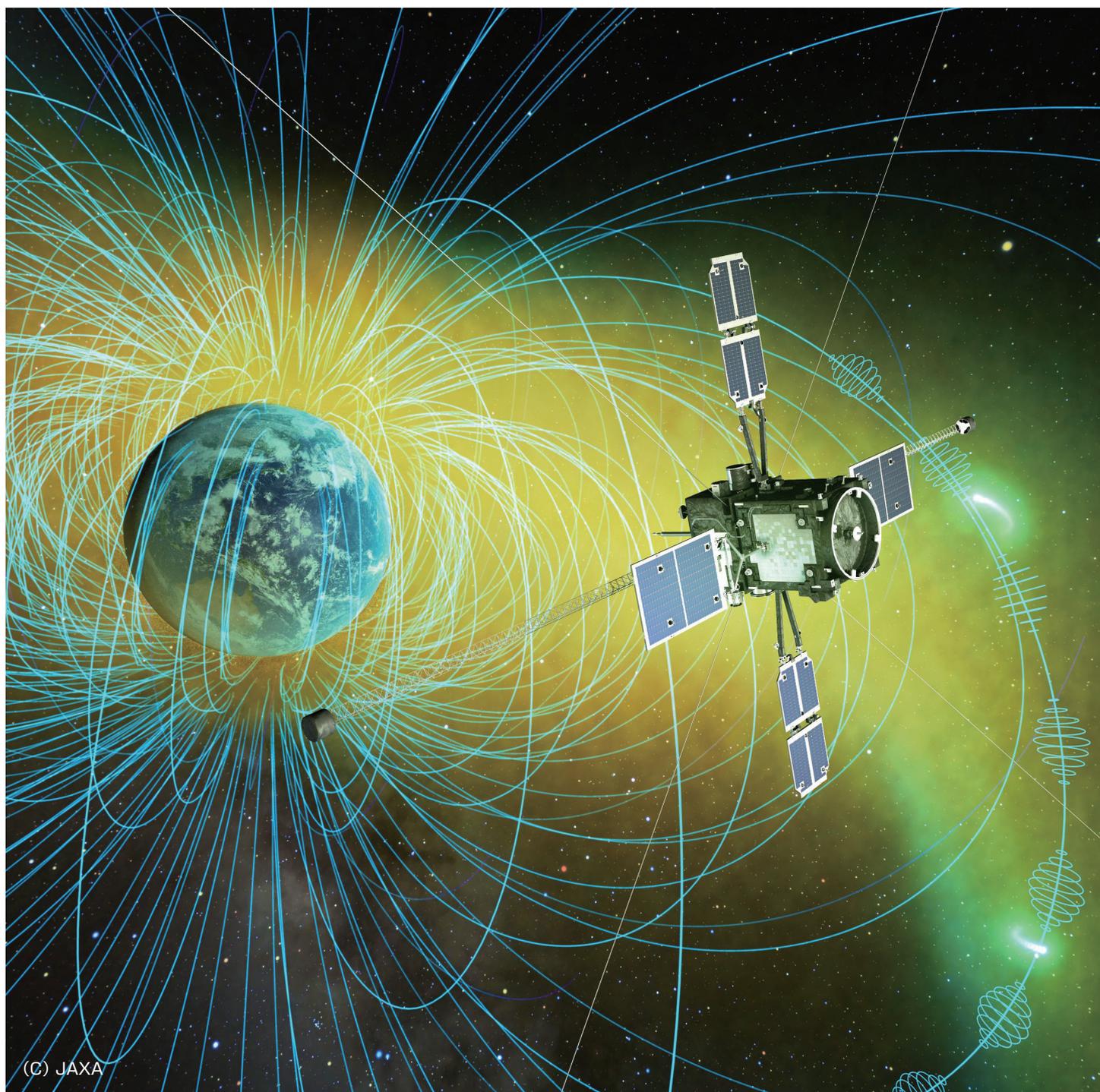


宇宙航空研究開発機構

# 宇宙科学研究所年次要覧

## 2016年度

INSTITUTE OF SPACE AND ASTRONAUTICAL SCIENCE  
JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY



(C) JAXA

宇宙航空研究開発機構  
宇宙科学研究所年次要覧

2016 年度

## 所長挨拶

宇宙航空研究開発機構  
宇宙科学研究所

所長 常田 佐久  
Saku Tsuneta



2016年2月17日に打上げたX線天文衛星ASTRO-H（ひとみ）は、同年3月26日に通信異常が発生し、4月28日に運用断念の決定を行いました。2016年度の前半は、組織をあげて要因の分析と再発防止対策に傾注し、宇宙航空研究開発機構（JAXA）内外の有識者の意見を取り入れながら、その結果を『X線天文衛星ASTRO-H「ひとみ」異常事象調査報告書』にとりまとめました（同年6月14日に機構より文部科学省宇宙開発利用部会に報告）。『報告書』では、4つの改善事項①宇宙科学研究所におけるプロジェクトマネジメント体制の刷新、②企業との役割と責任分担の明確化、③文書化と品質記録の徹底、④審査の徹底、を提案しました。

これらの改善事項の具体化のために、所内のプロジェクトマネージャ経験者を中心に議論を重ね、「ひとみ事故を受けた宇宙科学研究所改革アクションプラン」を作成し、また、全職員を対象にタウンホールミーティングを行って、共有を図りました。「アクションプラン」は、ジオスペース探査衛星「あらせ」（ERG）の打上げ準備作業から適用され、安定した運用の実現に貢献しました。さらに、小型月着陸実証機（SLIM）など実際のプロジェクトに適用し、PDCAサイクルを回してさらに良いものに磨いていくつもりです。また、「アクションプラン」は、2016年7月に発足した全JAXAのプロジェクトに関する業務改革推進委員会に取り込まれ、JAXAの規程に反映されることになりました。今後、これら一連の業務改革を所内に定着させ、宇宙機の着実な開発と運用に取り組んでいきます。

放射線帯を中心とする地球周辺の宇宙空間（ジオスペース）を探査する「あらせ」は、2016年12月20日に強化型イプシロンロケットにて打上げられ、予定通りの軌道に投入されました。その後、約3ヶ月間のクリティカル運用・初期運用を行い、衛星が正常であること、かつ全ての観測機器で所期の性能が達成できていることを確認し、2017年3月から定常観測運用フェーズに移行しました。「あらせ」の順調な滑り出しは、JAXA各部門からの多大な支援の賜であると認識しています。

これにより、宇宙科学研究所が運用中の衛星・探査機は、「あらせ」、「はやぶさ2」、「ひさき」、「あかつき」、「ひので」、「GEOTAIL」の6機となりました。小惑星探査機「はやぶさ2」は、イオンエンジン航行を計画通り進め、2018年6～7月の「Ryugu」（リュウグウ）到着に向け順調に航行中です。巡航中、Ka帯通信系による遠距離通信やアップリンクトランスファ等の太陽系探査に関する新運用技術確立し、また、火星観測等を通じて搭載科学機器の較正を

計画通り完了しました。金星探査機「あかつき」、惑星分光観測衛星「ひさき」も順調に観測を行っています。「ひので」の総査読論文数は1123編（2017年7月現在）と、国際的な天文台として活躍を続けています。水星探査を行うBepiColombo/MMOは、2018年10月の打上げに向けて、欧州宇宙機関（ESA）にて各種試験を実施しました。

これからのミッションは、国際協力で開発されていく流れにあります。実際、宇宙科学研究所の戦略的中型ミッションは、世界の宇宙機関の科学ロードマップに組み込まれています。このため、外国宇宙機関との実務的打ち合わせに加えて戦略対話を引き続き重視し、アメリカ航空宇宙局（NASA）や欧州宇宙機関（ESA）等との二極間会合は、国内外で合計24回（2016年度）に及びました。この中で、ASTRO-Hの喪失について、NASA・ESAへの再発防止策の説明と今後の対応についての調整を進め、X線天文衛星代替機の開発を2017年度から着手することができました。これにより、X線天文学における学術的空白を最少にするとともにASTRO-H喪失により失った信頼の回復を図っていきます。

これからの数年は、2030年代に至る宇宙科学ミッションの方向付けをする大事な時期であり、新宇宙基本計画にある「戦略的中型計画」「公募型小型計画」「多様な小規模プロジェクト」の枠組みを活用した宇宙科学グランドピクチャーの策定を行っています。この中で、公募型小型計画1号機として選定されたSLIMは、2016年4月にプロジェクトチームを設置し、開発が本格化しています。さらに、公募型小型計画2号機として、宇宙理工学委員会でのミッション定義審査の結果、枯渇小惑星フェイトンへのフライバイ探査計画（Destiny+）が推薦され、実施に向けた所内審査を進めました。戦略的に実施する中型計画1号機として選定した火星衛星探査計画（MMX）については、2024年度の打上げに向けて、新開発のサンプリング装置の試作を含むシステム設計が行われました。また、中型計画2号機候補ミッションとして、LiteBIRD（宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星）及びソーラー電力セイルを選定しました。2018年度までフロントローディング活動を実施し、科学的優位性・技術的成立性・実行体制などを総合的に評価し、ミッションを選定する予定です。日欧の国際協力で実現を目指す次世代赤外線天文衛星（SPICA、中型計画3号機）は、計画全般の見直しにより、当初案に比べて大幅に実現性の高い計画とすることができ、日欧の研究者が連携して、ESAにミッション提案を行いました。

小規模プロジェクトは、NASA/ESAの大型プロジェクトへの参加を前提とした「戦略的海外協同計画」と観測ロケットや気球などの「小規模計画」に分けて推進することとしました。前者により、海外大型計画の状況を見据えた戦略的な対応を行い、後者については外部資金等とのマッチングファンド方式を基本として実施します。海外協同計画の第1号として、ESAの主導する木星氷衛星探査計画（JUICE）への参画準備を進めました。また、小規模計画の公募には16件の応募があり、選考作業を進めました。

民生技術を用いてロケット・衛星の開発を行い、3kg程度の超小型衛星の打上げの実証を行うことを目的としたSS-520 4号機実験を、2017年1月15日に内之浦宇宙空間観測所において実施しました。飛行中に機体からのテレメータが受信できなくなったため、第二段モータの点火を中止しました。超小型衛星の軌道投入という最終目標を達成できなかったことから、対策チームにて徹底した原因究明および広範な再発防止策を実施し、2017年度の再実験に臨みます。

大学と当研究所が連携して、我が国全体としての宇宙科学の戦力強化を図ることを目的として、宇宙科学の特定分野ですぐれた実績と将来性を有する大学の拠点化を進めています。大学共同利用連携拠点として2013年度設置の名古屋大学宇宙地球環境研究所 ERG サイエンスセンターが、「あらせ」の打上・運用開始後、その機能を発揮し始めております。2016年度設置の神戸大学惑星科学研究センターと東京大学の超小型探査機開発拠点に加え、2017年度の設置を目指して新たな拠点の選定を行いました。マッチングファンド方式で設置・運営される連携拠点の広がり

加えて、分野別の連携協力協定を各地の大学と締結し、通常の共同研究や大学共同利用システム<sup>(注1)</sup>の枠を超えた連携を進めております。2016年に新たに、会津大学(データアーカイブ)、岡山大学惑星物質研究所(キュレーション)、岩手大学(先端工作技術)と協定を締結し、それぞれの分野での協力が進んでおります。

昨年度新設した地球外物質研究グループ、月惑星探査データ解析グループ、深宇宙追跡技術グループ、先端工作技術グループは、それぞれ、順調に活動を行いました。特に、地球外物質研究グループでは、「はやぶさ2」が持ち帰る小惑星「Ryugu」(リュウグウ)試料のためのキュレーション設備の設計が完了し、製作が進んでいます。月惑星探査データ解析グループでは、SLIMの科学的意義の向上のために「かぐや」の観測データを駆使した着陸地点の選定を行いました。今後は、火星衛星・月極域着陸ミッションの着陸地点選定を進めます。先端工作技術グループでは、5軸工作機械・大型三次元測定機等を備えた新工作室を稼働させ、専任スタッフによるインハウスでのものづくりを開始しました。試作過程の充実により、宇宙理工学者と専門技術者が一体となった開発力の向上を目指します。

教育職の人事については、宇宙科学ロードマップに示された方向性と今後の新規プロジェクトに必要な人材の観点から、長期ビジョンを持って進める方針を継続しています。2013-2016年度の転出者は10人(2010-12年度は4名)、教育職の公募は23件(2010-12年度は9件)に達しました。女性・外国人に限った教育職公募の選考の結果、外国人女性准教授2名が着任し、外部機関に所属する教授1名、一般職1名の方がクロスアポイントメント制度により当研究所のスタッフとなりました。今後とも、すぐれた女性教員・外国人教員の登用および外部機関との人材交流などを進める所存です。これに加えて、教育職と一般職の行き来の促進を図っており、助教1名が一般職へ転籍し、一般職1名が特任准教授として着任しました。また、教育職の考課においては、学術研究のみならず教育・人材育成、プロジェクト・専門的業務等の推進、研究所運営等について積極的に取り組むことができるよう、教育職考課を総合的に行う仕組みを昨年度創設し、PDCAサイクルを回しつつ運用しています。これらの人事面のきめ細かい改善を行いつつ、教育職職員の高年齢化と人事交流の停滞という課題解決に向けた抜本的取り組みを行います。

総合研究大学院大学(総研大)や東京大学をはじめとする大学との連携により、飛翔体の開発現場で大学院教育を行い、宇宙科学や宇宙開発の研究開発に携わる研究者・技術者・マネージャの育成に継続的な努力を行っています。2016年度は、新たに博士18名・修士40名が生まれました。優秀な学生の獲得を目指し、総研大物理科学研究科宇宙科学専攻特別奨学金制度を創設し、2017年度後期から運用を開始します。宇宙科学研究所の重要な使命である大学院教育への協力事業を十全に果たすべく、学生受入制度の整備、新たな運用方針を制定しました。安心・安全な環境で教育研究が行えるよう、所内の安全管理、学生向け安全教育の充実に努めました。

JAXAプロジェクト研究員は外国人3名を含む22名、日本学術振興会特別研究員は6名が在籍しています。国内外の優秀な研究者を准教授に準じた待遇で最大5年間雇用する「国際トップヤングフェロー」は、7年間で総計12名(2016年末現在)に達し、安定した成果を挙げています。

2016年度は、前年度締結した宇宙科学研究所と研究開発部門間の協力基本計画書の本格運用の年となりました。新規配属された一般職の育成システムが充実し、研究テーマの設定・OJT・研究成果発表会の実施などを新たに行っています。プロジェクトへの人的支援についても、研究所全体でとりまとめて研究開発部門と調整することで、偏りなくまた迅速に支援を受けることが可能となりました。具体的には、ASTRO-H運用異常に端を発した体制強化により人員の追加が必要となった「あらせ」や新たに立ち上がった超小型探査機の開発プロジェクトなどが、大きな恩恵を受けています。また、宇宙科学研究所からの協力の観点では、研究開発部門での次世代MPUの開発への協力が継続している他、技術試験衛星9号機に搭載されるホールスラスタの開発支援、再使用観測ロケット開発成果の再使用型ロケッ

注1：大学共同利用システムとは、宇宙科学に係る学術研究に関する我が国の中核的な研究拠点として、大学の研究者等との有機的かつ多様な形での共同活動を行う研究システムをいいます(大学共同利用システムによる宇宙科学研究実施規程より)。

ト研究への発展，第一宇宙技術部門のH3 ロケットの音響サブスケール試験の能代ロケット実験場での実施などの成果が挙がっています。

打上げ能力の向上と衛星搭載スペースの拡大を目指した強化型イプシロンロケットの開発では，第一宇宙技術部門に協力し，強化型イプシロン（基本形態）は，2016年12月にイプシロンロケット2号機として内之浦宇宙空間観測所から成功裡に打ち上げられました。新規開発した第2段モータ（M-35）も予定通り燃焼し，実証された高性能・低コスト化技術は現在進められているH3ロケット開発にも応用されます。

臼田後継深宇宙アンテナを整備する深宇宙探査用地上局プロジェクトチームは，基本設計を完了するとともに建設地（臼田宇宙空間観測所から直線で1.3km離れた蓼科スカイライン沿いの国有林野）における地質ボーリング調査及び用地造成工事を完了しました。2017年度初頭より，アンテナ基礎工事に着手しています。

ASTRO-Hの不具合の情報発信については，不具合発生直後に記者会見を開き，その後運用断念まで週に一回のペースで記者会見を開くなど，情報公開を進めました。記者会見での資料はウェブサイトにて公開し，また英語版も公開しました。この結果，報道機関関係者等から，JAXAの報道対応や情報発信は高く評価されました。6月以降は，順調に研究成果のプレスリリースを行いました。2016年度で最も注目されたリリースは，小惑星イトカワの回収サンプルに関する成果です。そのほか，一年を通じて研究成果が発出できるようになり，11件の研究成果をリリースしました。さらに，特別公開に加えて，ソーラー電力セイルの実物大モデル展開実験の公開や「あらせ」の機体報道公開などを行い，宇宙科学研究所の活動を理解していただくアウトリーチにも力を入れました。展示機能を有する宇宙科学探査交流棟（仮称）の建物が着工し，2017年夏ごろには建物が完成し，同年度中に開館予定です。

この年次要覧は，2016年度の宇宙科学研究所の活動状況をまとめたものです。所長に着任し4年が過ぎましたが，所内外の方々と共に宇宙科学研究所の力を引き出すための多くの改革を行うことができたと思自しています。一方，ASTRO-H異常事象を受けた業務改革の所内への浸透など，緊急に対応すべき課題は数多くあります。これらの改革の効果が現れてくるには，幾ばくかの時間を必要とすると思いますが，やがてこれらの改革を礎として，宇宙科学研究所とJAXAの新たな飛躍が始まると信じております。これからも皆様方のご理解とご支援，ご指導をお願い申し上げます。

2017年9月

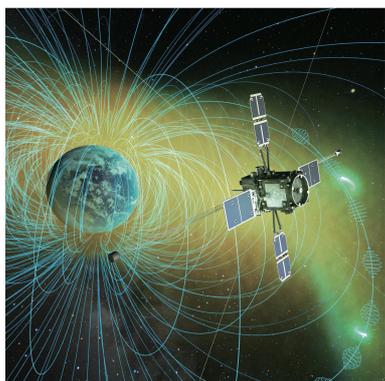


## 目 次

<p>I. 研究ハイライト ..... 2</p> <p>II. 概 要 ..... 19</p> <p>    1. 沿 革 ..... 19</p> <p>    2. 宇宙開発体制 ..... 20</p> <p>    3. 組織及び運営 ..... 21</p> <p>        a. 組 織 ..... 21</p> <p>        b. 運 営 ..... 22</p> <p>        c. 職員数 ..... 26</p> <p>        d. 職 員 ..... 27</p> <p>        e. 予 算 ..... 30</p> <p>III. 研究系 ..... 31</p> <p>    1. 宇宙物理学研究系 ..... 31</p> <p>    2. 太陽系科学研究系 ..... 34</p> <p>    3. 学際科学研究系 ..... 38</p> <p>    4. 宇宙飛翔工学研究系 ..... 40</p> <p>    5. 宇宙機応用工学研究系 ..... 42</p> <p>    6. 国際トップヤングフェローシップ ..... 45</p> <p>IV. 宇宙科学プロジェクト ..... 47</p> <p>    1. 宇宙科学・探査プロジェクト ..... 47</p> <p>    2. 科学衛星・探査機 ..... 48</p> <p>        a. GEOTAIL ..... 48</p> <p>        b. ASTRO-E II ..... 49</p> <p>        c. INDEX ..... 50</p> <p>        d. SOLAR-B ..... 51</p> <p>        e. PLANET-C ..... 52</p> <p>        f. IKAROS ..... 53</p> <p>        g. 惑星分光観測衛星 ..... 54</p> <p>        h. はやぶさ2 ..... 55</p> <p>        i. ASTRO-H ..... 56</p> <p>        j. Bepi Colombo ..... 57</p> <p>        k. ジオスペース探査衛星 ..... 58</p> <p>        l. SLIM ..... 59</p> <p>        m. 深宇宙探査用地上局 ..... 60</p> <p>        n. 次世代赤外線天文衛星(SPICA) ..... 61</p> <p>        o. 木星氷衛星探査計画(JUICE) ..... 62</p> <p>        p. 火星衛星探査計画(MMX) ..... 63</p> <p>        q. 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星(LiteBIRD)... 64</p> <p>        r. ソーラー電力セイル探査機 ..... 65</p> <p>        s. SLS 搭載超小型探査機 ..... 66</p> <p>    3. その他のプロジェクト ..... 67</p> <p>        a. 再使用観測ロケット技術実証 ..... 67</p> <p>        b. CC-CTP (宇宙用冷凍機) 研究開発 ..... 67</p> <p>        c. SSPA 所内研究開発事業 ..... 68</p>	<p>V. 宇宙科学プログラム室・S&amp;MA ..... 69</p> <p>    1. 宇宙科学プログラム室 ..... 69</p> <p>    2. S&amp;MA 総括..... 70</p> <p>VI. 研究基盤・技術統括 ..... 72</p> <p>    1. 大学共同利用実験調整グループ ..... 72</p> <p>    2. 基盤技術グループ ..... 72</p> <p>    3. 先端工作技術グループ ..... 72</p> <p>    4. 大気球実験グループ ..... 73</p> <p>    5. 観測ロケット実験グループ ..... 74</p> <p>    6. 科学衛星運用・データ利用ユニット ..... 74</p> <p>    7. 月惑星探査データ解析グループ ..... 75</p> <p>    8. 地球外物質研究グループ ..... 76</p> <p>    9. 深宇宙追跡技術グループ ..... 77</p> <p>    10. 研究開発部門 (相模原) ..... 78</p> <p>VII. 研究委員会 ..... 82</p> <p>    1. 宇宙理学委員会 ..... 82</p> <p>    2. 宇宙工学委員会 ..... 83</p> <p>VIII. 共同研究等 ..... 85</p> <p>    1. 概要 ..... 85</p> <p>    2. 外部資金 ..... 85</p> <p>        a. 科研費による研究 ..... 86</p> <p>        b. 受託研究 ..... 89</p> <p>        c. 民間等との共同研究 ..... 90</p> <p>        d. 使途特定寄附金 ..... 91</p> <p>        e. オープンラボ ..... 92</p> <p>    3. 各種共同研究等 ..... 92</p> <p>        a. 宇宙科学実験用施設を用いた共同利用研究 ..... 92</p> <p>        b. 国際共同ミッション推進研究 ..... 97</p> <p>        c. ISAS 教育職職員申請による特定課題共同研究員 ..... 97</p> <p>    4. シンポジウム等 ..... 99</p> <p>        a. ISAS が助成するシンポジウム・研究会等 ..... 99</p> <p>        b. 宇宙科学セミナー ..... 100</p> <p>        c. 宇宙科学談話会 ..... 100</p> <p>IX. 国際協力 ..... 102</p> <p>    1. 概要 ..... 102</p> <p>    2. 各種国際協力 ..... 103</p> <p>        a. 運用段階の衛星ミッションの国際協力 ..... 103</p> <p>        b. 開発段階の衛星ミッションの国際協力 ..... 105</p> <p>        c. 準備/提案中の衛星ミッション ..... 105</p> <p>        d. 宇宙環境利用科学ミッションの国際協力 ..... 107</p> <p>        e. 観測ロケット実験の国際協力 ..... 107</p> <p>        f. 大気球実験の国際協力 ..... 108</p> <p>        g. 海外の大学等との宇宙科学分野における包括協定 ... 108</p>
---	---

X. 施設・設備	109	h. その他の設備	130
1. 研究所の位置・敷地・建物	109	XI. 教育・広報	131
2. 研究施設	116	1. 大学院教育	131
a. 能代ロケット実験場	116	2. 人材養成	138
b. あきる野実験施設	117	3. 図書	139
c. 内之浦宇宙空間観測所	118	4. 広報・普及	144
d. 臼田宇宙空間観測所	119	XII. 成果発表	145
e. 大樹航空宇宙実験場	120	1. 研究成果の発表状況等	145
3. おもな研究設備	122	2. JAXA 出版物 (ISAS 出版分)	147
a. 大学共同利用設備	122	3. 外部の学術雑誌等に発表のもの	147
b. 研究系設備	123	a. 単行本に発表のもの	147
c. 小型飛翔体	127	b. 査読付き学術誌に発表のもの	148
d. 科学衛星データ利用	127	4. 外部の国内, 国際会議等に発表のもの	165
e. キュレーション	128	(電子版に掲載)	
f. プロジェクト・事業特化設備	128	5. 表彰・受賞	166
g. 宇宙科学基盤技術	129	6. 特許権等	168

表紙／裏表紙図説明



【表紙図】

「あらせ」衛星の飛翔の想像図

「あらせ」(ERG) 衛星は, 地球の放射線帯の高エネルギー電子の加速過程の解明や宇宙環境擾乱に应答した放射線帯の変動現象を探查することを目的とした科学衛星である。「コーラスと呼ばれる kHz 帯の電磁波 (プラズマ波動) が電子と波動-粒子相互作用をして, 高エネルギー電子が生成される。」という説が近年注目されているが, 「あらせ」はこの物理過程の詳細を世界ではじめて観測しようとしている。図には波動-粒子相互作用のイメージが描かれている。

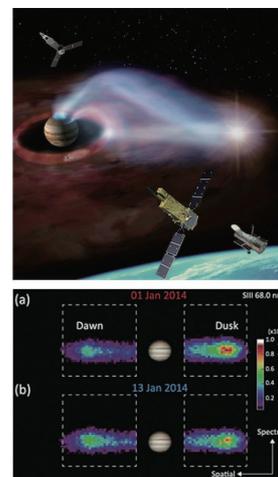
【裏表紙図】

(上図) Juno 木星探査機・ハッブル宇宙望遠鏡と「ひさき」の木星協調観測のイメージ図

観測結果から推定される木星に流れ込むエネルギー輸送経路を示す。各衛星の絵の出典は NASA と ESA。

(下図) 「ひさき」が観測した木星イオプラズマトーラス [G. Murakami, et al., *Geophysical Research Letters*, Vol.43(24), pp.12308-12316 (2016)]

ドーナツ状の分布を側面から観測するので横長に見え, 木星の左側 (明け方), 右側 (夕方) の発光強度比が変動することを捉えた。太陽風動圧の上昇に起因する変動であり, 「ひさき」の長期間継続観測が, 太陽風の効果が木星磁気圏最深部に位置するイオプラズマトーラスに到達することを, 世界で初めて示したものである。



# I. 研究ハイライト

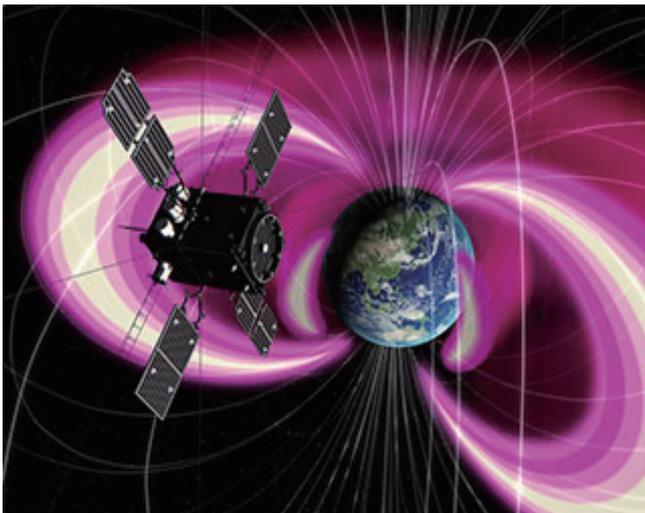
## 1 ジオスペース探査衛星「あらせ」(ERG) の 打上げ・定常観測の開始

### 【ジオスペース探査衛星「あらせ」(ERG)】

平成 28 (2016) 年 12 月 20 日にイプシロンロケット 2 号機にて打上げ。近地点上昇マヌーバ、伸展物伸展運用など所期のクリティカル運用を完了し (JAXA プレスリリース 平成 29 (2017) 年 1 月 23 日)、1 月下旬～3 月下旬にかけて観測機器の立ち上げを無事完了し、定常観測運用を開始した。

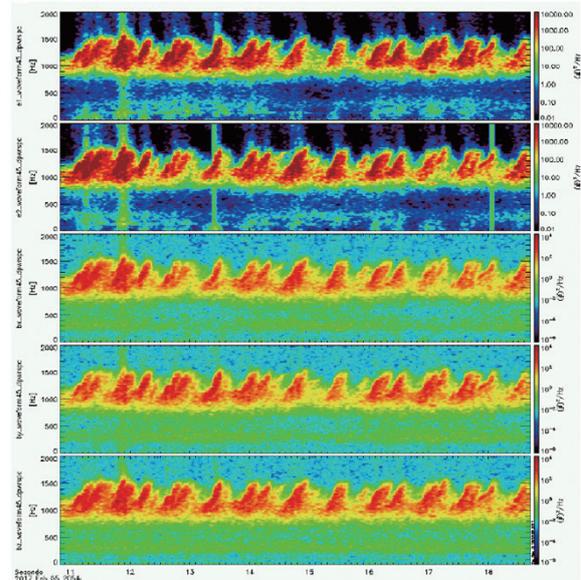
- 「あらせ」(ERG) は、ヴァン・アレン帯全域をカバーして科学観測を実施するため、近地点高度約 400km、遠地点高度約 32,000km、軌道傾斜角 31 度の楕円軌道にて、科学観測を開始した。
- 台湾から提供された低エネルギー粒子観測機器も搭載し、搭載する 9 つの観測器を全て順調に立ち上げた。
- 平成 29 (2017) 年 4 月以降、国際的な地上観測網との協調観測、NASA Van Allen Probes との共同観測も予定しており、これらの科学観測により、プラズマ中の波と粒子のエネルギー交換過程により高エネルギー電子が生成される過程や太陽活動擾乱に伴うヴァン・アレン帯の変動メカニズムの解明を目指し、「宇宙天気」の予測精度向上などに繋げる。

〈太陽系科学研究系〉



「あらせ」衛星の飛翔の想像図

「あらせ」(ERG) 衛星は、地球の放射線帯の高エネルギー電子の加速過程の解明や宇宙環境擾乱に応答した放射線帯の変動現象を調査することを目的とした科学衛星です。放射線帯外帯中心部に長時間衛星を滞在させ、強い放射線環境下で電磁場変動や宇宙空間の荷電粒子を精密に測定する必要があり、これらのミッション要求を満たす科学衛星を、小型衛星共通バス (Sprint バス) を利用して開発しました。定常観測運用以降、順調に観測を続けています。



試験観測中に PWE (プラズマ波動・電場観測器) で観測されたコーラス・スペクトル

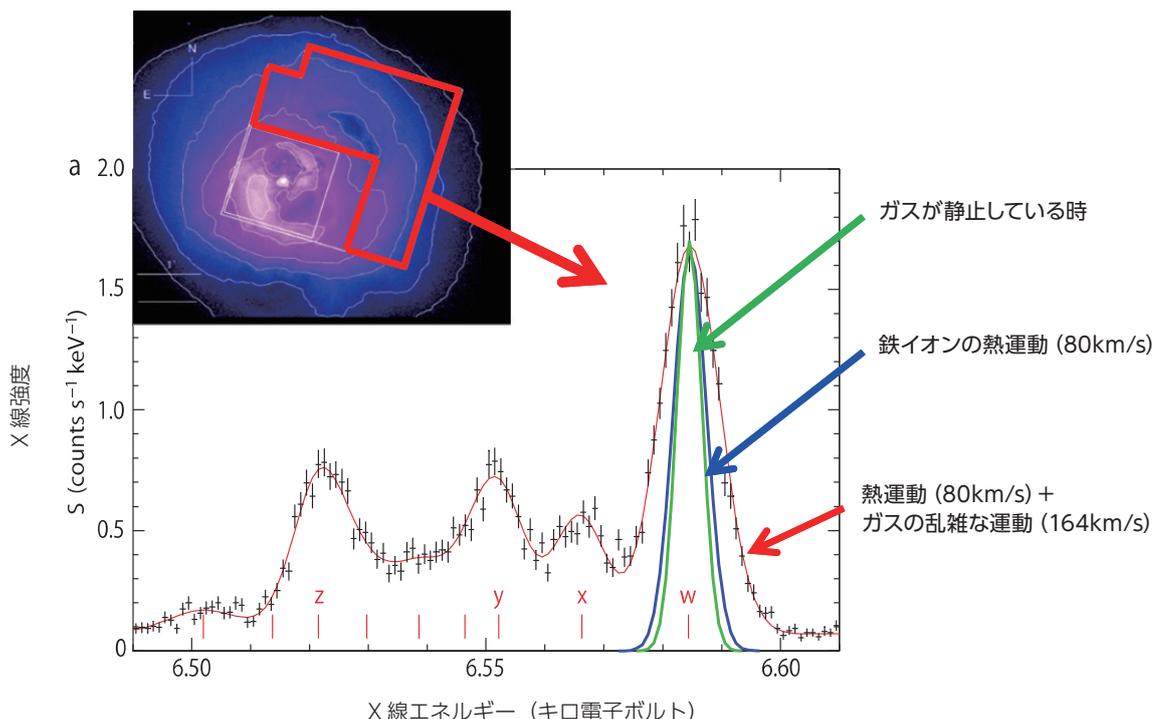
上図の「あらせ」のプラズマ波動観測は、強度の強い波動の周波数帯が時間と共に変動する電磁波を受信したことを表します。1 秒以内のコーラス波束が連なって現れることがコーラス波の特徴で、コーラス波はヴァン・アレン帯の高エネルギー電子の生成と密接に関係していると考えられています。

## 2

## 意外に静かだったペルセウス座銀河団中心の高温ガス 【X線天文衛星「ひとみ」(ASTRO-H)】

「ひとみ」初期観測において、軟X線分光検出器でペルセウス座銀河団の中心領域を観測。この結果、銀河団中心部の高温ガスは意外に静かなことが判明。*(The Hitomi collaboration, "The Quiescent Intracluster Medium in the Core of the Perseus Cluster", Nature, Vol.535(7610), pp.117-121 (2016))* (平成28(2016)年7月7日JAXAプレスリリース)

- 銀河団は数百の銀河からなる、ダークマターの重力に支配された巨大な系で、高温ガスで満たされている。中心部では、巨大ブラックホールからジェットとして大量のエネルギーが供給され、ガスの激しい乱雑運動を引き起こしていると考えられている。
- 「ひとみ」が取得したエネルギースペクトルから、高階電離した鉄の特性X線の幅を測定し、ガスの乱雑運動の速度を求めたところ、視線速度が150-200 km/sと予想外に静かなことが判明した(下図)。
- 巨大ブラックホールから吹き出すジェットが、高温ガスにぶつかり押しつけてはいるものの、その結果作り出されるガスの乱れた運動が小さいことを意味する。
- これにより、超巨大ブラックホールによる銀河団ガスの加熱という、長年の課題を解く重要な手がかりを得ることができた。また、ダークマターの質量推定に、ガスの乱雑運動の影響が小さいことを初めて示した。  
(宇宙物理学研究系)



チャンドラ衛星画像と検出器の視野

## 3

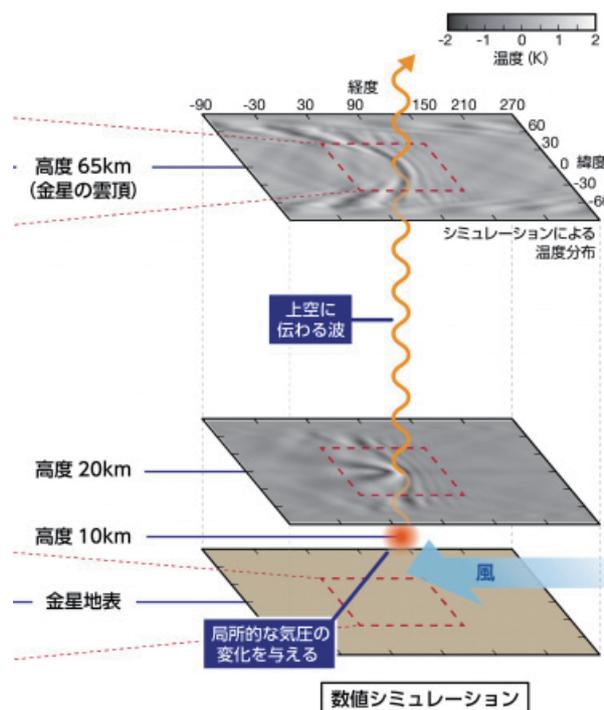
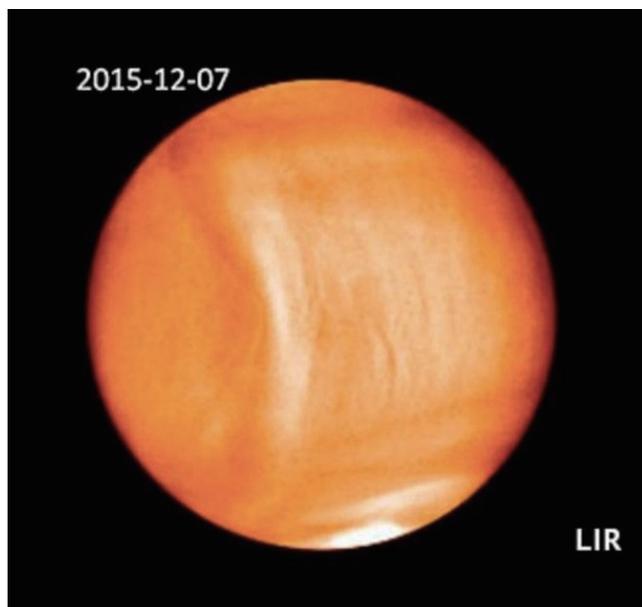
## 金星における未知の気象現象を発見

## 【金星探査機「あかつき」(PLANET-C)】

金星周回軌道からその大気を観測する「あかつき」により、世界で初めて中間赤外線での二次元観測を実施した結果、未知の気象現象を発見した。数値シミュレーションによりこの気象現象と類似の構造が生成されることを見出し、そのメカニズムに対する重要なヒントを得た。(T. Fukuhara, et al. "Large Stationary gravity Wave in the Atmosphere of Venus". *Nature Geoscience*, Vol.10, pp.85-88 (2017)) (立教大学プレスリリース 平成 29 (2017) 年 1 月 17 日)

- 平成 27 (2015) 年 12 月、金星探査機「あかつき」に搭載された中間赤外カメラ (LIR) により、南北方向に約 10,000km におよぶ弓状の模様を発見。この模様は、5 日間にわたる観測期間中、金星大気中の東風 (スーパーローテーション) の影響を受けずにほぼ同じ場所に定在していた。
- 数値シミュレーションとの比較から、下層大気の乱れを起源とする波が南北に広がりつつ上空へ伝搬し、高度 65km 付近の雲層上端では弓状の温度模様を作ると理解された。
- 模様はいったん消えたが、その後の観測により、特定の高地が特定の地方時にさしかかったときに繰り返し出現することが分かってきた。さらに、紫外イメージャ (UVI) や 2 ミクロンカメラ (IR2) にも同様の模様が存在することも分かった。このことは、金星雲頂の多波長観測から下層大気の様相が推測可能であることを示すものである。

〈太陽系科学研究系〉



平成 27 (2015) 年 12 月 7 日の LIR 観測画像に見られる弓状模様の下には、アフロディーテ大陸と呼ばれる高地が存在する。(上) コンピュータシミュレーションによって再現された高度 65km 付近の弓状の模様。金星大気の下層に大気の乱れが生じると、そこから発生した波が上空に伝搬し、高度 65km では弓なりの形に広がる。

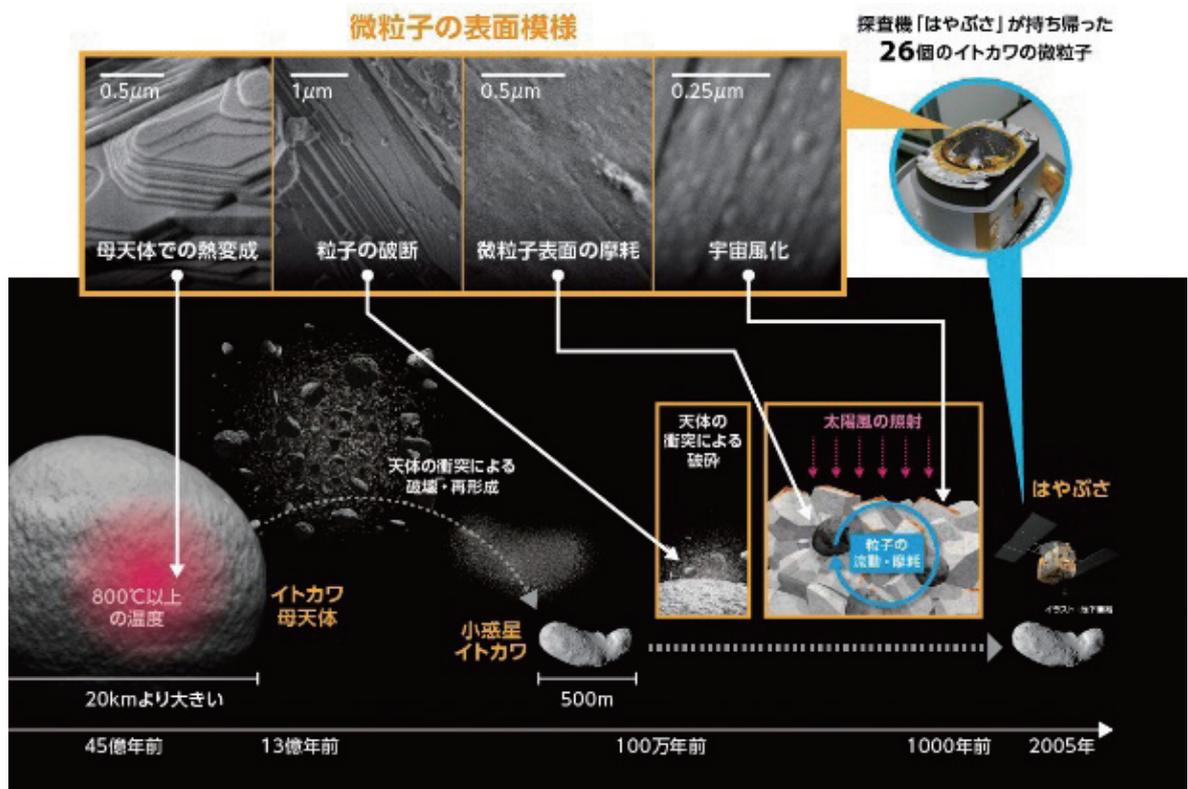
あかつき LIR が捉えた弓状の模様。およそ高度 65km での大気温度分布を示している。

## 4

## 微粒子表面の模様に残る 小惑星イトカワ 40 億年の歴史

### 【小惑星探査機「はやぶさ」採取試料による成果】

小惑星探査機「はやぶさ」が小惑星イトカワから採取し、地球に持ち帰った微粒子の表面模様を分析した結果、微粒子表面に40億年以上昔から現在に至るまでの歴史が刻まれていることを発見した。  
(T. Matsumoto, et al. "Nanomorphology of Itokawa Regolith Particles: Application to Space-weathering Processes Affecting the Itokawa Asteroid". *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol.187, pp.195-217 (2016)) (JAXA プレスリリース 平成 28 (2016) 年 6 月 22 日)



「はやぶさ」帰還粒子の表面観察で見つかった4種類の模様とそれが示す小惑星形成史との関係。粒子の表面には40億年以上昔から現在に至るまでの歴史が刻まれていることを発見した。本研究の手法は、貴重な微粒子を傷つけることなく多くの情報を得られることから、今後地球外物質を分析する際に最初に手がける必須の分析手法となる。

- 「はやぶさ」帰還試料の電子顕微鏡による詳細観察から、イトカワの形成以前の母天体内部での結晶成長の記録や、イトカワ形成後の衝突破壊や太陽風照射による宇宙風化の記録が、4つの異なる表面模様として識別できることが分かった。(上図参照)

- この観察手法は、非破壊分析であり、国際公募研究への分配以前のキュレーションで実施して試料カタログにエントリーすることが可能であり、成果創出の促進策としても活用できる。

〈太陽系科学研究系〉

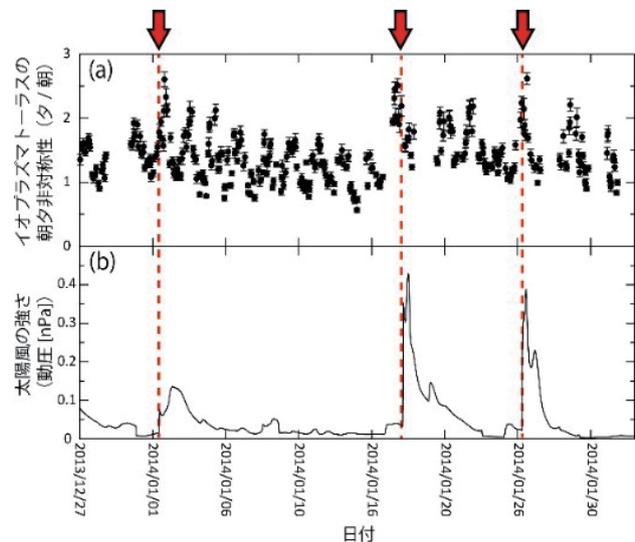
## 5

「ひさき」が明らかにした木星磁気圏での  
内部・外部結合

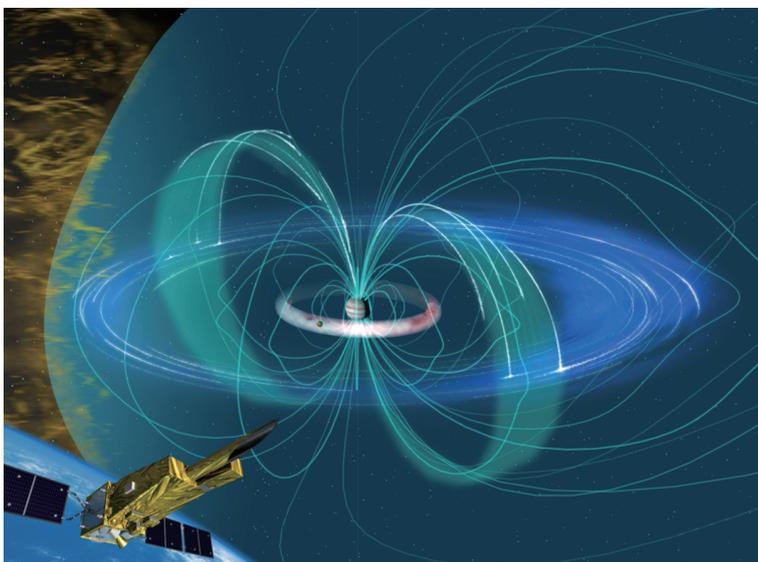
## 【惑星分光観測衛星「ひさき」(SPRINT-A)】

世界で初めて、巨大で回転する木星磁気圏の内部深くまで太陽風の影響が侵入していることを観測的に示した。これまでの定説を覆し、木星磁気圏研究に新展開をもたらす成果である。(I. Yoshikawa, et al. "Properties of Hot Electrons in the Jovian Inner Magnetosphere Deduced from Extended Observations of the Io Plasma Torus". *Geophysical Research Letters*, Vol.43(22), pp.11552-11557/G. Murakami, et al. "Response of Jupiter's inner Magnetosphere to the Solar Wind Derived from Extreme Ultraviolet Monitoring of the Io Plasma Torus". *Geophysical Research Letters*, Vol.43(24), pp.12308-12316 (2016)) (ISAS ウェブリリース 平成 29 (2017) 年 1 月 25 日)

- 巨大で強固な木星磁気圏の内部深くでは、外部からの影響は無視できると考えられてきた。「ひさき」による長期間の継続観測により、内部磁気圏に位置するイオトーラスの発光強度が太陽風動圧の変化に応答することが明らかとなった。これは太陽風の効果が磁気圏深内部に至ることを示す世界初の観測成果である (右図)。
- また、「ひさき」による木星オーロラとイオトーラスの同時観測から、オーロラの突発増光に約 12 時間遅れてイオトーラスも増光することを示した。これは、木星の内部磁気圏と、その活動性がオーロラに反映される外部磁気圏が連結することを示す。



「ひさき」が観測したイオプラズマトーラス発光強度の朝夕比 (a) と数値シミュレーションにより推定された太陽風動圧 (b) の時間変化。太陽風動圧の上昇にイオプラズマトーラスがはっきり応答している様子が捉えられている。



- これらは、木星巨大回転磁気圏の内部深く (イオトーラスの位置) まで、外からのエネルギー伝搬過程が存在することを示すものである。

〈太陽系科学研究系〉

木星の内部磁気圏と外部磁気圏が連結しているイメージ図  
(<http://www.isas.jaxa.jp/home/sprint-a/>)

## 6

## 「ひさき」が明らかにした木星オーロラの本質 【惑星分光観測衛星「ひさき」(SPRINT-A)】

木星オーロラの駆動源として、衛星イオからのプラズマが蓄積するという内部要因と太陽風変動という外部起源があり得る。木星オーロラの挙動が、その二つのハイブリッドで理解できることを「ひさき」のデータが明かに示した。(H. Kita, et al. "Characteristics of Solar Wind Control on Jovian UV Auroral Activity Deciphered by Long-term Hisaki EXCEED Observations: Evidence of preconditioning of the magnetosphere?". *Geophysical Research Letters*, Vol.43(13), pp.6790-6798 (2016)) (GRL ハイライト 平成 28 (2016) 年 9 月 26 日)

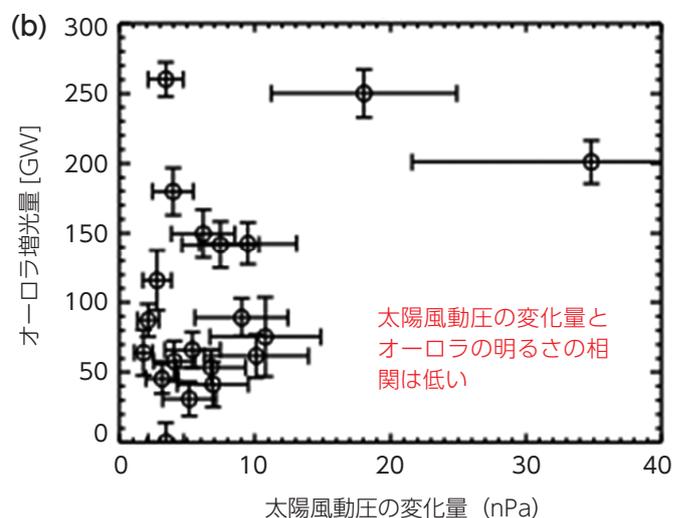
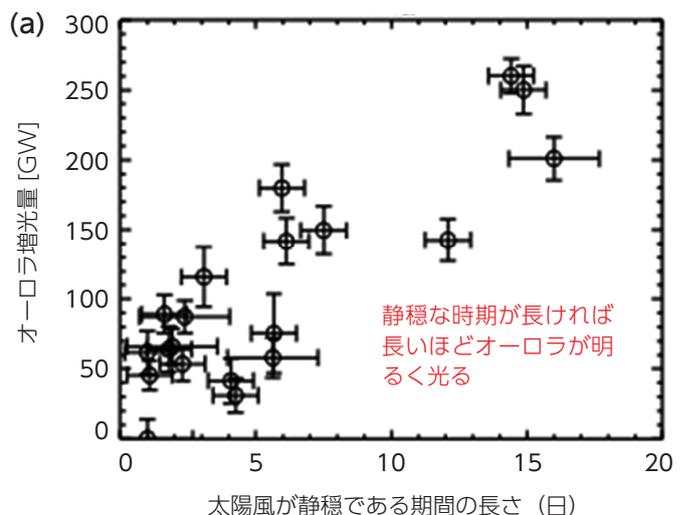
■ 地球のオーロラは太陽風で駆動されるが、木星では衛星イオの火山という内部ガス源があり、そのガスを外に捨てる過程でオーロラが発生するという内部駆動が有り得る。

■ 「ひさき」による長期継続的な木星オーロラ観測を活かし、オーロラ発光強度と太陽風の時間変動を比較した結果、太陽風変動がトリガーとなるオーロラについて、その突発的増光度が太陽風動圧の増加量ではなく、増加前の静穏期間の長さによって強く依存していることを発見した。

■ この結果は、磁気圏内に衛星イオから放出されて蓄積したプラズマの量が多いほど、より強いオーロラを太陽風変動でトリガーされた時に光らせることを示す。これは木星磁気圏の本質を示す重要な成果である。

〈太陽系科学研究系〉

「ひさき」観測による増光時のオーロラ強度変化量と数値シミュレーションにより推定された太陽風の静穏期間の長さ(上)および太陽風動圧の変化量(下)との関係。上図は相関が高く、下図は相関が低いことがわかる。

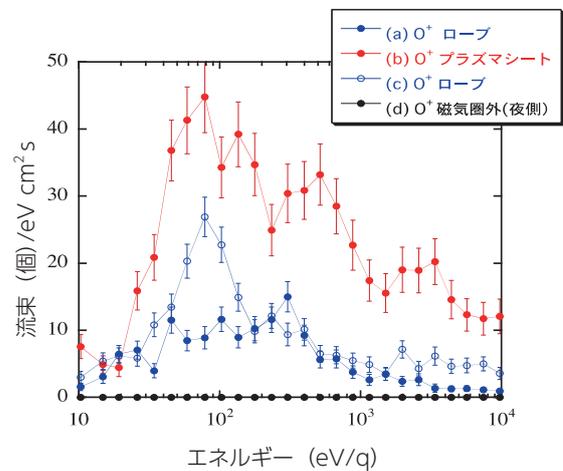


## 7 月面の粒子に入り込む地球由来の酸素 【月周回衛星「かぐや」(SELENE) 観測データによる成果】

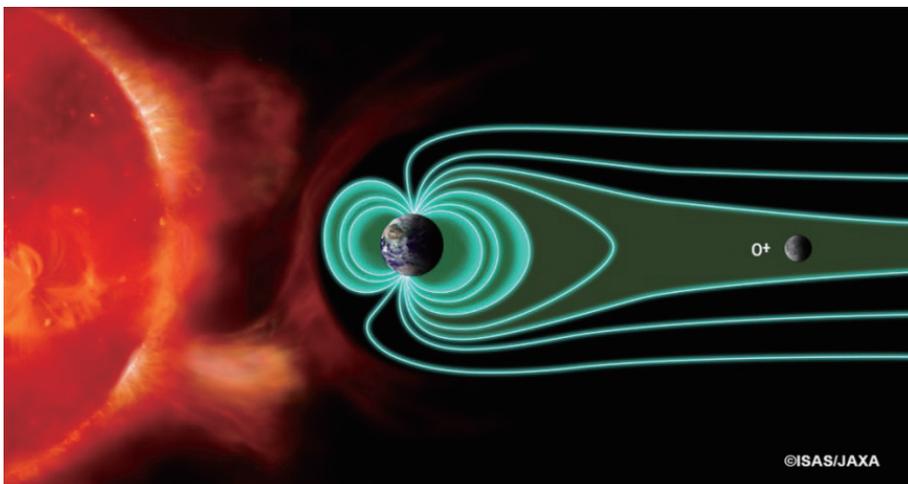
月周回衛星「かぐや」による酸素イオンの計測から、地球の高層大気から流出した酸素イオンが月面の粒子に入り込むことができるエネルギーをもつことがわかった。月面物質は複雑な酸素同位体比を示すことが知られているが、長年、原因を特定することができなかった。本研究成果はこの謎を解明することにつながる成果である。(K. Terada, et al. "Biogenic Oxygen from Earth Transported to the Moon by an Wind of Magnetospheric Ions". *Nature Astronomy*, Vol.1, 0026 (2017))

- 「かぐや」が地球の高層大気由来と考えられる酸素イオンを検出。この酸素イオンが地球から月の方向に向かって流れていた。
- さらに、月表面の粒子に入り込むことができるほど比較的高いエネルギーを持っていることも明らかにした。地球大気から流出した酸素イオンのエネルギーを測定できたことは、今後の地球-月系の相互作用を理解する上で重要な成果である。
- また、過去の研究で示されている「月の表層のやや浅い箇所は $^{16}\text{O}$ が少ない」といった複雑な酸素同位体比の振る舞いについての未解決問題にも、解明の糸口を与えた。すなわち、この複雑な酸素同位体比は地球由来の酸素が影響を及ぼしている可能性を示すものである。

〈太陽系科学研究系〉



「かぐや」が月周辺で観測した酸素イオンのエネルギースペクトル。あるエネルギー(横軸)を持つ酸素イオンがどれだけの流束(縦軸)を持つのかを示した図。磁気圏内に月がある時(赤線、青線)、100V以上の電位差で加速された酸素イオンが多く検出される。これは、地球大気起源の酸素原子が磁気圏内でイオン化され加速されて、月表面に打ち込まれる現象が起きていることを示す。



太陽と地球磁気圏と月の位置関係の概念図(黄道面から見たところ)

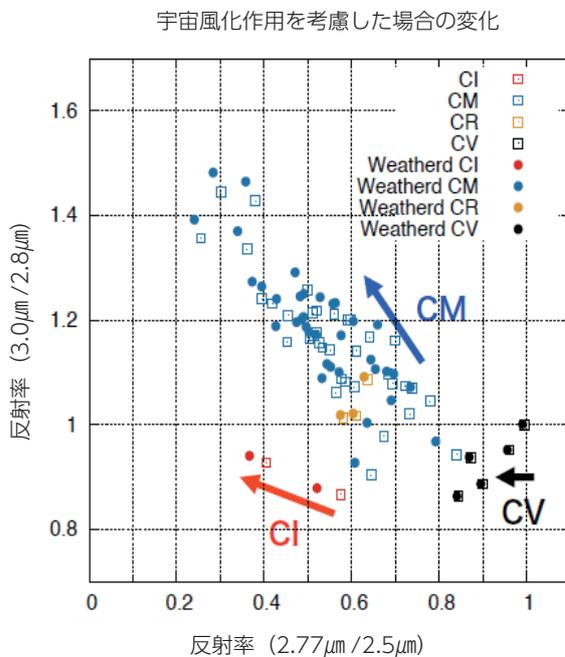
## 8

## C型小惑星での宇宙風化を解明

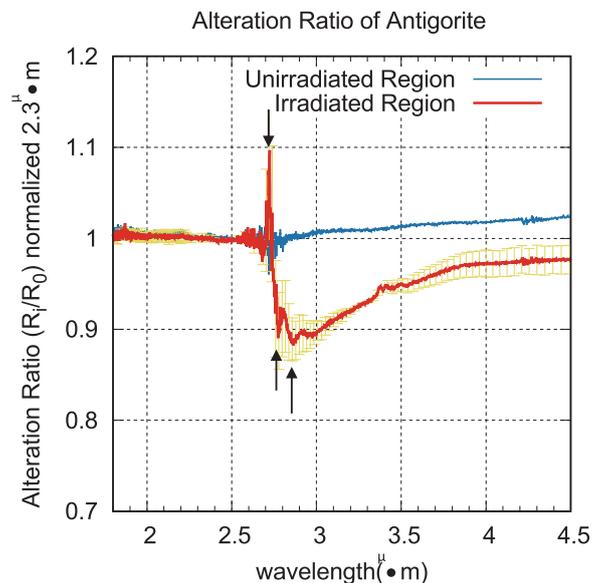
「はやぶさ2」の探査対象である始原的小惑星表面における宇宙風化に関する理解の深化。  
(総合研究大学院大学物理学宇宙科学専攻, 博士論文, 平成29(2017)年3月)

- 小惑星を撮像観測する際には、その表面を観測するので、表面物質の宇宙風化による変成に注意する必要がある。特に、炭素質隕石の母天体（C型小惑星：「はやぶさ2」の探査対象でもある）での宇宙風化は未解明であった。
- C型小惑星を代表する含水鉱物に太陽風を模したプロトン照射し、鉱物中でのOH/H<sub>2</sub>Oの存在形態の変化を明らかにした。SiOHという形態は高温においても安定であり、小惑星が太陽系外側から内側へと水を輸送する際の水の保持に重要な役割を果たした可能性を見出した。
- はやぶさ2では近赤外線分光計による反射スペクトルデータから小惑星表層物質の鉱物同定を行うが、スペクトルが宇宙風化で変化してしまうと鉱物同定に支障が生じかねない。今回の実験結果から、C型小惑星で期待される含水鉱物スペクトルの宇宙風化による変化を見積もることができた。宇宙風化により、隕石タイプの識別に影響があるが（左下図中の矢印方向に変化）、はやぶさ2の対象惑星で予測される変化は限定的で、指標とする波長の選択により鉱物同定が可能であることを明らかにした。

〈太陽系科学研究系〉



鉱物の分光観測上の特徴が宇宙風化によってどのように変化するかを示したもの。横軸縦軸は反射スペクトルの2波長間の強度比を示す。OHの特徴的な吸収バンドは2.77および2.8 $\mu\text{m}$ にあり、H<sub>2</sub>Oは3.0 $\mu\text{m}$ に現れるため、両者の吸収特徴の現れない2.5 $\mu\text{m}$ も含めた波長での強度比を取ることによって隕石タイプ識別が可能になる。



水素イオン照射前後の反射スペクトルの変化量。水素イオン未照射の反射スペクトル①を基準とし、未照射の反射スペクトル②と照射済の反射スペクトルの比を取っている ( $R_{\text{after}}/R_0$ )。水素イオン未照射の反射スペクトル同士の比は、ほぼ変化はなくフラットである (青色)。それに対し、未照射と照射済の比は3 $\mu\text{m}$ 付近に反射スペクトルの変化がみられる (赤色)。この変化は、照射によりOH基やH<sub>2</sub>Oが形成したことを意味し、特にスパイク形状を示した波長から照射Hの取り込まれ方が解明された。

## 9

微小重力実験が明らかにする  
宇宙ダストの核生成過程

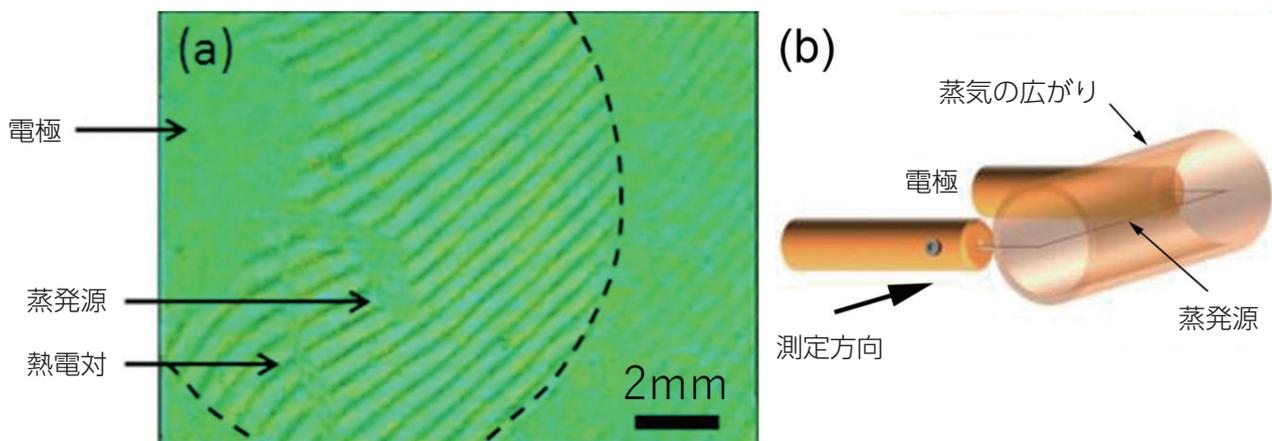
鉄を含む宇宙ダストは特に固体惑星の形成の要となる。観測ロケット実験によって宇宙における鉄の主要な存在形態は金属ではないことを明らかにした。(Y. Kimura, et al. "Pure iron grains are rare in the universe". *Science Advances*, Vol.3, e1601992 (2017))

宇宙ダストの組成やサイズ・質量などの知見を得ることは、星・惑星系の形成と進化や銀河進化を解明するための土台となる課題である。北海道大学低温科学研究所、ISAS/JAXA、国立天文台理論研究部等で構成される学際的な研究チームは、宇宙ダスト構成物質として、(1) 晩期型巨星で生成する鉄、(2) 太陽系天体の材料であるシリケートやアルミナなどの酸化物、(3) 星間物質の主要成分の一つである炭素質物質に注目し、それらの核生成の過程と生成微粒子の組成・構造等を観測ロケットによる微小重力実験で明らかにする計画を進めている。

これまでの銀河系内天体に対する観測を用いた研究では、ダスト粒子中の鉄は酸化鉄、炭化鉄、硫化鉄として含まれていると考え、銀河系円盤の星間空間に存在するはずの鉄の量に足りないということが示されていた。そこで研究チームは、金属鉄として星間空間に存在する可能性を検証するために観測ロケット S-520-28 実験を行った。本実験では、ロケットの放物線飛行中に、密閉容器の中で温度約 2230K の鉄の蒸気を発生させてその冷却過程をその場測定した。

取得データの解析により、鉄の気体が固体になる際の分子同士の付着確率は従来考えられてきた 100% ではなく、0.002% 程度と小さいことを明らかにした。この結果は、銀河系円盤の星間空間では殆どの鉄は金属粒子として存在するはずであるという主流の考えを否定するものである。

〈学際科学研究系〉



S-520-28 実験結果の例。蒸発した鉄が核生成する際のガスの温度と濃度を独自開発の光学系によりその場測定した。(a) 得られた画像、(b) 測定方法の概略図。微小重力環境では鉄蒸気が蒸発源から同心円状に広がりがりながら冷えて(左図の破線の内側)、固体微粒子になった。

## 10

## アストロバイオロジー「たんぽぽ計画」試料の 第一回地球帰還、初期分析、詳細分析

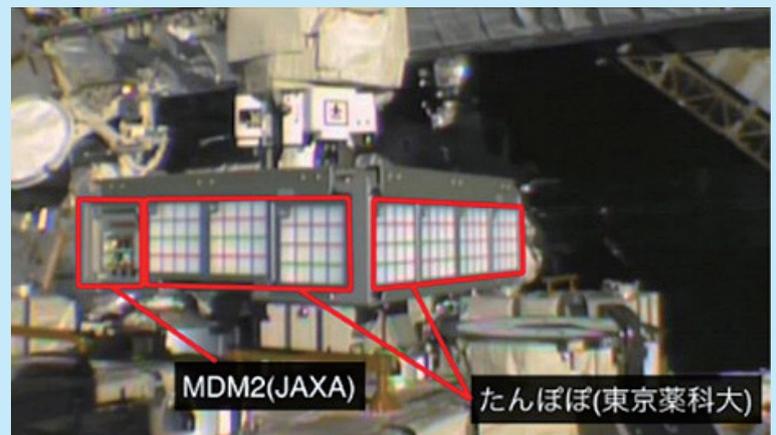
国際宇宙ステーション曝露部に一年間設置したエアロゲル捕集装置により地球低軌道での宇宙塵の捕集、および微生物・有機物曝露装置により、地球起源の放射線耐性菌の生存確認に成功した。(矢野創ほか, “たんぽぽ軌道上運用と初年度補集試料の初期解析の現状”. 山岸明彦ほか, “たんぽぽ計画の概要と初年度曝露試料の初期解析の現状”. 第17回宇宙科学シンポジウム, 平成29年1月)

「地球生命の原材料となる有機物を含む宇宙塵の地球への到達」と「地球生命が惑星間を移動する可能性」を検証することを目的とした、日本初のアストロバイオロジー宇宙実験「たんぽぽ計画」が、平成27年からISSきぼう曝露部にて運用されている。

1年間の宇宙曝露後に、平成28年夏に地球へ持ち帰った第1回エアロゲル補集装置の初期分析を実施したところ、100ミクロン以上の超高速衝突痕を68個同定した。三軸姿勢制御されている低軌道衛星であるISSの宇宙面（地球側とは反対の面）には地球周回微粒子（スペースデブリ等）が到達しがたいため、彗星・小惑星等を由来とする宇宙塵を選択的に捕集できていることを実証した。現在、宇宙塵に含まれている有機物等の詳細分析が進行中である。これにより、日本ではSFU衛星以来約20年ぶりに、地球低軌道微粒子環境の直接計測データが更新された。

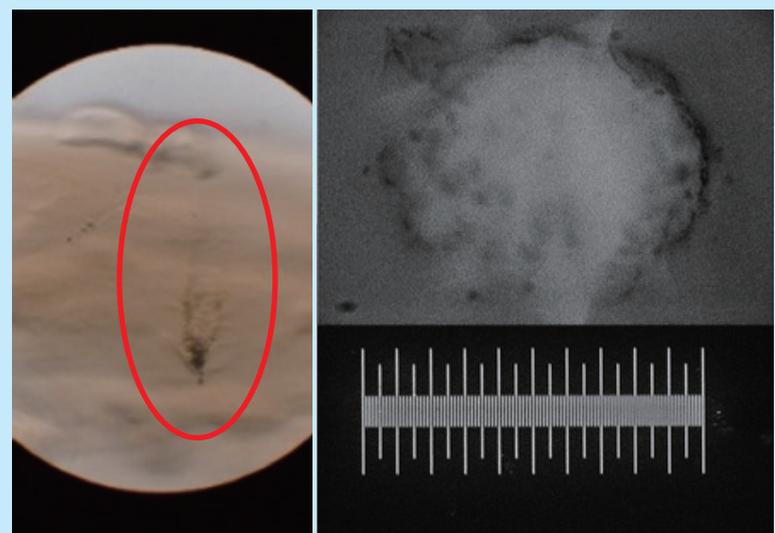
また、成層圏で発見されている放射線耐性菌を、微生物・有機物曝露装置に搭載したところ、凝集体になると1年以上の宇宙曝露を経ても生存率が高いことを発見した。

〈学際科学研究系〉



ISS曝露部に設置された「たんぽぽ」エアロゲル捕集装置  
©JAXA/NASA

- (左) エアロゲルから抽出された紡錘型超高速衝突痕（赤丸内）
- (右) 三次元測定を行った宇宙塵起源のお椀型超高速衝突痕（目盛りは全長1mm）



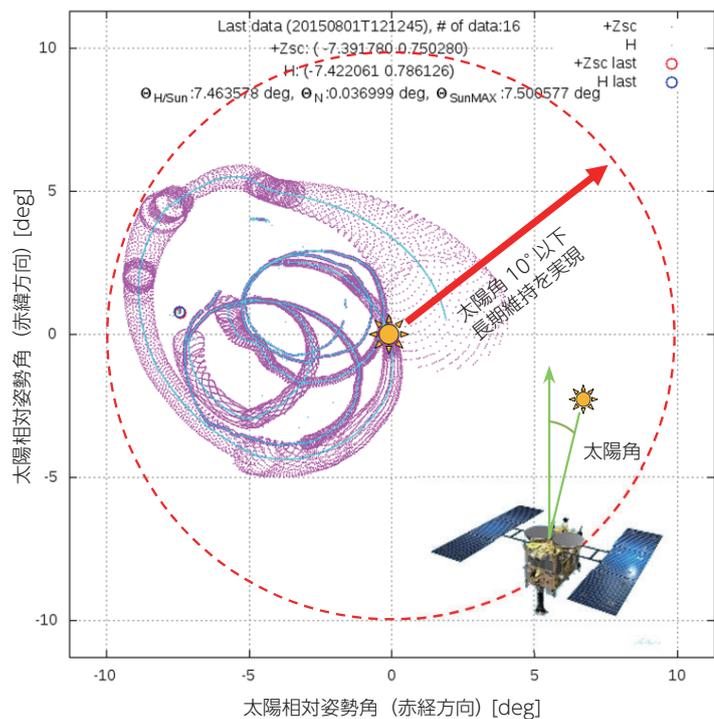
## 11

## 太陽光圧を積極利用した姿勢制御手法の実用化 【IKAROS・はやぶさ2運用における成果】

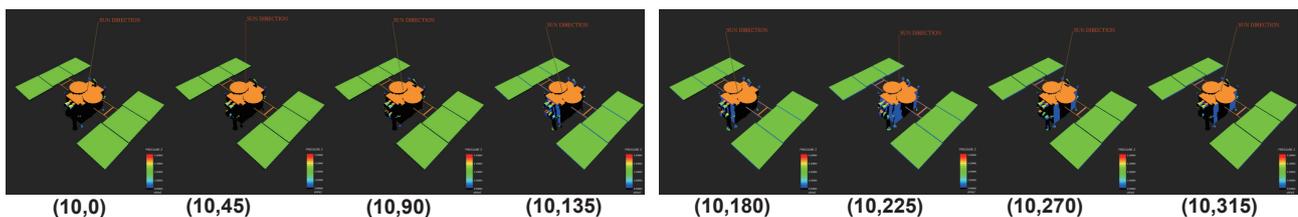
世界初のソーラーセイル機 IKAROS の成果から、探査機に当たる太陽光の光圧による擾乱を積極利用することにより、燃料を使うことなく姿勢を制御できる手法を開発。「はやぶさ2」で適用し実証した。  
(G. Ono, et al. "Generalized Attitude Model for Momentum-Biased Solar Sail Spacecraft". *Journal of Guidance, Control and Dynamics*, Vol.39(7), pp.1491-1500 (2016))

- 世界初の小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」(2010年5月21日H-IIAロケットにて打ち上げ)の運用で得られた知見を基に、複雑形状の探査機に太陽光が当たった際に生じる運動を定式化し、数少ないパラメータであらゆる探査機の運動を表現できることを証明した。運動特性や姿勢安定性などの実用上重要な性質を導出し、太陽光圧を受ける探査機の姿勢運動を体系的に理論化した。
- 2014年12月3日に打ち上げられた小惑星探査機「はやぶさ2」(現在、C型小惑星「Ryugu」(リュウグウ)に向け飛行中。2018年に小惑星に到着し、探査、サンプル採取ののち、2020年末に地球に帰還予定)の航行に適用し、従来の探査機が不可能だった無燃料での長期太陽指向姿勢維持を実現し、実運用への適用性を実証した。また「はやぶさ2」への適用により、運用負荷軽減・制御アクチュエータの温存化・惑星間航法精度の向上等、本制御手法の特性に起因する副次的な利点を引き出せることを示し、本手法の実用性を実証した。
- この結果は、ソーラーセイルに限らず深宇宙ミッションの設計に寄与する成果である。

〈宇宙飛行工学研究系〉



本手法の適用で実現されたはやぶさ2の長期無燃料太陽指向



様々な姿勢での探査機に作用する太陽光圧の数値評価例  
※カッコ内は、太陽方位角 ( $\theta$ ,  $\phi$ ) を表す

## 12

## ASTRO-H における高精度大型構造システムの研究開発

## 【X線天文衛星「ASTRO-H」開発における成果】

10m を越え、かつ伸展構造物を有する大型衛星の構造システムにおいて、世界においても優れたアライメント性能を実現した。(石村康生ほか, “ASTRO-H (ひとみ) 搭載機器のアライメント性能”. 第25回スペース・エンジニアリング・コンファレンス, 平成28(2016)年12月)

■ X線天文衛星 ASTRO-H は、焦点距離 5.6m の軟 X線望遠鏡と焦点距離 12m の硬 X線望遠鏡をあわせ持ち、それらを含む計 6 台もの観測機器に対して高いアライメント精度を実現することが構造的な技術課題であった。

■ 特に、異なる焦点距離を有する機器の相対アライメントの実現には、製造・調整時の誤差の低減に加えて、構造システムの高い形状安定性が必要である。具体的には、機械環境試験や打ち上げ荷重に対して発生するアライメント誤差、軌道上の熱変形や脱湿変形をきわめて小さく抑える必要があった。

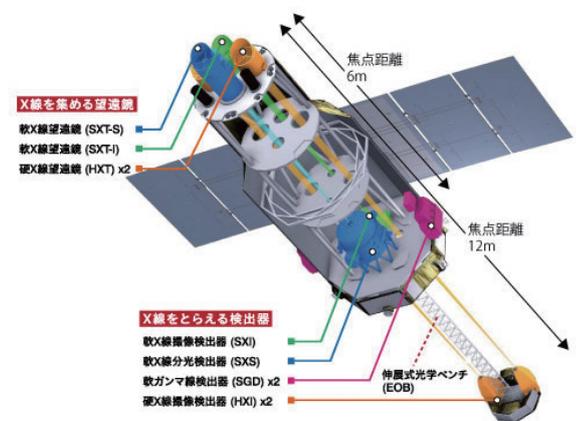
■ まず、地上重力下での試験検証が困難な大型柔軟構造物を含むシステムのアライメントを、観測機器の特性を考慮しつつ、分割管理する方法を考案した。

■ さらに、地上試験においては、各誤差要因を独立に評価する必要があり、既存の計測機器では精度の観点で対応が困難であった。そこで、独自に開発した計測システムを利用すると同時に、新たな高精度な試験方法を開発した。

■ 熱変形については、システム全体として低熱変形となる材料選択および設計を行い、熱変形の高精度かつ効率的な解析評価方法を構築し、軌道上での低熱変形を実現した。

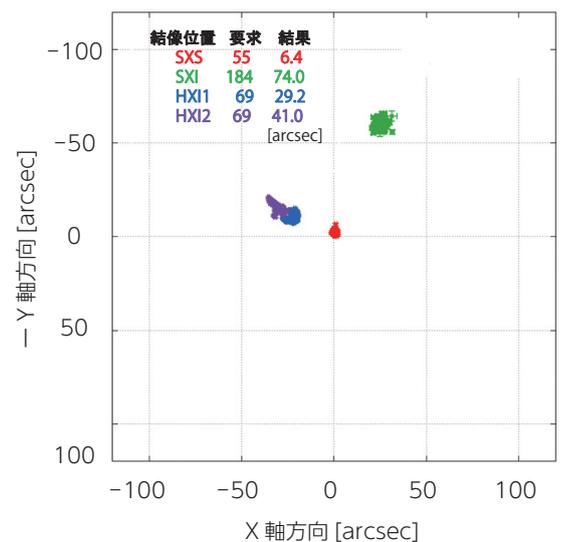
■ 以上をもって、右図に示すような軌道上において優れたアライメント性能を実現した。

〈宇宙飛行工学研究系〉



ASTRO-H

6 台の観測機器の配置



ASTRO-H 軌道上でのアライメント性能

Crab 観測時における各検出器上での観測天体の結像位置を示す。理想状態が原点で、結像位置の広がり観測時の揺らぎを示す。要求値に対して十分小さいアライメント誤差を実現した。

## 13

## 大気圏突入用展開型柔軟エアロシェルに関する研究開発

惑星探査機に活用できるエアロシェルの実現を目指し、地球低軌道からの帰還や火星突入に応用可能な展開型柔軟エアロシェルの設計製造技術を確立した。(山田和彦ほか, "大気圏突入用展開型柔軟エアロシェルの研究開発とその応用", 第60回宇宙科学技術連合講演会, 平成28(2016)年9月)

- 現在、宇宙研では、サンプルリターンミッションや惑星着陸ミッションなど大気圏突入技術を必要とするミッションが多く検討されている。それらのミッションの自由度を高め、魅力的なミッションを実現するために期待されている技術の一つに、大気圏突入用の展開型エアロシェル技術がある。
- 平成24年度以降、評価方法や試験設備の整備から取り組み、平成28年度には、火星表面探査等の実ミッションに応用できるサイズ、材料、製造手法でプロトタイプモデルを製作し、気密試験、耐圧試験、空力構造強度試験、耐熱試験を経て、要求性能を満たすものを完成させた。(下図)



プロトタイプモデル  
〈模型の主要なスペック〉  
\*外直径 2.5m  
\*チューブ直径 15cm  
\*総重量: 4.7kg  
\*気室材料: ポリイミド  
(使用温度 500°C)  
(耐熱性能~ 120kW/m<sup>2</sup>)

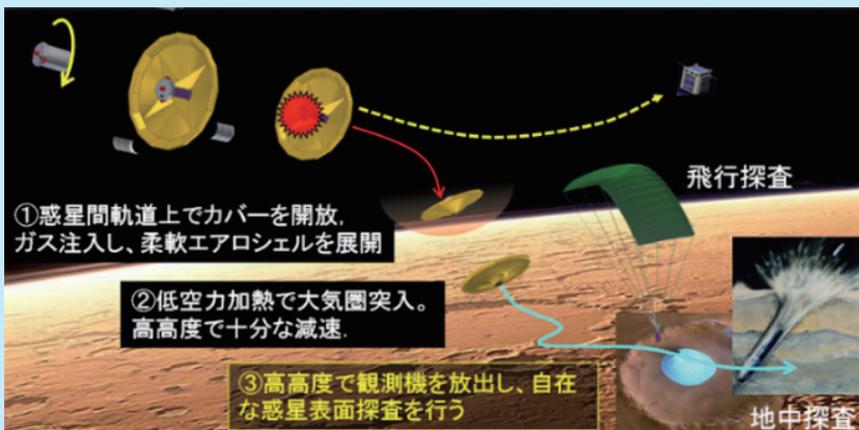


プロトタイプモデルの耐空力荷重試験(低速風洞試験)の様子



完成した超小型衛星 EGG (収納状態と展開状態)

- また、この技術を基に、展開型柔軟エアロシェルを有する超小型衛星 EGG を東大他と連携して開発し、平成29年1月にISSから放出してエアロシェルの展開にも成功した。(左図)



- 大気圏突入用展開型エアロシェルは、惑星探査機を小型にでき、これまでの大気圏突入機にはない特徴(高効率な減速性能)を有するため、新しい惑星探査(多数分散型の探査など)につながる成果である。  
(宇宙飛行工学研究系)

# 14 マイクロ波イオンエンジンの 旋回トルク発生機構の解明

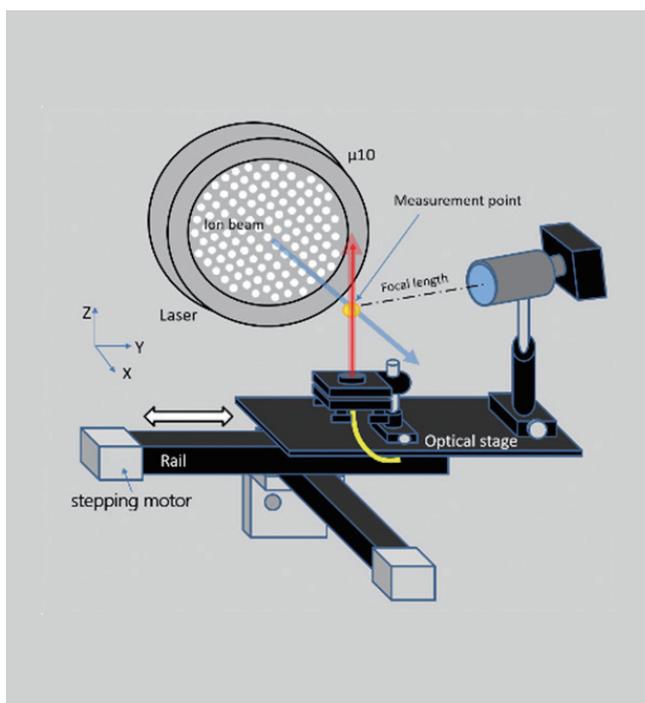
イオンエンジンの推力軸を中心に発生するトルクのメカニズムを地上試験設備を用いて世界で初めて定量的に評価することに成功した。(月崎竜童ほか, “レーザ誘起蛍光法によるマイクロ波放電式イオンスラスタ $\mu 10$ の旋回流計測”. プラズマ応用科学誌, Vol.23(2), pp.69-74, 2016))

■ 小惑星探査機「はやぶさ」を始めとするイオンエンジンの本格的な宇宙運用を通じて、推力軸回りにトルクが発生することが確認された。確認されたトルクは小さいものの、イオンエンジン特有の長時間運用により、最終的にリアクションホイールや化学スラスタのマヌーバによってキャンセルする必要がある。このような制約はイオンエンジンのさらなる宇宙利用の妨げとなっている。

発生するトルクは小さいため、これまで直接測定は困難であった。またその発生メカニズムは、イオンエンジンのイオン加速部の機械的精度によるミスアライメントなどが可能性として挙げられたものの、特定されていなかった。



イオンエンジンのトルク (イメージ)



■ そこでレーザ誘起蛍光法によるイオン速度測定を用い、初めて定量的に評価することに成功した。この結果、イオン加速部分の機械的精度によるミスアライメントの効果は確認されたものの、その効果は定量的に小さいことが判明した。主な原因として、新たにイオンエンジン内部の磁石によるローレンツ力とドリフトが旋回トルクの主たる発生原因であることを突き止めた。本成果により、イオンエンジンの利便性が向上し、宇宙探査機等への適用においてさらなる運用性向上が期待される。

〈宇宙飛行工学研究系〉

レーザ誘起蛍光法による旋回速度計測

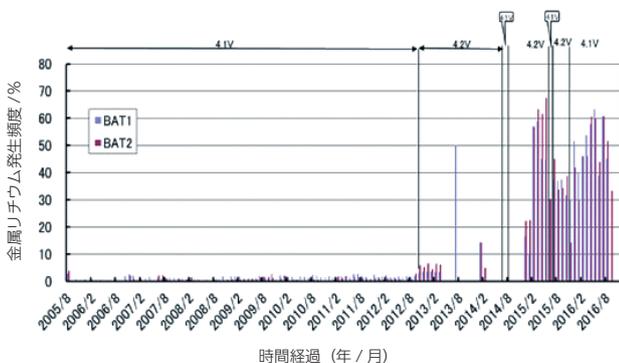
## 15

## 「れいめい」衛星によるリチウムイオン電池の特性評価 【小型高機能科学衛星「れいめい」(INDEX)】

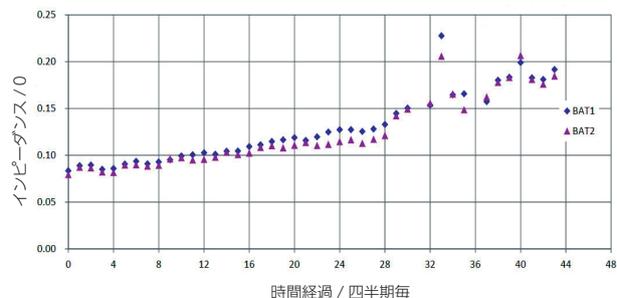
軌道上で11年運用中の「れいめい」の運用データを用い、解析による電池の安全性にかかる内部状態推定を実施した。地上/宇宙利用を問わず他に類を見ない長期運用データに基づく電池内部での金属リチウム生成の傾向や、内部反応抵抗の増加傾向の取得に成功した。(ESPC 2016 -11th European Space Power Conference, Thessaloniki (Greece), 3-7 October 2016. 他.)

- 2000年代に入り、宇宙機へのリチウムイオン二次電池の適用が進んだ。その中でも、平成17(2005)年に打ち上げられた小型衛星「れいめい」は、リチウムイオン二次電池を搭載した衛星であり、かつ地球低軌道に投入されて運用が継続されている数少ない衛星の一つである。軌道上で11年、600,000サイクル以上の充放電を行っている。
- 宇宙では、今、デブリを少なくするための努力が進められている。リチウムイオン二次電池は高エネルギー密度であるが故に、宇宙機を飛散させる可能性を秘めたデバイスの一つとみなされている。
- 「れいめい」は、今、各国の宇宙機関から宇宙での長期運用の末にどのような状態に帰着するのか、またそれを軌道上データから理解しうるのかを調べる対象として注目されている。重力の影響を受けない宇宙では、地上と異なる化学現象が起こりうるため、軌道上の実データは極めて貴重である。
- JAXAでは、東京理科大学の協力をうけつつ、「れいめい」衛星の内部状態を、限られた運用データからの解析により理解する試みを進めてきた。特に、電池の反応に関わる内部抵抗が徐々に増加しつつある傾向を理解し、また電池内部で金属性の高いリチウムが生成する頻度が近年高まっている傾向を把握することに成功しつつある。

〈宇宙機応用工学研究系〉



金属リチウム発生の可能性頻度の推移



「れいめい」バッテリーの内部反応にかかる抵抗推移

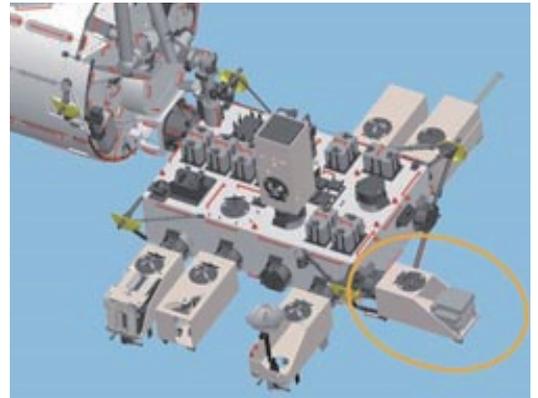
## 16

## CALET の軌道上校正と観測の推進

【ISS 搭載機器 CALET (高エネルギー電子・ガンマ線観測装置)】

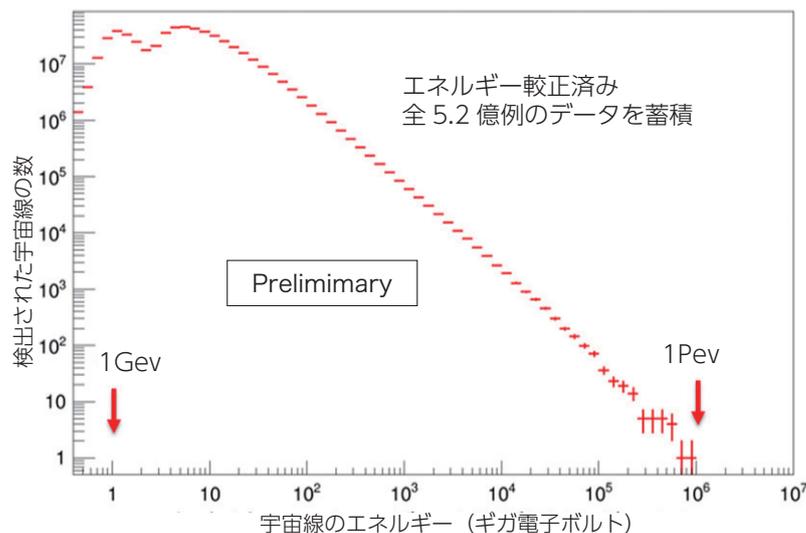
平成 27 (2015) 年 8 月に日本実験棟「きぼう」船外実験プラットフォームに搭載された CALET は、機上データを用いた系統的なエネルギー校正により目標精度を達成。宇宙線およびガンマ線バーストのデータ蓄積を順調に進めている。(Y. Asaoka, et al. "Energy Calibration of CALET Onboard the International Space Station", *Astroparticle Physics*, Vol.91, pp.1-10 (2017))

- 機上校正の結果、6 桁のエネルギー範囲 (1 ギガから 1 ペタ電子ボルト) にわたり、分解能 2% (>100 ギガ電子ボルト) を得るのに十分なエネルギー精度を達成した (下図)。
- 平成 28 (2016) 年 1 月より定常運用に移行し、安定した観測を継続。データの蓄積を進め、10-1000 GeV での電子選別による電子候補のエネルギースペクトルの測定、高エネルギー宇宙線の電荷分布の測定 (原子番号 1-40)、ガンマ線バーストの観測等で、成果を生み出しつつある。
- 初期観測から新たな成果も得られており、バンアレン帯から大量の放射線電子が数分間にわたって集中的に降り注ぐ「電子の集中豪雨」現象が、国際宇宙ステーションでも起きていることを初めて明らかにした。
- また、米国 LIGO チームによる 2 例目の重力波イベント GW151226 に対し、X 線・ガンマ線の上限を決定し、重力波の起源がブラックホール合体とする説を支持する結果を得た。



国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」船外実験プラットフォームに搭載された CALET (黄丸)

〈宇宙物理学研究系〉



2015/10/13 - 2017/1/31 (447 日間) の観測で得られた  
1 GeV - 1 PeV での全宇宙線イベントの観測エネルギー分布

# 17 相模原キャンパスに新工作室が誕生

## 【先端工作技術グループ】

2016年度から相模原キャンパスに新たに、先端工作技術グループが発足した。本グループの誕生により「インハウス」での「ものづくり」を推進し、「試作検討過程」をより充実させて、全 JAXA の新規ミッション・プロジェクトの立ち上げや研究開発成果の最大化を図る。



新工作室



宇宙ナノエレクトロニクス CR

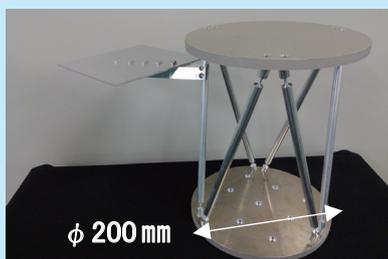
従来、機械工作とナノエレクトロニクスは機能が分散されていたが、宇宙における先端加工技術を担う 1 つのグループとして 2016 年度に統合した。統合にともない、現行の汎用工作機械主体の工作室に加え、新たに 5 軸マシニングセンタ、NC 複合旋盤、ワイヤー放電加工機等を導入し、高度な形状加工を実現していく新工作室を併設した。最新鋭工作機械を用いての「ものづくり」を専門に行うスタッフも 16 年度は 2 名が着任し、17 年度は更に 2 名が着任する。

たとえば機械設計や機械加工に不慣れなユーザーでも、真空・低温・接合、表面処理技術などに熟知した専門スタッフと一緒に、装置作りや製作の初期検討段階から、実際の製作イメージを見ながら取り組むことが可能になった。またメーカーからの納品物も、接触式三次元測定機により、JAXA 内で加工精度の検証が初めて可能になった。ナノエレクトロニクス分野では国内最高レベルのクリーン度（クラス 1）を誇るクリーンルームに加え、イオンエッチング装置、電子露光装置、RF デバイス用スキャナ、成膜装置などのプロセス装置を配備し、電子デバイス、集積回路の開発も進行中である。グループの活動を通じ「ものづくり」のノウハウや技術の蓄積を継続して行い、製作加工技術の向上を通じて、宇宙航空分野の発展に寄与する。



接触式三次元測定機

### 新工作室での製作事例



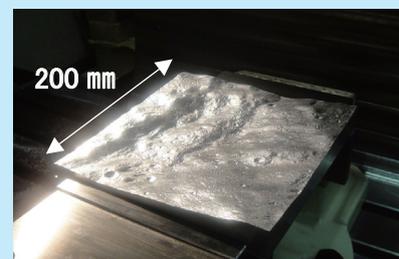
φ 200 mm

熱真空試験供試体



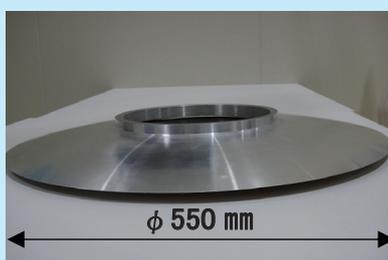
φ 400 mm

MMX サンプル回収容器



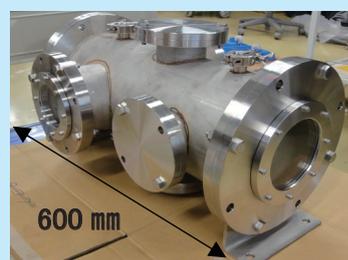
200 mm

月面 3D モデル



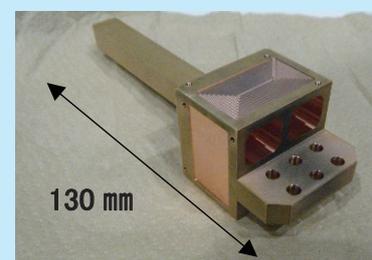
φ 550 mm

再使用ロケット燃料タンク口金



600 mm

真空実験容器



130 mm

電子顕微鏡用スノート

## II. 概 要

### 1. 沿 革

宇宙科学研究所（ISAS）は宇宙航空研究開発機構（JAXA）の中であって、宇宙科学研究を推進する我が国の中核機関として、大学等の機構外の研究機関と協力して宇宙科学研究を遂行している。ここで宇宙科学研究とは、大気の上層部あるいは大気外に出ることで実現可能となる科学研究領域、および、そのような研究活動を可能とするための研究と定義される。従って、宇宙空間に出ることで可能となる理学的研究、工学的研究、さらにこれらを可能とするための地上研究を含む総合的な研究である。ISASは、JAXAへの統合以前から有していた大学共同利用の仕組みを維持・発展させ、研究所の意思決定に反映するとともに、その枠組の中で宇宙科学プロジェクトを実施し、同時に、研究領域の育成、宇宙科学プロジェクトの育成と立ち上げを行なっている。また、大学等と等質な研究を行う研究機関として、自ら宇宙科学の学術研究を実施している。

その沿革は、2003年10月1日に、それまで我が国における宇宙及び航空の分野において独自に研究活動を行ってきた宇宙科学研究所、宇宙開発事業団、航空宇宙技術研究所の3機関の力を結集し、宇宙科学研究、宇宙開発及び航空科学技術を一段と効率よく効果的に推進する体制を構築するため、これらの機関を統合し、宇宙航空研究開発機構（JAXA）という単一の機関が独立行政法人として設立された。JAXAの中で、大学共同利用の機能を実体的に担い宇宙科学の発展及び大学院教育に資する部門として、当初宇宙科学研究本部が設置されたが、2010年4月1日より宇宙科学研究所に名称が変更された。

日本の宇宙開発の端緒は、東京大学生産技術研究所内に結成されたAVSA研究班が1955年に行ったペンシルロケットの発射実験により開かれた。その後東京大学航空研究所（1918年に東京帝国大学航空研究所として設置、1946～1958年東京大学理工学研究所、1958年より東京大学航空研究所）と、東京大学生産技術研究所観測ロケット関係部門が母体となり、「宇宙理学・宇宙工学及び航空の学理及びその応用の総合研究」を行う目的で1964年には、東京大学宇宙航空研究所が設置された。

以来、飛翔体に関連した宇宙工学の研究開発並びに宇宙理学研究は、宇宙航空研究所を中心とし、国公私立大学等多くの機関の研究者の協力の下に、自由な発想に基

づく一貫した研究プロジェクトとして進められ、1970年に我が国初の人工衛星「おおすみ」を打上げるなど多大の成果を取めた。このような宇宙航空研究所を中心とした我が国の宇宙理学・宇宙工学研究の発展を踏まえ、1981年に東京大学宇宙航空研究所を発展的に改組し、文部省（当時）宇宙科学研究所が大学共同利用機関として設立された。文部省宇宙科学研究所の目的は、「宇宙理学・宇宙工学の学理及びその応用研究を行うとともに、この研究に従事する国公私立大学の教員等の利用に供する。また、国公私立大学の要請に応じ、大学院における教育に協力する」ことである。その後2003年に、前述のように宇宙科学研究、宇宙開発及び航空科学技術を一段と効率よく効果的に推進する体制を構築するためJAXAが設立され、JAXAの中で大学共同利用の機能を実体的に担い宇宙科学の発展及び大学院教育に資する部門として、宇宙科学研究本部（現JAXA宇宙科学研究所）が設置された。

2015年4月1日から、JAXAは、国立研究開発法人化された。枠組みの変更に対応し「プロジェクト」に加え「研究開発」という新たな柱を立てることなどを背景として、第一宇宙技術部門、第二宇宙技術部門、有人宇宙技術部門、宇宙科学研究所、航空技術部門、研究開発部門、宇宙探査イノベーションハブの7部門に組織改編された。

その中で宇宙科学研究所は、宇宙科学の発展及び大学院教育の中核を担う研究所として位置づけられている。文部科学大臣から提示される中期目標に従い、「研究者の自主性を尊重した独創性の高い宇宙科学研究」と「衛星等の飛翔体を用いた宇宙科学プロジェクトの推進」をともに重点的に推進している。前者は、研究者が個人あるいはグループを作って行う研究で、萌芽的な性格のものであり、後者は、科学衛星プロジェクトに代表される研究で、衛星の開発からデータ解析、成果の公表までの一連の作業を含む活動である。これらは、文部科学省宇宙科学研究所で行われてきた研究活動を大筋で踏襲したものとなっている。なお、2016年4月1日現在、宇宙科学研究所内の研究部門は、宇宙物理学研究系、太陽系科学研究系、学際科学研究系、宇宙飛翔工学研究系、宇宙機応用工学研究系の5研究系から構成されている。

## 2. 宇宙開発体制

宇宙開発利用に関する施策を総合的かつ計画的に推進するため、宇宙基本法第 25 条に基づき、内閣に宇宙開発戦略本部が設置されている。また、内閣総理大臣の諮問に応じて宇宙開発利用に関する政策に関する重要事項を調査審議するため、内閣府設置法第 38 条に基づき、内閣府に宇宙政策委員会が設置されている。宇宙開発戦略本部は、宇宙基本法第 24 条に基づき、宇宙開発利用に関する基本的な計画（宇宙基本計画）を作成する。この宇宙基本計画（平成 28 年 4 月 1 日決定）において、JAXA は政府全体の宇宙開発利用を技術でささえる中核的な実施機関に位置付けられている。

独立行政法人宇宙航空研究開発機構法（JAXA 法）第 19 条において主務大臣は、宇宙基本計画に基づいた中期目標を定めることとされ、JAXA は、独立行政法人通則法第 30 条において当該中期目標を達成するための中期計画を作成し、主務大臣の認可を受けることとされている。また、JAXA 法第 20 条において、文部科学大臣は、宇宙科学に関する学術研究及びこれに関連する業務に係る部分について中期目標を定め、又は変更するに当たっ

ては、研究者の自主性の尊重その他の学術研究の特性への配慮をしなければならないとされている。

こうした体制下において、宇宙科学研究所は、その前身である文部科学省宇宙科学研究所の大学共同利用機関の機能を大学共同利用システムとして継承し、全国の大学や研究機関に所属する関連研究者との有機的かつ多様な形での共同活動を行う研究体制を組織して、科学衛星・探査機による宇宙科学ミッション、大気球・観測ロケット、小型飛翔体等による小規模ミッション、宇宙環境を利用した科学研究、将来の宇宙科学ミッションのための観測技術等の基礎研究を推進し、また、研究に従事する全国の国公立大学その他の研究機関の研究者に宇宙科学研究所の実験施設・設備を利用させるを行っている。更に、国公立大学の研究者や外国人研究者を客員の教授、准教授等として迎えているほか、大学院教育としては国公立大学の要請に応じ、当該大学の大学院における教育に参加・協力することになっており、このことを通じて、この分野の後継者の育成にあたっている。

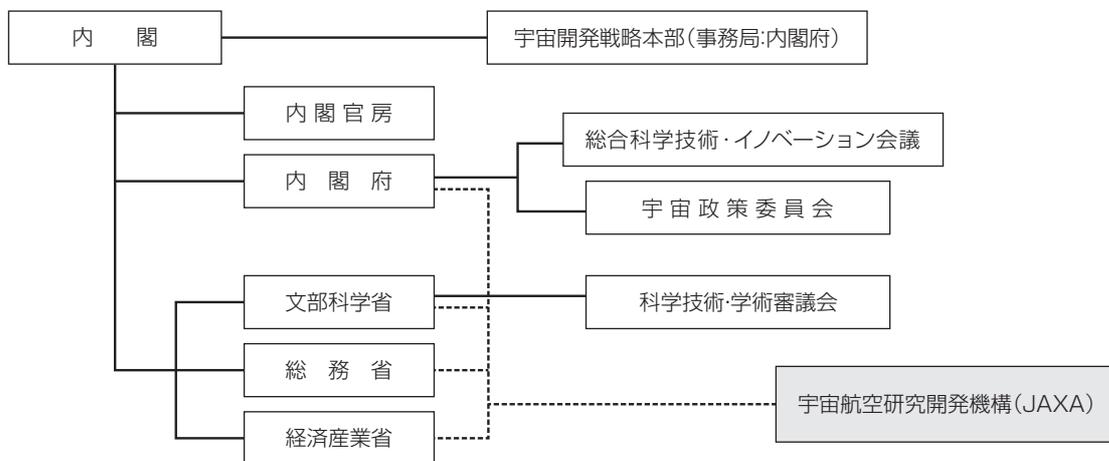


表 1 日本の宇宙開発体制

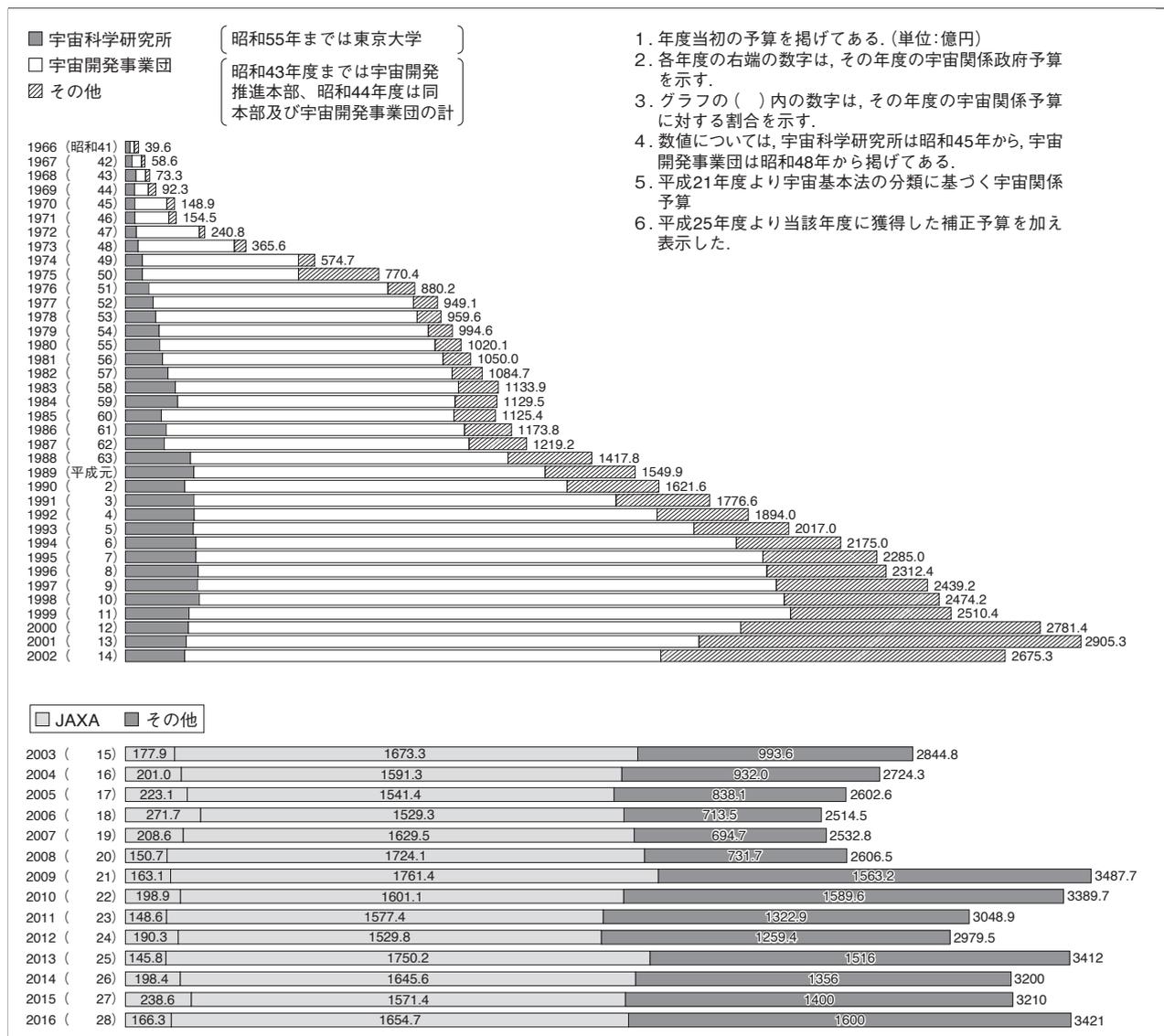


表2 宇宙関係政府予算

### 3. 組織及び運営

#### a. 組織

JAXAには、宇宙科学研究所の他、5つの部門と1つのイノベーションハブ及びその他共通部門が置かれている。(宇宙航空研究開発機構 組織図)

宇宙科学研究所は5の研究系と科学推進部、宇宙科学プログラム室、S&MA 総括、科学衛星運用・データ利用ユニット、11のプロジェクトチーム、8つのグループ、能代ロケット実験場、及びあきる野実験施設で構成されている。また、所長のもとに副所長、研究総主幹、宇宙

科学プログラムディレクタ、研究基盤・技術統括、宇宙科学国際調整主幹及び宇宙科学広報・普及主幹が置かれている。(宇宙科学研究所 組織図)

機構には宇宙科学関連業務に関して理事長に助言し、宇宙科学研究所長の候補者を選考・推薦する宇宙科学評議会が置かれている。また、宇宙科学研究所には大学共同利用システムの円滑な運営を行うため、宇宙科学運営協議会が置かれている。

## b. 運 営

旧宇宙科学研究所の大学共同利用システムを継承し、外部の学識者から事業計画その他の宇宙科学研究に関する重要事項等についての助言を得るための制度として、宇宙科学評議会と宇宙科学運営協議会が設置されている。(それぞれの構成員は以下のとおり)

このほか、各種の所内委員会\*や、全国の多数の関係研究者を構成員として共同研究計画等について審議する各種の研究委員会\*が設けられている。

\*25 頁参照

## 宇宙科学評議会名簿

(50 音順・2017 年 3 月 31 日現在)

	青木 節子	慶應義塾大学教授
	岡田 清孝	龍谷大学農学部特任教授
	岡田 泰伸	総合研究大学院大学長
	岡村 定矩	法政大学理工学部教授
	川合 眞紀	自然科学研究機構 分子科学研究所長
	北川源四郎	情報・システム研究機構長
(会 長)	河野 通方	東京大学名誉教授
	五神 真	東京大学総長
	小畑 秀文	学校法人嘉悦学園 かえつ有明中・高等学校長
	佐藤 勝彦	日本学術振興会 学術システム研究センター長
	武田 廣	神戸大学長
	土屋 和雄	京都大学名誉教授
	永原 裕子	東京大学大学院理学系研究科 教授
	林 正彦	自然科学研究機構国立天文台長
	藤井 良一	情報・システム機構理事
	松本 紘	理化学研究所理事長
(副会長)	観山 正見	広島大学特任教授
	室山 哲也	日本放送協会解説委員
	八坂 哲雄	九州大学名誉教授
	安岡 善文	千葉大学環境リモートセンシ ング研究センター長

(備考) 任期は平成 27 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

## 宇宙科学運営協議会名簿

(50 音順・2017 年 3 月 31 日現在)

	石原 昭彦	京都大学大学院 人間・環境学研究科教授
	小林 秀行	自然科学研究機構 国立天文台副台長
	澤田 恵介	東北大学大学院工学研究科教授
	武田 展雄	東京大学副学長
	中須賀真一	東京大学大学院工学系研究科教授
	永原 裕子	東京大学大学院理学系研究科 教授
(副会長)	藤井 良一	情報・システム機構理事
	堀 洋一	東京大学大学院 新領域創成科学研究科教授
	牧島 一夫	理化学研究所グローバル研究 クラスター研究顧問
	山本 智	東京大学大学院理学系研究科 教授
	渡邊誠一郎	名古屋大学大学院環境学研究科 教授

[宇宙科学研究所]

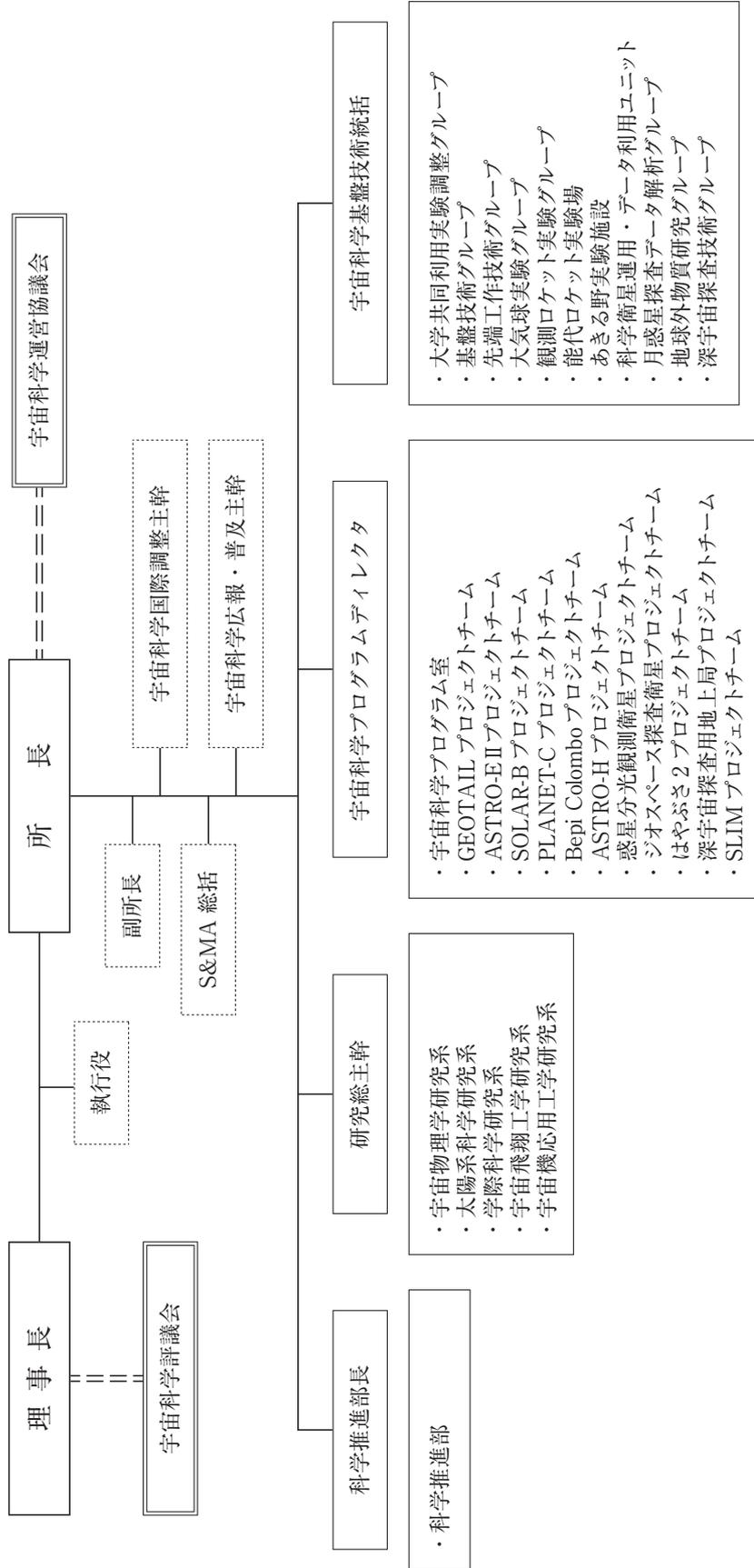
	石岡 憲昭	学際科学研究系研究主幹
(会 長)	稲谷 芳文	副所長
	久保田 孝	宇宙機応用工学研究系教授
	佐藤 英一	宇宙飛翔工学研究系研究主幹
	高橋 忠幸	宇宙物理学研究系教授
	堂谷 忠靖	宇宙物理学研究系研究主幹
	藤本 正樹	太陽系科学研究系研究主幹
	満田 和久	研究総主幹
	森田 泰弘	宇宙飛翔工学研究系教授
	山田 隆弘	宇宙機応用工学研究系研究主幹

(備考) 任期は平成 27 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

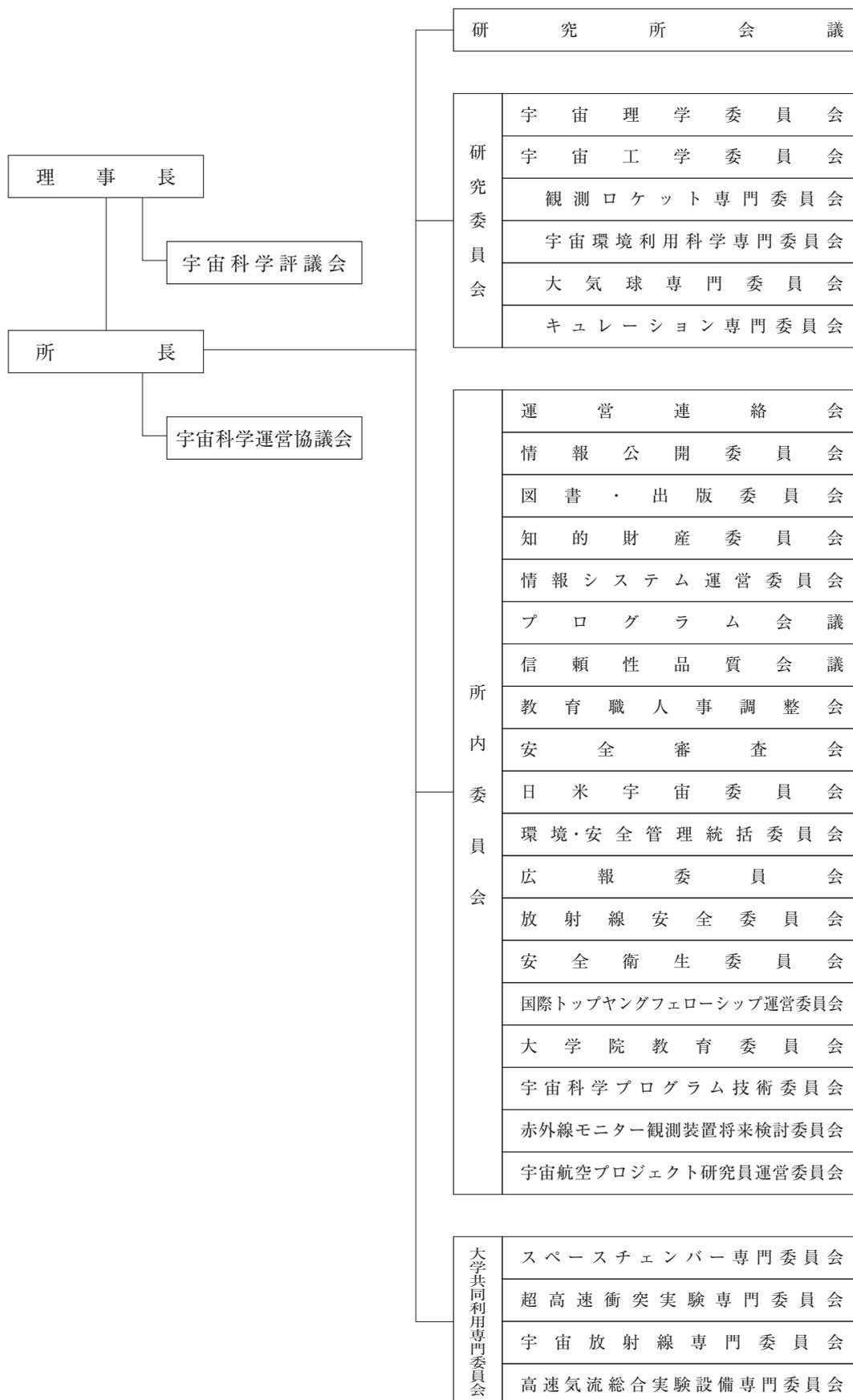
宇宙航空研究開発機構 組織図



宇宙科学研究所 組織図



各種委員会等



c. 職員数 (2017年3月31日現在)

区分	所長	執行役	教育職			一般職	特任教員		ITYF	常勤 招聘	非常勤 招聘	常勤 再雇用	非常勤 再雇用	常勤 事務支援	非常勤 事務支援	プロジェクト 研究員	出向 契約	給与 出向	合計			
			教授	准教授	助教		教授	准教授											男	女	男	女
			男	女	男		女	男											女	男	女	男
職員数	職員 (うち外国人) 客員 (うち外国人)	1	34	45 6 (2)	38 1	65 19	2	2 1	2 1 (1) (1)	32 9 (4) (1)	7 1	6	7 1	13	2	18 4 (2) (1)	11 1		270 59 (7) (5) 32			
所長		1																	1			
執行役																						
宇宙科学研究所付特任教員							1												1			
研究総主幹付								1											1			
宇宙物理学研究系	職員 (うち外国人) 客員		9	8 2 (1)	8				1	2 1			1	1		1 1 (1)			30 5 (2) 7			
太陽系科学研究系	職員 (うち外国人) 客員		4	11 2 (1)	8 1		1		1 1 (1) (1)	1						2 1			27 6 (1) (2) 6			
学際科学研究系	職員 (うち外国人) 客員		4	3 2	5					2					1				14 3 4			
宇宙飛翔工学研究系	職員 (うち外国人) 客員		10	13	9			2		4 (1)				3		1			39 3 (1) 9			
宇宙機応用工学研究系	職員 (うち外国人) 客員		7	10	8					4 (3)	1					1 (1)			31 (4) 6			
S & M A 総括						1					2			1			1		4 1			
科学推進部						21 9				4	1	1		6			3		30 15			
宇宙科学広報・普及主幹付						1 1				1 1				1					2 3			
宇宙科学プログラムディレクタ付										1									1			
宇宙科学プログラム室						5 1						2							7 1			
GEOTAILプロジェクトチーム																1			1			
ASTRO-E IIプロジェクトチーム																1			1			
SOLAR-Bプロジェクトチーム	職員 (うち外国人)															2 1 (1)			2 1 (1)			
PLANET-Cプロジェクトチーム	職員 (うち外国人)									1 1 (1)		1				1			3 1 (1)			
Bepi Colomboプロジェクトチーム						1					1								2			
ASTRO-Hプロジェクトチーム						1				1 1						3			5 1			
惑星分光観測衛星プロジェクトチーム																						
ジオスペース探査衛星プロジェクトチーム						1 2										1 1			2 3			
はやぶさ2プロジェクトチーム						4				1							2		7			
深宇宙探査用地上局プロジェクトチーム						4											2		6			
SLIMプロジェクトチーム						1											1		2			
研究基盤・技術統括付															1				1			
大学共同利用実験調整グループ						2				1 1									3 1			
基盤技術グループ						7 1							3 1						10 2			
先端工作技術グループ										2	1								3			
大気球実験グループ						2				3		1							6			
観測ロケット実験グループ						3							1						4			
能代ロケット実験場						1						1		1					2 1			
あきる野実験施設										1									1			
科学衛星運用・データ利用ユニット						7 3				4	1		2			2	2 1		18 4			
月惑星探査データ解析グループ						1 1				1									2 1			
地球外物質研究グループ						1				3						2			3 3			
深宇宙追跡技術グループ						2													2			

\*兼務, 併任を除く.

## d. 職員 (2017年3月31日現在)

宇宙科学研究所長	常田 佐久	Bepi Colombo プロジェクトチーム	
宇宙科学研究所副所長 (兼)	稲谷 芳文	プロジェクトマネージャ (兼)	早川 基
		ASTRO-H プロジェクトチーム	
科学推進部長	佐々木 宏	プロジェクトマネージャ (兼)	久保田 孝
科学推進部参事	小見 夏生	惑星分光観測衛星プロジェクトチーム	
	坂本 泰敏	プロジェクトマネージャ (兼)	山崎 敦
	提 千秋	ジオスペース探査衛星プロジェクトチーム	
科学推進部計画マネージャ	青柳 孝	プロジェクトマネージャ (兼)	篠原 育
	三保 和之	はやぶさ2プロジェクトチーム	
	辻 宏司	プロジェクトマネージャ (兼)	津田 雄一
宇宙科学国際調整主幹 (兼)	山田 亨	深宇宙探査用地上局プロジェクトチーム	
宇宙科学広報・普及主幹 (兼)	生田ちさと	プロジェクトマネージャ	沼田 健二
		SLIM プロジェクトチーム	
研究総主幹 (兼)	満田 和久	プロジェクトマネージャ (兼)	坂井真一郎
宇宙物理学研究系			
研究主幹 (兼)	堂谷 忠靖	研究基盤・技術統括 (兼)	廣瀬 和之
太陽系科学研究系		大学共同利用実験調整グループ	
研究主幹 (兼)	藤本 正樹	グループ長 (兼)	吉田 哲也
学際科学研究系		基盤技術グループ	
研究主幹 (兼)	石岡 憲昭	グループ長	(事代) 下瀬 滋
宇宙飛行工学研究系		先端工作技術グループ	
研究主幹 (兼)	佐藤 英一	グループ長	岡田 則夫
宇宙機応用工学研究系		大気球実験グループ	
研究主幹 (兼)	山田 隆弘	グループ長 (兼)	吉田 哲也
		観測ロケット実験グループ	
S&MA 総括	小林 亮二	グループ長 (兼)	石井 信明
		能代ロケット実験場	
宇宙科学プログラムディレクタ (兼)	久保田 孝	所長 (兼)	石井 信明
宇宙科学プログラム室		あきる野実験施設	
室長	前島 弘則	所長 (兼)	羽生 宏人
GEOTAIL プロジェクトチーム		科学衛星運用・データ利用ユニット	
プロジェクトマネージャ (兼)	齋藤 義文	ユニット長	竹島 敏明
ASTRO-E II プロジェクトチーム		月惑星探査データ解析グループ	
プロジェクトマネージャ (兼)	石田 学	グループ長	大嶽 久志
SOLAR-B プロジェクトチーム		地球外物質研究グループ	
プロジェクトマネージャ (兼)	清水 敏文	グループ長 (兼)	塚本 尚義
PLANET-C プロジェクトチーム		深宇宙追跡技術グループ	
プロジェクトマネージャ (兼)	中村 正人	グループ長 (兼)	山田 隆弘

## 研究系

研究系	教授	准教授	助教
宇宙物理学研究系 [研究主幹：堂谷 忠靖]  教授 9名 准教授 10名 助教 8名  専任助教 1名 客員教授 6名 客員准教授 1名	満田 和久 堂谷 忠靖 高橋 忠幸 石田 学 中川 貴雄 松原 英雄 坪井 昌人 海老澤 研 山田 亨  (客) 高田 昌広 (客) 大橋 隆哉 (客) 芝井 広 (客) 羽澄 昌史 (客) 松浦 周二 (客) 田代 信	山崎 典子 国分 紀秀 紀伊 恒男 片墾 宏一 山村 一誠 川田 光伸 岩田 隆浩 北村 良実 村田 泰宏 Aurora Simionescu  (客) 中西 裕之	前田 良知 渡辺 伸 竹井 洋 辻本 匡弘 和田 武彦 崎本 一博 土居 明広 田村 隆幸  (専) 市村 淳
太陽系科学研究系 [研究主幹：藤本 正樹]  教授 4名 准教授 13名 助教 9名  特任教授 1名 客員教授 5名 客員准教授 3名	藤本 正樹 佐藤 毅彦 早川 基 中村 正人  (特) 塚本 尚義 (客) 渡邊 誠一郎 (客) 倉本 圭 (客) 吉川 一朗 (客) 渡邊 鉄哉 (客) 中村 智樹	阿部 琢美 齋藤 義文 松岡 彩子 高島 健 田中 智 岡田 達明 安部 正真 坂尾 太郎 清水 敏文 尾崎 正伸 篠原 育 塩谷 圭吾 Elizabeth Tasker  (客) 三好 由純 (客) 高木 征弘 (客) 北里 宏平	浅村 和史 横田 勝一郎 長谷川 洋 山崎 敦 春山 純一 大竹 真紀子 白石 浩章 早川 雅彦 三谷 烈史
学際科学研究系 [研究主幹：石岡 憲昭]  教授 4名 准教授 5名 助教 5名  客員教授 3名 客員准教授 1名	石岡 憲昭 石川 毅彦 吉田 哲也 稲富 裕光  (客) 石川 博 (客) 岡野 泰則 (客) 本間 正充	黒谷 明美 橋本 博文 高木 亮治 齋藤 芳隆 生田 ちさと  (客) 高野 淑識	三浦 昭 山本 幸生 井筒 直樹 福家 英之 矢野 創

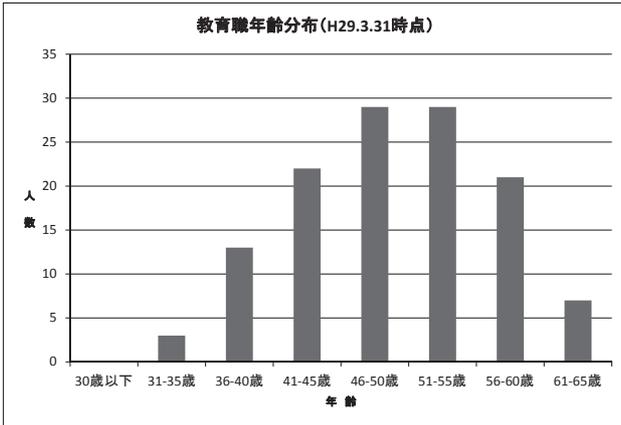
研究系	教授	准教授	助教
宇宙飛翔工学研究系 [研究主幹：佐藤 英一]  教授 10名 准教授 13名 助教 9名  特任准教授 2名 客員教授 4名 客員准教授 5名	佐藤 英一 稲谷 芳文 川口 淳一郎 石井 信明 森田 泰弘 國中 均 嶋田 徹 堀 恵一 峯杉 賢治 小川 博之  (客) 那賀川 一郎 (客) 藤井 孝藏 (客) 米山 聡 (客) 船崎 健一	澤井 秀次郎 山田 哲哉 川勝 康弘 船木 一幸 西山 和孝 徳留 真一郎 大山 聖 野中 聡 後藤 健 石村 康生 津田 雄一 羽生 宏人 竹内 伸介  (特) 成尾 芳博 (特) 小林 弘明 (客) 横田 茂 (客) 田中 宏明 (客) 森 浩一 (客) 樋口 丈浩 (客) 松井 信	森 治 竹前 俊昭 丸 祐介 佐伯 孝尚 山田 和彦 北川 幸樹 奥泉 信克 月崎 竜童 戸部 裕史
宇宙機応用工学研究系 [研究主幹：山田 隆弘]	山田 隆弘 橋本 樹明 久保田 孝 山本 善一 齋藤 宏文 川崎 繁男 廣瀬 和之  (客) 本城 和彦 (客) 嘉数 誠 (客) 榊原 直樹	曾根 理嗣 水野 貴秀 坂井 真一郎 福田 盛介 吉川 真 田中 孝治 戸田 知朗 吉光 徹雄 松崎 恵一 竹内 央  (客) 尾崎 伸吾 (客) 三田 吉郎 (客) 船瀬 龍	三田 信 福島 洋介 小林 大輔 豊田 裕之 坂東 信尚 大槻 真嗣 富木 淳史 牧 謙一郎
現員数 124名 (客) 客員教員 (34名) (専) 専任教員 (1名) (特) 特任教員 (3名)	34名 (21名)  (1名)	51名 (13名)  (2名)	39名  (1名)

## 特任教授

特任教授	冨本 尚義
特任教授	中島 映至
特任准教授	大畠 昭子
特任准教授	成尾 芳博
特任准教授	小林 弘明

## 国際トップヤングフェロー (ITYF)

宇宙物理学研究系	井上 芳幸
太陽系科学研究系	Javier Peralta
太陽系科学研究系	Crites Sarah



## ○平成 28 年度教育職の転出・退職

	大学等へ転出	その他(退職含む)
転出等人数	3 名	4 名

## ○平成 28 年度教育職の転入・採用・昇格

	大学等から転入	その他(採用含む)	内部昇格
転入等人数	1 名	1 名	3 名

## ○平成 28 年度クロスアポイントメント制度を活用した受入

	大学	その他
人数	2 名	1 名

## e. 予算

2016 年度予算額 (宇宙科学研究所)	16,628,159 千円
運営費交付金	16,628,159 千円
外部資金額	
科学研究費助成事業 (科研費)	340,376 千円
〃 (受入分担金)	65,448 千円
受託研究	989,804 千円
民間等との共同研究	40,793 千円
用途特定寄附金	4,620 千円

## III. 研究系

### 1. 宇宙物理学研究系

#### Department of Space Astronomy and Astrophysics

教職員：山田 亨 石田 学 海老沢研 高橋忠幸 坪井昌人 堂谷忠靖 中川貴雄 松原英雄 満田和久  
池田博一 片埜宏一 川田光伸 紀伊恒男 北村良実 国分紀秀 村田泰宏 山崎典子 山村一誠  
岩田隆浩 崎本一博 竹井 洋 田村隆幸 辻本匡弘 土居明広 前田良知 和田武彦 渡辺 伸  
市村 淳 井上芳幸 Lee Shiu-Hang 大橋隆哉 芝井 広 高田昌広 田代 信 羽澄昌史 松浦周二  
中西裕之 Aurora Simionescu 権 静美 浅野健太郎 今田大皓 東谷千比呂 長勢晃一 原山 淳  
山本 亮 (年度途中より教職員)

学振特別研究員：岩井將親

宇宙研院・学生：山本 亮 菊地貫大 近藤恵介 和田師也 林 佑 内田悠介 佐藤寿紀 水本岬希 村松はるか  
桂川美穂 鶴ヶ崎祐貴 甲斐晋二 前久景星 米田浩基 都丸亮太 今井駿佑 楠 絵莉子  
中島裕貴 中山貴博 倉嶋 翔 大下紗百合 藪 悟郎 中庭 望 木下聖也 矢野健一  
大西陽介 佐野 圭 水木敏幸 小島拓也 大塚拓也 白井 博 山本啓太 小山舜平  
馬場俊介 高橋 葵 道井亮介 前嶋宏志 上原顕太 石川聡一 中原聡美

JAXA 他本部職員：石丸貴博

#### 1. 概要

宇宙空間からの観測を主な手段とする宇宙物理学の観測的研究、次世代の観測装置・観測技術の研究、新しい宇宙ミッションの検討や立ち上げ、さらに宇宙物理学にかかわる原子分子素過程の理論的研究を行っている。観測は電波、サブミリ波・赤外線、可視光、X線・ガンマ線までの広い波長をカバーしており、相補的に地上の観測装置を用いた研究も行っている。

主な観測対象は、銀河団、活動銀河核、銀河、恒星、星形成領域や原始星、超新星残骸、星間物質、太陽系外惑星、宇宙背景放射などである。

運用終了となった「あかり」衛星および観測運用を終了した「すざく」衛星、2016年度打ち上げられその後衛星喪失による運用終了となった「ひとみ」衛星、および、概念設計（フェーズ A1）が進められることとなった SPICA 衛星、LiteBIRD 衛星、X線天文衛星代替機に多くのメンバが併任しており、これまでの衛星の蓄積データを用いた研究とともに将来計画についても基礎開発研究と

共にこれを用いた科学成果の創出に向けた研究を進めている。

さらに特定のプロジェクトに限らない次世代の観測装置として、X線や赤外線の軽量望遠鏡、ピクセル型赤外線検出器、極低温を用いたX線分光検出器、宇宙冷却技術、コロナグラフ、X線・ガンマ線ピクセル検出器、アナログおよびデジタル信号処理技術、ミリ波サブミリ波超低雑音ヘテロダイン受信機、次世代 VLBI 技術などの研究を進めている。

#### 2. 2016年度の研究成果

電波からガンマ線までの幅広い波長域で多様な宇宙の現象の解明を進めるとともに、将来ミッションのための新たな観測装置の開発、既存の検出器の改良、ミッション検討を並行して進めた。また、原子分子素過程を中心に、理論的研究を進めた。

##### 2.1 X線ガンマ線領域での研究

X線ガンマ線領域の観測研究としては、「すざく」や「ひとみ」を始めとするX線天文衛星やガンマ線衛星を用い

メンバー区分

教職員：教授、准教授、助教、客員教授、客員准教授、国際トップヤングフェロー、

名誉教授、研究開発員、招聘職員（含外部資金博士研究員）、宇宙航空プロジェクト研究員

学振特別研究員：日本学術振興会特別研究員

受託研究員

宇宙研院・学生：東京大学学際講座大学院生、総合研究大学院大学院生、連携大学院大学院生、

特別共同利用研究員、技術研修生

他大学院・学生

JAXA 他本部職員

て研究を行った。X線を放射する多種多様な天体、すなわち、大質量星、激変星、白色矮星、中性子星、パルサー星雲、超新星残骸、我々の銀河系中心、活動銀河核、銀河団等の様々な階層での天体現象の研究を進めた。また、個々の天体に分類されないX線背景放射やそれを用いたダークマターの探索等、幅広い宇宙物理学研究を進めた。これら観測データの解析にあたっては、理論モデルとの比較が重要になる事がある。モンテカルロシミュレーション用のツールを開発するなど、新たな解析手法の構築も進めた。

一方、将来のより感度のよい観測のための開発的研究も様々な方面で行った。具体的には、X線・ガンマ線検出器の感度向上を目指した低バックグラウンド化、エネルギー分解能、位置分解能の向上、大フォーマット化等を多方面で進めた。このうち、コンプトンカメラについては、福島での除染作業における放射線汚染の可視化に使われるなど、民生品への応用も進められた。

並行して、将来ミッションの検討も進めた。ATHENAは、欧州と協力して開発を進めている大型国際X線天文台で、ESA cosmic visionのL2ミッションとして採択されており、2028年打上げを目指している。我国は、主観測装置であるX-IFUの冷却系の一部（機械式冷凍機）を担当する予定である。冷却系に関しては、無冷媒かつ長寿命の軌道上冷凍機が必要であるため、先行してESA CTPの枠組みによる開発研究が始まっており、日本もこれに協力している。ジュールトムソン冷凍機2式を製作、フランスで組み込み試験を開始した。これはSPICA/LiteBIRDにも共通する技術開発である。またさらなる、長寿命化と低擾乱化のために、2段スターリング冷凍機の改良に着手した。

## 2.2 赤外線領域での研究

赤外線領域では、「あかり」をはじめとする様々な赤外線観測衛星のデータ、ロケット搭載の望遠鏡による観測、地上望遠鏡による観測など、多様な手段・データを活用して研究を進めた。

初期宇宙で生まれた星の光の検出を目指して観測ロケット実験CIBERを進めてきたが、これによる近赤外宇宙背景放射の放射スペクトルの解析結果を学術誌上で2016年度に発表した。前景黄道光の新しい評価方法を採用することにより、通常の銀河の積算光では説明できない宇宙背景放射の超過成分の存在を明らかにした。

遠方銀河について、ハッブル宇宙望遠鏡、「すばる」による赤方偏移3.09のSSA22原始銀河団の研究を進めた。また、スピッツァー宇宙望遠鏡による宇宙初期の静的段階に進化した大質量銀河の研究を進めた。さらに、赤方偏移4の星形成銀河の研究を「すばる」、ハッブル宇宙望遠鏡、スピッツァー宇宙望遠鏡の結果を用いて進めた。より近傍の銀河については、「あかり」データを用いた研究として、全天遠赤外線サーベイ観測結果から、銀河が存在する環境（銀河個数密度）が高密度になるにつれて、

銀河内のダスト温度が上昇する傾向を明らかにした。また、近傍の超光度赤外線銀河において銀河の種別ごとに星形成活動の活発さが異なることを示した。また、「すばる」に最近搭載された超広視野主焦点カメラHyper Suprime-Cam (HSC)などで得られた観測データを用いて、塵に覆われた超大光度赤外線銀河が有在する環境は、クエーサーと同じように銀河団中心のようなダークマターが高密度に分布する領域であることを明らかにした。

星・惑星形成については、地上観測と「あかり」データの両面から研究を進めた。まず、地上観測としては世界的にもユニークな星形成領域の赤外線円偏光の探査観測を継続して行い、大質量星形成領域における赤外線円偏光の普遍性を解明し、その磁場構造や星周構造、さらに生命のホモキラリティの研究を推進した。さらに、「あかり」データを用いた研究として、残骸円盤や原始惑星系円盤が散逸していく時間スケールを、統計的に明らかにした。さらに、近傍の恒星の周りの惑星探査として、「すばる」のコロナグラフにより近傍の若い太陽型星 $\epsilon$  Eri周囲の惑星探査をおこなった。また、アストロメトリによる晩期M型星の力学質量測定と低質量星進化モデル検証を進めた。

さらに、我々の太陽系の中の惑星間塵の研究を近赤外線背景放射の詳細な解析により進めた。まず、COBE衛星の観測装置DIRBEによって得られた近赤外線全天マップの再解析により、背景放射輝度が太陽離角によって変化することを発見した。また、星間ダストによる散乱光と熱放射成分のモデルを構築し、観測値と比較することで、従来考えられていた大きさ以上の星間ダストが存在することを示唆した。さらに、ハッブル宇宙望遠鏡によって得られた紫外線から可視光の空のスペクトルを解析した結果、惑星間ダストの起源としてC型小惑星の寄与が大きいことを明らかにした。

観測研究をより促進するため、「あかり」のデータの価値をさらに高めるための研究を進めた。具体的には近赤外線スペクトルの観測波長領域の延伸、遠赤外線画像における広がった天体の強度測定の改善が進んだ。

また、観測研究と並行して、将来計画のために赤外線観測技術の基礎開発を進めた。まず、高分散分光観測をめざして、イメージンググレーティングの開発を進め、CdZnTeが光学材料として中間赤外線イメージンググレーティングに適していることを明らかにした。高感度遠赤外線観測の実現を目指して、BIB(Blocked Impurity Band)型ゲルマニウム遠赤外線画像センサーの基本技術の開発を進めた。さらに、高感度赤外線ミッションの実現に不可欠な極低温冷却基礎技術の開発を進め、他ミッションを含む国際協力により、室温からsub-Kまでの冷凍機チェーンの実証試験に着手した。さらに、CIBER実験に続くロケット実験として計画しているCIBER-2の観測機器を開発している。2016年度は、BBM望遠鏡の機械環境試験および低温結像性能試験を実施し、基本設

計の妥当性の確認とともに FM 製作への課題を識別した。

可視・近赤外線波長域では、NASA の JWST に続く宇宙物理の基幹ミッションである WFIRST 計画への日本の参加について、科学的側面、計画的側面から検討を進めた。宇宙論や太陽系外惑星の研究を中心とし、高コントラスト装置偏光機能の検討や「すばる」との連携などを踏まえた積極的な計画の推進を行った。

### 2.3 電波領域での研究

電波領域では、ALMA, VLBA など内外の電波望遠鏡を用いて、幅広く観測的研究を行った。また、日本 VLBI 観測網に白田 64m アンテナ等を参加させて共同観測も推進させた。観測対象天体として活動銀河核、銀河系中心、メーザー天体等のコンパクトな天体がある。2016 年度は特に ALMA の観測により、銀河系中心ブラックホール周囲の電離ガスの流れである『ミニスパイラル』の力学構造を高精度に明らかにした。また狭輝線セイファート I 型銀河の VLBI サーベイ観測を実施した。さらに野辺山 45m 望遠鏡、白田 64m アンテナを用いて分子雲や HI 雲の単一鏡観測を行い、星生成や星間物質の進化の研究も推進した。

一方、将来の衛星ミッションを見据えて、低周波電波天文学、サブミリ波天文学、スペース VLBI 等の科学目標・観測システムの検討を行った。さらに検討するだけでなくそれを進めたものとして、気球 VLBI 実験機の開発や低雑音ミリ波受信機の開発も行った。また、研究所の電波天文技術の利用として、深宇宙探査用新地上局アンテナシステムの技術検討にも参加している。

### 2.4 理論研究

理論的な研究としては、衝突反応における形状共鳴を包括的かつ普遍的に理解する手段を開発した。弾性散乱の場合には形状共鳴について解説した教科書はいくらでもあるが、衝突反応に対してはほとんど見当たらない。本研究は量子現象である形状共鳴を理解する上で、重要な役割を果たすと考えられる。

分子に低速（核子あたり～keV）の多価イオンが衝突すると、強い静電引力をうけて多数の電子が引き抜かれ、その結果分子は不安定になってクーロン爆発を起こす。近年、このような衝突過程が、散乱イオンと解離イオン対の三重同時計数測定によって詳しく調べられるようになった。われわれは、実験から得られる知見を予言あるいは解釈するために、標的が二原子分子の場合に、その多重電離過程の動力学を記述する物理的モデルを開発してきた。近年フランスの GANIL で行われた希ガス二量体の詳細な測定結果に対して理論的な解析を行い、生成イオンの価数対分布を大筋で説明することに成功した。また、衝突の途中で準分子が形成されるとき、そこに関与する電子が各イオンの電荷を部分的に遮蔽する効果が重要であることを見出している。さらに、衝突の途中での分子軸の向きと入射ビームの向きとの相対的な角度に依存する効果を調べた。

## 3. 研究項目

### 3.1 X線ガンマ線領域での研究

#### 3.1.1 観測研究

- 3.1.1.1 「すざく」の観測による大質量星の星風の研究
- 3.1.1.2 強磁場激変星からの X 線放射モデルの確立と、「すざく」の観測データに応用しての白色矮星質量の導出
- 3.1.1.3 GRS1747-312 からの X 線バーストを用いた中性子星の質量半径への制限
- 3.1.1.4 Ser X-1 による重力赤方偏移を用いた中性子星半径の制限
- 3.1.1.5 「すざく」による超新星残骸 CTB1 の研究
- 3.1.1.6 低質量 X 線連星における降着円盤風、コロナ加熱の研究
- 3.1.1.7 コンプトンショルダーを用いたスペクトル解析の研究
- 3.1.1.8 活動銀河核における超高速アウトフローの研究
- 3.1.1.9 天体における放射シミュレータ MONACO の開発
- 3.1.1.10 太陽からの硬 X 線観測ロケット実験 (FOXSI)
- 3.1.1.11 Fermi 衛星を用いた高エネルギーガンマ線天文学
- 3.1.1.12 H.E.S.S チェレンコフ TeV ガンマ線望遠鏡を用いた高エネルギーガンマ線天文学
- 3.1.1.13 軟 X 線背景放射の起源についての観測研究
- 3.1.1.14 「すざく」による X 線背景放射からのダークマター放射の探索
- 3.1.1.15 衝突銀河団のガス形態を用いた銀河団プラズマ物理の研究
- 3.1.1.16 銀河、銀河団、超銀河団の X 線観測
- 3.1.2 観測技術の開発研究
  - 3.1.2.1 荷電粒子バックグラウンドを大幅に減らした X 線 CCD カメラの開発
  - 3.1.2.2 将来の宇宙ミッション、また地上応用のための TES 型 X 線マイクロカロリメータの開発
  - 3.1.2.3 新たな手法による X 線マイクロカロリメータの開発
  - 3.1.2.4 高感度硬 X 線検出器、ガンマ線検出器の研究
  - 3.1.2.5 大型 X 線天文台 ATHENA X-IFU 冷却システムの検討
- 3.2 赤外線領域での研究
  - 3.2.1 観測研究
    - 3.2.1.1 宇宙赤外線背景放射 (CIB) のロケット観測による研究
    - 3.2.1.2 DIRBE のデータを用いた近赤外背景放射の研究
    - 3.2.1.3 近赤外線域における星間ダストによる散乱光と熱放射成分の研究
    - 3.2.1.4 ハッブル宇宙望遠鏡による紫外線可視光背景放射の研究
    - 3.2.1.5 北黄極領域の多波長観測による宇宙激動期の銀河進化の特性の研究
    - 3.2.1.6 活動的銀河核周囲の構造の「あかり」赤外線分

## 光研究

- 3.2.1.7 爆発的星形成銀河における環境効果と分子ガス量の関係の研究
- 3.2.1.8 「あかり」遠赤外線観測による星形成銀河活動の環境依存性の研究
- 3.2.1.9 「あかり」観測で探る星形成と活動的銀河核の関係
- 3.2.1.10 ハッブル, 「すばる」による赤方偏移 3.09 の SSA22 原始銀河団の研究
- 3.2.1.11 スピッツァーによる宇宙初期の静的段階に進化した大質量銀河の研究
- 3.2.1.12 すばる, ハッブル, スピッツァーによる赤方偏移 4 の星形成銀河の研究
- 3.2.1.13 近傍渦巻銀河の「あかり」赤外撮像研究
- 3.2.1.14 超広視野主焦点カメラ HSC サーベイに基づく超大光度の塵に覆われた赤外線銀河の研究
- 3.2.1.15 「あかり」分光観測による塵に隠された星形成活動の研究
- 3.2.1.16 「あかり」全天観測による黄道光分布の研究
- 3.2.1.17 突発的大規模質量放出天体の観測的研究
- 3.2.1.18 高空間分解能電波観測による, うみへび座 W 星のダスト形成領域の研究
- 3.2.1.19 遠赤外線観測による赤色巨星の質量放出履歴の研究
- 3.2.1.20 「あかり」中間赤外線分光観測による太陽系内惑星間塵の力学軌道進化史の研究
- 3.2.1.21 すばるコロナグラフによる近傍の若い太陽型星  $\epsilon$  Eri 周囲の惑星探査
- 3.2.1.22 アstrometriによる晩期 M 型星の力学質量測定と低質量星進化モデル検証
- 3.2.1.23 星形成領域の赤外線偏光の探査観測
- 3.2.1.24 原始惑星系円盤および残骸円盤の消失課程の研究
- 3.2.1.25 赤外線天文衛星 MIRIS による拡散放射の研究
- 3.2.2 観測技術の開発研究
- 3.2.2.1 GeBIB/FD-SOI CMOS 遠赤外線画像センサーの開発研究
- 3.2.2.2 単一材料多層干渉光学フィルターの開発研究
- 3.2.2.3 中間赤外線用イメージングレーティングの開発

- 3.2.2.4 「あかり」搭載分光機の二次光影響評価による較正精度向上
- 3.2.2.5 スペース赤外線望遠鏡における波面補正のための極低温用可変形鏡の開発
- 3.2.2.6 宇宙における極低温冷却基礎技術の開発
- 3.2.2.7 近赤外 CIB 観測の次期ロケット実験 CIBER-2 の機器開発
- 3.2.3 WFIRST 計画の推進
- 3.2.3.1 すばる望遠鏡による銀河形成研究
- 3.3 電波領域での研究
- 3.3.1 観測研究
- 3.3.1.1 白田 64m アンテナをはじめとする JAXA の追跡用アンテナを使った電波天文観測の推進
- 3.3.1.2 電波ジェット VLBI モニター観測によるガンマ線放射領域の同定
- 3.3.1.3 日本 VLBI 観測網を用いた銀河系中心ブラックホールへ落下するダスト雲のモニター観測
- 3.3.1.4 ALMA 等ミリ波サブミリ波大型電波望遠鏡を用いた銀河系中心分子雲での星生成の観測的研究
- 3.3.2 観測技術の開発研究
- 3.3.2.1 低周波電波天文学, サブミリ波天文学, スペース VLBI 等スペースの利用が期待される電波天文計画の科学目標・観測システムの検討
- 3.3.2.2 気球 VLBI フライト実験機の設計と開発
- 3.3.2.3 深宇宙探査用新地上局アンテナシステムの技術検討
- 3.4 理論研究
- 3.4.1 衝突反応における形状共鳴の包括的記述方法の開発
- 3.4.2 多価イオンによる希ガス 2 量体の多重電離過程の理論的研究

## 4. 研究ハイライト (p.2~18)

- 【2】意外に静かだったペルセウス座銀河団中心の高温ガス【X線天文衛星「ひとみ」(ASTRO-H)】
- 【16】CALET の軌道上較正と観測の推進【ISS 搭載機器 CALET (高エネルギー電子・ガンマ線観測装置)】

## 2. 太陽系科学研究系

## Department of Solar System Sciences

教職員：藤本正樹 佐藤毅彦 早川 基 中村正人 坂本尚義 阿部琢美 齋藤義文 松岡彩子 高島 健  
 Elizabeth Tasker (10月～) 田中 智 岡田達明 安部正真 坂尾太郎 今村 剛 (～6月) 尾崎正伸  
 清水敏文 篠原 育 塩谷圭吾 浅村和史 横田勝一郎 長谷川洋 山崎 敦 笠原 慧 (～8月) 春山純一  
 大竹真紀子 白石浩章 早川雅彦 三谷烈史 柴田直樹 (～6月) Javier Peralta 渡邊誠一郎 渡邊鉄哉  
 倉本 圭 吉川一朗 中村智樹 北里宏平 三好由純 高木征弘 村上 豪 松本琢磨 川手朋子 (6月～)  
 石川久美 寺本真理子 (～12月) Sarah Crites (7月～)

宇宙研院・学生：坂本優美花 仲内悠祐 大場崇義 榎本孝之 堀川大和 加藤大羽 川畑佑典 滝田 隼 清水健矢  
今井優介 須藤雄志 星 康人 長谷川稜 武藤圭史郎（～6月）奈良佑亮（～6月）渡辺宏樹  
下川真弘 小美野将之 斎田浩太郎 白井 慶 坪内彩音 北原岳彦（～6月）長谷川隆祥  
土井崇史 韓 秀萬

## 1. 概要

太陽系科学研究系では地球・太陽を含んだ太陽系天体、及び、太陽系空間を研究対象とする。強く関連する学術分野としては、宇宙プラズマ物理、太陽物理、太陽圏科学、地球・惑星磁気圏物理、地球・惑星電離層物理、惑星大気科学、惑星地質学、惑星物理学、惑星進化論、太陽系形成論、宇宙物質科学等が挙げられる。

運用中や運用終了した衛星・探査機からのデータを解析（金星探査機「あかつき」、小惑星探査計画「はやぶさ2」、惑星分光観測衛星「ひさき」、太陽観測衛星「ひので」や「はやぶさ」サンプル・キュレーション活動等）し科学的成果を生み出すとともに、準備中の水星探査計画（Bepi Colombo、火星衛星探査計画 MMX 等）を確実に進める。

基礎的な学術研究と同時に、新しい観測機器・探査方法の開発、新しいミッションの企画検討も行う。さらに、衝突実験装置を用いた研究や、気球・ロケットによる観測も行っている。

## 2. 2016 年度の研究成果

別ページにまとめられた「ハイライト成果」における太陽系科学研究系からのエントリーは、かぐや、あかつき、ひさき、ERGに関連したもの、はやぶさサンプル分析に関連したもの、はやぶさ2を意識しての宇宙物質科学実験に関連したものである。

飛翔 10 年を迎えた「ひので」観測を中心として太陽プラズマの観測研究を推進することで、コロナ加熱やフレア発現機構など、宇宙科学における重要な課題について観測的な研究を進め、様々な成果を得た。査読誌に発表した成果の一つを以下に紹介する。コロナや彩層の加熱やダイナミックな磁気的活動現象の根源があると考えられている太陽表面（光球）におけるガス対流・乱流のダイナミック構造を 3 次元的に導出する方法(特に高さ方向)を確立した。高解像度という「ひので」観測の利点を用いて、粒状斑（対流構造）内とその境界領域に対して別々に、平均的な高さ方向の速度構造を明らかにすることに成功した。これにより、近年急速に欧米で発展を遂げる RMHD 数値計算で模擬された粒状斑のダイナミクスについて、その妥当性を観測から検証することが可能となり、今後乱流による波の励起などを探る解析手段と期待が高い。

2020 年代に飛翔体による太陽研究はどのようにあるべきであるか？太陽研究コミュニティに課せられた宿題であり、観測ロケットや大気球による新しい観測の開拓とともに、2020 年代に実現を目指す太陽観測衛星ミッシ

ョンについて 2015 年の SOLAR-C 提案後の仕切り直しとして検討を加速させている。SOLAR-C にとられることなく、2020 年代に推進する科学目的やその優先度・実行方法を検討する国際チーム NGSPM-SOT(Next Generation Solar Physics Mission's Science Objectives Team)が 3 宇宙機関の合意のもと活動を開始した(チーム長:清水)。このチームは、太陽物理学における喫緊の観測課題を洗い出しかつ優先度を評価して、その課題に取り組む観測装置について、米国 NASA、欧州 ESA、および日本 JAXA の国際協力のもとで飛翔実現する方策を検討してきている。新たな視点からグローバルに太陽を観る研究も、要素スケールで太陽を詳しく観る研究も、共に優先度は高い。しかし、科学目的の達成に必要なミッション規模等の観点やできるだけ多数の科学目的に適用でき科学成果を最大化できることも考慮することで、5 つの装置モデルを優先度が高い観測装置を選定した。そして、3 つの宇宙機関の国際協力連携によって、このモデル装置を如何に実現するかの方法についても討議してきた。これらの検討による報告書は 2017 年度前半に完成し、今後予定されるミッション提案にも強く反映される。

プラズマ粒子の加速や加熱などの活動現象を引き起こす磁気リコネクションは、実験室や太陽・地球磁気圏のプラズマのみならず、惑星磁気圏、さらにパルサー、系外銀河など高エネルギー天体の活動性の鍵を握る、普遍的な物理過程と認識されてきた。高速 CMOS 検出器と独自開発の高分解能・低散乱 X 線ミラーを用いた X 線光子計測による撮像分光観測によって、太陽フレアを生起する高速の磁気リコネクション機構、およびそこで進行する粒子加速過程の解明をめざすイプシロン衛星計画を、磁気リコネクションと粒子加速をキーワードとする関連分野の連合によって立ち上げつつある。現在、衛星計画の母体となるワーキンググループの設立を進めており、2020 年代半ばの打ち上げを目指す。

将来の太陽 X 線観測に向け、サブ秒角の空間分解能を持つ斜入射 Wolter ミラーをセグメントミラーで実現する国産開発研究を進めている。前年度までの試作・評価計測の結果を踏まえ、研磨工程・加工時計測の改良を施した試作ミラーを SPring-8/BL29XUL の平行 X 線ビームを用いて評価計測し、それまでの課題（集光コアのすぐ外側の散乱成分のため Half Power Diameter (HPD) が 3 秒角程度にとどまっていること、および非点収差が存在すること）が克服されていることを確認した。これにより、評価した 8 keV の X 線に対して、HPD で約 0.2 秒角、集光コアの FWHM で約 0.1 秒角の結像性能を持つ Wolter ミラーの試作に成功した。これは X 線天文衛星 Chandra

のミラーを上回る、天体観測用途に向けたミラーとして世界一の性能である。今後、ミラーの有効面積拡大を進めるとともに、このミラーを光子計測機能を持つ X 線ピクセル検出器と組み合わせて、太陽コロナ中の粒子加速過程および高温プラズマ生成過程の観測的研究に供することを構想している。

NASA 観測ロケットによる、2015 年の CLASP 打ち上げ成功に続くリフライトとして、CLASP2 (Chromospheric Layer Spectro-Polarimeter 2) の打ち上げに向けた準備を進めている。CLASP が太陽彩層からの水素 Ly $\alpha$  線に対する偏光分光によりハンレ信号の検出を行なったのに対して、CLASP2 はマグネシウム線 (Mg II h, k) の偏光分光からハンレ効果・ゼーマン効果による磁場信号の検出を目指す。2019 年の打ち上げに向けて、搭載観測装置の準備を進めている。

宇宙プラズマ研究グループでは、2015 年 3 月 12 日に米国フロリダ州ケネディー宇宙センターから打ち上げられた MMS 衛星搭載観測装置の一つである、FPI (Fast Plasma Instrument) -DIS (Dual Ion Sensor) 16 台の設計・製作・アSEMBル・単体環境試験・初期性能確認試験を担当して深く MMS 計画に参加している。2015 年度に引き続き、2016 年度も FPI-DIS は 16 台全てが大きな問題もなく観測を継続し、昼間側磁気圏界面における磁力線再結合領域の観測に成功した。25 年近くにわたって日米共同で運用を継続している Geotail 衛星との共同観測によって、磁気圏界面における磁気リコネクションが、7 万 km 以上にわたって 5 時間以上継続すること、発生場所は北半球の冬には冬半球側にずれること等を発見し、これらの成果は査読付き論文として出版された。

磁気リコネクションは宇宙空間ガスにおける爆発現象の原因となる重要な物理素過程であるが、それがどのようにトリガーされるのかは未解明である。従来の考えでは、磁力線の向きは電流層を挟んで変化するが、その電流層が臨海値よりも薄くなると向きの異なる磁力線がつなぎ替えを起こすとされてきた。一方で、そこで考えられた来た臨界値はとて小さい (電流層がとてつもなく薄くならなければいけない) もので、実際の宇宙空間において磁気リコネクションが発生する状況とは異なるように思われてきた。われわれは、注意深い数値実験を行うことで、プラズマの温度非等方性を考えれば、この臨海値を従来のものよりも 1.5 桁以上も大きくできることを見出した。温度非等方性自身は、電流層の圧縮に自然に伴うものであるため、それほど薄くない電流層においても、それが圧縮されれば磁気リコネクションが駆動されるという、これまでの理論と観測の矛盾を排除し、新しい描像へと変わる成果である。

BepiColombo は日欧共同のもと進められる国際水星探査計画であり、JAXA は水星磁気圏探査機 (MMO) の開発を担当している。単体での開発は完了しており、2017 年度は ESA において全機結合試験に供する。MMO の観

測データは一部しか地上にダウンリンクできないため、科学課題と観測計画を十分に練ったうえで緻密な運用計画を立てる必要がある。メッセンジャー探査機の観測成果を洗い出し、科学課題の再構築を行った。軌道投入が 2025 年となることを考慮し、これらは若手主体の共同研究メンバにより実施した。また ESA 担当の水星表層探査機 (MPO) との 2 機同時観測の利点を最大化するため、海外研究者らと協力して科学課題の整理と観測計画の立案を進めた。

BepiColombo は水星へと向かう途中で金星のフライバイを行う。主な目的は軌道変更であるが、同時に金星観測を実施することもでき、そこで獲得されるサイエンスは何であるべきかという議論が開始された。ITYF メンバーである Javier Peralta は、NASA の水星探査機 Messenger が取得した紫外および赤外の金星画像の解析を行った経験に基づいて、今後、この活動の中心的に推進していく。

はやぶさ 2 は運用中、MMX は準備中、加えて、ESA 主導の水衛星探査計画 JUICE への日本からの参加分の開発と、惑星間空間でのダスト分析とダスト放出天体のひとつである小惑星フェイトンのフライバイ観測を行う DESTINY+ の開発が、今後、本格化することを見込んでいる。さらに、トロヤ群小惑星を探査する SolarPowerSail 計画の検討も加速している。これらは全て小天体探査であるが、それらを貫く戦略を説明する「小天体探査プログラム」を明示化した。キーワードは、スノーラインである。スノーラインとは、原始太陽系円盤中にあった境界で、その内側では水 (H<sub>2</sub>O) は水蒸気、その外側では氷として存在する。地球はスノーラインの内側で生まれたので、天体内に水を取り込まないで生まれた。その後、スノーラインの外側から小天体によって水や有機物のような揮発性物質が運ばれたからこそ、地球の生命居住可能性はスイッチ・オンされた。この意味でスノーラインの外側で生まれた小天体を理解することは重要であり、「小天体プログラム」は、まさに、この観点から構築されている。ここでは、スノーライン外側の小天体は、彗星のようなものから始原的小惑星のようなものへ進化したのだろうが、いつ、どの進化段階にあった天体が、どのようにして水・有機物の輸送を成し遂げたのだろうか、という問題意識が通奏低音である。

月・惑星表面にネットワークを構築して内部構造を探索したり、その場観測を行ったりする手段としてペネトレータの開発とそれを利用した小型科学衛星プロジェクトへの提案を検討中である。アリゾナ大学で開催された小型科学衛星に関するワークショップでは、搭載機器を含めた開発の現状と月地殻構造を探索するミッション構想について説明を行ったところ、その技術完成度と科学目標、地上望遠鏡と連携する観測手法について高い評価を得た。火山噴火や災害地域での活用を目指した地球用ペネトレータの開発・製造・試験を通じて、機器の内製

化と試験システムの構築に加えて火星以遠の将来探査に向けた新規技術開発を進めている。

SLIMはプロジェクトの進捗を受け、平成28年度には月面への着陸方式（4本足方式か2本足方式か）および科学観測機器（分光カメラ）で目指す科学と着陸点の検討を実施した。太陽系科学研究系では、特に科学目的と着陸点については国内（@神戸大）・海外（@アリゾナ大）でシンポジウムを主催し、関係する惑星研究者らとの議論を経て、参加した研究者らからSLIMの科学が重要な科学目的であるとの評価を受けることができた。分光カメラについては基本設計を実施中。限られたリソース（特に質量制約が大）内で科学目標を達成する性能を確保することが課題である。

我々は、国際的に動きつつある「科学探査と有人宇宙活動の太陽系探査を核とする融合」にも関わっていかうとしている。その一つとして、米国NASAが進めるSSERVIとの協働を考えている。SSERVIはSolar System Exploration Virtual Instituteの略で、2008年に始まったNASAのScience Mission DirectorateとHuman Exploration and Operations (HEO) Mission Directorateが共同して支援（出資）する上記融合を意識したフレームワークで、その対象は、月、近地球型小天体、火星衛星、或いはその近傍空間と、まさに宇宙研の対象がこの中に入ってくる。このフレームワークには、すでに欧州はもとより、中東、韓国なども参加している。我々もまた、SSERVI活動と協働して、研究推進、情報交換（シンポジウム開催での海外意見聴取等）を進めようと、SSERVI側と意見交換を始めた。2017年度には、SSERVI担当者の来日も予定されており、より具体的な議論を進めて行くこととなっている。

現在、JAXAでは惑星保護（要は「将来の科学的探査の成果を阻害しないように、他天体を地球からの物質で汚さない、そしてまた、他天体からの物質で地球を汚さない」）は、とりわけ今後の宇宙探査でも、打上環境対策、宇宙空間熱環境対策、といったものと同様に、重要な対策すべき項目であるとの認識が世界でも進みつつある。今年度より、JAXAとしても、惑星保護に本格的に取り組始めた。特に宇宙科学研究所は、これまでの知見の集積もあり、また、その探査に、生命存在可能性のある火星の衛星への探査、更には火星表面への着陸といった探査も検討していることから、惑星保護について精力的に関わり、特に今年度始まったJAXAの惑星保護の基準作り、審査体制作り大きく寄与している。

### 3. 研究項目

#### 3.1 太陽物理学

##### 3.1.1 太陽物理学の研究：「ひので」、 「ひので-IRIS」

3.1.2 装置開発と将来計画：次世代太陽観測衛星の概念検討と技術的検討、光子計測型X線望遠鏡の開発検討、高速CMOSセンサ回路の開発、光学素子駆動機構の開発

##### 3.1.3 国際共同観測ロケット実験 CLASP

#### 3.2 宇宙プラズマ

3.2.1 科学衛星データ解析：「あけぼの」、 「GEOTAIL」、 「れいめい」、 MMS、「かぐや」、 「ひさき」、 惑星探査機観測データ解析による木星・土星磁気圏ダイナミクスの解析

3.2.2 観測ロケット：ICI-4, SS-520-3

3.2.3 数値計算・理論研究：粒子コードによる宇宙プラズマ基礎課程の探究、原始惑星系円盤の物理

3.2.4 観測機器開発

3.2.5 将来計画の準備：水星探査計画「Bepi Colombo」、 ERG、火星大気散逸観測計画の検討、JUICE

#### 3.3 惑星大気

3.3.1 金星大気：「あかつき」

3.3.2 火星大気

3.3.3 地球大気：観測ロケットによる極域電離圏電子密度擾乱観測

#### 3.4 固体惑星

3.4.1 月探査：「かぐや」のデータを用いた月科学

3.4.2 小惑星探査：はやぶさ試料キュレーション、はやぶさ2科学運用計画の策定

3.4.3 将来計画検討：SLIM、DESTINY+、ベネトレータ技術開発とミッション検討、将来大型月着陸探査、月・火星洞窟探査、火星衛星サンプルリターンMMX

3.4.4 装置開発

### 4. 研究ハイライト (p.2~18)

【1】ジオスペース探査衛星「あらせ」(ERG)の打上げ・定常観測の開始【ジオスペース探査衛星「あらせ」(ERG)】

【3】金星における未知の気象現象を発見【金星探査機「あかつき」(PLANET-C)】

【4】微粒子表面の模様に残る小惑星イトカワ40億年の歴史【小惑星探査機「はやぶさ」採取試料による成果】

【5】「ひさき」が明らかにした木星磁気圏での内部・外部結合【惑星分光観測衛星「ひさき」(SPRINT-A)】

【6】「ひさき」が明らかにした木星オーロラの本質【惑星分光観測衛星「ひさき」(SPRINT-A)】

【7】月面の粒子に入り込む地球由来の酸素【月周回衛星「かぐや」(SELENE)観測データによる成果】

【8】C型小惑星での宇宙風化を解明

### 3. 学際科学研究系

#### Department of Interdisciplinary Space Science

教職員：石岡憲昭 吉田哲也 石川毅彦 稲富裕光 黒谷明美 生田ちさと 齋藤芳隆 高木亮治 橋本博文  
井筒直樹 福家英之 三浦 昭 矢野 創 山本幸生 岡野泰則 本間正充 高野淑識 佐藤 允  
柴田寿一

学振特別研究員：鮫島寛明

受託研究員：小山翔平

宇宙研院・学生：尾田佳至朗 橋本 岳 蓑島温志 和田拓也 森吉貴大 浅尾義士 石岡英悟 大塚壮平  
黒須庸介 白根文平 瀬尾海渡 戸丸桃子 成田明未 水本岬希 和田師也 吉住雄大  
吉原育美 渡邊 翼

#### 1. 概要

宇宙科学全般に広がるもしくは宇宙科学と周辺領域にまたがる学際的分野、新たな宇宙科学分野の発展を担うべく、以下の分野での基礎研究、飛翔体への搭載を目指した機器や情報システムの研究開発を行っている。

- 1) 宇宙環境利用科学分野では、微小重力や放射線環境などの宇宙の特異な環境を利用し、地上では計測・観察が困難な現象の解明やその応用を目指している。具体的には、新機能材料創製等を目指す材料科学、生命の発生・進化・移動およびそれらへの宇宙環境の影響の解明と、生命前駆物質および地球外生命を探索するアストロバイオロジーを推進している。
- 2) 情報システムの研究開発においては、大量の科学衛星観測データを高速に処理、伝送、蓄積するため、情報処理、計算機ネットワーク、分散処理技術、大容量データベース等の基盤技術研究を進めている。また人工衛星に関連するデータの可視化、宇宙機の異常監視・診断システム、数値シミュレーション、データ同化など宇宙工学研究も実施している。
- 3) 宇宙科学研究のための飛翔体のひとつである大気球に関連した研究では、大気球およびその運用システムと大気球を用いた理学観測・工学実証のための実験システムの研究開発を行うとともに、大気球を用いたさまざまな宇宙科学研究を推進している。

#### 2. 2016 年度の研究成果

##### 2.1 宇宙環境利用科学に関する研究

物質科学では静電浮遊法で得られる「超高温」や「過冷却」を特徴とした研究を行っている。超高温融体の熱物性計測においては新たな熱物性測定法として輻射率及び定圧比熱の測定法を構築し、高融点金属のニッケル及びロジウム融体の輻射率及び比熱の測定に成功した。また、ISS 搭載静電浮遊炉の運用に参加し、酸化物（アルミン酸カルシウム）の浮遊溶解に成功した。さらに、地上では高品質化が困難とされる化合物半導体 InGaSb のバルク結晶成長過程について、ISS および地上での実験結果を比較した。その結果、微小重力環境では成長カイ

ネティクスの影響が顕在化して、(111)A, (111)B 面の結晶が共に平坦に成長し、かつ溶解量および成長速度が結晶面方位に依存することを見出した。

生命科学では、宇宙飛行マウスの皮膚遺伝子の変化を細胞老化の視点から継続的に解析し、酸化ストレスによる細胞老化のキーとなる遺伝子を特定した。アフリカヤマネの低温 (15°C) での飼育を 6 週間にわたって継続することができ、温度依存的に変化して筋萎縮を防ぐ遺伝子を特定した。さらに帰還宇宙飛行士の姿勢制御に関して、歩行における回内回外運動が帰還後 3 ヶ月経過しても飛行前に戻らないことを明らかにした。また、明条件と暗条件でのヒトの重力刺激応答（起き上がり行動）について、行動開始までの時間・反応行動の速度・反応完了後の姿勢などを解析し、重力刺激応答に視覚からの情報が関わっている可能性を明らかにした。さらに、火星での宇宙農業を目指した 1/20 気圧減圧大気下での低圧発芽実験では、ブロッコリ、ダイコン、インゲンでは発芽するものが多く、キュウリは種類によって発芽率が異なることが明らかになった。

アストロバイオロジー研究では、パンスペルミア仮説を検証するために宇宙塵等の捕集と微生物等の曝露を行う「たんぼぼ」実験を、2015 年度より 4 年間の予定で、きぼう曝露部にて運用中である。2016 年度に初めて捕集試料と曝露試料を地球帰還させた。汚染管理環境下でのエアロゲル捕集装置の初期分析の結果から、宇宙塵を捕集した超高速衝突痕を同定できた（ハイライト参照）。さらに地上での超高速衝突実験を通じ、原始地球海洋へ超高速衝突する宇宙物質の水中分解と化学進化を検証し、地球・月圏の宇宙塵分布計測器と氷天体ブリューム微粒子の非破壊捕集と軌道上分析装置の基礎開発を推進した。

##### 2.2 情報科学・情報工学に関する研究

数値シミュレーション研究においては、効率良く宇宙機開発を行うためのスパコンを用いた大規模解析の基礎技術として、昨年度提案した低メモリバンド幅 CPU 向けの高速度手法の分析を進め、メカニズムを把握すると同時に FX100 の特性理解を進めた。階層型等間隔直交構造格子ソルバの開発を進め、新しい壁モデルの提案を行と

同時に基礎的な検証を行った。

データアーカイブに関する研究として、月周回衛星かぐやに搭載されたハイビジョンカメラ映像を科学データとして公開した。本来アウトリーチを目的とした映像を科学データとして扱うために、1つの動画を約1800枚の静止画として分離し、コマンドログ・ハウスキーピングテレメトリを源泉とした補助データや、軌道や姿勢から計算可能なフットプリント等の幾何学情報を含めた。データフォーマットは天文分野標準の FITS を採用した。惑星科学分野でも利用可能なよう PDS ラベルを付与し NASAView や GDAL など標準的なツールが利用可能な整備を行った。この結果は、今後科学解析に耐えうるデータを提供するために利用される。

宇宙科学データの可視化・可聴化、関連する各種付加価値の手法及び、同手法を用いたアウトリーチへの検討を行い、以下の成果をあげた。(1)「はやぶさ2」の地球スイングバイにあたって観測された見かけの明るさの変化を、「はやぶさ2」のCGモデルを用いて推定し、その妥当性を検証した。(2)小天体探査ミッションに係る、仮想天体の形状生成手法について検討した。それらの可視化について、リアルタイムレンダリングと大規模モデルのレンダリング、双方について可視化の検討を行い、現実的な時間内での可視化が可能であることを確認した。(3)科学データの可聴化について、聴覚による科学データの認識や、アウトリーチとしての可聴化について検討を行った。

### 2.3 大気球に関する研究活動

気球についての研究では、将来の高精度、高感度での理学気球実験の実施に不可欠な、長時間飛行を実現するための圧力気球の開発研究を進めた。網をかぶせた圧力気球の研究では、さらなる耐圧性能の向上のため、新しい網とフィルムの結合方法を考案し、その性能を体積10 m<sup>3</sup>の気球の膨張試験により確認した。また、こうした小型気球においては、極の溶着部からのガス漏れが発生し易いことを見出し、新しい構造を導入することで、漏れが抑制できることを確認した。さらに溶着部の性能を定量的に評価し、良好な接着特性を有することを確認した。

また、気球を用いた宇宙科学研究においては、超伝導スペクトロメータを用いた宇宙線観測実験(BESS)の南極上空の気球飛行で得られた宇宙線事象データの詳細な解析を続け、宇宙線中の稀少成分である反陽子、反ヘリウムならびに主要成分の陽子、ヘリウムのエネルギースペクトルや観測上限値を学術論文に纏めた。また、国際宇宙ステーション搭載 CALET 装置による高エネルギー電子など各種宇宙線やガンマ線バースト現象などの科学観測を進めた。成果の一例として、重力波を世界初検出した米国 LIGO チームが2度目に重力波を観測した2015年12月の事象に関して、同じ到来方向を観測した CALET データにて電磁波のシグナルが検出されなかったことを明らかにし、重力波の起源がブラックホール合

体とする説を裏付けた。さらに、宇宙線中に極僅かに存在している可能性がある反重陽子などの反粒子成分の高感度探索を通じて宇宙の暗黒物質などに関する知見の獲得を目指すエキゾチック原子を用いた宇宙線反粒子の高感度観測実験 GAPS 計画のプロジェクト化に向けた開発検討や、初期宇宙における宇宙インフレーションの直接の証拠となる原始重力波の検出を目的とした宇宙マイクロ波背景放射偏光測定による宇宙創生の研究、小型科学衛星による宇宙マイクロ波背景放射偏光観測 LiteBIRD 計画の実現に向けた概念設計フェーズとしての活動を行った。

## 3. 研究項目

### 3.1 宇宙環境利用科学に関する研究

#### 3.1.1 物質科学

##### 3.1.1.1 浮遊法を用いた高温融体及び準安定相研究

##### 3.1.1.2 結晶成長に関する研究

#### 3.1.2 生命科学

##### 3.1.2.1 宇宙飛行マウスの皮膚の遺伝子解析、冬眠と筋萎縮防御、帰還宇宙飛行士の姿勢制御に関する研究

##### 3.1.2.2 動物の行動における重力応答

##### 3.1.2.3 低圧環境下における発芽に関する研究

#### 3.1.3 アストロバイオロジー研究

##### 3.1.3.1 有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・有機物の捕集に関する研究

##### 3.1.3.2 太陽系内惑星領域での宇宙塵分布に関する研究

##### 3.1.3.3 原始地球海洋への宇宙物質衝突による化学進化に関する研究

##### 3.1.3.4 氷天体プリューム粒子のその場計測・試料採取技術に関する研究

### 3.2 情報科学・情報工学に関する研究

#### 3.2.1 データアーカイブに関する研究

##### 3.2.1.1 月惑星探査データの GIS 化

##### 3.2.1.2 惑星科学データ共有のための国際標準プロトコル開発

##### 3.2.1.3 火星探査機データのアーカイブ化に関わる研究

##### 3.2.1.4 地球大気データのアーカイブ化に関わる研究

##### 3.2.1.5 機械学習の月惑星探査データへの適用に関わる研究

#### 3.2.2 数値シミュレーション研究

##### 3.2.2.1 階層型等間隔直交構造格子ソルバの開発

##### 3.2.2.2 エクサフロップス級計算機に向けたプログラミングモデルの検討

#### 3.2.3 ソフトウェア・データに関する研究

##### 3.2.3.1 効率的なツール開発

##### 3.2.3.2 分野横断型研究のためのウェブサービス

#### 3.2.4 宇宙科学データの可視化・可聴化に関する研究

##### 3.2.4.1 可視化・可聴化手法の研究

##### 3.2.4.2 モデリング手法

## 3.2.4.3 可視化・可聴化の応用研究

## 3.3 大気球に関する研究

## 3.3.1 気球についての研究

## 3.3.1.1 網をかぶせた圧力气球の研究

## 3.3.2 気球を用いた宇宙科学の研究

## 3.3.2.1 エキゾチック原子を用いた宇宙線反粒子の研究

## 3.3.2.2 超伝導スペクトロメータを用いた宇宙線の観測

## 3.3.2.3 高エネルギー宇宙電子線・ガンマ線の観測

## 3.3.2.4 宇宙マイクロ波背景放射偏光測定による宇宙創生の研究

## 4. 研究ハイライト (p.2~18)

【9】微小重力実験が明らかにする宇宙ダストの核生成過程

【10】アストロバイオロジー「たんぼぼ計画」試料の第一回地球帰還, 初期分析, 詳細分析

## 4. 宇宙飛翔工学研究系

## Department of Space Flight Systems

教職員：佐藤英一 森田泰弘 川口淳一郎 國中 均 堀 恵一 嶋田 徹 石井信明 稲谷芳文 峯杉賢治  
澤井秀次郎 野中 聡 徳留真一郎 大山 聖 船木一幸 川勝康弘 石村康生 西山和孝 小川博之  
山田哲哉 後藤 健 津田雄一 羽生宏人 小林弘明 (2月~) 野々村拓 北川幸樹 竹内伸介 竹前俊昭  
成尾芳博 森 治 山田和彦 佐伯孝尚 丸 祐介 奥泉信克 月崎竜童 戸部裕史 藤井孝藏  
那賀川一郎 船崎健一 米山 聡 田中宏明 森 浩一 横田 茂 樋口文浩 松井 信 松本 純  
田邊遼司 Tran Huu Nam 中村隆宏 松本幸太郎 米田由香 田村裕子 伊藤真紀子

学振特別研究員：Chit Hong Yam Daniel Garcia Yarnoz (9月28日~3月1日) Sarli Bruno Victorino (10月~)  
川崎 央 (~11月)

宇宙研院・学生：嶋田岳史 簀持 天 佐藤文音 高木啓佑 Hongru Chen Houston Mills Masato Koizumi  
Thomas Verimin キム ユージン 吉川哲史 中内結依子 眞保友彰 三島源生 小澤雄太  
中野宏章 原田拓弥 宮川雄磨 下村 怜 渡邊誉良 井上翔太 花井彰充 草野真吾 川崎吾一  
Daniele Sirigatti (4~6月) 池山 卓 久保 海 小泉治嘉 堀江優之 宮崎兼治 吉田祐人  
石鍋弘太 富吉正太郎 羽田衣里菜 太田 佳 古賀将哉 下中淳史 江上創馬 北尾 啓  
中村佳祐 岩崎祥大 Sarli Bruno Victorino (~9月) Burak Karadag Widyouotomo Ario Birmiwani  
江口 光 井出雄一郎 奥野福実夫 外岡学志 田内思担 宮谷 聡 (4月~8月) 青柳祐基  
上田紘己 武藤智太郎 Andreas Engel (4月~9月) Matthew Richardson (10月~3月)  
丹羽沙織 木南卓也 赤塚康佑 大木優介 大谷 翔 菊池隼仁 池本和晃 小山凌大 高尾勇輝  
木下寛之 北尾 啓 中村拓磨 菊地翔太 中条俊大 松本 純 神田大樹 谷 義隆 Boden Ralf  
増田紘士 出口雅也 小島舜介 黒田祐馬 金澤孝昭 比金健太 松木優一 山本鴻司 長野幹雄  
根本悠司 白杵智章 小澤晃平 (学振DC2) 由井亮典 Karthikeyan Goutham Piento Valérian  
高橋晶世 三島源生 河合成孝 Surendranath Srikanth 李 東輝 Taufik Sulaiman 福本浩章  
森平光一 加藤大祐 Akshay Garg Chang Po-Jul 伊東山登 大野 剛 Rivier Guillaume  
安藤善紀 佐々木 岳 水森 主郎 大畠 真 古川祐介 鳥羽瑛仁 村山裕輝 Chen Hongru  
江上創馬 渡辺正樹 小倉聡司 川端洋輔 浅井里美 小川 諒 河尻翔太 俵 京佑 長洲 孝  
松下将典 宮里和良 郝 婷 岡 優介 井出舜一郎 山本雄大 Giulio Coral 渡部竜平 比護悠介  
荒谷貴洋 松丸和誉 金丸拓樹 田中真由子 永野央士 福田泰久 湯原正太 香山裕樹 (5月~)  
須田俊太郎 (11月~) 高橋翔太 (2月~) 加藤彰文 松村佳子 松尾 翔 柏岡秀哉 門倉美幸  
森田駿也

## 1. 概要

宇宙飛翔工学研究系では、宇宙飛翔システムに関する基礎と応用についての学術研究を通して宇宙科学プロジェクトへの貢献を進めている。主な研究分野は宇宙航行に関わるシステム工学、宇宙輸送工学、宇宙構造・材料工学である。

## 2. 2016年度の研究成果

宇宙航行に関わるシステム工学分野では、宇宙機、飛翔体に関連した、応用飛行力学、制御システム論、輸送系システム設計など、プロジェクトに先駆的な工学研究を行っている。

主として、惑星探査機、先進的科学衛星等の宇宙機およびそれにかかわる航行、誘導、制御に関する研究と、

ロケットなどの飛翔体システムの研究を行っている。

具体的にはそれらに関連する計画立案とミッション解析、軌道設計、システム設計ないし実験機による試験、計算機によるシミュレーション等を行っている。

宇宙輸送工学分野では、大気圏内及び宇宙空間を飛翔する、あるいは宇宙空間から帰還する飛翔体や探査機の推進と航行に関わる、推進系や空気力学等の諸分野における広範な工学研究を行っている。

具体的には、固体ロケット・液体ロケット及びハイブリッドロケット、高頻度大量宇宙輸送を目指した再使用型ロケット、宇宙往還機への適用が期待される空気吸込式エンジン、惑星間航行に用いられる電気推進など先進型宇宙推進システム、大気を利用した軌道制御や再突入・回収技術に関わるシステムと要素技術の開発研究、飛翔体の空力的特性評価と最適化研究、これらの基盤となる化学反応・流動・熱・電磁気学的諸課題に関する基礎研究が、機械工学、燃料工学、化学反応工学、電磁流体力学、伝熱工学、気体力学、高速流体力学など様々な立場から進められている。

宇宙構造・材料工学分野では、地上から、地球周回低軌道上、静止軌道上、惑星上、そして深宇宙にいたるさまざまな飛翔体や構造物のシステムを対象として、それらに関わる構造と材料分野における広範な応用及び基礎研究を行っている。

具体的には、ロケットや人工衛星の構造動力学、構造設計・解析とその機械環境試験、伸展ブームや展開アンテナなどの展開構造やメカニズムの研究、宇宙飛翔体用構造材料の強度と加工性の研究、推進器構成用耐熱材料の研究、膜面やケーブル材料の研究などが行われている。

また、将来の宇宙構造物については、新しい構造概念の創造や構造解析についての研究、軌道上高精度形状制御システムの研究やセイル構造などの超軽量構造物の研究、高機能材料による適応構造の研究などが進められている。

### 3. 研究項目

#### 3.1 イプシロンロケット

- 3.1.1 イプシロンロケット空力特性の研究
- 3.1.2 イプシロンロケットの誘導制御系の研究
- 3.1.3 イプシロンロケットの構造系開発
- 3.1.4 イプシロンロケットの推進系開発
- 3.2 再使用高頻度宇宙輸送システムの研究
- 3.2.1 再使用ロケットの機体システム研究
- 3.2.2 再使用ロケットのエンジン／推進系研究
- 3.2.3 再使用ロケットの空力特性／誘導制御の研究
- 3.2.4 故障許容システムの構築に関する研究

#### 3.3 固体ロケット推進に関する研究

- 3.3.1 高エネルギー物質を適用した固体推進薬
- 3.3.2 補助推進系用新型ガスジェネレータ固体推進薬
- 3.3.3 デブリレス固体推進薬

#### 3.3.4 熱可塑性樹脂を用いた固体推進薬の研究

#### 3.3.5 固体推進薬の蠕動運動型捏和技術の研究

#### 3.4 ハイブリッドロケットの研究

##### 3.4.1 ハイブリッドロケットの酸化剤旋回流を用いた最適混合比と推力の同時制御に関する研究

##### 3.4.2 可変旋回強度方式ハイブリッドロケットにおける混合比制御下スロットリング能力の獲得とその応用に関する研究

##### 3.4.3 軸流噴射型ハイブリッドロケットの燃焼不安定性の数値解析に関する研究

##### 3.4.4 ハイブリッドロケットの飛行安全に関する研究

##### 3.4.5 境界層燃焼型液体気化装置に関する研究

##### 3.4.6 A-SOFT ハイブリッドロケットの飛翔実験の概念研究

#### 3.5 スペースプレーン技術実証システムの研究

#### 3.6 空力性能の革新を目指した研究

#### 3.7 ロケットプルーム音響予測に向けた音響解析

#### 3.8 宇宙輸送機等における多様な空力課題に関する研究

#### 3.9 科学衛星の熱設計、解析、試験に関する研究と、将来の科学衛星のための新しい熱制御技術の研究

#### 3.10 現行科学衛星プロジェクトの構造系開発

##### 3.10.1 小型科学衛星の構造系開発

##### 3.10.2 「はやぶさ2」の構造系開発

##### 3.10.3 MMOの構造系開発

##### 3.10.4 ASTRO-Hの構造系開発

#### 3.11 環境試験方式の開発研究

#### 3.12 柔軟構造物の振動制御の研究

#### 3.13 科学衛星打上げ用ロケットの構造・機能・動力学に関する研究

#### 3.14 高精度大型構造システムに関する研究

##### 3.14.1 人工的な熱膨張による大型構造物の高精度ポインティング制御

##### 3.14.2 伸展式光学架台の伸展挙動メカニズムの解明

##### 3.14.3 高精度ラッチ機構の研究

##### 3.14.4 高精度展開パネルの開発

#### 3.15 耐熱複合材の研究

##### 3.15.1 耐熱複合材料の各種エンジン部品への適用

##### 3.15.2 耐環境性セラミックスコーティングの研究開発

##### 3.15.3 固体ロケットノズル耐熱材料の軽量化・低コスト化に関する研究

##### 3.15.4 アブレタ用CFRPの高温劣化特性

#### 3.16 高分子および高分子基複合材の研究

##### 3.16.1 高速回転CFRP円板の開発

##### 3.16.2 CFRP用簡便非破壊技術の開発

##### 3.16.3 高精度大型宇宙構造に使用する高精度複合材に関する研究

##### 3.16.4 カーボンナノチューブによる超軽量構造体の創製に関する研究

#### 3.17 金属系材料の強度・破壊

##### 3.17.1 金属・合金の低温クリープ

- 3.17.2 ロケットエンジン燃焼室銅合金のクリープ疲労
- 3.17.3 超塑性変形メカニズム解明
- 3.17.4 高強度 Ti 形状記憶合金の開発
- 3.18 超高速衝突損傷のその場観察
- 3.19 非破壊信頼性評価
- 3.20 材料・工程の国際標準化のための活動
- 3.21 電鍍ライナ極低温複合材タンクの開発研究
- 3.22 液体推進系に関する研究
  - 3.22.1 バイオアルコール燃料の燃焼研究
  - 3.22.2 HAN 系 1 液推進剤を用いたスラスタの開発研究
  - 3.22.3 セラミックスラスタの開発研究
  - 3.22.4 N<sub>2</sub>O/エタノール推進系の研究
  - 3.22.5 気液平衡調圧系
  - 3.22.6 固気平衡スラスタ
  - 3.22.7 高エネルギーイオン液体推進剤の研究
- 3.23 非化学推進
  - 3.23.1 イオンエンジン
  - 3.23.2 MPD アークジェット
  - 3.23.3 DC アークジェット
  - 3.23.4 パルス・プラズマ・スラスタ (PPT)
  - 3.23.5 磁気プラズマセイル
  - 3.23.6 マイクロスラスタのための高感度推力スタンドの開発
  - 3.23.7 ホールスラスタ
- 3.24 再突入・惑星突入に関わる研究
- 3.25 電磁力による流れの制御とその応用
  - 3.25.1 高速流れに関する研究
  - 3.25.2 低速流れに関する研究
- 3.26 展開型柔軟構造体による再突入機の開発
- 3.27 火星探査用航空機に関する研究

- 3.28 天体着陸航法誘導システムの研究
- 3.29 アストロダイナミクス (応用宇宙機飛行力学) と深宇宙探査ミッション解析
- 3.30 「はやぶさ 2」における研究
  - 3.30.1 「はやぶさ 2」ミッションの軌道・誘導・航法・制御解析
  - 3.30.2 「はやぶさ 2」におけるアストロダイナミクス研究
- 3.31 IKAROS 運用に関する研究
  - 3.31.1 ソーラーセイル探査機の運動, 状態確認
  - 3.31.2 運用技術の向上
- 3.32 ソーラー電力セイル探査機による外惑星領域探査計画
  - 3.32.1 計画策定, システム設計
  - 3.32.2 セイル試作
  - 3.32.3 セイル展開機構試作
  - 3.32.4 薄膜発電システム
  - 3.32.5 膜構造物の収納・展開・展張
  - 3.32.6 サンプル採取
  - 3.32.7 ランデブー・ドッキング
- 3.33 需給状況に応じた電力制御システム

#### 4. 研究ハイライト (p.2~18)

- 【11】太陽光圧を積極利用した姿勢制御手法の実用化【IKAROS・はやぶさ 2 運用における成果】
- 【12】ASTRO-H における高精度大型構造システムの研究開発【X 線天文衛星「ASTRO-H」開発における成果】
- 【13】大気圏突入用展開型柔軟エアロシェルに関する研究開発
- 【14】マイクロ波イオンエンジンの旋回トルク発生機構の解明

## 5. 宇宙機応用工学研究系

### Department of Spacecraft Engineering

教職員：山田隆弘 齋藤宏文 川崎繁男 橋本樹明 久保田孝 山本善一 廣瀬和之 吉川 真 戸田知朗 田中孝治  
 吉光徹雄 曾根理嗣 水野貴秀 坂井真一郎 福田盛介 松崎恵一 竹内 央 富木淳史 牧謙一郎  
 豊田裕之 三田 信 福島洋介 小林大輔 坂東信尚 大槻真嗣 本城和彦 榊原直樹 嘉数 誠 尾崎伸吾  
 船瀬 龍 三田吉郎 Prilando Rizki Akbar Halil Ersin Soken Omar Mendoza 友田孝久 渡邊宏弥  
 Vinay Ravindra

宇宙研院・学生：松下 翼 森 裕哉 玉木雄三 岸川諒子 林 大介 加藤悠人 古瀬結貴 眞下大樹 浅見大智  
 Hiya Roy 佐野俊太 齋藤 匠 ジョソソミン 大津恭平 真吉 寛 坂本琢馬 坂本康輔 渡邊哲志  
 朝野雄貴 牛島正隆 井辻宏章 Chin-Han Chung 東口紳太郎 元木啓介 野村啓太 山口記功  
 張江貴大 小園江幹太 田中康平 狩谷和季 深見友也 Budhaditya Pyne 盛本真史 和田沙希  
 金子智喜 五嶋研人

#### 1. 概要

宇宙機応用工学研究系は、ロケット・人工衛星・惑星探査機・探査ロボットなどの宇宙機、地上システム、お

よび宇宙機を応用した工学技術に関し、主として電気・電子工学、計測・制御工学、応用物理学、エネルギー工学などの立場から研究を行っている。具体的には以下の

ような研究を行っている。

電子材料・デバイスの分野では、宇宙機に搭載する半導体デバイスの基礎研究や開発、それらの半導体材料の研究を行っている。搭載電子機器の研究には、月・惑星着陸機の高度・速度検出用パルスレーダ、レーザーレーダ、通信機器、アンテナ、宇宙用 GPS 受信器、宇宙機搭載用組み込みシステムの研究が含まれる。電源系に関しては、宇宙機用のリチウムイオン二次電池の性能向上研究や、蓄電用キャパシタ、燃料電池の宇宙機への適用についても研究を進めている。航法・誘導・制御に関する研究領域では、姿勢検出、相対位置検出、障害物検知などに用いるセンサの開発や、高精度姿勢指向技術、画像を用いた自律航法、障害物検知・回避のためのアルゴリズム、月・惑星着陸のための誘導制御則などの研究ほか、制御用高性能アクチュエータの開発を行っている。また、宇宙探査機のインテリジェント化・自律化、移動ロボット（ローバ）による月・惑星自律探査技術に関する研究を行っている。

地上系技術としては、 $\Delta$  VLBI や光学航法などを複合した高精度軌道推定法、宇宙機運用システムの高度情報化などを行っている。

また、小型科学衛星のシステムアーキテクチャの研究や太陽発電衛星などの宇宙エネルギーシステムの研究を行っている。

## 2. 2016 年度の研究成果

### 2.1 電源系技術

小型ミッションを対象として、小型高エネルギー密度の SUS ラミネート電池を開発した。その有用性が認められ、月着陸実験機 SLIM への搭載が決まっている。また、将来の火星表面探査を見据えた太陽電池の開発を行った。多接合化が進む最近の太陽電池は、スペクトルへの適合性に特に注意を払う必要があり、火星探査用に最適化が必要である。AM0 用太陽電池に比べ、約 9% の変換効率向上を達成した。

また、過酷環境利用のための電池設計のあり方について研究を進め電池の低温劣化に係る評価検討を行った。これまでの燃料電池／再生型燃料電池研究成果を活用し、再生可能エネルギー利用によるエネルギーキャリア研究、水電解技術の応用による炭酸ガス水素還元手法の発展的研究などを行っている。

さらに、通常の衛星電源の HK データからバッテリーの交流インピーダンスを求めるアルゴリズムを考案した。これを運用中の小型衛星れいめいの搭載バッテリーに適用して、打ち上げから 11 年間分の搭載リチウムイオン電池の交流インピーダンスのトレンドを求めた。

### 2.2 通信技術

宇宙情報通信エネルギー伝送技術については、ナノ RF エレクトロニクスを用いた GaN のショットキーダイオードと Si の RFIC 整合回路による混成半導体集積回路

HySIC のマイクロ波整流回路とアクティブ集積アンテナを試作し、超小型のフェーズドアレーアンテナの要素チップを実現した。モジュール技術については、マイクロ波を用いた温度センサ情報・データ通信・電力伝送機能をコンパクトなアクティブ集積アンテナアレーとして試作した。また、固体化マリンレーダのコンポーネントである GaN の高効率高出力アンプも試作し、9.4GHz 帯のシングルチップアンプとして、60W 出力のものを実現した。

衛星・宇宙機システムの開発のプリプロジェクトとしてのソーラ電力セイルにおいて、深宇宙通信衛星搭載用レトロディレクティブ機能付きアクティブ集積フェーズドアレーアンテナを試作した。サンプルリターン時のドッキングセンサとして RF センサの BBM をシミュレータを使って方向探知の基礎データを取得した。

さらに、深宇宙探査用地上局のための X 帯 20kW 級 GaN 固体電力増幅装置の要素（125W 出力モジュール、合成・分配器、フィルタ）試作を行い、20kW 出力へ向けてモジュール平均で PAE45%以上を達成する見通しを得た。

### 2.3 情報データ処理技術

情報データ処理の分野では、統一的なアーキテクチャ（構成原理）に基づき多くの宇宙機で共通に利用できる標準的なコンポーネントやインターフェースを開発している。また、SpaceWire-R と呼ばれる宇宙機上の計算機を接続するための通信方式を開発し、現在はヨーロッパ宇宙機関（ESA）による評価試験が行われている。この方式はヨーロッパの標準規格としても採用されることになっている。また、様々な衛星の通信及びデータ処理に関する方式を統一するために、宇宙通信データ処理アーキテクチャを JAXA 設計標準として制定するための作業も行っている。さらに、宇宙機の仕様のデータベース化を実現するために、モデル化技術と言語理論を応用した情報表現方式を開発中である。

### 2.4 航法誘導制御技術

探査機が月や惑星に安全に着陸するために必要技術として、着陸脚をセミアクティブ制御する方式について引き続き研究を行った。また、画像のブレから天体表面との相対速度を計測する方式を提案し、有効性を示した。

また、観測ロケットの姿勢制御機能向上のための搭載型 6 DOF モーション・ステージの研究・開発を行っており、S-310 シリーズでの搭載実験が予定されている。

### 2.5 自律化・ロボット技術

月惑星表面を移動探査するローバの自律性向上のために、フィールド試験（自律移動・行動計画）の実施、広角 HDR カメラを用いた環境認識、特徴の少ない地形でのビジュアルオドメトリ、ロボットの走行振動に基づく自然地形の分類と走行電力推定、電力供給を考慮した経路計画、スカイラインマッチングによる絶対位置推定、搭載用画像処理ボードの試作を行い、検証を行った。ロ

ーバの走破性の向上に関して、ホッピング移動機構の検討、車輪移動機構の性能評価、地形環境に応じた走行電力の計測、Resistive Force Theory を用いた牽引力推定、車輪グロース系の形状最適化と評価、形状記憶合金を利用したトランスフォーム車輪の製作等を行った。また、惑星表面での環境認識の高度化として、Laser Range Imager (LRI) を用いた移動計測試験、LRI のハードウェア改良、市販 Flash LIDAR を用いた地形取得と経路計画等、レーザによる計測系に重点を置いた性能検証を実施した。

さらに、実ミッションにおいては、「はやぶさ2」小惑星探査機に搭載された MINERVA-II ローバの軌道上運用を行い、健全性を確認した。また、2018 年に「はやぶさ2」が小惑星 Ryugu に到着した際のローバ、ランダ分離運用事前検証の1つとして、通信および距離測定機能に関する気球実験を行ない、問題なく運用できることを確認した。

## 2.6 デバイス技術

電子材料・デバイスの分野では、宇宙機に搭載する半導体デバイスの基礎研究や耐環境性デバイスの開発、それらの半導体材料の研究を行っている。

光パルス検出 IC LIDARX と距離画像センサ Flash LIDAR の開発を行っている。LIDARX は主に長距離用 LIDAR の受信機に使用される APD 出力読み出し回路で、APD から出力されるパルスのタイミングと波高値を測定する回路である。平成 28 年度は、IC を LIDAR テストベッド（評価用レーザ距離計）に組み込み、周辺回路とあわせた測距精度を評価するとともに搭載化への知見を蓄積した。Flash LIDAR は距離画像を取得するセンサで、着陸時の障害物検出や軌道上ランデブ時の相対距離姿勢測定に使用される。平成 28 年度は 16×16 素子の小規模回路を改良し、APD アレイと垂直接合した距離画像センサを試作、YAG レーザを使用して距離画像を得ることに成功した。

## 2.7 軌道決定

軌道決定グループとしては、現在運用中の衛星・探査機の軌道決定についてその状況を常に把握し、ミッション遂行に支障が生じないように作業を進めた。特に、「はやぶさ2」の軌道決定では、イオンエンジン運転中の DDOR 観測の利用を世界で初めて行い、「はやぶさ2」の小惑星への巡航のために必要なイオンエンジンによる軌道変換におおいに貢献した。また、「はやぶさ2」の小惑星への最終接近フェーズにおける光学航法の精度解析を実施した。

地球接近天体に関する活動としては、国連等の活動に参加し、国際的な共同検討に加わるとともに、アジア太平洋地域における小惑星観測ネットワークの運用を進めた。

## 2.8 小型衛星システム

100kg 級小型衛星に搭載する X 帯合成開口レーダの開

発研究は、内閣府革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) に採択され、平成 30 年まで 100kg 級小型衛星に搭載できる地上分解能 1m の合成開口レーダを開発している。アンテナ部は、2 層構造スロットアレイパネルアンテナを採用し、これを展開ヒンジにて展開する。ヒンジ部には、新たに考案したチョークフランジによる非接触導波管対向給電方式を採用した。電氣的、機械的なブレッドボードモデル (BBM) を製作試験してほぼ設計どおりの特性を得ている。送信大電力増幅器として、GaN 増幅器を用いた 9.65GHz、帯域 300MHz、1kW 出力のパルス電力増幅器を設計した。観測データをダウンリンクする X 帯高速通信システムについては、X 帯でシンボルレート 300Msps、64APSK 変調、右旋/左旋円偏波 2 チャンネルの通信システムの設計を行った。

また、衛星バスの小型・軽量化や短工期化に向けて、アーキテクチャ・コンポーネント・実装技術などの各レイヤにおける研究・検討を推進した。月着陸実験機 SLIM に向けた画像航法や着陸レーダの研究・検討をした。衛星搭載バッテリーの劣化・寿命推定について、交流インピーダンスを推定することによる新たな手法を開拓した。

## 2.9 宇宙エネルギーシステム

宇宙太陽発電衛星の研究に関して、無線送電技術に関するシステム研究のためのフェーズドアレイアンテナシステムと方向探知システムの試作を行い、マイクロ波ビーム制御に関する基礎実験を行った。また、S 帯マイクロ波を用い、位相比較及び振幅比較により、0.001 程度の精度で方向探知を行うための評価システムの構築を行った。

また、ソーラー電力セイル用薄膜発電システムの開発を行った。表面コーティングによる形状制御・維持技術の開発を行った。また、ポリイミドフィルム上に形成した薄膜太陽電池の耐宇宙環境評価試験を実施した。

## 3. 研究項目

### 3.1 電源系技術

#### 3.1.1 極端環境における宇宙用太陽電池の特性評価

#### 3.1.2 宇宙用蓄電デバイス

### 3.2 通信技術

#### 3.2.1 ワイヤレスセンサおよび高効率回路技術

#### 3.2.2 搭載深宇宙 RF 通信技術

#### 3.2.3 搭載近地球通信技術

#### 3.2.4 宇宙機内ワイヤレス通信技術

### 3.3 情報データ処理技術

#### 3.3.1 衛星データ処理アーキテクチャ

#### 3.3.2 モデル化技術の衛星開発への応用

### 3.4 航法誘導制御技術

#### 3.4.1 宇宙機の姿勢決定・制御

#### 3.4.2 月惑星探査機の航法誘導制御

#### 3.4.3 惑星探査機の航法センサ

### 3.5 自律化・ロボット技術

- 3.5.1 月惑星探査ロボティクス
- 3.5.2 小天体探査ローバ
- 3.6 デバイス技術
  - 3.6.1 アナログ集積回路の研究開発
  - 3.6.2 耐環境エレクトロニクス
  - 3.6.3 宇宙用マイクロマシン
- 3.7 軌道決定
  - 3.7.1 DDOR 技術
  - 3.7.2 オープンループ受信機による軌道決定
- 3.8 小型衛星システム
  - 3.8.1 小型科学衛星

- 3.8.2 小型衛星高速通信システム
- 3.8.3 小型衛星用マイクロ波合成開口レーダ
- 3.9 宇宙エネルギーシステム
  - 3.9.1 太陽発電衛星システム
  - 3.9.2 薄膜発電システム
  - 3.9.3 水サイクルシステムを用いた宇宙機電源システム

#### 4. 研究ハイライト (p.2~18)

【15】 れいめい衛星によるリチウムイオン電池の特性評価 【小型高機能科学衛星「れいめい」(INDEX)】

## 6. 国際トップヤングフェローシップ

2009年度より、日本を宇宙科学におけるトップサイエンスの拠点とするための施策の一環として「国際トップヤングフェローシップ(ITYF)」という制度を立ち上げている。これは、国際公募により世界から極めて優れた若手研究者を任期付で招聘する制度で、毎年数十倍という厳しい競争率による選抜となっている。本制度による招聘は原則3年、審査を経て5年まで延長可能としている。2012年度に実施された宇宙科学研究所国際外部評価においては、「本制度が宇宙研の認知度を高めるとともに宇宙科学の発展に大きく貢献している」としてその有効性が高く評価された。

これまでに在籍したフェローは、計12名(うち、欧米出身者7名)で、うち5名は他大学等で無期雇用のポスト(国内3名、国外2名)を得ている。2016年度は、47名の応募者の中から選抜された1名が新たに7月に着任し、現在は計3名のフェローが在籍している。また2016年度は、応募者の質の向上を狙い、海外のフェローシップ公募時期に合わせて年2回の公募に変更した。

ITYFフェローは、その研究活動期間において顕著な成果を残している。例えばLIGO合同研究チームによる連星ブラックホールからの重力波観測からほどなくして、ITYFフェロー井上博士の研究チームは、観測された連星ブラックホール合体のレートが、超大光度X線源の数密度から推定される値と一致することを示した。この成果は、上記のような連星ブラックホールからの重力波放出の源を解明する手掛かりとなりうるものであり、学術誌「Monthly Notices of the Royal Astronomical Society」に掲載された。

またITYFフェローには、研究のみならずプロジェクトへの積極的な参加も求められており、フェローと宇宙科学研究所内の日本人研究者との間でシナジー効果が発揮される事が期待されている。これまで在籍したフェローがプロジェクトでの成果を出している他、在籍中のフェローも、現行プロジェクトのみならず、将来計画の検討にも積極的に携わっている。

氏名	前所属機関	研究テーマ	期間
井上 芳幸	スタンフォード大学 (米)	Deciphering the Nature of Active Galactic Nuclei Linking Theory and Observation	2014年2月～
PERALTA, Javier	アンダルシア宇宙物理学研究所 (西)	Characterizing the atmospheric dynamics of Venus with Akatsuki and Venus Express	2015年4月～
CRITES, Sarah	ハワイ大学 (米)	Evolution of the Solar System as Revealed by Remote Sensing of Small Bodies	2016年7月～

ITYFによる主な研究成果 (2016年度)

井上 芳幸

The Astrophysical Journal Letters, Vol.837 (1), L15 (2017)

DOI: 10.3847/2041-8213/aa61fa

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol.461(4), pp.4329-4334 (2016)

DOI: 10.1093/mnras/stw1637

The Astrophysical Journal, Vol. 828 (1), 13 (2016)

DOI: 10.3847/0004-637X/828/1/13

PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan, Vol.68 (4), 56 (2016)

DOI: 10.1093/pasj/psw052

PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan, Vol.68 (4), 51 (2016)

DOI: 10.1093/pasj/psw049

Nature, Vol. 535 (7610), pp.117-121(2016)

DOI: 10.1038/nature18627

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,

Vol.459 (1), pp.108-120 (2016)

DOI: 10.1093/mnras/stw623

The Astrophysical Journal, Vol.823 (1), 35 (2016)

DOI: 10.3847/0004-637X/823/1/35

PERALTA, Javier

Geophysical Research Letters, Vol.44 (8), pp.3907-3915 (2017)

DOI: 10.1002/2017GL072900

Icarus, Vol. 288, pp.235-239 (2017)

DOI: 10.1016/j.icarus.2017.01.027

Icarus, Vol.285, pp.8-26 (2017)

DOI: 10.1016/j.icarus.2016.12.017

The Astrophysical Journal Letters, Vol.833 (1), L7 (2016)

DOI: 10.3847/2041-8205/833/1/7

Earth, Planets and Space, Vol.68 (1), 75 (2016)

DOI: 10.1186/s40623-016-0457-6

CRITES, Sarah

48th Lunar and Planetary Science Conference (2017/3/20-24)

Global and local distribution of troctolitic rocks using Kaguya Multiband Imager data and radiative transfer mineral mapping(#1312)

Rock abundance as a potential discriminator of impact melt on lunar central peaks(#1359)

Detection of lunar lava tubes by lunar radar sounder onboard SELENE (Kaguya) (#1711)

A study of near-infrared hyperspectral imaging of Martian moons by NIRS4/MacrOmega onboard MMX spacecraft (#2318)

## IV. 宇宙科学プロジェクト

### 1. 宇宙科学・探査プロジェクト

#### (1) 宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策

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、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。
  - ・ 世界第一級の成果創出を目指し、戦略的中型科学衛星に係る検討を進める。
  - ・ 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、将来の小型科学衛星ミッションの検討を進める。
  - ・ 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群（戦略的海外協同計画と小規模計画）を実施するとともに、さらなるミッションの検討を進める。
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。なお、効果的・効率的に活動を行える無人探査をボトムアップの議論に基づくだけでなく、プログラム化も行いつつ進める。プログラム化においては、月や火星等を含む重力天体への無人機の着陸及び探査活動を目標として、特に長期的な取り組みが必要であることから、必要な人材の育成を考慮しつつ、学術的大局的観点から計画的に取り組む。
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。

#### (2) 戦略的中型宇宙科学ミッション

中型1号機として、「火星衛星サンプルリターン計画」を選定し、概念検討を進めた。戦略的中型計画の次候補ミッションとして、「LiteBIRD（宇宙マイクロ背景放射偏光観測衛星）」及び「ソーラー電力セイル」について、概念検討の初期フェーズとして、ISASの支援の下でフェーズA1活動（システム検討を含む技術検討活動）を開始した。平成30年度まで活動を行い、技術的成立性等

を踏まえて、新しいミッション候補も考慮の上、中型2号機の選定を行う予定である。

#### (3) 公募型小型宇宙科学ミッション

公募型小型計画の1号機として「小型月着陸実証機（SLIM）」について、平成28年度からプロジェクトとして、開発着手することとなった。公募型小型計画の2号機候補について、宇宙理工学委員会のミッション定義審査にて指摘された課題に対し、ミッション立ち上げに向けて、理学ミッションシナリオの強化など課題解決を支援した。宇宙理工学委員会でのミッション定義再審査の結果、次期公募型小型計画の候補ミッションとして、Destiny+（枯渇小惑星フェイトンへのフライバイ探査計画）が宇宙科学研究所に推薦され、今後フェーズA1活動を行う予定である。小型JASMINEについては、ミッション定義再審査を実施中である。

#### (4) 小規模プロジェクト

小規模プロジェクト第2号として選定した「木星氷衛星探査計画（JUICE）」は計画審査を実施し、所内プリプロジェクトとして検討を進めた。

小規模プロジェクト群については、宇宙理工学委員会にて今後の進め方について議論が行われ、国際戦略ミッションの位置づけにて海外大型計画への参画に重点をおく戦略的海外協同計画と多様な飛翔機会を用いた小規模計画の両輪で進める方針となった。小規模計画について平成28年度に公募が行われ、16件の提案があった。今後評価が行われ、選定される予定である。

#### (5) X線天文衛星代替機

X線天文衛星ASTRO-Hの運用異常の発生を受け、「X線天文衛星ASTRO-H「ひとみ」運用異常対策本部」を発足させ、JAXA全体の専門家が参加して原因究明及び再発防止策をとりまとめた。それら対策を実施するとともに、科学的意義や国際的な貢献・信頼回復等の観点を踏まえてX線天文衛星代替機計画の提案を行った。この結果、宇宙基本計画工程表（平成28年12月13日宇宙開発戦略本部決定）に、「X線天文衛星代替機」が明記された。

#### (6) 宇宙科学の実行戦略

宇宙科学研究の長期計画の策定や将来ミッションの立ち上げを目指し、平成27年に、宇宙科学コミュニティに対して「研究領域の将来構想や戦略」に関する将来構想案の募集を行った。今年度は、これらの意向を参考に、「今後の宇宙科学の実行戦略」としてとりまとめ、これを基礎として、宇宙理工学委員会において今後20年の長期計画の議論が開始された。

## 2. 科学衛星・探査機

### a. GEOTAIL

所内：齋藤義文（プロジェクトマネージャ）向井利典 上杉邦憲 中谷一郎 橋本正之 西田篤弘 鶴田浩一郎  
 早川 基 川口淳一郎 藤本正樹 中村正人 松岡彩子 高島 健 浅村和史 長谷川洋 横田勝一郎  
 山崎 敦 井上浩三郎 市川 勉 齋藤 宏

所外：白井仁人（一関高専）小原隆博 笠羽康正（東北大）中川朋子（東北工大）林 幹治 寺澤敏夫 星野真弘  
 吉川一朗 関華奈子（東大）長井嗣信 坪内 健（東工大）菊地 順 長谷川信行（早大）村上浩之 柳町朋樹  
 （立教大）上野玄太（統数研）江尻全機 門倉 昭（極地研）村田健史 長妻 努（NICT）永田勝明（玉川大）  
 松本洋介（千葉大）櫻井 亨 利根川豊 遠山文雄 三宅 互 坂田圭司（東海大）杉山 徹（JAMSTEC）  
 宗像一起（信州大）國分 征 萩野瀧樹 塩川和夫 平原聖文 町田 忍 家田章正 梅田隆行 三好由純  
 今田晋介 堀 智昭 宮下幸長（名大）岡田敏美 三宅壮聡 高野博史 石坂圭吾（富山県大）成行泰裕  
 （富山大）長野 勇 笠原禎也 八木谷聡 井町智彦（金沢大）中村 匡（福井県大）木村磐根 松本 紘  
 橋本弘蔵 大村善治 小嶋浩嗣 上田義勝 田口 聡 能勢正仁（京大）筒井 稔（京産大）中村雅夫  
 （大阪府大）賀谷信幸 白井英之（神戸大）新 浩一（広島市大）清水 徹 近藤光志（愛媛大）高田 拓  
 （高知高専）湯元清文 河野英昭 羽田 亨 松清修一 深沢圭一郎（九大）  
 他 GEOTAIL プロジェクトチーム

磁気圏観測衛星「GEOTAIL」（1992年7月24日打上げ）は、米国フロリダ州ケープカナベラルからデルタIIロケットで打上げられた日米共同プロジェクトの衛星である。その研究目的は、地球磁気圏尾部の構造とダイナミクスおよび磁気圏の高温プラズマの起源と加熱・加速過程を明らかにすることである。

実績：

- ① 打上げから24年以上経過し、太陽活動周期（約11年）の2周期を超えて均質な地球周辺の外部磁気圏の観測データを取得。
- ② NASAのMMS衛星との共同観測を実施し、磁気圏界面での磁気リコネクションに関わる同時観測データを取得。
- ③ 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、Van Allen Probes衛星との共同観測を実施し、日米双方から観測データを公開。

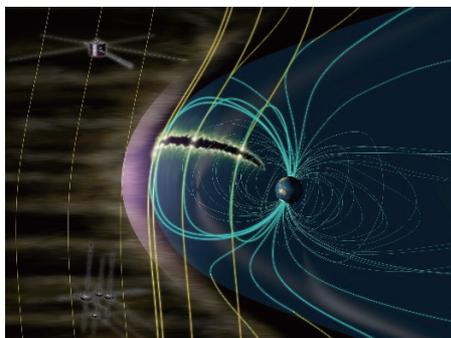


図1 GEOTAILとMMSが同時観測を行った磁気リコネクションの概念図

効果：

- ① 平成28年度査読付き論文数：17編  
 査読付き論文の累計数：1167編
- ② 【研究成果】MMS衛星との共同観測の結果、地球磁気圏の境界でおきる磁気リコネクション（図1）が、東西方向に7万km以上にわたって5時間以上持続的に発生すること[1]、磁極が傾いている時の磁気リコネクションの発生場所は冬半球側にずれること[2]を初めて明らかにした。これらの成果は、太陽風エネルギーの磁気圏流入量が太陽風や惑星磁場の変動に伴ってどのように変化するかを理解する上で重要な成果である。（*Geophysical Research Letters* [1]平成28年5月 [2]平成28年6月; 2016年7月に記者説明会実施。ISAS ニュース2016年12月号に掲載。）（図2）

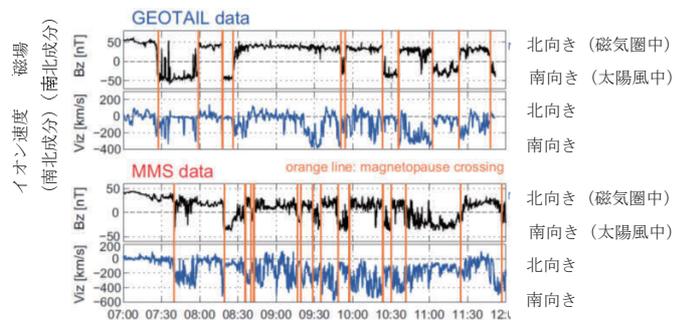


図2 2015年10月2日に得られたGEOTAILとMMSによる磁気リコネクションの同時観測データ

## b. ASTRO-E II

所内:石田 学(プロジェクトマネージャ)高橋忠幸 堂谷忠靖 山崎典子 国分紀秀 尾崎正伸 前田良知 渡辺 伸  
辻本匡弘 田村隆幸 小山志勇

所外:小高裕和 (Stanford University) 幅 良統 (愛知教育大) 寺島雄一 栗木久光 (愛媛大) 武田伸一郎 (OIST)  
平賀純子 (関西学院大) 森 浩二 山内 誠 廿日出 勇 内田裕之 田中孝明 鶴 剛 榎戸輝揚 上田佳宏  
(京大) 米徳大輔 藤本龍一 (金沢大) 伊豫本直子 (九大) 高橋弘充 田中康之 水野恒史 深沢泰司  
大野雅功 (広島大) 寺田幸功 (埼玉大) 中森健之 (山形大) 久保田あや (芝工大) 大橋隆哉 石崎欣尚  
瀬田裕美 江副祐一郎 一戸悠人 山田真也 (首都大) 伊藤真之 (神戸大) 吉田篤正 澤田真理 (青学大)  
内山秀樹 (静岡大) 片岡 淳 (早大) 中嶋 大 林田 清 能町正治 (阪大) 坪井陽子 勝田 哲 (中央大)  
河合誠之 谷津陽一 杉田聡司 (東工大) 中澤知洋 馬場 彩 (東大) 松下恭子 佐藤浩介 幸村孝由 (東京理  
科大) 村上弘志 (東北学院大) 古澤彰浩 (藤田保健衛生大) 信川正順 (奈良教育大) 山内茂雄 太田直美 (奈良  
女大) 宇野伸一郎 (日本福祉大) 田村啓輔 石橋和紀 三石郁之 古澤文江 田島宏康 山岡和貴 松本浩典 (名  
大) 野田博文 (東北大) 玉川 徹 牧島一夫 (理研) 北本俊二 内山泰伸 斉藤新也 星野晶夫 (立教大)

X線天文衛星「すざく (ASTRO-EII)」(2005年7月10日打上げ)は、動的な視点から宇宙の構造形成やブラックホール周辺現象の理解を目指して打上げられた。

実績:

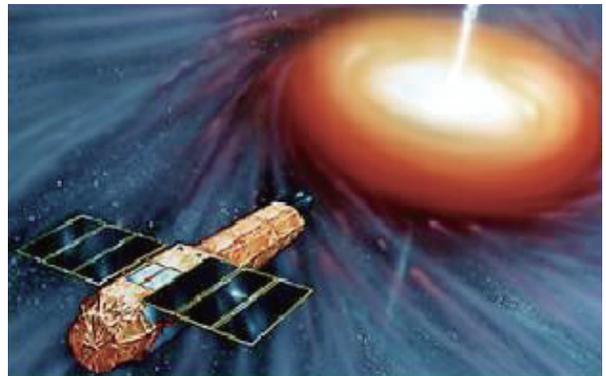
- ① 打上げから科学観測終了(平成27年6月)までに得られた全データについて、最終キャリブレーション情報を付加してデータベースを構築し、平成28年10月に、DARTS(宇宙科学データアーカイブシステム)、およびNASA HEASARC(High Energy Astrophysics Science Archive Research Center)を通じて全世界の研究者に公開した。
- ② 科学観測の終了に伴い、Sバンドの停波運用を継続して実施。(※平成28年度末時点で停波未了)

効果:

- ① 平成28年(1~12月)査読付き論文数: 95編  
査読付き論文の累計数: 943編
- ② 「すざく」(ASTRO-EII)の観測データに関しては、観測運用終了後もデータを使った論文が出続けてお

り、今後も観測データを利用した研究が進められると推測される。

- ③ 停波運用については、他衛星との干渉を避けつつ、臼田宇宙空間観測所34m/20mアンテナで実施している。ただし、衛星側のSバンド送信機にコマンドが到達しづらい状況が続いているため、停波完了までに時間を要する見込みである。



c. INDEX

所内：齋藤宏文（プロジェクトマネージャ）水野貴秀 坂井真一郎 福島洋介 永松弘行 福田盛介 坂井智彦  
 曾根理嗣 田中孝治 鷗野将年 浅村和史 山崎 敦 渡辺宏弥

所外：平原聖文（名大）坂野井健（東北大）岡田雅樹（極地研）小淵保幸（三菱電機）三好由純（名大）海老原祐輔  
 （京大）小川泰信（極地研）細川敬祐（電通大）西山尚典 福田陽子（極地研）秋谷祐亮（京大院生）

小型高機能科学衛星「れいめい（INDEX）」（2005年8月24日打上げ）は、重量70kgの日本を代表する高機能な小型3軸衛星であり、平成21年度日本宇宙航空学会技術賞を受賞し、理学観測としては、世界初の高空間・高時間分解能のオーロラ粒子・発光の同時観測を成し遂げた。

実績：

① 2005年に打上げられた小型衛星「れいめい」に搭載のリチウムイオン電池は、軌道上で11年間、600,000サイクルの充放電を経験しており、歴史の浅いリチウムイオン電池にとって貴重なデータを提供している。この衛星テレメトリデータから、負極内Liイオン拡散に関わる低周波数領域の交流インピーダンスを求める手法を新たに開発し、「れいめい」衛星搭載Liイオン電池の軌道上11年間のトレンドを得た。直流インピーダンスは、打上げ直後からほとんど変化していないのに対して、負極内Liイオン拡散に関わる低周波数領域の交流インピーダンスは、打上げ直後から約2倍に増加してきている。

一方、電池のHKデータの統計的解析によれば、放電初期に電圧低下率が短時間急峻になる現象が、2015年ころから多発するようになったことが見出された。負極に金属リチウムが析出して電極間電位差が大きくなり、その後、金属リチウム核が消滅して電位差が通常の値に戻る現象と推察され、無重力下でのLiイオン電池に特異な劣化現象を世界で初めて見出している可能性がある。

② 通常の衛星運用では、衛星の可視時間にオペレータが衛星からの信号をみて地上装置を運用する等の作業が必要であるが、それを自動化するシステムを開発完了した。運用中衛星「INDEX」と合わせた総合的なシステム検証を実施し、実用可能である見通しを得た。

効果：

査読付き論文数：1編

国際会議発表2件、国内発表4件、特許出願1件、国際標準化作業1件。

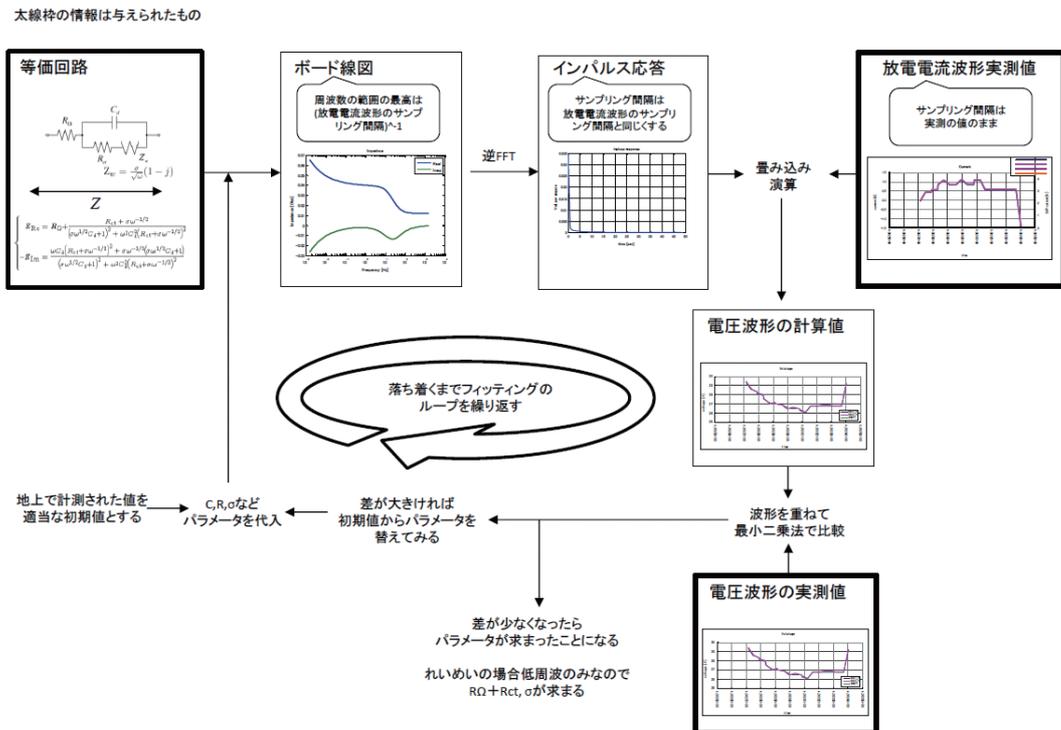


図 考案したバッテリー電圧/電流のHK時間データより、バッテリーの周波数特性（交流インピーダンス）を推定する方法。搭載機器のオンオフによるバッテリー電流をステップ入力、バッテリー電圧をステップ応答と見なす。バッテリーの等価回路の過渡応答問題として、バッテリー電流電圧のHKデータ波形を用いて、25m-10mHzの低周波領域（負極内のLiイオン拡散抵抗）が計測できる。

### d. SOLAR-B

所内：清水敏文（プロジェクトマネージャ）坂尾太郎 松崎恵一 松本琢磨 石川真之介 Carlos Quintero-Noda  
 伴場由美 渡邊鉄哉 山田隆弘 橋本樹明 坂井真一郎 坂東信尚 澤井秀次郎 志田真樹 石井信明  
 峯杉賢治 廣瀬和之 豊田裕之 山本善一 戸田知朗 太刀川純孝 竹内 央 高木亮治 常田佐久  
 所外：阿部旬也 松田郁未 池田沙織 秋山恭平 菅野浩一 上嶋博子 他（JAXA 統合追跡 NW） 舩分宏昌  
 （JAXA 研究開発部門）末松芳法 原 弘久 関井 隆 鹿野良平 勝川行雄 久保雅仁 石川遼子 成影典之  
 下条圭美 矢治健太郎 鳥海 森 Lee Kyoung Sun 岡本文典（国立天文台）一本 潔 永田伸一 磯部洋明  
 浅井 歩 西田圭佑（京大）草野完也 増田 智 今田晋亮 石橋一紀 塩田大幸（名大）飯田佑輔  
 （関西学院大） 蓑島 敬（海洋研究開発機構）渡邊恭子（防衛大）David Brooks（ジョージメイソン大学）  
 大山真満（滋賀大）岩井一正 西塚直人（情報通信研究機構）横山央明（東大） 他「ひので」チーム

太陽観測衛星「ひので（SOLAR-B）」（2006年9月23日打上げ）は、可視光を用いた太陽表面磁場の精密測定とX線及び極紫外線によるコロナの撮像および分光プラズマ診断観測を通じて、太陽の表面からコロナにわたる磁気的活動や加熱の全貌をとらえ、宇宙プラズマの素過程や太陽地球間宇宙環境に影響を与える磁気的活動の源を調べることを目的として開発された。

実績：

- ① 打上げ後、X帯通信異常以外は大きな問題なく、軌道上運用10周年を迎えた。
- ② 国際コミュニティから観測提案36件を採択し、観測を実施。（NASAのIRIS衛星と連携した定常的な観測に加え、平成28年12月からALMA（チリ）による太陽観測が開始されたことから、観測提案数が

大幅に増加。）

- ③ 観測データについて世界への完全公開を継続した。効果：
  - ① 平成28年度査読付き論文数：85編／査読付き論文の累計数：1074編（平成28年12月時点）（図1）
  - ② 打上げ後10周年を記念した国際会議（Hinode-10, 国内74名、海外79名が参加）にて、「ひので」の10年間成果を討議し、今後の太陽物理学研究の方向性を研究コミュニティが検討する好機となった。
  - ③ 一般向け講演会（名古屋、228名参加）や新聞掲載（朝日新聞 科学の扉ページ 平成28年8月14日）・記念動画配信（視聴回数：5万回超）・天文月報「ひので」10周年記念特集（8-10月号）等によって、「ひので」10年の成果を一般に広めるとともに、宇宙科学への一般理解の向上に貢献した。
  - ④ 【研究成果】「ひので」可視光磁場望遠鏡-IRIS衛星の連携観測から、黒点上空の彩層で波のエネルギーがどれだけ熱エネルギーに変わったかを観測データから定量的に算出する方法を確立した。コロナ・彩層加熱問題の解明上重要な進展である。（*The Astrophysical Journal* 平成28年10月、平成28年10月31日 ISAS ウェブリリース）（図2）
  - ⑤ 以上のとおり、運用開始から10年以上経った現在も成果を創出し続けており、審査の結果2017年4月から4か年の運用延長が認められた。

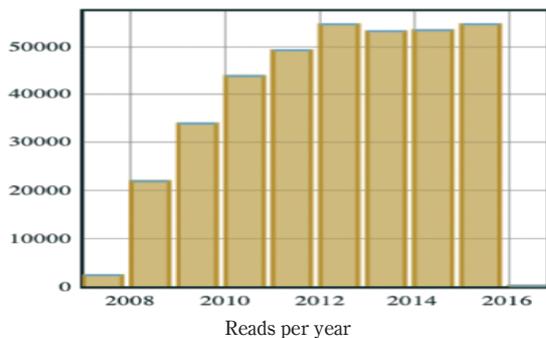
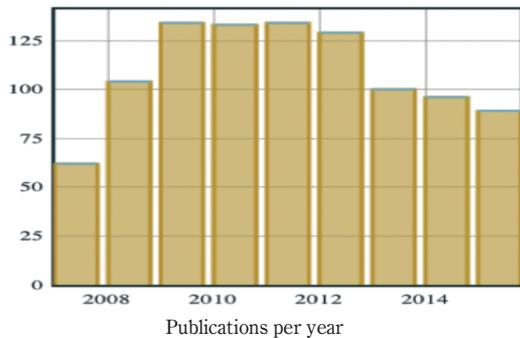


図1 「ひので」観測に基づき発表された査読付き論文数の年ごとの履歴（上：プロジェクトによる集計結果）。  
 下図は、これらの「ひので」査読論文が年間にダウンロードされた総回数であり、NASA ADSを用いた統計調査の結果である。

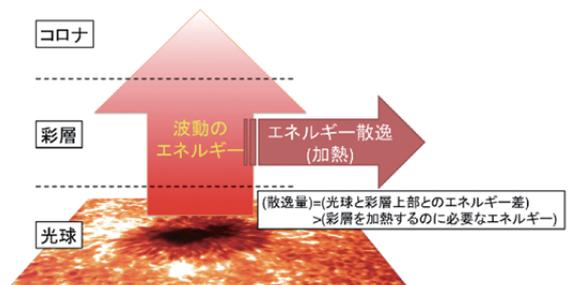


図2 太陽光球と彩層上部との波動のエネルギーの差が彩層で散逸（熱化）されたエネルギー量である。光球の波動エネルギーはひので観測、彩層上部での波動エネルギーはIRIS観測で評価する方法を確立した。観測から得られた散逸エネルギー量は、彩層を形成するのに十分な量となっていた。

## e. PLANET-C

所内：中村正人（プロジェクトマネージャ）石井信明 佐藤毅彦 阿部琢美 今村 剛 山崎 敦 鈴木 睦  
 上野宗孝 川勝康弘 奥泉信克 山本善一 鎌田幸男 富木淳史 山田隆弘 竹前俊昭 豊田裕之 廣瀬和之  
 太刀川純孝 中塚潤一 戸田知朗 吉川 真 加藤隆二 市川 勉 竹内 央 廣瀬史子 橋本樹明 関 妙子  
 山本高行 川原康介 山本幸生 餅原義孝 清水幸夫 澤井秀次郎 長谷川晃子 平原大地 齊藤 宏  
 永松弘行 杉山耕一朗 Yeon Joo Lee 村上真也 Javier Peralta 佐藤隆雄  
 所外：田口 真 亀田真吾（立教大）渡部重十（北海道情報大）福原哲哉（立教大）岩上直幹（東大）坂野井健  
 （東北大）はしもとじょーじ（岡山大）堀之内武 高橋幸弘（北大）高木征弘 安藤紘基（京産大）林 祥介  
 櫻村博基（神戸大）松田佳久 佐藤尚毅（東芸大）神山 徹 中村良介（産総研）平田 成（会津大）山田 学  
 （千葉工大）大月祥子（専修大）小郷原一智（滋賀県立大）高木聖子（東海大）  
 他 PLANET-C プロジェクトチーム

金星探査機「あかつき（PLANET-C）」（2010年5月21日打上げ）は、金星気候の力学的解明を目的として開発された。

実績：

- ① 平成28年1月から金星の試験観測、4月から定期的な科学観測（雷・大気光カメラ（LAC）を除く4台のカメラによる撮像と電波掩蔽観測）を実施。LACも2016年11月に定常観測へ移行し、5台のカメラと電波掩蔽観測のすべてを用いた観測により、データを着実に蓄積した。ただし、平成28年12月に2台の中間赤外カメラに不調が発生し、中間赤外線カメラによる科学観測を休止した。
- ② 金星の外合を利用して、太陽コロナの構造を調べるための電波観測を実施。（平成28年6月）
- ③ 電波掩蔽観測機会を増やすため、ISROと協定を結び、電波受信を実施。（平成29年1月）

効果：

- ① 平成28年度査読付き論文数：1編  
査読付き論文の累計数：19編
- ② 日本初の惑星周回機として周回軌道における探査機運用の経験・ノウハウを蓄積した。
- ③ アメリカ天文学会惑星科学分科会の年会で Plenary Talk を与えられるなど、世界から大きく注目されるとともに、以下に挙げる成果を創出した。
- ④ 【研究成果】UVI, LIR, IR2 昼面では雲頂（高度約70 km）の大気運動、IR1 昼面では雲層下部（約51 km）、IR2 夜面では雲底部（51 km かそれ以下）の風速場を得ており、当初計画どおりに金星大気運動の三次元的描像を得つつある。

・雲頂高度の雲追跡（UVI）

従来手法の10倍ほど詳細な、数百 km 程度の風速構造まで、金星観測史上で初めて同定できるようになった。これにより、惑星気象学最大の問題と言える金星大気の「スーパーローテーション」の諸理論を

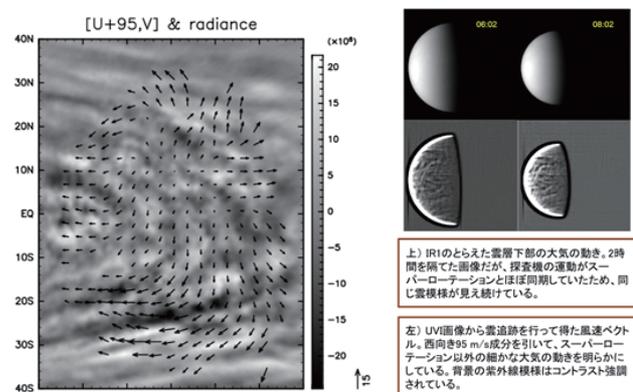
比較・検証するための基礎データが得られつつある。

・雲層下部の雲追跡（IR1）

波長0.90 mm 昼面画像に見られる雲の模様を追跡し、風速場を求めた。得られた結果は中低緯度で  $75 \pm 10$  m/s のほぼ一様な西向きの風であり、過去に Galileo フライバイや Venus Express/VIRTIS で得られたものと整合している。南北風は中低緯度で  $\pm 5$  m/s 以下と、これも Galileo, VIRTIS の結果と同じく驚くほど小さい。

・雲底部の雲追跡（IR2）

下層大気の熱放射を背景に雲底付近の密度むらが見視化され、雲追跡によりこの高度の風速推定が可能となつてから日が浅い。この為まだ風速の観測例が限られている。IR2 がもたらすデータの質は非常に良く、雲追跡技術の向上と相まって、これまでに知られていない形態の運動が様々な存在することが明らかになってきた。従来の限られた観測から、この高度帯での風速はあまり変動しないとされてきた考えを、くつがえしつつある。



金星大気の三次元運動

### f. IKAROS

所内：森 治（チームリーダー）加藤秀樹 竹内 央 富木淳史 津田雄一 佐伯孝尚 尾川順子 三桝裕也  
 松本 純 市川 勉 吉川 真

所外：菊地翔太 川端洋輔（東大）谷口 正 大西隆史（富士通）伊藤大智（JAXA 研究開発部門）藤沢健太（山口大）

小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」は2010年5月21日に打上げられ、フルサクセスとして世界初のソーラーセイルおよびソーラー電力セイルの実証を達成した。2012年以降は推進がほぼ枯渇し姿勢制御できないため、冬眠モードと冬眠明けを繰り返している。現在は次世代のソーラー電力セイル探査機の開発・運用のためのデータ取得を目的として運用を行っている。特に、セイルのカメラ画像および薄膜太陽電池の発電データを取得することで、ソーラー電力セイルの長期間に渡る性能評価が可能となる。

実績：

- ① IKAROS の電波が捕捉できないことにより、従来モデルが正確でない可能性を示し、新たにスピンの変化を考慮した姿勢・軌道解析モデルを構築した。具体的には、スピンのことによってセイルのねじれ角が変化するモデル化を行い、スピン履歴を一致させた。2016年以降、IKAROS のスピンの負から正に遷移する傾向があり、これにより姿勢が大きく変化するというスピン型ソーラーセイルのユニークな挙動を明らかにした（図1）。
- ② オープンループ記録データを利用した後処理で擬似レンジデータを抽出する技術を確認した。擬似レンジにより推定精度 1000km のオーダで軌道決定ができるようになり、探索範囲を大幅に縮小し、実際の探索運用へ適用した（図2）。

効果：

- ① 平成 28 年度査読付き論文数：1 編  
査読付き論文の累計数：107 編
- ② オープンループ記録データを利用した後処理によって電波を捕捉し、テレメトリ・レンジを取得する手法は、ソーラーセイルだけでなく深宇宙探査機の運用技術として幅広い活用・発展が期待できる。
- ③ ISAS ニュース別冊として特集「IKAROS からソーラー電力セイル探査機へ」が発行された。
- ③ IKAROS チームが 2017 年の IAA（International Academy of Astronautics）のチーム賞（The Laurels for Team Achievement Award 2017）を受賞することが決まった。

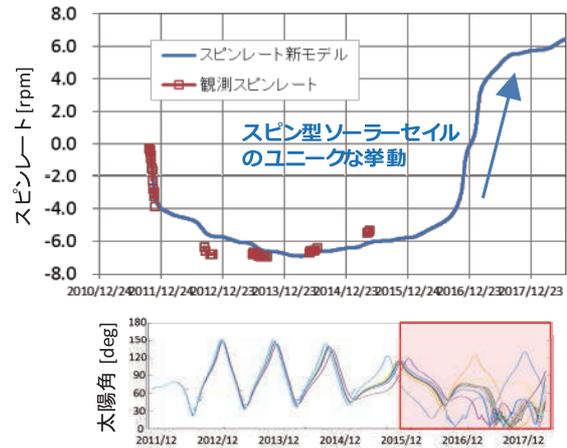


図1 スピンの変化を考慮した姿勢・軌道解析モデルの構築

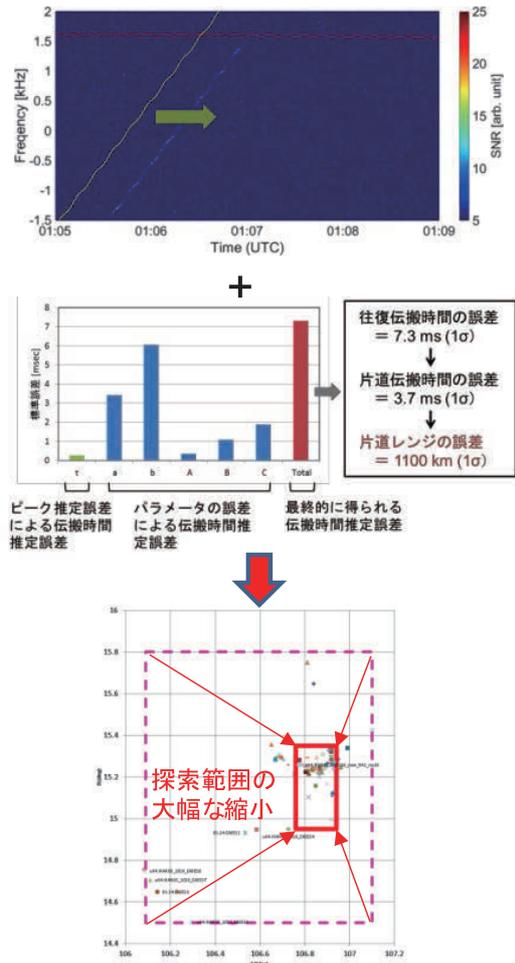


図2 擬似レンジデータの抽出と探索範囲への反映

### g. 惑星分光観測衛星

所内：山崎 敦（プロジェクトマネージャ）久木田明夫 澤井秀次郎 福田盛介 坂井真一郎 豊田裕之 竹内伸介  
 坂井智彦 小川博之 岡崎 峻 宮澤 優 村上 豪 藤本正樹  
 所外：吉川一朗 吉岡和夫（東大）土屋史紀 鍵谷将人 笠羽康正 坂野井健 寺田直樹（東北大）木村智樹（理研）  
 他 惑星分光観測衛星プロジェクトチーム

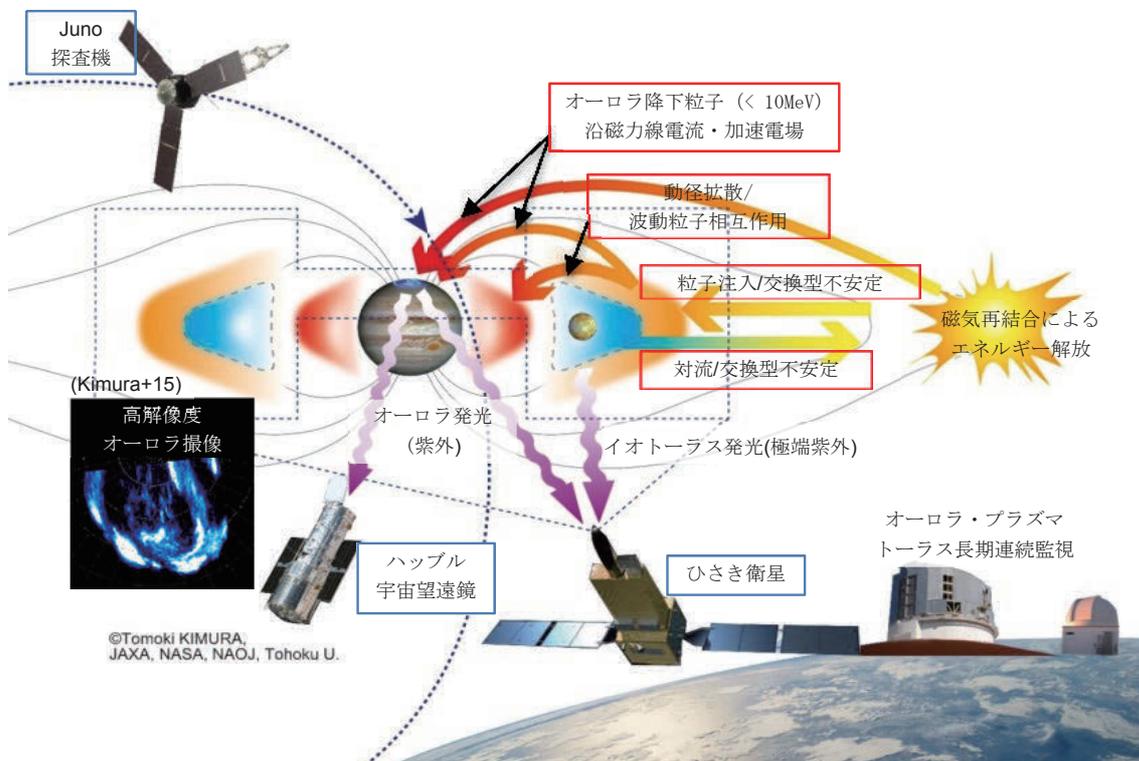
惑星分光観測衛星「ひさき（SPRINT-A）」（2013年9月14日打上げ）は、地球周回軌道から惑星の大気や磁気圏プラズマを極端紫外光で分光撮像観測するユニークな世界で初めての惑星観測用宇宙望遠鏡である。高分散の極端紫外分光装置を搭載し、史上最高の時間分解能と観測継続時間を武器に木星磁気圏内のエネルギーとプラズマの輸送と地球型惑星の大気進化を解明することを目的とする。

実績：

- ① 木星、金星等の惑星科学観測運用を継続し、世界的にユニークな極端紫外線分光観測データを創出した。
- ② 平成28年7月の木星探査機（JUNO）の木星周回軌道への投入に合わせて、ハッブル宇宙望遠鏡（HST）も参加する木星協調観測を実施。
- ③ 米国・欧州の研究者との木星磁気圏に関する国際共同研究を開始した。

効果：

- ① 平成28年度査読付き論文数：6編  
 査読付き論文の累計数：21編
- ② 米国木星探査機（JUNO）の惑星間空間クルージング期の木星協調観測の結果を GRL 誌の JUNO 特集号に、「ひさき」（SPRINT-A）の観測データを利用した関連論文を2編投稿した（査読中）。他の衛星が観測時間の制限を受ける中、本衛星は連続観測を行い、重要な役割を果たしたことによる成果である。
- ③ NASA Participating Scientist Program（「ひさき」データを利用したNASAの惑星科学研究プログラム）での国際的な共同研究の推進、ISSI（国際宇宙科学研究所）での国際研究チームの結成など、国際的かつ本格的木星磁気圏研究の黎明期に中心メンバーとして参画し、将来的な成果創出に向けて研究をリードした。



国際的な木星協調観測網のイメージ図。「JUNO」がプラズマ直接計測、「HST」がオーロラ画像、「ひさき」がオーロラ・イオトローラス発光観測を実施。これまでに赤枠で囲んだ物理プロセスを「ひさき」が明らかにした。

## h. はやぶさ 2

所内：津田雄一（プロジェクトマネージャ）照井冬人（ファンクションマネージャ）吉川 真（ミッションマネージャ）  
 渡邊誠一郎（プロジェクトサイエンティスト）安部正真 岩田隆浩 岡田達明 尾川順子 佐伯孝尚  
 坂本佳奈子 柴田直樹 澤田弘崇 嶋田貴信 鈴木 亮 竹内 央 田中 智 月崎竜童 中澤 暁  
 西山和孝 早川雅彦 細田聡史 増田宏一 三榊裕也 森 治 矢野 創 山口智宏 山田哲哉 山本幸生  
 はやぶさ2プロジェクトチーム  
 所外：荒川政彦 石黒正晃 北里宏平 杉田精司 橘 省吾 出村裕英 並木則行 はやぶさ2サイエンスチーム

小惑星探査機「はやぶさ2」(Hayabusa2)は、C型小惑星「Ryugu」(リュウグウ)の探査およびサンプルリターンを行う。原始太陽系における鉱物・水・有機物の相互作用の解明から、地球・海・生命の起源と進化に迫るとともに、「はやぶさ」で実証した深宇宙往復探査技術を維持・発展させることを目的としている。

水や有機物に富むC型小惑星の探査により、地球・海・生命の原材料間の相互作用と進化を解明し、太陽系科学を発展させる。

また、衝突装置の衝突地点付近からのサンプル採取という新たな挑戦も行うことで、日本がこの分野において、さらに世界をリードし、太陽系天体往復探査の安定した技術を確立する。

「はやぶさ2」は、2014年12月3日に打ち上げられ、2018年に小惑星に到着する。1年半小惑星に滞在し、各種観測とサンプル採取をした後、2020年末に地球に帰還する予定である。

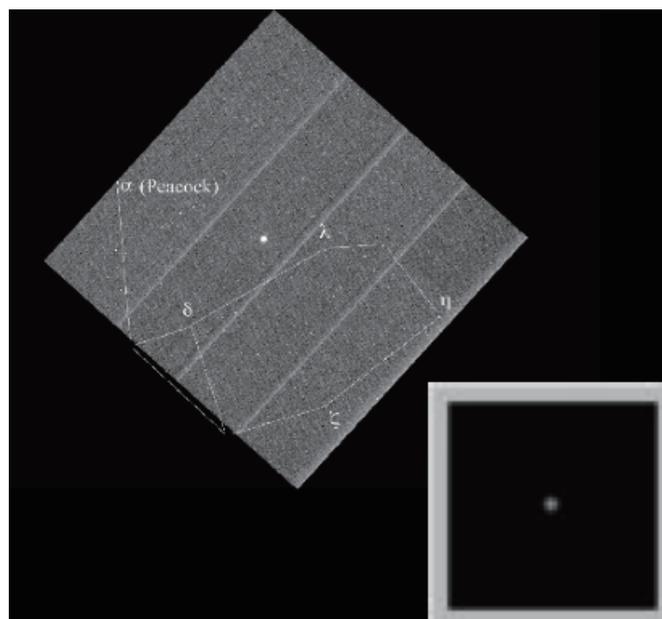
実績：

- ① 小惑星 Ryugu に向けた飛行を継続した。第2期(2016年11月~2017年4月)のイオンエンジン運転を実施中。

- ② Ryugu 到着後の運用性向上のため、(i) DSN・ESA 全局での Ka 通信の確立、(ii) 複数局でシームレスに運用を継続するアップリンクトランスファー運用技術の確立、を実施。いずれも日本初の試み。
- ③ 機器の健全性確認を兼ねて、光学航法望遠カメラ(ONC-T)およびスタートラッカ(STT)による火星撮像を実施し、正常に画像を取得。機器の健全性に加え、探査機の位置姿勢計画と撮像計画が正しく整合していることを確認した。
- ④ 平成28年7月に、DDOR(Delta Differential One-way Range)による軌道決定を実施。3機関(探査機：JAXA、地上局：ESA、NASA)共同で実施した点、Ka通信帯を用いた点において、前例の少ないユニークな計測である。

効果：

- ① 平成28年度査読付き論文数：20編  
 査読付き論文の累計数：60編
- ② 上記実績のとおり、「はやぶさ2」のRyugu到着に向けた運用を計画どおり進めており、着実な業務運営が行われた。



(左上) STTにて撮像した火星。周囲はくじゃく座。  
 (右下) ONC-Tにて撮像した火星。カラー画像処理している。

### i. ASTRO-H

所内：久保田孝（プロジェクトマネージャ）高橋忠幸 石田 学 堂谷忠靖 国分紀秀 夏莉 権 片岡理江  
 小川美奈 峯杉賢治 満田和久 山崎典子 尾崎正伸 前田良知 渡辺 伸 竹井 洋 辻本匡弘 岡崎 健  
 佐藤悟朗 太田方之 和田篤始 飯塚 亮 井上芳幸 中島真也 中川貴雄 川崎繁男 小川博之 坂井真一郎  
 廣瀬和之 山田隆弘 池田博一 海老沢研 石村康生 坂東信尚 田村隆幸 岩田直子 柴野靖子 嶋田貴信  
 志田真樹 河野太郎 梯 友哉 富田 洋 上野史郎 杉田寛之 岡本 篤 佐藤洋一 篠崎慶亮

所外：大橋隆哉（プロジェクトサイエンティスト/首都大）石崎欣尚 江副祐一郎（首都大）中澤知洋（東大）牧島一夫  
 玉川 徹 野田博文（理研）田代 信 寺田幸功（埼玉大）藤本龍一 米徳大輔（金沢大）久保田あや（芝浦工  
 大）内山秀樹（静岡大）平賀純子（関西学院大）坪井陽子（中央大）片岡 淳（早大）河合誠之 谷津陽一（東  
 工大）吉田篤正 馬場 彩 澤田真理（青学大）松下恭子 幸村孝由 佐藤浩介（東京理科大）北本俊二  
 星野晶夫 内山泰伸 齊藤新也（立教大）村上弘志（東北学院大）宇野伸一郎（日本福祉大）國枝秀世 田島宏康  
 松本浩典 古澤彰浩 石橋和紀 秋元文江 田原 譲 田村啓輔 森 英之 山岡和貴（名大）幅 良統（愛知  
 教育大）小山勝二 鶴 剛 嶺重 慎 上田佳宏 榎戸輝揚 田中孝明 内田裕之（京大）山内茂雄 太田直美  
 （奈良女大）信川正順（奈良教育大）常深 博 林田 清 中嶋 大 能町正治（阪大）伊藤真之（神戸大）  
 深沢泰司 水野恒史 高橋弘充 大野雅功 田中康之（広島大）粟木久光 黄木景二 寺島雄一（愛媛大）  
 廿日出 勇 山内 誠 森 浩二（宮崎大）高坂達郎（高知工科大）北山 哲（東邦大）中森健之（山形大）  
 武田伸一郎（沖縄科学技術大），他 ASTRO-H チーム

X 線天文観測衛星「ASTRO-H」（2016 年 2 月 17 日打上げ）は、平成 28 年 3 月 26 日に通信異常が発生し、復旧運用を実施したが、4 月 28 日に運用を断念した。

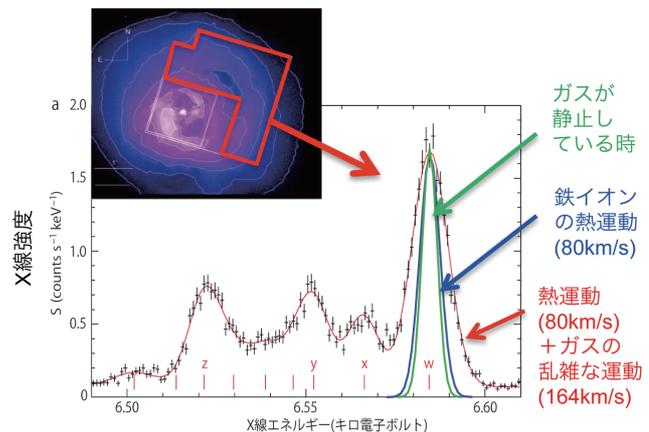
実績：

- ① 原因究明・対策チームにて、異常事象の直接及び背後要因の究明、再発防止策の検討が実施され、異常事象調査報告書にまとめ、文部科学省宇宙開発利用部会に報告された。
- ② ASTRO-H 軌道上データによる、全サブシステムのテレメトリデータの分析・評価を実施した。
- ③ 開発から運用断念までのプロジェクトの全活動を総括して、プロジェクト終了審査を実施した。
- ④ ASTRO-H での教訓を今後のプロジェクトに反映することに重点を置いて教訓等を抽出し、「ASTRO-H 実験報告書」にとりまとめた。

効果：

- ① ASTRO-H をとりあげた査読付き論文 6 編が平成 28 年度に出版され、これまでの査読付き論文の累計数が 65 編に達した。
- ② 原因究明及び再発防止策、アクションプランの策定が迅速に進められ、JAXA 内外の関係者の尽力、政府や海外機関の理解及び代替機に向けた協力を得て、X 線天文学の空白期間を最小限にとどめることができた。
- ③ X 線天文衛星代替機プリプロジェクト準備チームが発足され、ASTRO-H の教訓を踏まえてミッション定義並びにプロジェクト準備作業を実施された。

- ④ 初期観測でのペルセウス座銀河団の観測の結果、銀河団中心部で、巨大ブラックホールから吹き出すジェットは高温ガスとぶつかり、高温ガスを押しつけているものの、その結果作り出されるはずのガスの乱れた運動は意外に小さく、銀河団中心部の高温ガスは意外に静かであることを明らかにした。これにより、超巨大ブラックホールによる銀河団ガスの加熱という、長年の課題についての重要な手がかりを得た。（英国科学誌「Nature」、平成 28 年 7 月 7 日/JAXA プレスリリース）（下図）。



チャンドラ衛星と画像と検出器の視野

## j. Bepi Colombo

所内：早川 基（プロジェクトマネージャ）前島弘則（サブマネージャ）藤本正樹（プロジェクトサイエンティスト）  
 小川博之 峯杉賢治 松岡彩子 高島 健 中澤 暁 関 妙子 下瀬 滋 志田真樹 太刀川純孝 市川 勉  
 伊藤文成 川原康介 石井信明 川口淳一郎 國中 均 齋藤宏文 佐藤英一 橋本樹明 森田泰弘 山田隆弘  
 山本善一 中村正人 久保田孝 後藤 健 澤井秀次郎 戸田知朗 廣瀬和之 堀 恵一 水野貴秀 吉川 真  
 安部正真 岡田達明 北村良実 齋藤義文 篠原 育 田中 智 浅村和史 大竹真紀子 長谷川洋 早川雅彦  
 春山純一 矢野 創 山崎 敦 横田勝一郎 村上 豪 向井利典 小山孝一郎 鶴田浩一郎 西田篤弘  
 鎌田幸男

所外：今泉 充 松本晴久（JAXA 研究開発部門）出村裕英 平田 成（会津大）白井仁人（一関高専）南 繁行  
 武智誠次（大阪市大）佐伯和人（阪大）中村雅夫（大阪府大）杉原孝充（海洋研）野澤宏大 篠原 学（鹿児島  
 高専）長野 勇 笠原禎也 八木谷聡 井町智彦 後藤由貴（金沢大）松永恒雄（環境研）湯元清文 河野英昭  
 吉川顕正（九大）筒井 稔（京産大）松本 紘 橋本弘蔵 山川 宏 大村善治 山路 敦 能勢正仁  
 小嶋浩嗣 上田義勝（京大）柴田裕実 佐々木晶（阪大）岡田雅樹 田中良昌（極地研）渋谷秀敏（熊北大）  
 本田理恵（高知大）向井 正 白井英之 中村昭子（神戸大）佐川永一（国際通信経済研究所）荒木博志 河野  
 宣之（国立天文台）柴村英道（埼玉県短大）中村良介（産総研）村田健史 長妻 努 品川裕之 坪内 健（NICT）  
 柳澤正久（電通大）高橋隆男 利根川豊 三宅 互 田中 真（東海大）大橋英雄（海洋大）井田 茂 綱川秀夫  
 中澤 清 長井嗣信 本蔵義守 松島政貴 高橋 太 片岡龍峰（東工大）渋谷真人（東京工芸大）阿部 豊  
 杉浦直治 寺澤敏夫 星野真弘 関華奈子 岩井岳夫 杉田精司 宮本英昭 吉川一朗 三浦弥生（東大）向後  
 保雄（理科大）高木靖彦（東邦学園大）大家 寛 岡野章一 森岡 昭 笠羽康正 小原隆博 寺田直樹 三澤  
 浩昭 坂野井健 大谷栄治 加藤雄人 熊本篤志 土屋史紀（東北大）中川朋子（東北工大）岡田敏美  
 石坂圭吾 三宅壮聡 高野博史（富山県大）野上謙一（濁協医科大）藤井良一 小島正宣 渡辺誠一郎  
 町田 忍 平原聖文 三好由純 西野真木 家田章正 海老原祐輔（名大）中野久松（法政大）山本哲生  
 日置幸介（北大）滝澤慶之（理研）高田淑子（宮城教育大）柳町朋樹 田口 真 亀田真吾（立教大）塩見 慶  
 （リモート・センシング技術センター）菊池 順 長谷部信行 宮地 孝 宮島光弘（早大）諸岡倫子（スウェー  
 デン宇宙物理研究所）中村るみ（オーストリア宇宙研究所）

水星探査計画/水星磁気圏探査機「Bepi Colombo/MMO」は、ESA と JAXA による初の本格的な日欧共同計画で、未知の惑星・水星の磁場・磁気圏・表層・内部を初めて多角的・総合的に観測しようとするプロジェクトである。実績：

- ① 昨年度 ESA に輸送した MMO フライトモデルについて、ESA 側モジュールとの電気インタフェース確認試験、MMO 単独の電気試験を実施。来年度に実施する ESA 側モジュールとの結合試験及び打上時コンフィグレーションによる振動試験に向けた準備を実施した。
- ② ESA 側モジュールの影響により、打上げが平成 30 年 10 月に延期となったため、プロジェクト計画を変更した。
- ③ 打上げ後の運用検討と運用文書の整備を進めた。打上げ後水星到着までの運用が長期間にわたることを踏まえ、妥当な計画であることを確認した。

効果：

- ① 平成 28 年度査読付き論文数：5 編  
査読付き論文の累計数：41 編

- ② 平成 30 年 10 月の打上げに向けた支援を予定どおり実施し、ASTRO-H 運用異常を踏まえた運用計画を策定した。着実な業務運営が行われた。



探査機（MMO）と電気試験実施の様子（ESA/ESTEC）

### k. ジオスペース探査衛星

所内：篠原 育（プロジェクトマネージャ）中村揚介（サブマネージャ）高島 健（ミッションマネージャ）  
 福田盛介（ファンクションマネージャ）仁田工美（ファンクションサブマネージャ）浅村和史 横田勝一郎  
 笠原 慧 三谷烈史 松岡彩子 疋島 充 寺本万里子 野村麗子 三田 信 牧謙一郎 小川恵美子  
 柴野靖子 梯 友哉 竹内伸介 馬場満久 丸 祐介 坂井真一郎 清水成人 Erison Soken 宮澤 優  
 豊田裕之 坂井智彦 小川博之 廣瀬史子 武井悠人 太田方之 藤本正樹 齋藤義文 長谷川洋 早川 基  
 阿部琢美 北村成寿

所外：三好由純（プロジェクトサイエンティスト/名大）東尾奈々 松本晴久（JAXA 研究開発部門）笠原禎也  
 八木谷聡 後藤由貴 尾崎光紀（金沢大）宮下幸長 小路真史 松田昇也 栗田 玲 瀬川朋紀 塩川和夫  
 平原聖文 藤井良一 大塚雄一 西谷 望 梅田隆行 桂華邦裕 下山 学 町田 忍 家田章正 齊藤慎司  
 増田 智 今田晋介（名大）小野高幸 笠羽康正 加藤雄人 熊本篤志 寺田直樹 小原隆博 坂野井健  
 土屋史紀（東北大）小嶋浩嗣 大村善治 能勢正仁 海老原祐輔 上田義勝 新堀淳樹 中村紗都子 谷森 達  
 家森俊彦（京大）石坂圭吾 三宅壮聡 岡田敏美（富山県立大）中川朋子（東北工大）関華奈子 堀 智昭  
 星野真弘 天野孝伸（東大）湯元清文 河野英昭 吉川顕正 藤本品子 阿部修司（九大）田中良昌 門倉 昭  
 佐藤夏雄 山岸久雄 小川泰信 行松 彰 片岡龍峰 西山尚典（極地研）石井 守 長妻 努 村田健史  
 島津浩哲 品川裕之 陣 英克 坂口歌織 中溝 葵（NICT）渡部重十（北大）尾花由紀（大阪電通大）  
 中村雅夫（大阪府大）篠原 学（鹿児島高専）橋本久美子（吉備国際大）上野玄太 樋口知之 中野慎也（統数  
 研）松本洋介（千葉大）田所裕康（東京工科大）長井嗣信 長谷川実穂（東工大）北村健太郎（徳山高専）  
 田口 真 柳町朋樹（立教大）高田 拓（高知高専）飯島雅英（大乘淑徳学園）村中崇信（中京大）細川敬祐（電  
 通大）田中 真 三宅 亘 白澤秀剛（東海大）山田 学（千葉工業大学）Shiang-Yu Wang 風間洋一（台湾 ASIAA）  
 Bo-Jhou Wang（台湾中央大学）小笠原桂一（米国 SWRI）

ジオスペース探査衛星「あらせ」(ERG) (2016年12月20日打上げ)は、地球の放射線帯の高エネルギー電子の加速・消失メカニズムや宇宙嵐時の宇宙環境変動のメカニズムの解明を目指したミッションである。

実績：

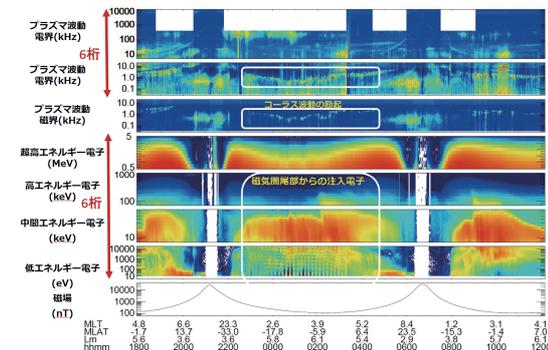
- ① 総合試験、開発完了審査及び初期運用準備審査を経て、予定どおり平成28年12月20日に衛星を打ち上げた。
- ② 打上げ後、約3ヶ月間をかけてクリティカル運用、初期運用を行い、全ての機器が健全であることを確認した。
- ③ 平成29年3月24日に定常運用に移行し、全ての観測機器が順調に観測を開始した。
- ④ 開発完了に先立ち、ASTRO-H運用異常を踏まえた総点検を全社からの支援を得て実施した。28件の提言事項（衛星喪失防止策、総合試験の網羅性・搭載ソフトウェアの検証、品質保証、運用準備に関する提言）の全てに対応し、特に打上げ後の衛星運用面での事前準備を補強することにより、万全を期した。
- ⑤ 打上げに向けては、他部門からの参画を得てERG追跡管制隊を組織し、事前訓練・リハーサル（特に、不測の事態への対応リハーサル等）を実施した。

効果：

- ① 平成28年度査読付き論文数：18編（平成29年2月時点）／ERG関連の査読付論文の累計数：57編（平成18年～平成29年2月）
- ② ASTRO-H運用異常への対応を行った上で、予定どおりに打上げ、定常運用を開始した。
- ③ 定常観測運用により、将来的な成果の創出が期待さ

れる。定常観測においては、8つの観測機器による広周波数帯域の電磁場変動観測・広エネルギー帯域の粒子観測や波動粒子相互作用解析装置によって、プラズマ波動と粒子のエネルギー交換過程を解明すること等から、地球の放射線帯における高エネルギー電子の加速・消失メカニズムや宇宙嵐時の宇宙環境変動の仕組みを明らかにすることを目指す。

④ 高エネルギー電子の加速・消失が明らかになれば、将来の「宇宙天気」の予測精度向上に貢献する重要な知見となる。



2017年3月28日～29日にかけての「あらせ」衛星観測例：6桁に及ぶ広周波数帯域の電磁場変動の周波数スペクトル観測データおよび広帯域の電子エネルギースペクトル観測データ。各パネルの横軸は時間、縦軸は周波数およびエネルギーを示し、カラーでスペクトル強度を示している（電子は電子のカウント数）。白枠で囲った領域に示されているように、衛星が遠地点付近（放射線帯の外帯に滞在している）の観測で、2時頃に磁気圏からの注入電子が観測されており、同時にコーラス波動が励起されている様子がわかる。

## I. SLIM

所内：坂井真一郎（プロジェクトマネージャー） 榎木賢一（サブマネージャー） 澤井秀次郎 福田盛介 大竹真紀子  
 荒川哲人 石田貴行 伊藤琢博 植田聡史 大嶽久志 大槻真嗣 岡崎 峻 奥泉信克 河野太郎  
 久木田明夫 佐伯孝尚 佐藤英一 戸部裕史 富木淳史 豊田裕之 橋本樹明 春山純一 坂東信尚  
 松崎恵一 丸 祐介 水野貴秀 道上啓亮 宮澤 優 吉光徹雄  
 所外：上野誠也（横浜国大） 鎌田弘之（明大） 北菌幸一 小島広久（首都大） 高玉圭樹（電通大） 能見公博（静岡大）  
 樋口丈浩（横浜国大） 外本伸治（九大） 大門 優 片山保宏（JAXA 研究開発部門）

小型月着陸実証機「SLIM」は、有重力天体への高精度着陸技術（ピンポイント着陸技術）の実証を行うため、月面に 100m 級の精度で着陸することを目指す小型探査機ミッションである。

実績：

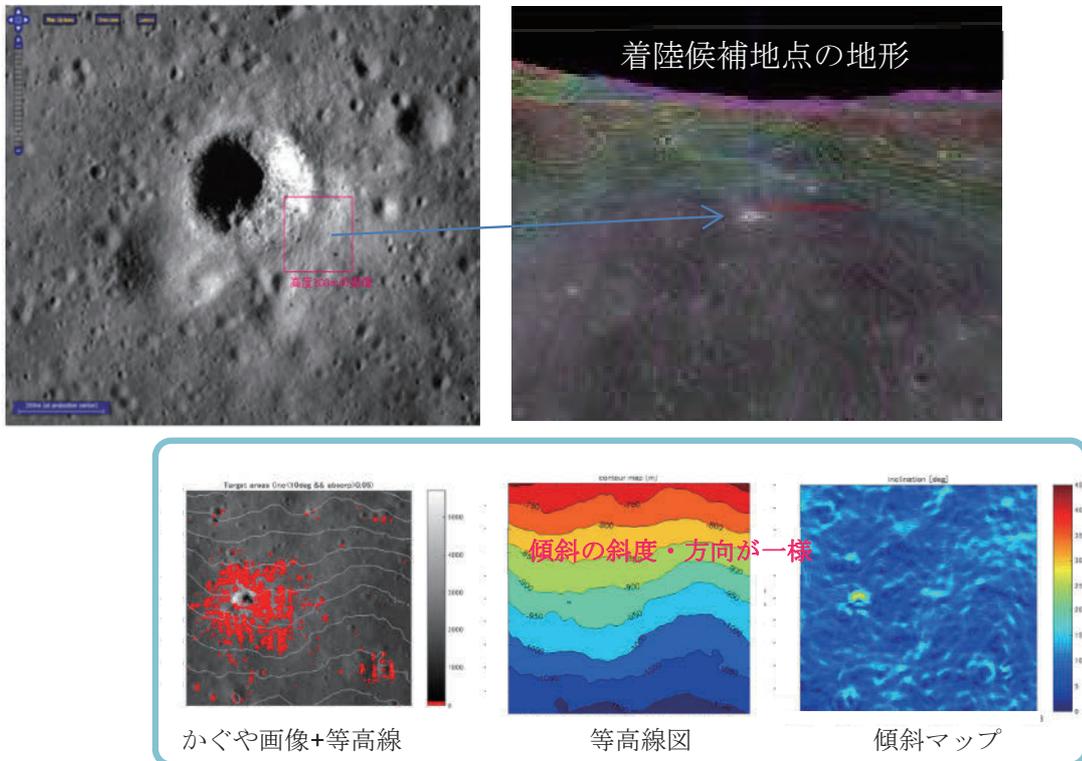
- ① 平成 28 年 4 月にプロジェクトチームを設置し、探査機システムベースライン仕様の設定、技術の実現可能性の評価、システム熱構造モデル試験などの開発・検証計画の立案を進めた。
- ② 着陸候補地点として、科学的な地質探査を実施できる理学的意義の高い地点の選定作業を進めた。（条件：理学的な意義に加え、搭載の航法カメラ（可視光）で撮像可能で、十分なクレータが存在するなど、

高精度着陸技術実証に適した地点。）

- ③ 選定地点への高精度かつ確実な月面着陸は、本プロジェクトの主目的であり、理学観測のための条件でもあるため、着陸レーダシミュレータの整備により着陸誘導時の検証精度向上を図るなど、探査機のロバスト性向上に向けた検討を実施している。

効果：

- ① 平成 28 年度査読付論文数：1 編（このほか、査読中：8 編）／査読付論文の累計数：13 編
- ② 我が国初となる小型軽量な探査機での重力天体への高精度軟着陸の実現に向け、着実な業務運営が行われた。



SLIM 着陸候補地点の代表例

### m. 深宇宙探査用地上局

所内：沼田健二（プロジェクトマネージャ） 内村孝志（サブマネージャ） 戸田知朗（ファンクションマネージャ）  
 坪井昌人 村田泰宏 水上陽誠（～9月） 富木淳史 野中房一 湯地恒次 大西 徹 古山 義  
 田 潤 豪（12月～） 関川純人（1月～）

深宇宙探査用地上局は、現臼田宇宙空間観測所の直径64m アンテナの老朽化リスク等を踏まえつつ、「はやぶさ2」及び BepiColombo/MMO の運用に必要な機能・性能を提供するためのプロジェクトである。

実績：

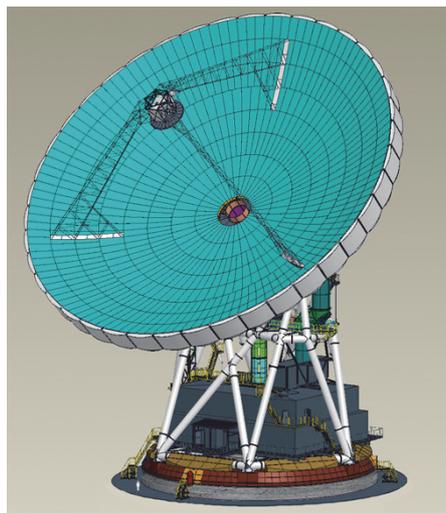
- ① 平成 31 (2019) 年 12 月の「はやぶさ 2」との試行運用開始を目指し、アンテナサブシステム、送受信サブシステム及び X 帯低雑音受信増幅装置等の基本設計及び詳細設計の一部を終了した。
- ② 長野県佐久市の国有林野を整備地とし、林野庁及び佐久市関係機関等との調整を行いつつ、現地の造成工事及びアンテナ基礎等の工事準備を完了した。

効果：

- ① 我が国唯一の深宇宙探査用地上局の整備により、今後も柔軟かつ自立的な探査機の運用を行うことができ、宇宙基本計画工程表に基づく太陽系探査科学ミッションを実現することが可能となる。
- ② 我が国の地理的特徴（南半球のオセアニア地域に対応する北半球側には他に探査用通信局が存在しない）を活かし、米 NASA・欧 ESA の海外通信局とのネットワークによって、探査機に必要な追跡管制運用を 24 時間切れ目なく継続することが可能となる。また、新地上局には新たに Ka 帯受信機能を付加し、国際宇宙探査における国際協力に貢献できる。



深宇宙探査用地上局の整備地



深宇宙探査用地上局のイメージ図



深宇宙探査用地上局の整備地造成の様子（左）と臼田宇宙空間観測所 64m アンテナ（右）

## n. 次世代赤外線天文衛星 (SPICA)

所内：芝井 広（研究代表者／阪大）中川貴雄（プリプロジェクト長）松原英雄 山田 亨（副プロジェクト・サイエンティスト）小川博之（プロジェクト・エンジニア）片坐宏一 川田光伸 山村一誠 塩谷圭吾 村田泰宏 後藤 健 竹内伸介 船木一幸 和田武彦 浅野健太郎 権 静美 東谷千比呂 長勢晃一 山岸光義 山脇敏彦 西城 大 富田 洋 石丸貴博

所外：杉田寛之 水谷忠均 篠崎慶亮 巳谷真司 佐藤洋一（JAXA 研究開発部門）尾中 敬（プロジェクト・サイエンティスト）河野孝太郎（副プロジェクト・サイエンティスト）山本 智 土井靖生（SAFARI コンソーシアム 日本代表）左近 樹 酒向重行 猿楽祐樹 大坪貴文（東大）磯部直樹（東工大）津村耕司（東北大）金田英宏（副研究代表者，SMI コンソーシアム長）佐藤修二 深川美里 平原靖大 石原大助 大藪進喜 鈴木仁研（名大）永山貴宏（鹿児島大）松浦周二（関学大）木野 勝 栗田光樹夫（京大）松尾太郎（阪大）今西昌俊（国立天文台）植田稔也（デンバー大）江上英一（アリゾナ大）長尾 透（愛媛大）松浦美香子（カーディフ大）百瀬宗武（茨城大）

次世代赤外線天文衛星 SPICA (Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics) は、宇宙が重元素と星間塵により多様で豊かな世界になり、生命が存在可能な惑星世界をもたらされた過程を解明することを目的とする次世代赤外線天文衛星である。この目的に到達するために、具体的には以下の二大科学目的を設定している。

1. 銀河進化を通しての重元素と星間塵による宇宙の豊穡化過程の解明
2. 生命存在可能な世界に至る惑星系形成メカニズムの解明

実績：

### ① 国際協力

日欧国際協力での実現を目指して次世代赤外線天文衛星 (SPICA) の検討を進め、日欧役割分担の見直しにより実現性の高い計画を策定し、日欧双方にてミッション提案を行った。

- ・ 日本においては、宇宙科学研究所における計画審査に合格し、フェーズ A 活動を開始した。
- ・ 欧州においては、ESA Cosmic Vision M クラスミッション (5号機) の公募に対し、10月に日欧合同で提案書を提出した。
- ・ 平成29年度に予定されるESAによる第1次選抜を経て、日欧双方でフェーズ A 活動を行い、平成31年度に日欧両方でプロジェクト化されることを目指す。

### ② 主たる技術開発活動

- ・ 日本側が担当予定のペイロード・モジュール (冷却システム) 及び中間赤外線観測装置 (SMI) の概念検討を実施した。
- ・ ミッション実現に不可欠な重要技術要素 (冷凍機、検出器、光学素子等) についての基礎開発を実施した。

### ③ アドバイザリー・ボードの設置

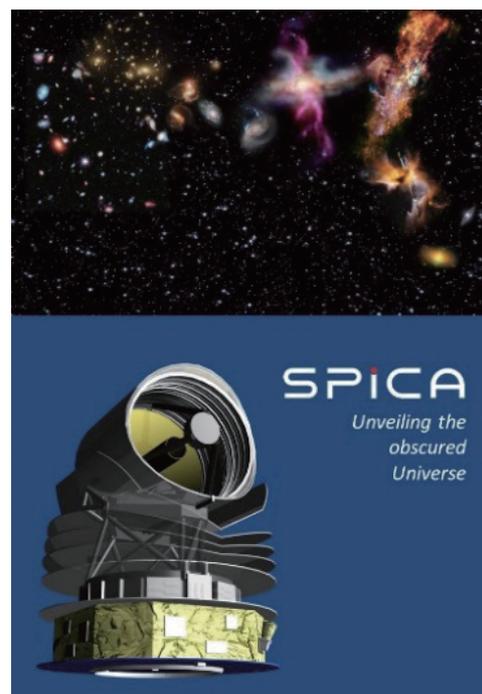
- ・ 国際科学アドバイザリー・ボード  
ESA Cosmic Vision M5 への応募に際して、国際的に活躍する指導的な研究者によるアドバイザリー・ボードを設置し、5月と7月に会合を行い、科学目的、

目標、実現への手法などについて多くの助言を得た。

- ・ 観測系機器アドバイザリー・ボード  
SPICAの観測機器を中心に技術的な助言を得るために、国内の大型望遠鏡及び観測装置開発の専門研究者で構成されるアドバイザリー・ボードを10月に設置した。多くの有用な助言を得た。今後も継続的に会合を開催し、助言を募る予定である。

効果：

- ① 平成28年度査読付き論文数：9編  
査読付き論文の累計数：118編
- ② 日本学術会議提言「マスタープラン2017」(平成29年2月策定)の学術大型研究計画(全179件)のうち、「重点大型研究計画」(全28件)の1つとして選定された。



ESA Cosmic Vision に提出した日欧合同提案書表紙 (平成28年10月)

## o. 木星氷衛星探査計画 (JUICE)

所内：齋藤義文（所内プリプロジェクト長）浅村和史 塩谷圭吾 松岡彩子 春山純一 横田勝一郎 阿部琢美  
山脇敏彦 東原和行 水野貴秀 尾崎正伸 竹内伸介 小川博之 岩田隆浩 高島 健 長谷川洋 篠原 育  
三谷烈史 小川恵美子 杉山耕一朗 藤本正樹

所外：笠羽康正 三澤浩昭 熊本篤志 加藤雄人 土屋史紀 中川広務 寺田直樹 北 元 鍵谷将人 坂野井健  
森岡 昭 大家 寛 岡野章一 坂野井健（東北大）宇都宮真 池田 人（JAXA 研究開発部門）小嶋浩嗣  
大村善治 海老原祐輔（京大）八木谷聡 尾崎光紀 笠原禎也 井町智彦（金沢大）栗田 怜 松田昇也  
渡邊誠一郎 小路真史 寺本万里子 西野真木 家田彰正 齋藤実穂 平原聖文 梅田隆行 三好由純（名大）  
並木則行 野田寛大 荒木博志 田澤誠一 押上祥子 松本晃治 鹿島伸悟 花田英夫 鶴田誠逸 石川利昭  
浅利一善 銭谷誠司（国立天文台）小林正規 石橋 高 千秋博紀（千葉工大）木村 淳 佐々木晶（阪大）  
倉本 圭 鎌田俊一 日置幸介 高橋幸弘 佐藤光輝（北大）平田 成 小川佳子 山田竜平（会津大）  
青山雄一 奥野淳一（極地研）長沼 毅 田中康之（広島大）中島健介 深沢圭一郎（九大）関根康人  
新谷昌人 杉田精司 笠原 慧 関華奈子 寺澤敏夫 天野孝伸 宮本英昭 庄司大悟 吉川一朗（東大）  
長妻 努 埜 千尋（NICT）石坂圭吾（富山県立大）渡部重十（北海道情報大）中城智之（福井工大）今井一雅  
（高知高専）芳原容英（電通大）Vladimir B. Riabov（函館未来大）西村幸敏（UCLA）小林進悟（放射線医学研究  
所）大坪俊通（一橋大）荒川政彦（神戸大）下山 学 二穴喜文（スウェーデン IRF）風間洋一（台湾成功大）  
中村琢磨（オーストラリア IWF-OeAW）三宅 互（東海大）田所裕康（東工大）江副祐一郎（首都大）木村智樹（理  
研）他 JUICE 所内プリプロジェクトチーム

木星氷衛星探査計画「JUICE」は欧州宇宙機関（ESA）が 2012 年 5 月に選定した L クラス計画である。この JUICE 計画に日本から参画し、系外惑星の中でも普遍的な存在である「巨大ガス惑星系の起源・進化」と、その周囲に広がる「生命存在可能領域としての氷衛星地下海の形成条件」、「太陽系最強の加速器木星磁気圏」を明らかにする。JUICE 衛星は木星周回軌道から木星系（磁気圏、木星大気、エウロパ・カリストのフライバイ観測）の観測を実施し、太陽系最大の氷衛星であるガニメデ周回軌道投入後はガニメデ精査を実施する。ISAS は、11 の搭載観測機器のうち 3 つの機器（RPWI, GALA, PEP/JNA）について、ハードウェアの一部を開発・提供するとともに、2 つの機器（JANUS, J-MAG）のサイエンス Co-I として参加する。

実績：

- 平成 28 年度中に所内プロジェクト準備審査、SDR を経て、JUICE ワーキンググループは ISAS 所内プリプロジェクトとなった。
- 欧州側では IPDR（観測装置の基本設計審査）が完了し、日本側でもハードウェア提供各チームは、進捗状況に応じて BBM 品、EM 品の設計・製作・試験・欧州へのデリバリー・欧州での試験を大きな遅延無く進めている。

効果：

- 巨大ガス惑星・木星とその氷衛星を探査する JUICE の科学目的は、世界の惑星科学コミュニティの主要

テーマであり、日本の優れた科学者の参加によって、欧州と共同でより大きな成果を生み出すことができる。

- 複数の観測機器チームへの参加を足がかりにして、日本のコミュニティは強みを生かしたサイエンス活動を展開し、機器開発参加の規模を上回る、日本が参加したからこそその成果を創出することができる。
- 日本単独では実施できない大型計画からの大きな成果を手に入れることができるだけでなく、宇宙科学における日欧パートナーシップをより強め、将来の協力体制をより発展させることにつながる。

惑星の成り立ちと生命の可能性をもとめて木星へ

**JUICE** Jupiter Icy Moons Explorer  
木星氷衛星探査計画 ガニメデ周回衛星

—ESAが主導する全世界的木星探査ミッションへの参加—

惑星はいかにして作られたのか？	地球外生命を生み出す場所は、どこに？
太陽系で起きている環境の変動にはどのようなものがあるのか？	

Courtesy Airbus D&S

木星氷衛星探査計画「JUICE」

## p. 火星衛星探査計画 (MMX)

所内：川勝康弘（チーム長） 藤本正樹 尾崎正伸 早川 基 今村 剛 山崎 敦 白石浩章 大嶽久志 津田雄一  
 嶋田貴信 尾川順子 三榑裕也 澤田弘崇 大槻真嗣 吉川健人 山田和彦 春山純一 石村康生 下田孝幸  
 杉本 諒 馬場満久 菊池隼仁 武井悠人 井上博夏 福島洋介 岩田隆浩 三田 信 三谷烈史 坂東信尚  
 横田勝一郎 塩谷圭吾 水野貴秀 石原吉明 田中 智 松岡彩子 野村麗子 齋藤義文 浅村和史

所外：倉本 圭（北大） 今田高峰（JAXA 有人宇宙技術部門） 巳谷真司 池田 人 大野 剛 加藤裕基 児子健一郎  
 （JAXA 研究開発部門） 亀田真吾（立教大） 千秋博紀 小林正規（千葉工大） 長谷部信行（早大） 和田浩二（千葉  
 工大） 小川和律（神戸大） 長岡 央（早大） 佐々木晶（阪大） 寺田直樹 中村智樹（東北大） 宮本英昭 今村 剛  
 （東大） 臼井寛裕 玄田英典（東工大） 橘 省吾（北大） 松本晃治（国立天文台） 渡邊誠一郎 諸田智克（名大）  
 坂野井健 中川広務（東北大） 奥平 修 石橋 高（千葉工大） 荒川政彦 保井みなみ（神戸大） 坂谷尚哉（明  
 大） 本田理恵（高知大） 白井 慶（総研大） 川村太一（国立天文台） 小林泰三（立命館大） 辻 健（九大）  
 梅谷和弘（岡山大） 平田 成（会津大） 関 華奈子 笠原 慧（東大） 二穴嘉文（IRF） Matthias Grott（DLR）  
 Jerzy Grygorczuk（Space Research Centre of the Polish Academy of Sciences） Axel Hagermann（Open University）  
 Jorg Knollenberg（DLR） D. Delcourt（LPP）

火星衛星探査計画（Martian Moons eXploration: MMX）計画は戦略的中型計画 1 号機として 2020 年代前半の打上げを目指して検討が進められている。サンプルリターンとその場観測によって、フォボスとダイモスの起源を解明し、初期太陽系における揮発性物質の進化と輸送、火星の材料物質と形成過程、火星圏の進化に新たな制約と知見を得ることを主目的とする。

実績：

- ① 探査機システムの概念設計を進めた。ミッション定義に基づき、技術的実現性を確認しつつ、探査機システムの開発仕様、他システムとのインタフェース仕様を固めた。
- ② ミッション・クリティカリティと新規性の観点から要求機能・技術を評価し、クリティカル技術を抽出

した。とくに新規性が高いサンプリング装置、着陸システムについては、概念設計を進めるとともに、要素技術の試作・評価を開始した。

- ③ 国際協力の枠組みに関わる調整を進め、海外宇宙機関（NASA, CNES, 等）との具体的な協力案件（観測機器の提供等）の抽出・整理を進めた。

効果：

- ① 平成 28 年度査読付き論文数：13 編  
査読付き論文の累計数：13 編
- ② 火星衛星の成因論争をリターンサンプルにより決着させ、成因に応じ惑星形成過程と物質輸送を制約し、火星に寄り添う衛星のメリットを活かした観測により火星圏の変遷と進化に新たな知見を得ることが可能となる。



サンプリング装置のサンプル採取部（コアラ）の試作・評価試験の様子

### q. 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星 (LiteBIRD)

所内：羽澄昌史（研究代表者／KEK）堂谷忠靖（チーム長）富田 洋 満田和久 今田大皓 山崎典子 辻本匡弘  
紀伊恒男 坂井真一郎 石村康生 山本 亮

所外：片山伸彦（副代表者／Kavli IPMU）小松英一郎（プロジェクトサイエンティスト／MPA）菅井 肇 松村知岳  
桜井雄基 茅根裕司 宇都宮真（Kavli IPMU）南 雄人 永田 竜 岡村崇弘 小栗秀悟 木村誠宏 郡 和範  
佐藤伸明 鈴木敏一 田島 治 都丸隆行 長崎岳人 長谷川雅也 吉田光宏 西野玄記（KEK）関本裕太郎  
鹿島伸悟 長谷部孝 関口繁之 関根正和 野口 卓（国立天文台）石野宏和 魚住 聖 樹林敦子（岡山大）  
中村正吾（横浜国大） 小川英夫 木村公洋（大阪府大） 高田 卓（核融合研）大田 泉（甲南大）成瀬雅人  
（埼玉大）永井 誠 新田冬夢（筑波大）松岡 聡（東工大）市來淨興（名大）鶴澤佳徳（NICT）服部 誠（東  
北大）服部香里（産総研）大谷知行 美馬 覚（理研）唐津謙一（デルフト大）他 LiteBIRD Phase A1 チーム

宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星 LiteBIRD (Lite (Light) satellite for the studies of B-mode polarization and Inflation from cosmic background Radiation Detection)は、「熱いビッグバン」以前の宇宙を記述するインフレーション宇宙理論を検証することを目的とする。インフレーション宇宙理論によると、宇宙は「火の玉」になる前に急激な加速膨張を経験し、その際に量子揺らぎに起因する原始重力波が生成されたと考えられる。LiteBIRDは、原始重力波の精査により、すべての代表的なインフレーションモデルを検証することを目指す。その目的を達成するため、原始重力波が宇宙マイクロ波背景放射につくる渦状の偏光度分布（B-mode 偏光）を、L2 から全天サーベイ観測を実施することで精密観測する。

観測にあたっては、原始重力波以外の原因によるB-mode 偏光を除去するため、 $\sim 40\text{--}400\text{ GHz}$  を15バンドに分け、低周波望遠鏡と高周波望遠鏡の2台でカバーする。また、偏光変調器を搭載し、半波長板を1Hz程度で回転させることで $1/f$  ノイズを低減する計画である。検出器としては、Si レンズレットと組み合わせたTES ボロメータを搭載し、SQUIDを用いて読み出す。検出器と光学系を含めた低周波および高周波望遠鏡は、冷凍機で0.1-4 Kに冷却する予定である。

実績：

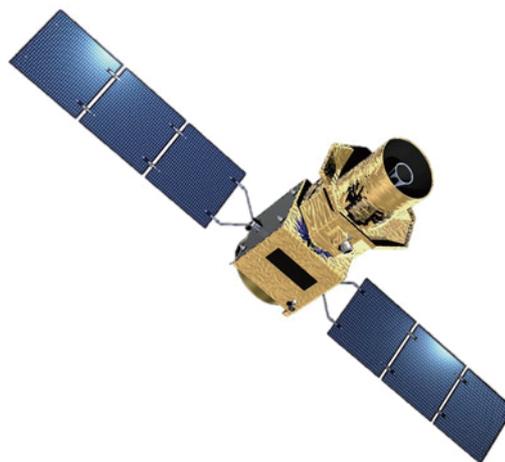
- ① 2015 年度に理学委員会から戦略的中型ミッション候補として推薦されたことを受け、2016 年5月に国際科学評価、8月に計画審査を受審した。科学目標とその達成可能性、フェーズ A1 期間の目標および活動計画の妥当性が確認され、9月からフェーズ A1 に入ることが認められた。
- ② フェーズ A1 では、2016 年度は偏光変調器を中心に開発を進めた。サファイア板のサンプルにモスアイ構造がレーザー加工できることを示し、広帯域での高い透過率（90%以上）および偏光変調効率（98%以上）の要求が満たせることを示した。また、超伝導ベアリング、および駆動系の発熱を縮小モデルで評価し、保持機構を使って定期的に放熱することで

半波長板の温度を要求である10K以下に維持できることを示した。磁気シールドの配置を検討し、磁場遮蔽が可能であることを数値計算により示した。これらの結果に基づき、次年度は実スケールの試作機を製作する予定である。

- ③ 国際協力の相手先である UC Berkeley に協力して、米国 MO (Mission of Opportunity) の Phase A 後の down-selection に臨んだものの、パスすることができなかった。ただし、NASA からの予算が認められ、基礎開発は継続できることとなった。

効果：

- ① 2016 年度査読付き論文数：6 編  
査読付き論文の累計数：11 編
- ② 日本学術会議の、第 23 期学術の大型施設計画・大規模研究計画に関するマスタープラン（マスタープラン 2017）の重点大型研究計画に選定された。
- ③ 2017 年1月にモントリオール（カナダ）で LiteBIRD をテーマにした国際会議を開催。60 名ほどの参加があり、活発な議論が行われた。



LiteBIRD 衛星のイメージ図

## r. ソーラー電力セイル探査機

所内：川口淳一郎（チーム長）森 治（サブチーム長）加藤秀樹 松本 純 佐伯孝尚 津田雄一 尾川順子  
三桝裕也 田中孝治 豊田裕之 奥泉信克 澤田弘崇 照井冬人 富木淳史 川崎繁男 國中 均 西山和孝  
月崎竜童 細田聡史 坂東信尚 山田和彦 岡田達明 岩田隆浩 矢野 創 平井 隆之 松岡彩子  
野村麗子 塚本尚義 名取通弘

所外：斎藤一哉 中条俊大 Ralf Boden 大木優介 池本和晃 小山凌大 高尾勇輝 石田寛和 梅田啓右 小柳雄大  
（東大）古谷 寛 坂本 啓 松永三郎 松下将典（東工大）宮崎康行（日大）萱場綾子（首都大）角田博明  
中篠恭一 木下寛之（東海大）菅原佳城 北尾 啓 中村拓磨 倉川正也 渡邊元樹（青学大）柏岡秀哉（総研  
大）門倉美幸（創価大）石黒裕樹 茂木倫紗（早大）伊藤浩志 根本昭彦（山形大）秋葉拓也 横田浩之（東京  
都立産業技術研究センター）癸生川陽子（横浜国大）青木 順 河井洋輔 豊田岐聡 寺田健太郎（阪大）  
岡本千里（神戸大）伊藤元雄（海洋研究開発機構）中村良介（産総研）松浦周二（関西学院大）津村耕司（東  
北大）米徳大輔（金沢大）三原建弘（理研）

戦略的中型ミッションとして、ソーラー電力セイル探査機による外惑星領域探査を以下のように実証し、日本が太陽系探査を先導することを目的とする。

1. 航行技術の実証：ソーラー電力セイル探査機の航行技術を実証し、外惑星領域の着陸・往復に必要なペイロードを輸送する。
2. 探査技術の実証：トロヤ群小惑星にランデブーして、ランダーを着陸させ、表面および内部試料を採取し、その場分析を行う（サンプルリターンも検討中）。
3. 科学観測：巡航飛行環境を利用した複数の深宇宙空間観測およびトロヤ群小惑星での科学観測を実施する。

実績：

- ① フェーズ A1 の活動計画を以下のようにまとめ、計画審査を受けて、WG からフェーズ A1 に移行した。  
(A) 探査機システムの成立性、および、キー技術の中の新規開発要素の成立性の確認を進め、スケジュール・コスト見積もりの精度を高める。(B) サイエンス成果の最大化を図る。(C) 国際協力に係る活動を進める。
- ② (A) について、活動計画に基づいて以下を実施した。  
システム検討：片道ミッションが成立する見通しを得た。電力セイル：電気要素モデルを作成した。構造モデルの展開試験を行い、寸法を評価した(写真)。展開機構：構造モデルを用いて収納試験・部分展開試験を行った。展開機構の設計の詳細化・軽量化を行った。通信系：NASA 技術者を招聘して新たな通信系を検討するための準備を行った。イオンエンジン：IPPU の BBM 開発に着手し、海外調達の検討も並行して進めた。中和器 EM の耐久試験を継続中。観測機器：地下サンプラー、表面サンプラー、ガスプロジェクターについて BBM を製作し、サンプル採取が実現できる見通しを得た。サンプリングから質量分析までを統合したシステムを検討した。
- ③ (B) について、太陽系形成を理解するために本計画と NASA Lucy 計画と相補的であり、両者の協力関係を最大化することを確認した。

- ④ (C) について、DLR と着陸機に関する Joint Study を開催中。着陸機に加え、母船側の観測器についても国際協力による搭載を提案した。
- ⑤ ソーラーセイルに関する国際会議（4th International Symposium on Solar Sailing）およびトロヤ群小惑星に関する国際会議（Jupiter Trojan 2016）を主催した。

効果：

- ① 平成 28 年度査読付き論文数：4 編  
査読付き論文の累計数：110 編
- ② 本計画を含む大型研究計画「宇宙探査ミッションを支える宇宙技術実証プログラム」がマスタープラン 2017 において重点大型研究計画に選定された。
- ③ ソーラー電力セイルは日本独自のアイデアであり、はやぶさシリーズ、IKAROS で実証した技術を開発させているため、日本の技術的優位性も活かされる。これにより、外惑星領域での航行技術と探査技術を実証・獲得し、「より遠く、より自在に、より高度な」宇宙探査活動を実現する。
- ④ トロヤ群小惑星を直接探査することにより、太陽系形成理論の最新仮説である巨大ガス惑星の惑星移動モデルを実証的に調べるミッションが可能となる。巡航環境を利用した複数の深宇宙空間観測では、スペース天文学等の新しい科学分野を切り開く。



ソーラー電力セイル構造モデルと IKAROS セイルの展開試験（ネット生中継も行った）

### s. SLS 搭載超小型探査機

所内：橋本樹明（チーム長） 船瀬 龍（副チーム長：12月～） 山田哲哉 菊池隼仁（10月～）

三好航太（10月～） 伊藤大智 吉光徹雄 富木淳史 鳥居 航（10月～） 豊田裕之 堀 恵一

Stefano Campagnola（～11月） 大槻真嗣 山口智宏 矢野 創

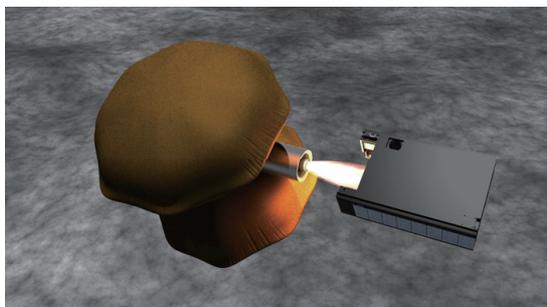
所外：小泉宏之 吉川一朗（東大） 阿部新助（日大） 柳沢正久（電通大） 池永敏憲 小林雄太 森下直樹（10月～）

丹野英幸 平井隆之（JAXA 研究開発部門） 梶田大輔 永松愛子（～12月） 池田直美（1月～）（JAXA 有人部門）

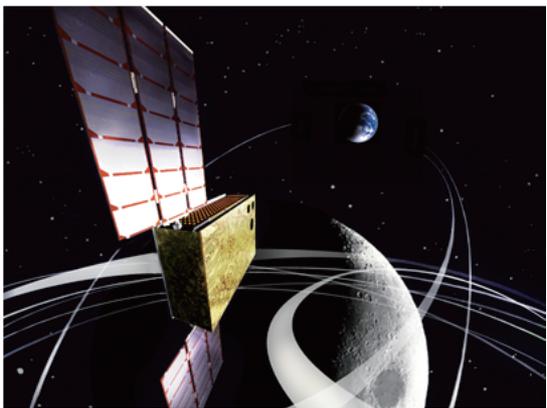
森本 仁 星野 健 澤田弘崇（JAXA 探査ハブ）

2018年打上げ予定である米国 SLS(Space Launch System) ロケット EM-1(試験機)への CubeSat 相乗機会に対して、JAXA より応募の 2 機の探査機 OMOTENASHI (Outstanding MOon exploration TEchnologies demonstrated by NAno Semi-Hard Impactor) と EQUULEUS (EQUilibriUm Lunar-Earth point 6U Spacecraft) が選定された。搭載の条件は「有人探査を推進する科学的、技術的目的を含むこと」であり、OMOTENASHI は地球・月周辺の放射線環境測定と有人探査と相補的な超小型着陸機の実証、EQUULEUS は磁気圏プラズマと微小隕石・ダスト環境の測定と地球・月系ラグランジェ点への軌道変換技術の実証を行う。

探査機の総質量は 14kg、サイズは 113mm×239mm×366mm に制限されており、また有人宇宙船 Orion との相乗であるため、有人システムへの安全要求が課せられている。All JAXA 体制で進めるプロジェクトであるが、提案代表者の所属する宇宙科学研究所が中心となり実施している。



OMOTENASHI のイメージ図



EQUULEUS のイメージ図

実績：

- ① 両探査機ともに、4月に所内プロジェクト審査を受け、9月の機構としての確認会により、正式に所内プロジェクトとして開始した。
- ② 両探査機ともに、9月にJAXAのPhase I安全審査、10月にNASAの同審査を受審した。
- ③ OMOTENASHIは、超小型固体モータについてBBMの燃焼試験、レーザ着火試験などにより、実現性の目処を得た。衝撃吸収機構については、角田宇宙センターでのバリスティックレンジ試験、日本自動車研究所での衝突試験により、解析検討の妥当性を確認した。
- ④ EQUULEUSは水レジストジェットのBBMおよびEMを製作し、実現性を確認中である。また観測機器であるPHOENIX、DELPHINUS、CLOTHのEMを製作し、性能試験、システムとのインターフェイスを確認している。
- ⑤ 超小型Xバンドトランスポンダは、両探査機ほぼ同一設計として開発している。EMを製作し、性能試験を開始している。
- ⑥ 軌道計画、軌道決定については、両探査機共通の部分が多いため、情報共有しながら進めている。また、NASAのOrionとの衝突可能性検討に協力し、探査機のノミナル軌道を提示した。DSN局へ追跡支援を要請するとともに、同時に打ち上がる多数のCubeSatの追跡時間の割り当て検討に協力している。

効果：

- ① 放射線環境、微小隕石環境の測定により、有人探査における遮蔽設計に資するとともに、ジオスペース環境の科学的理解に貢献する。
- ② OMOTENASHIの超小型着陸技術は、大型の探査機に相乗搭載することにより、有人探査のための誘導ビーコン設置や広域分散科学観測などに利用可能である。また探査への敷居を下げることにより、民間や大学等の参入を促進する。
- ③ EQUULEUSの低リソース軌道変換技術により、深宇宙有人拠点为建设予定であるラグランジェ点や長楕円月周回軌道への到達が効率的に行えるようになる。
- ④ OMOTENASHIはアマチュア無線帯の通信機を搭載し、世界のアマチュア無線家と連携して宇宙開発、通信技術に関するアウトリーチを行う。

### 3. その他のプロジェクト

#### a. 再使用観測ロケット技術実証

教職員：小川博之 野中 聡 稲谷芳文 成尾芳博 佐藤英一 丸 祐介 竹内伸介 八木下剛 山本高行 伊藤 隆 坂井智彦 佐藤俊介 志田真樹 竹崎悠一朗 久木田明夫 橋本知之 高田仁志 木村俊哉 佐藤正喜

再使用観測ロケット技術実証は、再使用観測ロケットの実現に向けたフロントローディングの研究を行い、ロケットの再使用化に必要なとなるエンジンの寿命管理技術や機体の故障許容技術・推進剤管理・帰還飛行方式等の技術実証を進める。

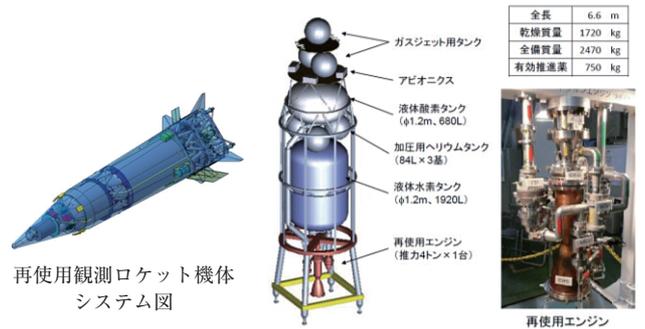
実績：

- ① 再使用観測ロケット技術実証で得られた研究成果を総括し、再使用観測ロケット技術実証プロジェクトを終了した。
- ② 得られた成果を活用し、JAXA 全体の研究活動として、「再使用ロケット実験機計画」を立ち上げた。初年度として、機体のシステム設計解析及び推進システムの飛行形態化への検討を行い、次年度以降の地上燃焼試験や飛行実験計画を立案した。

効果：

- ① 平成 28 年度査読付き論文数：1 編  
査読付き論文の累計数：6 編

- ② 再使用観測ロケット技術実証でのシステム技術実証の進捗状況、再使用エンジンの制御について、第 67 回国際宇宙会議 (IAC) で発表。
- ③ 獲得した技術を、基幹ロケット再使用化の研究に適用することにより、低コストな打上げシステムの実現に向けた成果創出が期待できる。



再使用ロケット実験機の検討

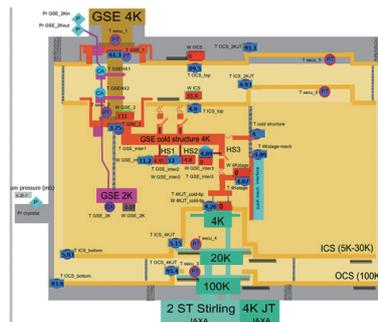
#### b. CC-CTP (宇宙用冷凍機) 研究開発

教職員：山崎典子 満田和久 中川貴雄 坂東信尚 東谷千比呂 山本 亮 (10月～)

宇宙機上で、低雑音検出器を 50mK の極低温で動かすための無冷媒冷凍機 (Cryo-Chain) の開発を ESA による国際大型 X 線天文台衛星 Athena/X-IFU プレコンソーシアムをリードするフランスの CNES/CEA と協力し、ESA の Core Technology Program (CTP) の元で行なっている。全部で 3 種類のクライオスタットを作り、地上試験で段階的に実証する。日本からは、第 1、第 3 段階のクライオスタットにジュールトムソン式およびスターリング式の機械式冷凍機を供給し共同研究を行なう。

実績：

- ① 4K 級 (スターリング冷凍機を予冷機として取り付け) および 2K 級 (フランス側の予冷機と結合させる) のジュールトムソン冷凍機について、フランス側のクライオスタットとのインターフェースを調整し、製作を行い、フランスに送付、性能確認試験を行なった。次年度以降に組み込みと結合試験を行なう。そのための試験計画の立案、計測項目の設定、計測装置の準備等を行なった。



左：フランスで、クライオスタットに 4K 級ジュールトムソン冷凍機を組み込んだところ、手前に見えるのは日本から運んだ駆動・計測装置類、四角い箱の中は、模式的には右図のようになっており、温度計測や負荷試験のための熱入力が行なえる。

- ② 第3段階のクライオスタットの設計全般に協力し、センサも含めた総合的な性能達成のために協力した。
- ③ スターリング冷凍機の軌道上寿命5年以上、および低擾乱化のための開発に着手した。

効果：

- ① 今後組み合わせ試験により獲得した技術は、Athena/X-IFU, SPICA, LiteBIRD などの将来衛星計画における検出器冷却システムの実現に直接的に寄与することが期待される。

### c. SSPA 所内研究開発事業

教職員：内村孝志 戸田知朗 沼田健二 山本善一 富木淳史 米倉克英 湯地恒次 領木萌子

SSPA 所内研究開発事業は、X 帯 GaN 固体電力増幅装置 (X-SSPA : X-band Solid State Power Amplifier) の研究開発要素である「増幅器」「合成器」等について仕様検討、設計、試作、評価を行い、その結果を現在開発整備中の深宇宙探査用地上局 (GREAT) にフィードバックすることを目的としている。

実績：

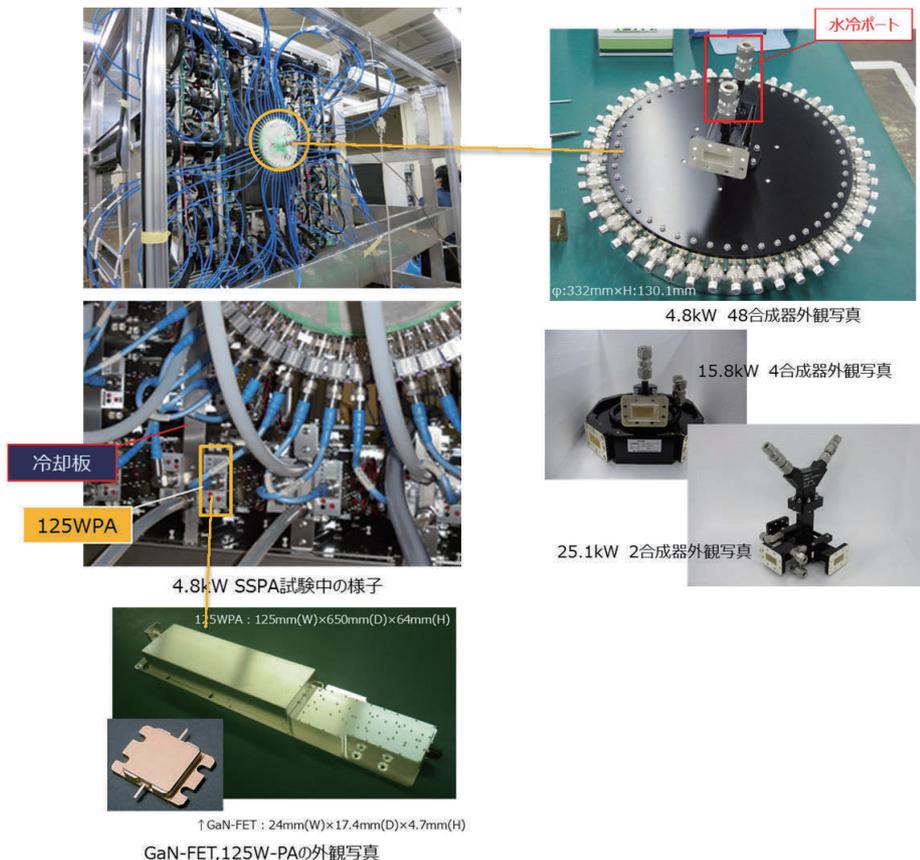
- ① 深宇宙探査用 (7145 MHz~7235 MHz) の周波数帯で、高出力電力の GaN-FET が存在しないため、既存品をカスタマイズして試作評価を繰り返すことにより、同周波数帯における高出力、高効率の GaN-FET デバイスおよびそれを組み込んだ電力増幅器 (PA) の開発を完了した。
- ② ①を用いて送信出力 20 kW を実現するために必要な 4.8 kW 48 合成器及び 15.8 kW 4 合成器の試作評価、

並びに 25.1 kW 2 合成器の製造までを平成 28 年度までに完了した。

- ③ また、GaN-FET はクライストロンに比べて、全体の雑音レベルが上がる特性を有していることから、X 帯及び Ka 帯の受信系に対する影響を排除するため、SSPA システムに対して減衰性能値を規定し、導波管フィルタの設計及びシミュレーションを行い、導波管フィルタの実現性を確認した。

効果：

- ① 第 17 回宇宙科学シンポジウムでポスター発表。
- ② 獲得した技術を、現在開発整備中の深宇宙探査用地上局 (GREAT) を始め、国内外の地上局に適用することにより、運用性の向上、ランニングコストの低減に向けた成果創出が期待できる。



# V. 宇宙科学プログラム室・S&MA

## 1. 宇宙科学プログラム室

教職員：前島弘則（室長） 紀伊恒男 馬場 肇 富田 洋 加藤秀樹 上野史郎 尾川順子 東原和行 山脇敏彦  
大嶽久志 嶋田貴信 松本 聡 池田知栄子

### 1. 宇宙科学プログラム室について

宇宙科学研究所が実施するプロジェクトは、相対的に少数精鋭のチーム体制で構成されており、また挑戦的なミッションを実現するため JAXA インテグレーション（とりまとめ）方式により開発が行われることが多い。これらの事業を、より着実に遂行するため、共通的な支援とボトムアップに対応するプログラム戦略的な活動が重要となる。開発中のプロジェクトおよび検討中のプロジェクトの人的リソースが限られている状況において、それらを横断的に支援する組織として「宇宙科学プログラム室」が、技術的事項の調整・支援や SE 活動および技術開発戦略の策定に関する活動を行う組織として「SE 推進室」が、それぞれ存在してきたが、2016 年度より両室を統合して新たな「宇宙科学プログラム室 (PO)」として改組し、プロジェクト準備から終了までの一貫した技術支援の機能を強化した。

なお、観測ロケット実験、大気球実験などの実行支援については、科学推進部に移管した。

これにより「宇宙科学プログラム室」の主な業務は以下の通りとなった。

- (1) プロジェクト支援
  - ・検討中のプロジェクトに対して、当該チームに PO 職員が兼務内在するなど、SE/PM の観点から課題把握および検討支援を実施
  - ・開発中のプロジェクトに対して、特定の技術課題について PO 職員が検討支援を実施
  - ・SE・PM 支援チームによるプロジェクト支援
- (2) プロジェクトにおける問題発生後の対応支援
  - ・科学衛星に生じた問題への技術検討支援
- (3) プロジェクト間のリスク及び課題共有と連絡調整
  - ・所内会議の月次運営（開発状況確認会議、プログラム会議）
- (4) プロジェクトの技術審査等の事務局
  - ・フェーズアップ判断や中間確認等を目的とした技術審査の実施
- (5) SE/PM プロセス整備
  - ・科学衛星の特質に合わせたプロジェクト実施方法検討
- (6) CEO の活動への協力
  - ・宇宙科学・探査 SE/PM 点検チームの活動支援

### 2. 2016 年度の活動の総括

#### 2.1 プロジェクト支援

##### (1) 検討中のプロジェクトに対する支援

宇宙理学/工学委員会の下に設置されたワーキンググループ (WG) は、将来の宇宙科学プロジェクトの検討を行っている。WG の中には、これまで宇宙科学プロジェクトの経験が少ないメンバーで構成されるものもある。プロジェクト化に向けた検討においては、検討の当初から SE 的な考え方を取り入れることが、将来のプロジェクト開発フェーズでの問題発生への最小化などに不可欠である。そこで、PO 職員が WG 内に兼務内在するなどによって、検討の初期段階の支援、すなわち、科学目的の明確化、科学目的からミッション要求へのフローダウンと、システム要求の適切な選択、課題・リスクの抽出とその対策の検討などを中心に支援することで、プロジェクト化を目指している。

2016 年度に支援を行った対象は、戦略的中型宇宙科学ミッションとして「MMX (火星衛星サンプルリターン計画)」「LiteBIRD (宇宙マイクロ背景放射偏光観測衛星)」及び「ソーラー電力セイル」、公募型小型宇宙科学ミッションとして「Destiny+ (枯渇小惑星フェイトンへのフライバイ探査計画)」「小型 JASMINE (赤外線位置天文衛星)」、そのほか「JUICE (木星氷衛星探査計画)」「SPICA (次期赤外線天文衛星)」等である。

また、「ASTRO-H (X 線天文衛星『ひとみ』)」の異常事象を受けて、「X 線天文衛星代替機」の概念検討が行われ、PO としてこの技術検討を支援した。

##### (2) 開発中のプロジェクトに対する支援

公募型小型計画 1 号機である「SLIM (小型月着陸実証機)」は、2016 年度からプロジェクトとして開発着手しているが、このうち上段推進系としてのキックステージモータについて、要求仕様の設定等の観点から PO が検討を支援している。

##### (3) SE・PM 支援チームによるプロジェクト支援

プロジェクトにおける SE の強化を図るために、プロジェクト主催の衛星システム設計関連会合へのチーム員の参加、及び、試験立合いを通じて、指摘や提言をプロジェクトに伝えた。チーム員は主に衛星・探査機のシステム開発に経験のある JAXA 退職者である。参加した主な対象は SLIM、「ERG (ジオスペース探査衛星『あら

せ])」及び「GREAT (深宇宙探査用地上局)」である。

## 2.2 プロジェクトにおける問題発生後の対応支援

ASTRO-H の異常事象に際しては、その原因究明及び再発防止策の検討活動が行われるとともに、その原因と顕在化した課題に関して、他の科学衛星への水平展開・点検も実施され、SE/PM の観点も含め PO もその検討・点検の実務を担った。

## 2.3 プロジェクト間のリスク及び課題共有と連絡調整

宇宙科学プログラムのもとにある各プロジェクトのリスクや課題を共有するとともに、実験等実施に関する連絡調整のため、2つの所内会議体を月次で運営した。

「開発状況確認会議」は、開発中のプロジェクトの進捗、課題、リスク等をタイムリーに経営層が把握すること、及びプロジェクト間で情報共有することを目的として開催している。なお、検討中のプロジェクトについても四半期ごとに報告を求めている。有識者を含む技術的な深い議論が、プロジェクト管理的な視点も踏まえて行われ、所長・副所長を含めた共有がなされている。

「プログラム会議」は、宇宙科学プログラムディレクターのもと、所内外での試験・実験等の実務的な連絡調整を行い、各プロジェクト等の円滑な進捗を図っている。

## 2.4 プロジェクトの技術審査等の事務局

各プロジェクトの所内技術審査等の事務局として下記の調整・運営を行うとともに、合わせてプロジェクト側の準備の支援も実施した。

運営にあたっては、審査会システムを導入するとともに、審査会プロセスの標準化も進め、審査の効率化と質の向上を図った。

- ・ERG：総点検、開発完了審査、引渡前確認会、初期運用準備審査、定常運用移行審査
- ・ASTRO-H：プロジェクト終了審査（ミッション評価分科会、技術評価分科会）
- ・X線天文衛星代替機：MDR/SRR/準備審査
- ・GREAT：PDR
- ・JUICE：SDR
- ・SS-520-4号機：CDR、PQR、実験失敗対策チーム
- ・LiteBIRD：所内計画審査
- ・ソーラー電力セイル：所内計画審査

## 2.5 SE/PM プロセス整備

科学衛星の特質に合わせたプロジェクト実施方法の検討として、フェーズ A1 活動（システム検討を含む技術検討活動）の実行ガイドライン案の作成を進めた。

本ガイドライン案は、JAXA 全体のプロジェクト業務改革検討の状況を踏まえ、各フェーズに求められる活動内容があらためて検討されることを受け、さらに整備を進める予定である。

また、各プロジェクトの開発・運用からの教訓 (Lessons Learned) が抽出・整理されていることを受け、それらを共有し、後続のプロジェクトに活用する仕組みの検討を進めた。

## 2.6 CEO の活動への協力

チーフエンジニアオフィス (CEO) を中心とする JAXA 全体に関わる SE 推進活動がより効果的なものとなるよう、ISAS におけるチーフエンジニアの活動に協力した。

- ・CEO/CE への情報提供 (ISAS の SE・PM 事例など)
- ・宇宙科学・探査 SE/PM 点検チームの活動支援

## 2. S&MA 総括

教職員：小林亮二 (S&MA 総括) 松浦慶一 野口一秀 三浦末志 杉山由香

S&MA 総括は、宇宙科学プロジェクト全般の S&MA (システム安全・信頼性・品質保証) のとりまとめの役割を担っている。具体的には、以下を実施している。

- (1) S&MA に関わる基準、要求、要領等の制定、調整
- (2) 各プロジェクトの S&MA に関わる評価・調整
- (3) 新たな標準、不具合情報等、各プロジェクト共通事項の水平展開
- (4) 宇宙科学研究所安全審査会および信頼性品質会議の運営
- (5) 安全・信頼性推進部および他本部 S&MA 総括との協働により全社的な S&MA 方針や技術の展開

### 1. 宇宙科学プロジェクトの S&MA

#### (1) ERG

S&MA 総括は、ERG の総点検および射場作業・初期運用に参画した。総点検にて、安全・信頼性推進部と協働

して、不具合管理結果、コンフィギュレーション管理結果をシステム、ミッション機器両方について確認し、適切な管理になるようにプロジェクト、メーカを指導した。また、追跡管制隊で科学衛星では初の品質管理班を配置し、宇宙研 S&MA は品質管理班の主要メンバーとなつて、射場作業ならびに初期運用の品質管理に貢献した。確立した品質管理方法は定常段階に引き継がれた。

#### (2) ASTRO-H 「ひとみ」

ひとみ事故調査に参加し、FTA 等の原因究明に貢献した。一方、今後の宇宙科学プロジェクトで再発することを防ぐため、背後要因分析や対策の設定に S&MA の観点で参加した。今後のプロジェクトに向けた改善活動は、ISAS アクションプランに引き継がれたが、S&MA の改善事項をインプットした。

#### (3) Bepi Colombo/MMO

Bepi Colombo/MMO では、S&MA 実施担当者として、

ESTEC でのシステム試験に参加し、品質記録を維持した。主な不具合対策会議にも参加し、S&MA の観点から指摘・調整を行った。Launch authority による安全審査に主体的に対応し、MMO の開発へ貢献した。

#### (4) SLIM

SLIM については、「衛星喪失」をトップ事象にした FTA を行い、構造、熱、電力、姿勢制御等、全サブシステムの中でクリティカルな機器、原因を識別した。SLIM プロジェクトチームへ入力し、基本設計で考慮してもらうこととした。

#### (5) 超小型衛星打上げ機開発プロジェクト

SS520-4 号機の開発ならびにフライトオペレーションに S&MA 担当として参加した。本ロケットは観測ロケットベースであるが、3 段部分を追加し、衛星打上げ用ロケットに改良するものである。衛星打上げを目的とするロケットであるため、機構ならびに宇宙開発利用部会の安全基準が適用となる。S&MA 総括は、安全基準に合致する安全ロジックをシステム設計に取り込むべく、プロジェクト、メーカーと調整し、結果的に、機構安全審査および宇宙開発利用部会の承認を得られるロケットとなった。打上げは、計装が原因と考えられる短絡事故により失敗に終わった。S&MA 総括は原因究明および再現試験に参画し、失敗の再発防止に貢献した。

#### (6) OMOTENASHI

OMOTENASHI に対して、スペースシャトルペイロードに対する安全要求をベースとする安全要求が NASA より課されている。S&MA 総括は安全・信頼性推進部と協働してプロジェクトの安全解析の支援や評価調整を行った。

## 2. システム安全への取り組み

宇宙科学プロジェクトはシステム安全の手法を取り入れ、安全確保のため着実なアプローチを行っている。人工衛星の開発だけでなく、大気球実験、観測ロケット実験、燃焼実験等の地上実験も同様の手法を取り入れている。S&MA 総括は、宇宙研安全審査会の審査員兼事務局として全ての安全審査に関わり、適宜、プロジェクト、原局と指摘調整を行った。その結果、宇宙研が実施する実験の無事故に貢献した。

## 3. 科学衛星設計基準の維持改訂

科学衛星を対象とした設計基準が、4 文書制定されている（電気、機構、耐環境性、熱）。しかし、制定以降、改訂がなされていない。一方で、宇宙科学プロジェクト

はこれらの基準を参考の上、個々のプロジェクトの設計基準を作成しているが、技術の進歩により、科学衛星設計基準が現状にそぐわないところが散見されるようになった。

S&MA 総括は、以上の総括の上、「科学衛星電気設計基準」の改訂にとりかかった。機構は人工衛星電気設計標準を有するが、その下位文書の位置づけで、かつ技術の進歩や科学衛星の現状を取り込み、「科学衛星電気設計基準」の目次、内容を全面改訂する計画を立案した。宇宙研内の有識者、プロジェクト経験者及び人工衛星電気設計標準の取りまとめ担当者とチームを結成し、「科学衛星電気設計基準」の改訂を平成 28 年に開始し、A 改訂版の成案を作成できた。平成 29 年度に A 改訂版を制定する計画である。S&MA 総括は、その他の設計基準についても順次見直すことを考えている。

## 4. 信頼性品質会議の運営

信頼性品質会議は、宇宙研内の安全・信頼性・品質保証に関わる基準等の整備、不具合等の信頼性・品質情報の水平展開、その他、S&MA に関わる調整意見交換を行う会議である。S&MA 総括は、本会議の議長として、会議の運営にあたった。2 ヶ月に 1 回開催しており、平成 28 年度も引き続き実施した。本会議にていろいろな信頼性・品質情報を発信しているが、一過性で終わらないように、S&MA 総括ならびにその要員がプロジェクトの実施状況をフォローするようにしている。

## 5. クリーンルーム管理の改善

S&MA 総括は、飛翔環境試験棟のクリーンルーム管理に多数の改善事項を識別し、対策を立案した。当該クリーンルームの管理は、複数の部署と利用者が関わっている。そのため、関係部署とクリーンルーム管理の改善事項を共有し、対策を協議した。その結果、クリーンルーム管理の責任者を明確にし、またクリーンルーム管理の改善対策を関係部署間で取り決め、実行に移すことができた。

## 6. 惑星保護

S&MA 総括は、太陽系科学研究系と協働し、惑星保護の活動強化を行った。機構内を調整し、惑星等保護標準の検討作業や審査部会の体制を構築した。平成 29 年度は、惑星等保護標準を制定し、かつ惑星等保護審査部会を立ち上げる。

## VI. 研究基盤・技術統括

### 1. 大学共同利用実験調整グループ

教職員：吉田哲也（グループ長） 阿部琢美 石田 学 石山 謙 下田孝幸 鈴木絢子 鈴木直洋 野中 聡  
長谷川直 和田武彦

大学共同利用に供される、スペースチャンバー、超高速衝突試験装置、各種宇宙放射線装置、高速気流風洞、惑星大気突入環境模擬装置、惑星大気風洞などの施設設備について、関連する専門委員会と協働して、その維持

管理を実施するとともに、それらの施設設備を利用した大学等の研究者による大学共同利用システムに基づく宇宙科学研究の成果最大化のための支援を行った。

### 2. 基盤技術グループ

教職員：下瀬 滋（グループ長） 芳仲敏成 伊藤文成 長谷川克也 鈴木直洋 入門朋子 川原康介 岩瀬頌太  
鎌田幸男 吉山京子 安田誠一 富澤利夫 志田真樹 植田聡史 八木下剛 伊藤琢博 小川博之  
松岡彩子

基盤技術グループは機械環境試験、構造試験、熱真空試験、電波無響試験、姿勢制御試験、磁気シールド試験、SJ/RCS 関連試験、その他クリーンルーム等の宇宙機組立試験設備の維持管理を行うとともに、プロジェクト、プリプロジェクト、ワーキンググループ活動等に参加し、専門性をもってその活動の支援を行う。

実績：

- ① ジオスペース探査衛星「あらせ」飛翔前試験及び打上げ支援
- ② イプシロンロケット2号機飛翔前試験及び打上げ支援
- ③ 観測ロケット SS-520-4号機飛翔前試験、打上げ及び不具合対策支援
- ④ 低コスト固体ロケット燃焼試験支援
- ⑤  $N_2O$ /エタノール推進系燃焼試験支援

- ⑥ 各種試験設備（機械環境・熱環境・電波無響室・姿勢制御等）の定期保全

効果：

- ① 「あらせ」搭載のイプシロンロケット2号機の打上げ成功に貢献
- ② 低コスト固体ロケットの製造に起因する燃焼特性のばらつきに関する問題を解決した。また長秒時燃焼に耐えられるノズル断熱材及び耐熱材を選別できた。
- ③ 推力1600N、真空比推力250s（ノズル開口比25）の燃焼試験結果からエンジン搭載形態の点火器製作が実施可能となった。
- ④ 各種試験設備の性能維持・スケジュール管理を計画的に実施していたため、SS-520-4号機の不具合対策に対して迅速に対応でき、不具合原因の究明及び対策立案に貢献した。

### 3. 先端工作技術グループ

教職員：岡田則夫（グループ長） 川崎繁男 青山正樹 宮地晃平

新しく工作室を整備し、JAXA 全体の施設として「試作検討過程」を充実させることにより、新規ミッション・プロジェクトの立ち上げや研究開発成果の最大化に貢献する。実験ジグからフライトモデルまで、研究者や技術者が一緒に製作に取り組み「インハウス」での「ものづくり」を実現していく。新工作室に加え、従来の基盤技

術グループ工作室とエレクトロニクスショップ、および宇宙機応用工学研究系宇宙ナノエレクトロニクスクリーンルームを統合し、ナノエレクトロニクスによるデバイス開発から回路設計、NC 機による高度な機械加工を行い、研究開発資金の有効活用、研究のスピードアップ、技術力の向上や蓄積につなげる。

実績：

- ① 新工作室の床補強工事と天井クレーン設置工事を実施し高精度工作機械、測定機設置の仕様を満たす環境を整えた。
- ② マシニングセンタ、NC 複合旋盤、ワイヤー放電加工機など高精度工作機械を設置した。
- ③ 工作室エリアに恒温ブースを設けて接触式三次元測定機を設置し加工から計測までの一貫性を高めた。

効果：

- ① 従来の自分の手で機械加工が出来る工作室も継続し、専任スタッフによる高度な「ものづくり」を実現していく環境が整った。
- ② 新規導入した工作機械の立ち上げを順調に行い、試験的に製作依頼に応えた「ものづくり」を開始するに至った。



立ち上げが進む新工作室

## 4. 大気球実験グループ

教職員：吉田哲也（グループ長） 飯嶋一征 池田忠作 井筒直樹 梯 友哉 小財正義 斎藤芳隆 田村 誠  
濱田 要 福家英之 松坂幸彦

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

実績：

- ① 国内で実施予定であった4実験のうち、3実験の実施に成功。（1実験は実験機器の準備に時間を要し気象条件不適合となったため、平成29年度に実施を延期。）成層圏上部までのオゾン観測を3年ぶりに実施し、これまでの観測と合わせてモニタリングを続けると同時に、二酸化窒素など微量なオゾン破壊物質を同時観測できる新たな測定装置の実証も行った。
- ② オーストラリア気球実験の候補として、天文観測実験3つ（国内では搭載機器重量や飛翔時間要求から実施できないもの）を選定し、実験準備を開始。
- ③ 平成30年3月から5月にオーストラリアでの気球実験の実施を目指し、オーストラリア側、NASA（現地施設を所有）との調整を実施。

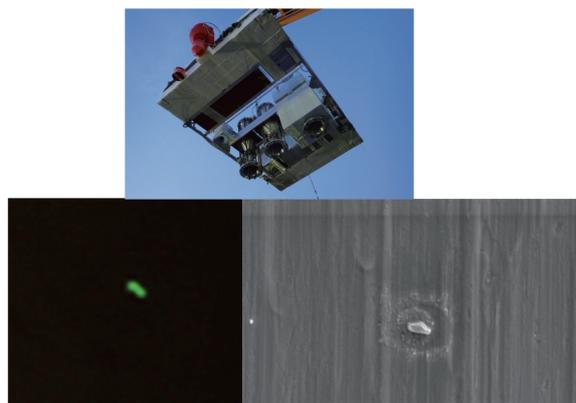
効果：

上記のとおり着実な業務運営が行われた。また、以下のとおり将来的な成果創出についても期待できる。

- ① 国内実験では、火星航空機高高度飛翔試験、成層圏

微生物採集実験といった初めて気球実験を実施する研究グループを創出し、宇宙科学の裾野を広げた。

- ② 成層圏微生物採取実験では、先行実験で課題であった地上からのコンタミネーションの持ち込みを回避できる新たな微生物採取装置の性能実証に成功。微生物の高度分布観測などへの展開に道を拓く成果である。



成層圏微生物採取実験装置（上）と採集された微生物の蛍光顕微鏡写真（左下）および成層圏エアロゾルの電子顕微鏡写真（右下）

## 5. 観測ロケット実験グループ

教職員：石井信明（グループ長） 吉田裕二 餅原義孝 入門朋子 太刀川純孝 竹前俊昭 下瀬 滋 荒川 聡  
加藤洋一 岡崎 峻 河野太郎 鈴木直洋 羽生宏人 竹内伸介 峯杉賢治 佐藤英一 伊藤文成 志田真樹  
中塚潤一 徳留真一郎 関 妙子 坂井智彦 岡田尚基 石田貴行 川原康介 鎌田幸男 伊藤大智  
水野貴秀 久木田明夫 宮澤 優 中尾達郎 岩淵頌太 馬場満久 富澤利夫 長谷川晃子 山本高行  
野中 聡 廣瀬史子 佐藤峻介 小川博之 伊藤 隆 清水成人 伊藤琢博 小野 縁 阿部琢美 松岡彩子  
田中孝治 福島洋介 山田和彦 三田 信 稲富裕光 永田靖典 月崎竜童 中村正人 稲谷芳文 谷口大祐  
古賀友輔 友部敬行

他大学・院生：高橋隆男 白澤秀剛 田中 真

JAXA 他本部職員：田元光彦 長野恒明 感應寺治城 中村洋史 山田辰二 向吉義博 篠原 誠 中村雄二 園内良一  
井手郁夫 笠木幸子 長田卓郎 殿河内啓史 羽生正人 馬渡一子 村上亜矢 松ヶ野恵未

観測ロケット実験グループは、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  
の製作・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 FY29 (2017) 年打上げを予定している SS-520-3 号機  
の製作を進め、搭載観測装置については単体環境試  
験および較正試験を実施した。また、打上げ射場と  
なるアンドーヤスペースセンター（ノルウェー）と  
の調整を行った。
- ② S-310-45 号機の計画会議を開催し、実験意義および  
期待される成果を確認するとともに、その実現に向  
け、実験装置の機械的および電氣的 I/F を確認した。
- ③ S-520-31 号機の計画会議を開催し、実験意義および  
期待される成果を確認するとともに、搭載を予定し  
ている実験装置の機械的および電氣的 I/F を確認、実  
現に向けた課題を整理した。
- ④ 主として、期待していた科学的成果が達成されたか  
に焦点を当て、過去 10 年間に打上げた観測ロケット

の号機ごとの実験評価を行った。

効果：

- ① 平成 28 年度査読付き論文数：3 編  
査読付き論文の累計数：109 編（2003 年以降）
- ② S-520-28 号機（2012）および S-520-30 号機（2015）  
による宇宙ダスト生成実験に関して、査読付論文 3  
編（*Science Advances*, *Chemistry of Materials*, *Journal of  
Crystal Growth*）に加え、著書 1 編、博士論文 1 編、  
受賞 3 件（北大研究総長賞、第 3 回宇宙科学研究所  
賞、2016 年度日本マイクロ重力応用学会研究  
奨励賞）、プレス発表 2 件（日刊工業新聞、時事通信）  
など、当初の期待を上回る成果と各界からの反響が  
あった。
- ③ 過去 10 年間に渡る観測ロケット実験の科学的成果  
（号機ごとの実験評価）などの源泉データから、宇宙  
理学・工学委員会の下に設けられた小委員会により  
観測ロケットと大気球のこれまでの成果に対する評  
価が行われ、観測ロケット実験に基づく論文出版状  
況など、投入したリソースに対して相当な成果が出  
ていると判断された。

## 6. 科学衛星運用・データ利用ユニット

教職員：竹島敏明（ユニット長） 川上修司 長木明成 永松弘行 小川美奈 宮野喜和 太田方之 福本訓士  
長谷川晃子 大原万里奈 海老沢研 山村一誠 松崎恵一 高木亮治 戸田知朗 大嶽久志 山本幸生  
三浦 昭 富木淳史 殿岡英顕 谷田貝宇 菅原泰晴 下川有希 浮邊仁浩 広野 創 北村 斉 石原吉明  
中川友進 増田宏一 瀧田 玲 山下拓時 村田一心 山岸光義 齋藤 宏 鎌田幸男 本田秀之

### 1. 科学衛星・探査機の管制運用システムの開発と 運用

科学衛星・探査機の管制運用を行うための衛星管制・  
データ伝送システムを整備し、管制運用に供する。新規  
のプロジェクトからの要求をシステムに反映し、試験フ  
ェーズから運用フェーズまでを支援する。また、衛星・  
探査機へのコマンド送信・データ受信を行う地上局のア  
サインや運用を行う。

実績：

- ① 「GEOTAIL」, 「れいめい」, 「あけぼの」, 「ひさき」,  
「ひので」, 「あかつき」, 「すざく」, 「はやぶさ 2」,  
「PROCYON」等、既存衛星・探査機の管制運用を支  
援した。
- ② 「ERG」の試験、打上げ、初期運用、管制運用を支  
援した。
- ③ 「BepiColombo」 「SLIM」 「SLS」 「XARM」等、将来

- ミッションへの管制システムの対応、準備を行った。
- ④ 管制室の刷新に向けて、第2管制室を整備すると共に、現管制室拡張刷新のデザイン検討を行った。
  - ⑤ 「ひとみ」事故を受け、衛星状態の監視の高度化と自動化に向けた作業に着手した。

効果：

- ① 既存衛星・探査機が運用され、それぞれのミッションの成果の創出を下支えしている。
- ② 試験フェーズから衛星管制システムを利用することで、効率的な試験が実施できる。
- ③ 第2管制室整備により、ERGの打上運用、初期運用期間、現管制室をほぼERGが独占的に使用でき、円滑な運用に貢献した。

## 2. 観測データ等の蓄積・提供

科学衛星・探査機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、「かぐや」データ解析・ユーザーサービス等を引き続き進める。

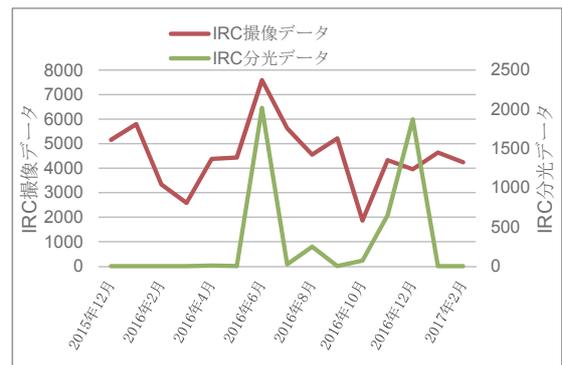
実績：

- ① 「あかり」の観測データについて、遠赤外線全天カタログ改訂版、近赤外線分光カタログ、近赤外線撮像データの一般公開を行った。また、中間赤外線全天イメージマップ、遠赤外線スロースキャン撮像データ、中間赤外線スロースキャン撮像データ、遠赤外線分光撮像データ、中間赤外線スリットレス分光データの処理・校正・評価・検証作業を進め、データ公開の準備を行った。
- ② 世界各国でのデータ利用及びより高いレベルの成果創出に貢献するため、「かぐや」観測データを国内およびアメリカ、中国、欧州など85箇国の研究者等に提供した。

- ③ データ公開サービスの安定運用により、世界の研究者から年間で50テラバイト弱（昨年同等）のデータダウンロードを継続的に実現した。

効果：

- ① 新規に公開された観測データは、システムティックに管理し、広く一般公開することにより、データ寿命や利用範囲の拡大に伴う成果最大化や、観測結果の第三者検証に貢献している。
- ② 昨年度に公開された遠赤外線全天カタログ改訂版、近赤外線分光カタログ、近赤外線撮像データを含め、「あかり」の公開データは、着実に多くの研究者によって活用されている。引き続き、「あかり」公開データの作成・評価作業と利用促進に努める。
- ③ 「かぐや」の月周辺プラズマ環境データを解析した結果、地球の極域から宇宙空間に漏れ出した酸素イオンが月まで到達していることが明らかになった。地球の酸素は20-30億年に渡る植物の光合成により生成されたものであるから、地球の生命活動が月表層環境にまで影響が及んでいることが実証された点において重要な成果である。（*Nature Astronomy* 平成29年）



「あかり」データのダウンロード数推移  
近・中間赤外線撮像データと、近赤外線分光カタログの月別データアクセス数。

## 7. 月惑星探査データ解析グループ

教職員：大嶽久志（グループ長） 大竹真紀子 田中 智 増田宏一 山本幸生 三浦 昭 石原吉明 井上博夏

月惑星の起源・進化解明を目指した研究や月惑星探査の戦略・計画立案により、月惑星探査の成果を最大化することを目的として28年度より「月惑星探査データ解析グループ」を新設し、月惑星探査の大量データ（海外探査機データを含む）を扱い、高次処理・解析研究を実施している。

実績：

- ① SLIM 着陸候補地点の地質解析、障害物の分布解析を行い、着陸地点選定に資するデータをプロジェクトに提供した。
- ② 月極域について総合的な解析（日照条件・地球との

通信・地形傾斜・水分布・地質の観点）を行い、揮発性物質探査に適した場所について国際宇宙探査推進チーム（月極域ミッション検討チーム）に提示した。

- ③ 「はやぶさ2」観測データから小惑星形状・熱モデルを作成するシミュレーションを行った。
- ④ OMOTENASHI プロジェクトの着陸地点選定および降下軌道検討に資するため、候補地点周辺の地形解析等を行いプロジェクトにデータ・情報を提供した。
- ⑤ 産総研、会津大学との連携協力により、人工知能を用いた探査データ解析手法研究として、これまで自動判別が難しいとされてきた月火山地形や着陸探査

時の障害物の識別試行を行い、課題を抽出した。

- ⑥ 月探査データの統合解析データ配信システム(KADIAS)の運用・保守、および機能拡充の開発を行った。

効果：

- ① SLIM プロジェクトに着陸地点選定に資するデータを提供した結果、SLIM ミッション意義向上の観点で着陸地点が変更された。
- ② 月極域ミッション検討チームに提示した解析結果はミッション要求検討に活用され、検討の前進に貢献

した。

- ③ 「はやぶさ2」に提示したシミュレーション結果はプロジェクトにおける29年度からの観測データ解析の準備に貢献した。

- ④ KADIASの運用・保守、機能拡充の結果、「かぐや」だけでなく世界各国の探査データも用いた総合的な解析が、複雑な較正や高性能の計算機を使わなくても実施できるようになり、ユーザが学生・若手研究者や海外研究者にも広がった。

## 8. 地球外物質研究グループ

教職員： 坂本尚義（グループ長） 安部正真 岡田達明 矢田 達 坂本佳奈子 吉武美和 中埜夕希 松本 徹  
川崎教行

地球外試料の受入、保管、管理、分析、配分、利用研究（これらの総称をキュレーション活動と呼ぶ）を通して、その試料のもつ特質を明らかにし、試料の科学的価値を高め、宇宙物質科学研究の発展に貢献することを目的として活動している。キュレーション活動を通して、研究者育成を行い、惑星科学研究の発展に貢献する。

実績：

- ① 「はやぶさ」が地球に持ち帰った小惑星イトカワの試料について、試料の回収・記載・保管作業を実施した。
- ② 試料の一次記載情報（試料カタログ情報）については、Webで公開（毎月更新）すると同時に、定期的（年1回）にサンプルカタログを発行した。
- ③ イトカワの試料について、国際研究公募を行い、採択者に対して試料の提供を行った。
- ④ 国際研究公募で得られた成果発表の機会として、国際シンポジウム（宇宙物質科学シンポジウム）を主催した。
- ⑤ 「はやぶさ2」など、将来のサンプルリターンミッションで持ち帰られる地球外試料の受け入れ準備として、新規クリーンルームおよびクリーンチャンバーの製作を開始した。
- ⑥ 将来のサンプルリターンミッションの技術的な支援として、サンプル採取装置の開発、試料受け入れ設備の検討などの観点でミッション検討のサポートを行った。
- ⑦ 関連する施設・設備の維持運用を行った。
- ⑧ プロジェクト研究員およびポスドクなどの受け入れを行い、地球外試料分析研究などを通じた、研究者育成などを積極的に進めた。

効果：

- ① 第4回国際研究公募での研究により、「太陽系における天体衝突史」及び「小惑星表面におけるプロセス（宇宙風化）」の解明が期待される。これまでの国際研究公募の採択件数は51件、61件の査読論文が

創出された。

- ② これまでの成果は次のとおり。－ 初期分析において、「小惑星と隕石の関係」「太陽系小天体の形成史」「小惑星の表層年代」について新たな知見を得た。国際公募研究に供するため、はやぶさ帰還試料（635粒子）のカタログを作成。最大の科学成果獲得のために、国際委員会での提案評価システムを確立。JAXA 砕粒子研究等承認システムを確立し、JAXA 研究者自らの科学成果を創出できるようにした。これまでの主な成果として、「非破壊測定による小惑星形成史の推定」「微小衝突クレータ観察による小天体表層進化の推定」。

- ③ はやぶさ帰還試料表層に多数の微小な衝突クレータを発見。数密度やクレータ断面の観察から、多くは2次クレータとして存在していると推定。今後多くの微小クレータを詳しく調べることで、太陽系内に存在する微小スケールの天体（塵）組成やサイズ分布に対しても重要な手がかりを与えることに繋がる。（*Earth and Planetary Science Letters* 平成28年6月）
- ④ 微粒子の表面模様を分析し、微粒子表面に40億年以上昔から現在に至るまでの歴史が刻まれていることを発見。（*Geochimica et Cosmochimica Acta* 平成28年5月）
- ⑤ 関連する活動として、日本学術振興会マイクロビームアナリシス第141委員会の研究会を宇宙科学研究所にて開催し、イトカワサンプルの分析への産業界からの積極的な参画を呼びかけた。産業界からの参画を得ることで、産業界の技術力向上と同時にイトカワサンプルの研究推進にもつながる見込み。

※本項にある研究設備及び地球外物質研究グループの管理下にある設備の詳細は、【おもな研究設備】の項を参照願いたい。

## 9. 深宇宙追跡技術グループ

教職員：山田隆弘（グループ長） 坪井昌人 川崎繁男 山本善一 村田泰宏 吉川 真 水野貴秀 戸田知朗  
竹内 央 富木淳史 川原康介 市川 勉 鳥居 航

深宇宙追跡技術グループは 2016 年度に新たに設置された。このグループは、2015 年度までは各々のプロジェクトなどから依頼された教職員が個人として実施してきた以下の業務をグループとして組織的に行うために設置された。本グループの業務内容と 2016 年度の主な実績を以下に示す。

### 1. JAXA 深宇宙プロジェクトに対する追跡支援実績：

- ① 「はやぶさ 2」の NASA/DSN における追跡に関して以下のような技術的調整を実施した。2016 年度は、探査機に対する上り回線を二つの局で隙間なく継続する運用（アップリンクトランスファ）の試験を実施した。まず、DSN のゴールドストーン局とキャンベラ局を利用して、これらの局の一方から他方へアップリンクトランスファを行う試験を双方向で行い、無事にトランスファが行われることを確認した。次に、DSN のゴールドストーン局と JAXA 臼田局との間でも同様な試験を実施し、無事にトランスファが行われることを確認した。Ka 帯を使ったテレメトリ受信の試験は、打ち上げ直後に行われていたが、深宇宙の距離における Ka 帯の試験を再度実施した。これも順調に完了した。また、小惑星近傍フェーズにおける DSN の利用形態についての調整を開始した。
- ② 「はやぶさ 2」の ESA/ESTRACK における追跡に関して以下のような技術的調整を実施した。Ka 帯を使ったテレメトリ受信の試験は、打ち上げ直後に行うことができなかったのであるが、2016 年度に深宇宙の距離において Ka 帯のテレメトリ受信を行う試験を実施し、無事に完了した。
- ③ NASA の有人ロケット SLS に相乗りする JAXA の二つの超小型衛星（OMOTENASH と EQUULEUS）の追跡を NASA/DSN で実施するための調整を開始した。DSN に対するプロジェクトからの要求を提示し、DSN における追跡の基本方針を双方で確認した。また、ESA、CNES、DLR の局を利用する可能性についてそれぞれの機関との間で調整を開始した。

効果：

- ① JAXA 深宇宙プロジェクトの追跡支援を本グループで組織的に行なうことにより、首尾一貫した調整が実施できるようになった。

### 2. 海外の深宇宙プロジェクトに対する追跡支援実績：

- ① NASA の将来の有人ミッションに対する無人試験ミッションである EM-1 の 3 ウェイドププラの受信を JAXA 内之浦局で実施したいという申し入れが NASA よりなされ、それに対する技術的な調整を実施した。技術的なフィージビリティスタディを NASA と共同で実施し、技術的には大きな問題がないことを確認した。また、内之浦局を使用した試験計画を策定し、試験実施のための調整や準備を開始した。

効果：

- ① 海外の深宇宙プロジェクトの追跡支援を本グループで組織的に行なうことにより、首尾一貫した調整が実施できるようになった。

### 3. 将来の JAXA 深宇宙ネットワークに関する検討実績：

- ① 追跡ネットワーク技術センターと共同で将来の JAXA 深宇宙ネットワークに関する技術的な検討を開始した。現在建設中の臼田 54m 局及び既存の臼田 64m 局の将来の利用方式について検討を行った。また、内之浦局の老朽化対策として多目的局（JAXA 内の複数の要求に応えられるような局）を海外に設置する案に関しても検討を開始した。

効果：

- ① 追跡ネットワーク技術センターのカウンターパートとして本グループが機能するようになり、JAXA 全体で追跡局配置を最適化するための検討が可能になった。

### 4. JAXA 深宇宙プロジェクトのための軌道決定実績：

- ① 既に飛行中の JAXA 深宇宙プロジェクトである「あかつき」と「はやぶさ 2」のために定常的な軌道決定を実施した。
- ② 「はやぶさ 2」の小惑星近傍フェーズにおける運用の準備として、光学データも利用した高精度軌道決定方式について技術的な検討を行った。

効果：

- ① 深宇宙の軌道決定を組織的に行なうことにより、首尾一貫した業務が実施できるようになった。

## 10. 研究開発部門（相模原）

宇宙科学研究所と研究開発部門の協力基本計画書を基に、平成27年10月に大幅な組織改正が行われ、旧ISAS専門技術グループは発展的に解消し、研究開発部門（第1および第2ユニット）に統合された。このため、旧ISAS専門技術グループに属する一般職職員は相模原在勤として研究開発部門に移籍し、宇宙科学プロジェクトのみならず、JAXA全体の研究開発及びプロジェクトに参画する体制となった。一方、教育職職員は、研究系の活動の一環として、専門技術グループの活動を継続している。このような大幅な組織変更が行われたが、ISAS専門技術

の各グループは、研究開発部門に属する一般職職員とISAS研究系に属する教育職職員が有機的に融合することによって、プロジェクトやプリプロジェクト、ワーキンググループ等（以下、プロジェクト等）の研究開発活動に貢献するとともに、将来の科学ミッションにおいて必要とされる、あるいは将来の科学ミッションの可能性を広げる、基盤研究、要素技術開発、および専門技術にかかわる研究開発を行っている。

以下、各グループの成果等について記載する。

### a. 航法・誘導・制御グループ

教職員：石井信明 志田真樹 山本高行 廣瀬史子 佐藤峻介 市川 勉 田村 誠 伊藤琢博 植田聡史 武井悠人  
吉川健人 三好航太 菊池準仁 中尾達郎 坂井真一郎 竹内 央 津田雄一 橋本樹明 坂東信尚  
福島洋介 吉川 真 吉光徹雄

#### 1. 概要

航法・誘導・制御グループでは、進行中あるいは将来の実現を目指して検討が進められている宇宙科学ミッション、特に月惑星探査計画を中心とした幅広いプロジェクトに対し、軌道解析、航法、誘導制御に関する側面からの技術支援を行うとともに、プロジェクト等の活動に参加し、システム解析とミッションの実現性検討を行い、内在する技術課題を早期に抽出し、個別研究へと発展させている。

#### 2. プロジェクト支援

金星探査機「あかつき」の運用計画・軌道姿勢制御計画や小惑星探査機「はやぶさ2」の小惑星近傍における接近運動の解析および確実なサンプル採集に向けた運用計画の策定を行った。また、Bepi Colombo, SPICA, SLIM, 小型科学衛星, 小型ジャスミン, DESTINY+, 小型ソーラセイル実証機, SLS相乗り超小型探査機, 国際有人宇宙船等のシステム検討, 軌道解析, 軌道決定, 誘導制御, 姿勢軌道制御系サブシステム検討, 推進系サブシステム検討を実施した。一方、観測ロケット, 再使用観測ロケット, イプシロン等, 宇宙輸送システムの打上げ軌道解析, 飛行安全評価, 機体システム検討や大気球実験機の姿勢決定システムの構築と検証を行った。

#### 3. 基盤技術研究, 要素技術開発

- (1) 小型スタースカナの開発と性能評価試験の実施。
- (2) 高精度ポインティング制御のためのチップチルトミラー（可動鏡駆動方式）の開発と性能評価試験の実施。
- (3) 衛星構体における微小擾乱解析, 擾乱伝達特性の実験的検証。
- (4) 次世代推進系（GH<sub>2</sub>/GOX 統合化推進系, HAN系推進系, エタノール系推進系など）のサブシステム解析, 性能評価試験の実施。
- (5) GPS複合航法, フォーマーションフライト等における相対航法技術の研究。
- (6) 深宇宙探査機の高精度軌道決定技術の研究, DDOR技術の開発。
- (7) 月惑星探査のための移動機構, 探査ローバ, 歩行ロボット等の概念検討, トレードオフスタディ, 歩行シミュレーションの実施。

#### 4. 研究設備の維持管理

姿勢系センサや誘導制御装置の性能評価試験等に供する地上試験装置および軌道解析サーバ類, 推進系地上試験装置, 小型飛行体打上げ管制システムなどの維持管理, 保守点検等を行い, 効率的な研究開発を行っている。

## b. 推進系グループ

教職員：成尾芳博 志田真樹 八木下剛 道上啓亮 竹崎悠一郎 嶋田 徹 國中 均 堀 恵一 徳留真一郎  
澤井秀次郎 西山和孝 小林弘明 森 治 羽生宏人 丸 祐介 北川幸樹

### 1. 概要

推進系グループは、推進系の専門的知識や解析・実験技術などの専門技術をもって、各種プロジェクト、プリプロジェクト及びワーキンググループ活動等に参加しているが、その所掌範囲は、衛星の軌道制御や姿勢制御に用いる衛星推進系（化学推進及び電気推進）からロケットの打上げや姿勢制御に用いる主推進系や補助推進系まで極めて広い。中でも衛星推進系と観測ロケットの推進系は、宇宙科学ミッションと結びつきが強く、検討の初期段階から機器開発、射場作業、地上運用、軌道運用まで、全てのフェーズに関与、貢献している。

### 2. プロジェクト支援

- ・「ひので (SOLAR-B)」, 「あかつき (PLANET-C)」, 「IKAROS」, 「はやぶさ2」, SDS4 など既に軌道上にある衛星については推進系のモニタを継続し、運用に参加。「ひとみ (ASTRO-H)」については、初期運用と復旧作業に参加。
- ・「あらせ (ERG)」では化学推進の開発を担当し、打上げ後は軌道運用に参加。
- ・「MMO (Bepi Colombo)」など、開発中の衛星においては、推進系の機器開発を継続して実施。
- ・小型科学衛星プロジェクト (SLIM, DESTINY), 「SPICA」, 「ソーラー電力セイル探査機」, 火星着陸探査技術実証などにおいては、それぞれのミッションに

必要とされる推進系の検討を実施。

- ・「再使用観測ロケット技術実証」は、「基幹ロケット再使用化のシステム実証」に引き継がれることになり、フェーズ1で実証を目指す小型実験機の検討を実施。
- ・その他、観測ロケット・超小型衛星打上げロケットでは、ガスジェットの開発を担当し、射場運用に参加。

### 3. JAXA 横断的な連携活動

- ・「電気推進の JAXA 横断的研究」, 「基幹ロケット再使用化のシステム実証」, 「セラミックスラスタの研究」, 「低毒性推進系の研究」, 「相平衡推進系の研究」, 「N<sub>2</sub>O/エタノール推進系の研究」, 「イプシロンロケット RCS・PBS 関係」, 「イプシロンロケット 内之浦設備系 (ヒドラジン・高圧ガス等)」などで他部門と連携して研究を進めている。

### 4. 将来ミッションのための研究活動

- ・固体ロケットの信頼性向上の研究
- ・高性能低環境負荷型固体推進薬の研究
- ・ハイブリッドロケットの研究
- ・HAN 系1液推進剤を用いたスラスタの研究開発
- ・燃料電池統合型二液推進系の研究
- ・水素エネルギー基盤技術の研究
- ・耐酸化剤ダイヤフラムの開発
- ・気液平衡スラスタの研究

## c. 熱・流体グループ

教職員：小川博之 太刀川純孝 岡崎 峻 柴野靖子 杉本 諒 西城 大 下田孝幸 中川貴雄 野中 聡 山田和彦

### 1. 概要

熱・流体グループでは、熱および流体の分野の専門的知識や解析・実験技術などの専門技術によって、プロジェクト等の活動に主体的に貢献している。またそれらの活動を通じて専門知識や専門技術の向上を図り、同時に、将来の科学ミッションにおいて必要とされる、あるいは将来の科学ミッションを可能とする、熱・流体に係わる専門技術の研究開発を進めている。

### 2. プロジェクト支援

「あかつき」, 「はやぶさ2」, 「Bepi Colombo/MMO」, 「ひさき」, 「あらせ (ERG)」, 「ひとみ (ASTRO-H)」, 「SPICA」, イプシロンロケット, 再使用観測ロケット, 観測ロケット, GAPS, SLIM, Destiny+, SOLAR-C, JASMINE, JUICE

などの活動に参加、設計や開発、試験、評価など、各種課題の解決にあたった。

### 3. 基盤技術研究・要素技術開発

- (1) ループヒートパイプの研究
- (2) 自励振動ヒートパイプの研究
- (3) 次世代多機能型展開ラジエータの研究
- (4) 熱制御材評価
- (5) 重力下でのヒートパイプの挙動の研究
- (6) 高機能ヒートパイプの研究
- (7) ヒートスイッチの研究
- (8) 蓄熱デバイスの研究
- (9) 放射率可変素子 (SRD) の研究
- (10) 多層膜によるフレキシブル熱制御材 (COSF) の研究

- (11) 電波透過型多層断熱材 (PF-MLI) に関する研究  
 (12) 熱制御材料の劣化評価および予測に関する研究  
 (13) 単相流体ループの研究  
 (14) 2相流体ループの研究  
 (15) ExHAM 実験による熱制御材料評価

#### d. 構造・機構・材料グループ

教職員：下瀬 滋 河野太郎 伊藤文成 馬場満久 西城 大 岩渕頌太 佐藤英一 峯杉賢治 後藤 健 石村康生  
 奥泉信克 竹内伸介 戸部裕史

##### 1. 概要

構造・機構・材料系グループでは、構造・機構・材料およびその周辺分野の専門的知識や解析・実験技術などの専門技術を持って、各種プロジェクト、プリプロジェクトおよび組織的な研究開発活動に参加、貢献している。また、各種ロケット発射装置の維持・更新の長期計画の検討を行っている。さらに、将来の宇宙科学ミッションにおいて必要とされる、あるいは将来の宇宙科学ミッションを可能とする、構造・機構・材料に係る専門技術の研究開発を機構内外と協働、連携しつつ進めている。

##### 2. プロジェクト支援

専門技術をもとに、開発、打ち上げに至ったプロジェクト（「ERG」、イプシロン2号機、SS-520-4号機）、開発中の

プロジェクト（「BepiColombo」、 「SLIM」）、プリプロジェクト（「MMX」、 「DESTINY+」、 「SPICA」）、実験室（大気球、観測ロケット）、不具合調査（「ひとみ」、SS-520-4号機）に、構造系担当その他として参加している。また、所内プロジェクトやワーキンググループ（先進的固体ロケットシステム、中型ソーラー電力セイル、再使用ロケット実験機、小型 SAR 等）の活動に、構造担当その他として参加している。

##### 3. 基盤技術研究・要素技術開発

- (1) 高精度大型宇宙構造および伸展構造の開発研究
- (2) 宇宙機の振動制御に関する研究
- (3) 探査機降着および衝撃吸収システムに関する研究
- (4) 探査機着陸ダイナミクスに関する研究

#### e. 電子部品・デバイス・電源グループ

教職員：久木田明夫 梯 友哉 宮澤 優 伊藤大智 石丸貴博 三好航太 中尾達郎 廣瀬和之 小林大輔  
 豊田裕之 尾崎正伸 三田 信 和田武彦

##### 1. 概要

電子部品・デバイス・電源分野の専門知識・技術を持って各種プロジェクト・プリプロジェクトに参加・貢献するとともに、基盤的研究開発活動を実施した。これらの活動を通じて専門性を高め、人材の育成を図った。

##### 2. プロジェクト支援

電子部品・デバイスの専門技術者として、また電源系サブシステム担当者として、以下に挙げる支援活動を行った。

- ・「ひさき」、 「ひので」、 「あかつき」などの運用及び電源系対応。
- ・「あらせ」の電源系機器開発、部品関連対応、フライトオペ、及び運用。
- ・「SLIM」の電源系機器開発、部品関連対応。
- ・「OMOTENASHI」「EQUULEUS」の放射線解析・放射線試験試験対応。
- ・SS-520-4号機開発、フライトオペ等の実施。
- ・「DESTINY」、 「火星着陸探査技術実証プロジェクト」、 「ソーラー電力セイル」、 「大型サンプルリターンカプセ

ル」等、各WG固有の要求を満足するための電源系検討や放射線環境条件検討の実施。

##### 3. 基盤技術研究・要素技術開発（電子部品・デバイス）

- (1) 科学衛星用電気設計基準の作成
- (2) 部品不具合対策・タスクフォースへの参加
- (3) 部品に関する情報の関連プロジェクトへの展開
- (4) JAXA 委員会での審議
- (5) JAXA 外委員会での活動
- (6) メーカーの部品解析の実施
- (7) メーカーへの部品ヒアリングの実施
- (8) HR5000S 再開発
- (9) 次世代 MPU の研究・開発の実施
- (10) チップスケール原子時計の宇宙機適用性検討
- (11) BIB 型 Ge 遠赤外線イメージセンサの研究・開発とそれに伴う Ge プロセスの開発

**4. 基盤技術研究・要素技術開発（電源）**

- (1) SUS ラミネートリチウムイオン二次電池の開発
- (2) 統合デジタル電源の開発
- (3) 火星表面探査に最適化した太陽電池セルの開発
- (4) 次世代小型衛星電源系要素技術実証システム

(NESSIE)

- (5) 大気球を使用した標準基準セル製作の検討
- (6) 民生二次電池の宇宙機適用検討
- (7) ペロブスカイト太陽電池の宇宙機適用検討
- (8) 宇宙用リチウムイオン二次電池の低温保管試験

**f. 通信・データ処理グループ**

教職員：石田貴行 川崎繁男 川原康介 坂井智彦 戸田知朗 富木淳史 鳥居 航 松崎恵一 山田隆弘 山本善一

**1. 概要**

通信・データ処理グループでは、現行および将来の宇宙科学ミッションに対して、通信サブシステム設計・解析、地上局運用に関する技術検討・調整、周波数管理業務の支援を行っている。なお、本節での報告は「研究開発部門（相模原）」として活動した内容に限定しており、プロジェクトや研究系として活動した内容を含むものではない。

**2. プロジェクト支援**

臼田後継地上局（GREAT）プロジェクトについて審査活動をとおして貢献するとともに、「あかつき」および「はやぶさ2」については、運用中に生じた回線の不安定について、地上側、探査機側の異常切り分けを実施し、原因究明や再発防止につながる活動を行った。一方、周波数調整業務では、現行および計画中の科学ミッションについて、ライセンスの取得、再取得に関する作業を実施して、運用、実験、および開発作業の円滑な実施につなげた。

## VII. 研究委員会

宇宙科学研究所に、宇宙科学研究所長の諮問等に応じ、大学との共同等による宇宙科学に関する学術研究および関連する業務の実施について審議し、研究等を行うため、宇宙理学委員会および宇宙工学委員会を設置している。

また、観測ロケット専門委員会、宇宙環境利用科学専門委員会、大気球専門委員会が宇宙理学委員会/宇宙工学委員会の下に、キュレーション専門委員会が宇宙理学委員会の下に設置されている。

### 1. 宇宙理学委員会

宇宙理学委員会は、宇宙理学分野に関する研究計画の立案、研究プロジェクトの企画及びその他の専門的事項について審議するために設置された研究委員会である。

#### 1.1 宇宙科学ロードマップのミッション創出に向けた活動

実績と効果：ミッションの枠組み整理（戦略的中型、公募型小型、戦略的海外協同型、小規模枠）を踏まえ、ワーキンググループ活動における開発フェーズを整理し、ミッション提案に向けたフェーズアップの道筋を各ワーキンググループに示すことで、ミッション提案を促した。また、公募型小型計画として提案された「Destiny+」計画に関して、宇宙理学・工学委員会合同でミッション定義審査を実施し、ISAS に対して条件付きで推薦を行った。

#### 1.2 戦略的開発研究

目的：プロジェクトの準備段階であるワーキンググループ（WG）が、ミッション提案へと進む上での障害となる技術課題を解決するための研究開発を行う。WG を対象に研究提案を公募し、審査を経て研究資金を配分、成果報告書はコミュニティで共有される。

ワーキンググループ：

[戦略的中型]

- ・ ATHENA WG
- ・ 次期太陽観測衛星（SOLAR-C）WG

[公募型小型]

- ・ 小型衛星月ベネトレータ計画 APPROACH2 WG
  - ・ 広帯域 X 線高感度撮像分光衛星 FORCE WG
  - ・ 衛星搭載超伝導サブミリ波リム放射サウンダ（SMILES-2）WG
  - ・ ガンマ線バーストを用いた初期宇宙探査計画（HiZ-GUNDUM）WG
  - ・ 赤外線探査による小型位置天文衛星（JASMINE）WG
- [小規模（海外戦略協力を含む）]
- ・ Turbulence Heating Observer（THOR）WG
  - ・ 系外惑星紫外分光 WG

- ・ DUST の核生成 WG
- ・ ISS 搭載用ガンマ線バースト偏光度検出器 LEAP WG
- ・ WFIRST WG
- ・ FUJIN WG
- ・ 広天域 X 線短時間突発天体監視 WF-MAXI
- ・ 宇宙線反粒子探索計画 GAPS WG
- ・ JEM-EUSO WG
- ・ MARS2020 生命探査顕微鏡 WG

2016 年度中に次フェーズに移行したもの

- ・ 宇宙背景放射偏光精密測定計画（LiteBIRD）WG

2016 年度中に終了したもの

- ・ 超広視野初期宇宙探査衛星（WISH）WG
- ・ 火星大気散逸探査検討 WG
- ・ 小型重力波観測衛星（DPF）WG
- ・ ダークバリオン探査衛星（DIOS）WG
- ・ X 線偏光観測衛星 PRAXyS WG

実績と効果：成果の代表例として、今年度、ミッション提案に至ったものを以下に挙げる。

- ① JASMINE WG（赤外線位置天文観測衛星計画）では、常温の望遠鏡に極低温赤外線検出器（170K）を振動無く設置する必要があることから、堅牢で断熱された検出器 box を開発。試作品をラジエタ・ヒートパイプを模擬した環境下で試験し、目標性能を実証した。この技術は、今後多くのミッションへの活用が期待できる。2015 年度にミッション提案（公募型小型計画）を行い 2016 年度に追加審査を受けた。
- ② GAPS WG（宇宙線反粒子探索計画）では、半導体検出器の一種であるリチウムドリフト型シリコン検出器の製造技術開発を進めた。高純度シリコンやゲルマニウムを用いるタイプよりも安価かつ容易に高分解能と大型化・厚肉化を両立できる利点があるが、量産された実績が無い。本研究では、製造法を全面的に改修して、コストを圧縮しつつ良品率を格段に向上させる目標に向けて試作を行った。2016 年度に

ミッション提案（小規模プロジェクト）を実施。

- ③ 次期太陽観測 WG は、スピノフ成果として、国際気球太陽観測計画 SUNRISE3 への参加を企画し、彩層領域の磁場計測のための偏光分光観測において鍵となる波長板回転駆動機構の高精度化を行った。2016 年度にミッション提案（小規模プロジェクト）を実施。
- ④ EUSO WG（ISS 搭載宇宙線望遠鏡計画）では、ロシアの宇宙線観測計画に補正レンズを提供すべく、試作を行った。この製作技術は日本にしかないものである。2016 年度にミッション提案（小規模プロジェクト）を実施。
- ⑤ 昨年度（2015 年度）ミッション提案を行った LiteBIRD WG は、今年度計画審査を経て宇宙科学研究所プリプロジェクト準備チームとしてフェーズ A1 活動を進めている。

### 1.3 搭載機器基礎開発研究

目的：飛翔体を用いた宇宙科学観測・宇宙実験等を目指した搭載機器の基礎開発研究の中で、新しいアイデアに基づく搭載機器の萌芽的な研究段階にあり、科研費等の外部資金の獲得に先立って原理の実証を必要とするも

のをサポートする。

実績と効果：全 9 件の提案が採択された。内訳は、重力波 1、高エネルギー天文 4、赤外線天文 1、系外惑星・惑星探査 2、太陽圏 1。内容としては、宇宙機での重力波観測実現のために必須なスラスターの微小な力雑音の高感度計測を可能にしたこと、停滞する MeV ガンマ線天文学を進めるべく新しい検出器アレイを用いたシンチレーションカメラを試作したこと、アストロケミストリーでのブレイクスルーをもたらしべく中間赤外域での高分散観測のための素子の開発を進めたこと、CMOS を活用して安価な EUV 分光観測を可能にするシステムを構築したことが挙げられる。

### 1.4 委員会としての活動

目的：宇宙科学プログラムの成果の最大化

宇宙科学研究所の諮問を受け、開発中・運用中のプロジェクト、各種実験の評価と、さらなる成果創出のための提言を行うとともに、ミッション公募に応募されたミッション提案に対する科学的な評価を行った。また、宇宙科学ロードマップの具体化検討、宇宙科学プロジェクトの進め方に関する検討などを行い答申を行った。

## 2. 宇宙工学委員会

宇宙工学委員会は、宇宙工学分野に関する研究計画の立案、研究プロジェクトの企画及びその他の専門的事項について審議するために設置された研究委員会である。

### 2.1 戦略的開発研究

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

ワーキンググループ：

- ・深宇宙航行技術実証ミッション（DESTINY）の研究
- ・海外ミッションを利用した太陽系サンプルリターン探査
- ・ハイブリッドロケットの研究
- ・柔軟構造体を利用した先進的大気圏突入飛翔体の研究

運用：

- ・「れいめい」衛星による工学研究
- ・IKAROS 運用
- ・PROCYON の運用

要素技術研究：

- ・着陸ダイナミクスの研究
- ・先進的固体ロケットシステム技術実証
- ・火星探査航空機の研究開発

- ・革新的な衛星バス技術の研究
- ・観測ロケット・ランダー用革新的デトネーション推進機構の研究
- ・大型高精度光学架台の研究
- ・革新的熱制御システムの研究
- ・火星探査への応用を目指した革新的パラフォイル型飛行体の研究
- ・Aerial Launch Platform / System の研究
- ・自在な着陸探査ミッションのための Crushable 構造の研究開発
- ・再使用高頻度宇宙輸送システムの研究
- ・観測ロケット用上段モーション・ステージ（UMS）の研究開発
- ・微小重力環境中における超流動ヘリウムの相転移現象の解明
- ・小惑星含む月惑星表面探査ローバに関する研究
- ・ドラッグフリー衛星への搭載を目指した超小型イオンエンジンの開発
- ・長時間飛翔用スーパープレッシャー気球の実証

実績と効果：外部発表の実績は、学術論文 62 件、国際学会発表 114 件、国内学会発表 292 件、受賞 11 件、招待講演 5 件、特許 7 件、著書 3 件、その他（プレスリリース等）9 件。代表例は以下のとおり。

- ① 「深宇宙航行技術実証ミッションの研究」WGにて、「Destiny+」計画を公募型小型計画に提案し、ミッションシナリオの強化やフライバイ観測のフィージビリティの向上など、ミッション化に向けた検討を実施。宇宙理工学委員会のミッション定義審査を経て、次期小型計画候補として次の Phase-A1 に進めるよう推薦した。（※はやぶさの2倍の航行能力を持ち、惑星間のみならず重力天体周辺での多周回軌道遷移にも適用でき、戦略的開発研究で開発したコンパクトなアビオニクスを搭載する高性能電気推進宇宙機と、分離・回収可能な超小型探査機とが連携して流星群母天体である太陽系始原天体の先進的フライバイ探査を行う理工連携ミッション）
- ② 「柔軟構造体を利用した先進的大気圏突入飛行体の研究開発」WGでは、小型の地球帰還機や火星着陸機に適用可能な展開型柔軟エアロシェルを開発し、これを軌道上実証する超小型衛星 EGG の ISS 放出による打上げ、運用を行った。
- ③ 「ハイブリッドロケットの研究」WGでは、独自の A-SOFT 境界層燃焼型ハイブリッドロケットについて、数値計算や試作試験によりその優位性を明らかにし、その飛行実証を行う計画を小規模プロジェクト公募に提案した。
- ④ 「再使用高頻度宇宙輸送システムの研究」RGでは、機体システムの知能化、複合材による機体軽量化、高度補償ノズル、統合推進システム等の研究を実施し、各々新たな知見を得るとともに実験機システムへの適用に向けた技術課題を識別した。
- ⑤ 「先進的固体ロケットシステム技術実証」RGでは、将来のイプシロンロケットの高度化を目標に、 $N_2O$ /エタノール2液点火器の開発に成功し、エンジン搭載形態の点火器の製作、及び真空燃焼試験により上段推進系としての高空性能を取得するとともに、固体推進薬の非破壊検査技術や高エネルギー物質 ADN 系イオン液体の非接触着火（レーザー着火）の研究等を実施した。
- ⑥ 「大型高精度光学架台の研究」RGでは、大型の低熱膨張 CFRP ハニカムコアの試作、4m クラスの伸展位トラスの秒角オーダーの制御、スマート光学架台のための形状調整用スマートアクチュエータモデルの開発・試験を実施した。
- ⑦ デトネーション推進機構の研究では、飛行実験用回転デトネーションエンジン（RDE）を開発し、低背圧下で予定推力の180%（895N）、予定比推力の91%（299秒）を達成するとともに（高真空下では330秒可能）、シュリーレン法によりディスク型 RDE 内のデトネーション波の可視化に成功した（世界初）。
- ⑧ 「れいめい」衛星に搭載されたリチウムイオン電池に関する世界的に稀有な軌道上11年間のトレンド解析等、ミッションを終了した宇宙機を使うことで、少ないリソースにより効果的な成果創出が行われた。

## VIII. 共同研究等

### 1. 概要

宇宙科学研究所を中心とした宇宙科学コミュニティにおいて、最先端の研究成果が持続的に創出されることを目指し、大学共同利用連携拠点の運営および新規設置並びに相模原キャンパスにおける大学研究者および外国人研究者の受入に係る環境改善等の取り組みを進めている。

大学共同利用連携拠点については、平成 25 年に名古屋大学と共同で設置した同大学太陽地球環境研究所 ERG サイエンスセンターにおいて、衛星データ解析環境の構築等が進み、平成 28 年度の ERG 打上後のデータ処理開始の環境が整った。また、理工連携による太陽系探査の戦略的な策定に寄与し宇宙科学・探査ロードマップを具体化する活動を推進することを目的に平成 27 年度に公募・選定された、惑星科学に係る将来ミッションの創出・

人材育成を目的とする神戸大学大学院理学研究科附属惑星科学センターと、超小型探査機による惑星探査の推進体制の構築を目的とする東京大学大学院理学系研究科の活動が本格的に開始された。

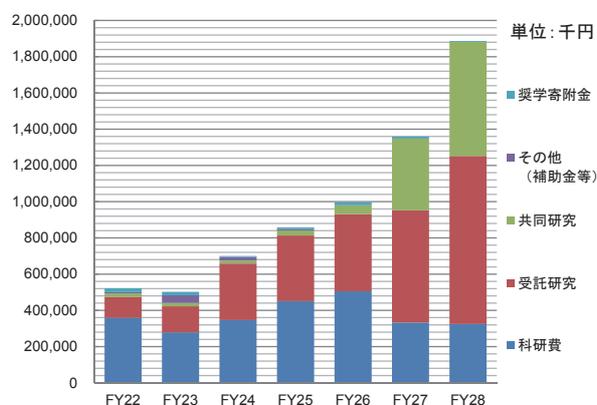
一方、分野別の連携拠点として、会津大学（データ解析）、岡山大学（キュレーション）、岩手大学（先端工作技術）の各大学と協定下での連携活動を行っている。

大学共同利用システムにおける大学研究者および外国人研究者の受け入れに係る環境改善については、相模原キャンパスを宇宙科学研究の中核拠点としてこれら研究者が十分に活用できる場となるよう利便性を強化することを目的に、旅費および宿泊施設利用申請に関するシステムや外国人研究者の生活支援等の改善策を実施した。

### 2. 外部資金

宇宙科学研究所における外部資金には、科学研究費助成事業（科研費）、受託研究（科学技術振興機構（JST）の競争的資金制度を含む）、民間等との共同研究（共同研究）、用途特定寄付金（寄付金）、その他（補助金等）がある。外部資金の獲得額は継続的に増加しており、平成 27 年度、28 年度については、内閣府 ImPACT 関連等の受託研究費や共同研究費の獲得額が大幅に増加した。（右図）

平成 28 年度の外部資金の詳細については以下のとおり。



宇宙科学研究所における外部資金獲得状況

## a. 科研費による研究

	研究種目	研究課題	所属	研究代表者	H28 交付額計 (直接+間接) 単位:円
1	新学術領域研究 (研究領域提案型)	宇宙X線・ガンマ線観測による中性子星研究の新展開	宇宙物理学研究系	高橋 忠幸	51,740,000
2	新学術領域研究 (研究領域提案型)	ダストに隠された宇宙の物質進化を暴く 極低温 SOI 赤外線イメージングの開拓	宇宙物理学研究系	和田 武彦	22,880,000
3	基盤研究(S)	太陽コロナ・彩層加熱現象に迫る-ひので・IRIS・CLASP から SOLAR-C へ	宇宙科学研究所長	常田 佐久	21,320,000
4	基盤研究(A)	無人機を用いた落下貫入型火山活動観測プローブの開発および西ノ島新島での実証観測	太陽系科学研究系	田中 智	12,090,000
5	基盤研究(A)	半導体コンプトンカメラの革新によるラインガンマ線天文学の開拓	宇宙物理学研究系	高橋 忠幸	9,230,000
6	基盤研究(A)	金星探査機と地上観測の連携による金星大気物質循環の解明	太陽系科学研究系	中村 正人	11,310,000
7	基盤研究(A)	ロケット燃焼室の極低サイクル疲労とクリープ相乗による急速損傷蓄積機構の全容解明	宇宙飛翔工学研究系	佐藤 英一	14,430,000
8	基盤研究(A)	宇宙機搭載を目指す推進系統合型燃料電池のシステム開発	宇宙飛翔工学研究系	川口 淳一郎	5,330,000
9	基盤研究(A)	X線マイクロカロリメータで探る宇宙のダークサイド	宇宙物理学研究系	満田 和久	1,300,000
10	基盤研究(A)	スペースプレーン技術の極超音速飛行実証システムの開発研究	宇宙飛翔工学研究系	澤井 秀次郎	5,720,000
11	基盤研究(A)	赤外線高分散分光観測による活動的銀河核構造の解明	宇宙物理学研究系	中川 貴雄	7,150,000
12	基盤研究(A)	太陽コロナダイナミクスを解明するナノ加工・計測技術による超高精度X線イメージング	太陽系科学研究系	坂尾 太郎	5,850,000
13	基盤研究(B)	超広帯域同時分光器の開発:系外惑星大気の高査に向けて	太陽系科学研究系	塩谷 圭吾	10,010,000
14	基盤研究(B)	超熱的プラズマ粒子観測装置による新たな地球磁気圏観測	太陽系科学研究系	浅村 和史	7,020,000
15	基盤研究(B)	膜面シェルを有する宇宙機の超低高度軌道上での挙動推定と超小型衛星による実測	宇宙飛翔工学研究系	山田 和彦	4,420,000
16	基盤研究(B)	炭酸ガス電気化学的還元手法の閉鎖環境制御への応用研究	宇宙機応用工学研究系	曾根 理嗣	2,710,000
17	基盤研究(B)	秒角空間分解能の硬 X 線撮像分光観測に向けた CdTe 半導体検出器の開発研究	宇宙物理学研究系	渡辺 伸	4,420,000
18	基盤研究(B)	惑星表層物質進化の探求:宇宙風化現象解明によるリモート観測と物質分析研究の統合	太陽系科学研究系	安部 正真	9,360,000
19	基盤研究(B)	円筒燃料内への軸及び接線方向酸化剤噴射が成す旋回乱流燃焼場の解明	宇宙飛翔工学研究系	嶋田 徹	6,890,000
20	基盤研究(B)	革新技術による低コスト固体ロケットの研究	宇宙飛翔工学研究系	森田 泰弘	10,400,000
21	基盤研究(B)	ハワイ高高度施設と「あかつき」のコラボ:金星の後光から探る大気駆動メカニズム	太陽系科学研究系	佐藤 毅彦	5,980,000
22	基盤研究(B)	ブラックホール高精度位置決定による活動銀河核の根源的問題の観測的解明	宇宙物理学研究系	土居 明広	2,730,964
23	基盤研究(B)	対流制御による高品質 InGaSb 結晶の育成	学際科学研究系	稲富 裕光	797,440
24	基盤研究(B)	月の地質進化史全容解明に向けた全球地質図の作成	太陽系科学研究系	大竹 真紀子	2,659,613
25	基盤研究(B)	大気のない惑星模擬表層の熱慣性測定:惑星リモートセンシングへの応用	太陽系科学研究系	岡田 達明	1,950,000
26	基盤研究(B)	超高時間分解能低エネルギープラズマ粒子観測装置による新世代地球磁気圏観測	太陽系科学研究系	齋藤 義文	5,379,056
27	基盤研究(B)	太陽系の外惑星領域における磁気圏ダイナミクス	太陽系科学研究系	藤本 正樹	3,924,926
28	基盤研究(B)	強摂動環境を積極的に利用した探査工学—アストロダイナミクスへの学際的アプローチ	宇宙飛翔工学研究系	津田 雄一	4,356,360

	研究種目	研究課題	所属	研究代表者	H28 交付額計 (直接+間接) 単位: 円
29	基盤研究(B)	小型衛星によるマイクロ波合成開口レーダ観測の高度化の研究	宇宙機応用工学研究系	齋藤 宏文	3,197,995
30	基盤研究(B)	有人将来深宇宙ミッションへ向けた高出力MPDスラストシステムの研究	宇宙飛翔工学研究系	船木 一幸	5,855,890
31	基盤研究(C)	月と水星の比較惑星学的研究	宇宙航空研究開発機構	加藤 學	1,878,249
32	基盤研究(C)	近赤外分光観測による小惑星の水・含水鉱物の探査	大学共同利用実験調整グループ	長谷川 直	502,000
33	基盤研究(C)	磁気圏編隊観測を用いた三次元磁気リコネクションの研究	太陽系科学研究系	長谷川 洋	1,170,629
34	基盤研究(C)	準天頂衛星を利用したマルチコプター自動飛行による超効率型農業経営のモデル研究	基盤技術グループ	長谷川 克也	947,819
35	基盤研究(C)	銀河系中心領域の巨大星団の起源	宇宙物理学研究系	坪井 昌人	3,120,000
36	基盤研究(C)	X線観測と理論との比較によるコンパクト天体への質量降着とアウトフロー現象の研究	宇宙物理学研究系	海老澤 研	2,340,000
37	基盤研究(C)	カーボンナノチューブの高伸度化による複合材料力学特性の向上	宇宙飛翔工学研究系	後藤 健	1,950,000
38	基盤研究(C)	モジュール型宇宙構造物の構築に関する研究	宇宙航空研究開発機構	名取 通弘	1,950,000
39	基盤研究(C)	宇宙科学データのインタラクティブ3D映像化ツールの開発	学際科学研究系	三浦 昭	1,237,181
40	基盤研究(C)	光電子分光法を用いた極薄SiO <sub>2</sub> /Si界面の欠陥とアモルファス構造の研究	宇宙機応用工学研究系	廣瀬 和之	1,690,000
41	基盤研究(C)	超広視野観測に基づく銀河形成研究	宇宙物理学研究系	山田 亨	1,600,682
42	基盤研究(C)	リモートセンシングデータ解析による月と火星の地下溶岩チューブ存否検証・分布調査	太陽系科学研究系	春山 純一	1,649,951
43	基盤研究(C)	多目的設計探査の導入による風洞試験方法の革新	宇宙飛翔工学研究系	大山 聖	1,990,650
44	基盤研究(C)	エネルギー回生型準能動的制振システムの性能予測と最適化手法の確立	宇宙航空研究開発機構	小野田 淳次郎	1,899,611
45	基盤研究(C)	トラス構造の熱変形による高精度形状制御	宇宙飛翔工学研究系	石村 康生	474,640
46	基盤研究(C)	探査機の動的安定着陸システムの研究	宇宙機応用工学研究系	橋本 樹明	1,232,920
47	基盤研究(C)	火星大気圧環境下でのスプラウト栽培技術の確立	学際科学研究系	橋本 博文	855,551
48	挑戦的萌芽研究	宇宙望遠鏡の新しい開発思想:逆研磨鏡による波面補正の開発実証	太陽系科学研究系	塩谷 圭吾	2,080,544
49	挑戦的萌芽研究	長さ制御によるワイヤ先端の自由自在な位置決め方法の確立	宇宙機応用工学研究系	大槻 真嗣	3,091,700
50	挑戦的萌芽研究	新燃料による革新的多機能緊急救命装置要素研究	宇宙飛翔工学研究系	川口 淳一郎	276,396
51	挑戦的萌芽研究	長期宇宙飛行に向けた人工冬眠への挑戦	学際科学研究系	石岡 憲昭	3,120,000
52	挑戦的萌芽研究	ガンマ線天体を用いた宇宙近赤外線背景放射の起源の探査	宇宙物理学研究系	井上 芳幸	1,950,000
53	挑戦的萌芽研究	3Dプリンティングによる半導体微細多結晶の直接製作	学際科学研究系	稲富 裕光	1,430,000
54	挑戦的萌芽研究	光交流式ヘテロダイン干渉法の提案と宇宙用超低熱歪材のナノスケール熱的寸法安定評価	宇宙飛翔工学研究系	小川 博之	1,300,000
55	挑戦的萌芽研究	対流圏界面観測用超小型タンデム気球の開発	学際科学研究系	齋藤 芳隆	2,586,474
56	若手研究(A)	先進技術とエキゾチック原子法の融合による超高感度反粒子宇宙線測定器の開発	学際科学研究系	福家 英之	5,590,000
57	若手研究(B)	多波長観測による銀河団同士の衝突が引き起こす電波放射の起源と質量進化の解明	ASTRO-H プロジェクトチーム	上田 周太郎	1,718,446
58	若手研究(B)	コロナ加熱問題から迫る恒星からの質量損失率予測モデルの構築	太陽系科学研究系	松本 琢磨	1,614,444

	研究種目	研究課題	所属	研究代表者	H28 交付額計 (直接+間接) 単位: 円
59	若手研究(B)	地球放射線帯におけるヒス放射の励起および高エネルギー粒子散乱の研究	ジオスペース探査衛星プロジェクトチーム	疋島 充	1,128,004
60	若手研究(B)	次期惑星探査に向けた新型極端紫外線検出器の開発研究	太陽系科学研究系	村上 豪	3,261,446
61	若手研究(B)	CFRP と湾曲結晶を用いた集光型 X 線偏光計の開発	ASTRO-H プロジェクトチーム	飯塚 亮	1,307,487
62	若手研究(B)	Can planetesimal accretion break planet resonance?	太陽系科学研究系	タスカー エリザベス	743,975
63	若手研究(B)	天の川銀河中心からの高温ガスアウトフロー解明	ASTRO-H プロジェクトチーム	中島 真也	1,950,000
64	若手研究(B)	X 線分光を用いた大質量星の星風測定	科学衛星運用・データ 利用ユニット	菅原 泰晴	780,000
65	若手研究(B)	太陽風粒子の熱構造発展の解明に向けた超小型磁場観測器の開発研究	ジオスペース探査衛星 プロジェクトチーム	野村 麗子	1,950,000
66	若手研究(B)	金星の雲層構造と紫外模様起源	PLANET-C プロジェクトチーム	佐藤 隆雄	910,000
67	若手研究(B)	初期太陽系円盤におけるダスト高温加熱期間の解明	地球外物質研究 グループ	川崎 教行	1,820,000
68	若手研究(B)	高強度チタン-ニッケル系高温形状記憶合金に対する結晶構造の最適化および特性改善	宇宙飛翔工学研究系	戸部 裕史	1,690,000
69	若手研究(B)	Real-time Estimation of Time-varying Magnetometer Errors for Small Satellite Missions	宇宙機応用工学研究系	Soken HalilErsin	1,820,000
70	若手研究(B)	衝突クレーターの多様なエジェクタ地形の形成過程の解明	大学共同利用実験調整 グループ	鈴木 絢子	923,159
71	若手研究(B)	イオンエンジンにおけるスワールトルク発生機構の解明	宇宙飛翔工学研究系	月崎 竜童	652,695
72	研究活動 スタート支援	ASTRO-H によるブラックホールジェット噴出機構のプラズマ組成分析	ASTRO-E II プロジェクトチーム	小山 志勇	780,000
73	研究活動 スタート支援	高感度 X 線観測を用いた活動銀河核アウトフローによるエネルギー放出機構の研究	ASTRO-H プロジェクトチーム	萩野 浩一	1,300,000
74	研究活動 スタート支援	太陽面爆発・噴出現象の発生機構解明および発生予測を 目指した統計的研究	SOLAR-B プロジェクトチーム	伴場 由美	1,560,000
75	研究活動 スタート支援	円偏光を利用した星惑星形成の研究	宇宙物理学研究系	権 静美	1,560,000
76	特別研究員奨励費	低推力高効率推進系を用いた複数小惑星フライバイミ ッションの体系的設計手法	宇宙飛翔工学研究系	Victorino Sarli Bruno	1,040,000
77	特別研究員奨励費	重力赤方偏移の精密測定による核物質の状態方程式への 制限と中性子星の進化過程の解明	宇宙物理学研究系	岩井 将親	1,040,000
78	特別研究員奨励費	惑星飛行探査に向けた機体展開・運動制御融合型航空機の 開発	宇宙飛翔工学研究系	藤田 昂志	1,300,000
79	特別研究員奨励費	グリーンプロペラントを用いた低毒性宇宙機推進系の 研究	宇宙飛翔工学研究系	堀 恵一 (Amrousse Rachid)	1,200,000

## (分担者)

	研究種目	研究課題	所属	研究分担者	H28 交付額計 (直接+間接) 単位: 円
80	新学術領域研究 (研究領域提案型)	重力波天体からの X 線・ $\gamma$ 線放射の探索	宇宙科学プログラム室	富田 洋 (代表者: 河合誠之)	1,300,000
81	新学術領域研究 (研究領域提案型)	実験と観測で解き明かす中性子星の核物質	宇宙物理学研究系	高橋 忠幸 (代表者: 田村裕和)	325,000
82	基盤研究(A)	「あかり」赤外線全天サーベイデータを用いた宇宙星形 成史の統一解明	宇宙物理学研究系	川田 光伸 (代表者: 土井靖生)	390,000
83	基盤研究(A)	次世代放射線シミュレーション基盤の開発	太陽系科学研究系	尾崎 正伸 (代表者: 佐々木節)	65,000
84	基盤研究(B)	可視光・紫外線遮光フィルムをコートした超大型・高感 度 X 線 CCD の開発実証	宇宙科学プログラム室	富田 洋 (代表者: 幸村孝由)	260,000
85	基盤研究(B)	赤外線パルス・フェイズ・サーモグラフィ法による大型 構造物の高効率検査手法の開発	宇宙飛翔工学研究系	八田 博志 (代表者: 石川真志)	130,000

	研究種目	研究課題	所属	研究分担者	H28 交付額計 (直接+間接) 単位:円
86	基盤研究(B)	速度分散法による「暗黒ガス」の徹底解明	宇宙物理学研究系	村田 泰宏 (代表者:土橋一仁)	65,000
87	基盤研究(A)	惑星表面その場年代計測装置の開発	太陽系科学研究系	齋藤 義文 (代表者:杉田精司)	1,950,000
88	基盤研究(C)	ファイバ方式を用いた完全同時分光イメージングによる金星大気雲層観測	太陽系科学研究系	山崎 敦 (代表者:山田 学)	6,012
89	基盤研究(S)	広視野X線分光観測による宇宙大規模プラズマの研究	宇宙物理学研究系	山崎 典子 (代表者:大橋隆哉)	9,100,000
90	基盤研究(A)	磁気ノズルプラズマ流ダイナミクスの総合的理解と大電力スラストへの研究展開	宇宙飛翔工学研究系	國中 均 (代表者:安藤 晃)	650,000
91	基盤研究(C)	ヒト乳幼児モデルの真猿類マーマセットにおける成長発育と摂餌、咀嚼、嚥下機能の発達	基盤技術グループ	長谷川 克也 (代表者:ゼルドジョージ)	39,000
92	基盤研究(A)	可聴下波動伝播特性による南極域の多圏融合物理現象解明と温暖化影響評価	月惑星探査データ解析グループ	石原 吉明 (代表者:金尾政紀)	390,000
93	基盤研究(A)	運動量交換やエネルギー交換に基づく衝撃応答制御の体系化と月惑星探査機への応用	宇宙機応用工学研究系	大槻 真嗣 (代表者:原 進)	130,000
94	基盤研究(A)	運動量交換やエネルギー交換に基づく衝撃応答制御の体系化と月惑星探査機への応用	宇宙機応用工学研究系	橋本 樹明 (代表者:原 進)	390,000
95	基盤研究(A)	運動量交換やエネルギー交換に基づく衝撃応答制御の体系化と月惑星探査機への応用	宇宙機応用工学研究系	久保田 孝 (代表者:原 進)	130,000
96	基盤研究(A)	地上オーロラ観測と衛星直接観測を連携させて挑む新しいサブストーム像の構築	太陽系科学研究系	齋藤 義文 (代表者:町田 忍)	910,000
97	基盤研究(A)	地上オーロラ観測と衛星直接観測を連携させて挑む新しいサブストーム像の構築	太陽系科学研究系	篠原 育 (代表者:町田 忍)	910,000
98	基盤研究(S)	2次元画像比較を駆使した超高磁場リコネクションの巨大加熱・加速の解明と応用開拓	太陽系科学研究系	清水 敏文 (代表者:小野 靖)	650,000
99	基盤研究(B)	星間分子雲における低温イオン-極性分子反応の系統的測定と量子効果の観測	宇宙物理学研究系	崎本 一博 (代表者:岡田邦宏)	260,000
100	基盤研究(B)	超短パルス放電と物質の相互作用による新しい加速機構と次世代プラズマ推進機への応用	宇宙飛翔工学研究系	船木 一幸 (代表者:堀澤秀之)	130,000
101	基盤研究(B)	火星大気流出における領域間結合の役割の研究	太陽系科学研究系	藤本 正樹 (代表者:寺田直樹)	650,000
102	基盤研究(S)	極限時間分解能観測によるオーロラ最高速変動現象の解明	太陽系科学研究系	浅村 和史 (代表者:藤井良一)	23,920,000
103	基盤研究(B)	精密ラインX線観測による宇宙の大規模ガス運動の解明	宇宙物理学研究系	辻本 匡弘 (代表者:石崎欣尚)	780,000
104	新学術領域研究 (研究領域提案型)	太陽嵐の発生機構の解明と予測	太陽系科学研究系	清水 敏文 (代表者:一本 潔)	6,890,000
105	新学術領域研究 (研究領域提案型)	宇宙マイクロ波背景放射の広天域観測で探る加速宇宙と大規模構造	宇宙物理学研究系	満田 和久 (代表者:羽澄昌史)	10,400,000
106	基盤研究(B)	紫外線宇宙望遠鏡による太陽系外惑星大気の研究	太陽系科学研究系	村上 豪 (代表者:亀田真吾)	910,000
107	基盤研究(A)	宇宙地球系結合機構の実証的研究と次世代電磁気圏探査計画の基盤となる戦略的技術開拓	太陽系科学研究系	齋藤 義文 (代表者:平原聖文)	3,380,000
108	基盤研究(C)	星座カメラ i-CAN を活用した,日本中の小学校で星の学習ができる教材の開発	太陽系科学研究系	佐藤 毅彦 (代表者:石井雅幸)	338,000

## b. 受託研究

	研究課題	委託者	研究代表者	契約額(円)
1	超電導機器のための液体水素冷却システムの安全システム開発・評価	(国研) 科学技術振興機構	稲谷 芳文	13,650,000
2	民生品を活用した宇宙機器の軌道上実証	経済産業省	稲谷 芳文	200,000,000
3	耐環境セラミックスコーティングの構造最適化及び信頼性向上	(国研) 科学技術振興機構	後藤 健	16,001,000
4	近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発	国立大学法人東京大学	高木 亮治	35,005,164

	研究課題	委託者	研究代表者	契約額 (円)
5	チタン材一貫製造プロセス技術開発/高疲労強度・低温高速超塑性チタン合金薄板の開発における低温・高速域での超塑性変形挙動に関する研究	新構造材料技術研究組合	佐藤 英一	2,225,880
6	協調的粒界すべりのすべり群サイズの決定機構(超塑性変形速度向上の指導原理)	(国研) 科学技術振興機構	佐藤 英一	11,850,000
7	液化水素を用いた試験の実施	(国研) 科学技術振興機構	成尾 芳博	10,393,700
8	燃料電池自動車及び水素供給インフラの国内規制適正化、国際基準調和・国際標準化に関する研究開発	岩谷産業株式会社	成尾 芳博	117,417,600
9	「太陽光発電無線送電高効率化の研究開発」に係る薄型・軽量化に資する研究開発	一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構	川崎 繁男	31,320,000
10	革新的な高効率を有する自発予圧縮機構付き回転アトネーションエンジンの研究開発	(国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	船木 一幸	7,332,143
11	再生可能エネルギー利用による水電解・メタン製造プロセスの技術開発	(国研) 科学技術振興機構	曾根 理嗣	16,900,000
12	過酷温度環境作動リチウムイオン二次電池の開発	経済産業省	曾根 理嗣	35,399,998
13	電解還元によるCO2の革新的固定化研究開発	(国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	曾根 理嗣	72,189,840
14	太陽光発電無線送電高効率化の研究開発に係るロードマップ作成支援	一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構	田中 孝治	2,160,000
15	超伝導検出器を用いた分析電子顕微鏡の開発	(国研) 物質・材料研究機構	満田 和久	3,055,000
16	革新的クリーンエネルギーシステムの実用化<高効率風力発電システム構築のための大規模数値解析.	国立大学法人東京大学	山田 和彦	5,500,000
17	氷天体内部海ブリュウム微粒子の試料捕集分析・惑星保護技術の研究	大学共同利用機関法人自然科学研究機構	矢野 創	1,200,000
18	耐災害性に優れた安心・安全社会のためのスピントロニクス材料・デバイス基盤技術の研究開発	国立大学法人東北大学	廣瀬 和之	3,239,100
19	小型合成開口レーダシステムの開発	(国研) 科学技術振興機構	齋藤 宏文	388,000,000
20	新しい観測手段から宇宙の進化に迫る X 線天文学国際研究交流拠点	(独) 日本学術振興会	高橋 忠幸	16,965,000

## c. 民間等との共同研究

	研究課題	民間等	研究代表者	契約額 (円)
1	移動・回転物体が作り出す空気学音響に関する研究	横浜ゴム (株)	大山 聖	600,000
2	高速気流中に置かれた障害物と境界層の干渉効果と空力音発生に関する研究 その11	東海旅客鉄道 (株) 学校法人東京理科大学	大山 聖	4,380,000
3	「輸送機器・流体機器の流体制御による革新的高効率化・低騒音化に関する研究開発」の「自動車への応用技術」の研究開発	マツダ (株) 学校法人東京理科大学 国立大学法人神戸大学 国立大学法人広島大学 国立大学法人九州大学	野々村 拓	756,000
4	蓄電セルの電圧均等化が施された電源装置の研究開発	日本蓄電器工業 (株) 国立学校法人茨城大学	久木田 明夫	324,000
5	低コスト固体推進薬の燃焼速度設計に関する研究開発	カーリットホールディングス (株)	羽生 宏人	3,273,000
6	窒化珪素材料の高速衝突特性研究	株式会社 IHI エアロスペース 国立大学法人熊本大学 東芝マテリアル株式会社	佐藤 英一	600,000
7	X線微量分析に特化した TES 型 X 線マイクロカロリメータ素子の研究開発	(株) 日立ハイテクサイエンス	満田 和久	2,000,000
8	高次精度流体コード LANS3D を用いたファンモータの空力音予測に関する研究開発	ミネベア (株) 学校法人東京理科大学	大山 聖	118,152
9	「多目的設計探査による設計手法の革新に関する研究開発」の「実問題の車づくりへの応用技術」の研究開発	マツダ (株)	大山 聖	1,080,000

	研究課題	民間等	研究代表者	契約額 (円)
10	新規エアロゾル消火薬剤の研究開発	ヤマトプロテック株式会社	堀 恵一	500,000
11	紫外線照射試験	三菱電機 (株)	太刀川 純孝	972,000
12	実用向け低コスト団体推進薬の研究開発	キャノン電子 (株)	羽生 宏人	389,545
13	硬 X 線・ガンマ線の高精度イメージング技術によるドラッグデリバリーの研究	学校法人沖縄科学技術大学院大学学園	渡辺 伸	25,800,000
14	大気リム観測データ高速処理アルゴリズム適用に関する研究開発	富士通エフ・アイ・ピー (株)	山崎 敦	無償
15	高加熱率対応軽量アプレータ	川崎重工株式会社	山田 和彦	無償
16	液体水素用コリオリ流量計の研究開発	株式会社タツノ	成尾 芳博	無償
17	超伝導検出器を用いた分析電子顕微鏡の開発	(株) 日立ハイテクサイエンス (国研) 産業技術総合研究所 国立大学法人九州大学 大陽日酸 (株) (国研) 物質・材料研究機構	満田 和久	無償
18	C 型小惑星表面鉱物模擬物質に対する太陽風プロトンの影響の評価	公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター	安部 正真	無償
19	耐環境セラミックコーティングの構造最適化及び信頼性向上	一般社団法人ファインセラミックスセンター 国立大学法人横浜国立大学 国立大学法人東北大学 国立大学法人東京工業大学 (国研) 物質・材料研究機構 国立大学法人東京大学 (株) IHI (株) 超高温材料研究センター	後藤 健	無償
20	分散電力制御技術による列車運行電力デマンド制御の研究	公益社団法人鉄道総合技術研究所 東急テクノシステム (株)	川口 淳一郎	無償
21	耐放射線高精細 C-MOS 撮像デバイスの開発	マツハコーポレーション (株)	福田 盛介	無償
22	革新技術による低コスト固体ロケットの研究	株式会社植松電機	森田 泰弘	無償
23	次世代電気推進装置の研究開発	株式会社 IHI 株式会社 IHI エアロスペース	船木 一幸	無償
24	SLIM ローバの構造機構設計の研究開発	株式会社昭特製作所	大槻 真嗣	無償
25	小型飛翔体用アクチュエータの開発	株式会社佐原	太刀川 純孝	無償
26	小型月惑星探査機の軌道計算の研究開発	LSAS Tec 株式会社	坂井 真一郎	無償
27	共融混合物の着火・燃焼特性の研究開発	カーリットホールディングス株式会社 日本カーリット株式会社	徳留 真一郎	無償
28	はやぶさ 2 の小惑星近傍運用訓練手法の研究	有人宇宙システム株式会社	津田 雄一	無償
29	小惑星探査ミッションの高速、正確かつ高精細な可視化の研究開発	日本放送協会	三浦 昭	無償
30	再使用ロケット技術実証エンジンを使用した再使用ロケット実験機の技術実証の研究開発	三菱重工株式会社	野中 聡	無償
31	高速 X 線撮像によるエアバッグ用インフレーター燃焼解析技術の研究開発	タカタ株式会社	長谷川 克也	無償

\*一部、相手方の都合により掲載なし。

#### d. 使途特定寄附金

	寄附金の名称	寄附者	研究代表者	金額 (円)
1	Cu-Cr-Zr 系銅合金の大振幅クリープ疲労における急速損傷劣化・寿命予測	日本銅学会	佐藤 英一	300,000
2	A5083 系合金における超塑性変形中の付随現象が組織に及ぼす影響(16)	(公財) 軽金属奨学会	佐藤 英一	250,000

	寄附金の名称	寄附者	研究代表者	金額 (円)
3	太陽発電衛星の教育用デモンストレーションモデルの研究	(公財) 日本環境教育機構	田中 孝治	260,000
4	精密 X 線分光観測による銀河団の進化と暗黒物質の探査	(公財) 山田科学振興財団	田村 隆幸	1,010,000
5	車両形状最適設計解析による空気抵抗低減に関する研究	東海旅客鉄道株式会社	大山 聖	1,000,000
6	はやぶさ試料キュレーションに関する研究	竹田理化学工業株式会社	坂本 尚義	100,000
7	宇宙機の姿勢・運動制御に関する研究	明星電気株式会社	橋本 樹明	1,000,000
8	Effects of Pd addition on precipitation and martensitic transformation in a Ni <sub>49.7</sub> Ti <sub>30.3</sub> Zr <sub>20</sub> alloy	(公財) 天田財団	戸部 裕史	700,000

### e. オープンラボ

	研究課題	提案代表者	JAXA 代表者	金額 (円)
1	圧力影響のない高ロバスト性水素ガスセンサの開発	新コスモス電機 (株) 鈴木 健吾	丸 祐介	10,000,000
2	自動振動ヒートパイプ (OHP) による冷却装置の開発	千代田空調機器 (株) 尾崎 真司	福家 英之	800,000
3	液体水素用ハーメチックコネクタの研究開発	京セラ株式会社 石井 一臣	野中 聡	3,801,000

## 3. 各種共同研究等

### a. 宇宙科学実験用施設を用いた共同利用研究

#### (1) スペースチェンバー実験装置を用いた共同利用研究

	所属	研究代表者	研究課題
1	東北大学	熊本 篤志	電離圏イオン組成・電子密度計測に向けた広帯域インピーダンスプローブによるプラズマ計測実験
2	宇都宮大学	齋藤 和史	直流放電コンプレックス・プラズマにおける対向微粒子流
3	中京大学	上野 一磨	磁気プラズマセイル推力の地上評価実験
4	東京農工大学	篠原 俊二郎	ヘリコン波プラズマ生成と宇宙プラズマ中の電磁波動現象のシミュレーション
5	宇宙科学研究所/JAXA	阿部 琢美	観測ロケット S-310-44 号機搭載 FLP の飛翔前機能確認試験
6	宇宙科学研究所/JAXA	田中 孝治	大電力マイクロ波とプラズマの相互作用に関する研究
7	岐阜大学	宮坂 武志	長寿命・高効率ホールスラスタシステムの開発
8	九州大学	山本 直嗣	立方晶窒化ホウ素を材料に用いた電界放出型カソードの開発
9	航空部門/JAXA	張 科寅	低電力永久磁石型外部放電式ホールスラスタの地上評価実験
10	金沢大学	安藤 利得	大口径電子ビームのカusp磁場への入射とそれに伴うプラズマの変化の観測
11	宇宙科学研究所/JAXA	横田 勝一郎	SS520-3 用低エネルギー粒子計測器 (LEP) の開発
12	明石工業高等専門学校	梶村 好宏	プラズマセイル融合型磁気ノズルスラスタの推力測定実験
13	宇宙科学研究所/JAXA	齋藤 義文	BepiColombo 搭載イオン質量分析器 MPPE-MSA のソフトウェア開発

	所属	研究代表者	研究課題
14	宇宙科学研究所/JAXA	浅村 和史	熱-低エネルギー帯プラズマ粒子分析器の開発
15	宇宙科学研究所/JAXA	笠原 慧	中間エネルギー粒子分析器の開発
16	宇宙科学研究所/JAXA	齋藤 義文	小型軽量低エネルギー荷電粒子計測器の開発
17	宇宙科学研究所/JAXA	齋藤 義文	惑星探査用リフレクトロン飛行時間式質量分析器の開発
18	宇宙科学研究所/JAXA	船木 一幸	宇宙機用大電力プラズマ推進機の推進特性評価
19	宇宙科学研究所/JAXA	横田 勝一郎	火星大気散逸探査ミッション用イオン同位体分析器の開発

## (2) 超高速衝突実験装置を用いた共同利用研究

	所属	研究代表者	研究課題
1	東北大学	楨原 幹十朗	メカノクロミズム金属錯体を用いたスペースデブリ衝突貫通穴の位置表示に関する研究
2	研究開発部門/JAXA	松本 晴久	宇宙機のデブリ衝突による電気的および機械的影響に関する研究
3	千葉工業大学	黒澤 耕介	宇宙機搭載用デブリセンサの開発研究
4	千葉工業大学	和田 浩二	微小重力のもとでのクレーター形成実験
5	東京大学	杉田 精司	岩塊質なラブルパイル天体表層のクレーター形成実験
6	電気通信大学	柳澤 正久	高速度衝突閃光：全体像の解明
7	研究開発部門/JAXA	平井 隆之	MLI-PVDF 一体型大面積スペースデブリその場検出器の開発・校正実験
8	研究開発部門/JAXA	東出 真澄	曝露物回収による低高度軌道の微小デブリ分布計測法の検討
9	研究開発部門/JAXA	柳沢 俊史	微小デブリ衝突による除去対象大型デブリの回転運動励起に関する研究
10	九州工業大学	赤星 保浩	国際標準 ISO11227 改訂へ向けた Ejecta 評価の斜め衝突実験
11	海洋研究開発機構	西澤 学	原始海洋への隕石衝突によるアンモニア生成説の定量的検証
12	宇宙科学研究所/JAXA	佐藤 英一	超高速衝突損傷進展過程の可視化による損傷機構の解明
13	宇宙科学研究所/JAXA	鈴木 絢子	不規則な形状の面へのクレーター形成
14	宇宙科学研究所/JAXA	田中 孝治	超高速衝突における電気的現象に関する研究
15	宇宙科学研究所/JAXA	矢野 創	生体高分子試料を含む氷衛星ブリューム模擬微粒子のシリカエアロゲルへの超高速衝突実験及び試料の回収分析
16	千葉大学	田端 誠	超高速微粒子衝突捕獲による超低密度二層型シリカエアロゲルの応答
17	静岡大学	三重野 哲	窒素ガス中超高速飛翔体衝突により発生する高温ブルームの測定と合成有機炭素化合物の分析(小惑星衝突による有機物合成の模擬実験)
18	名古屋工業大学	西田 政弘	イジェクタサイズの計測法・評価法に関する ISO11227 の改訂に向けた検証板の画像解析法の改良
19	神戸大学	荒川 政彦	レゴリス層における衝突励起地震の実験的研究
20	神戸大学	中村 昭子	粉粒体標のおよび多孔質標的による弾丸捕獲と石化の実験的研究
21	神戸大学	向井 敏司	超高速衝突試験によるマグネシウムの動的変形応答解析
22	近畿大学	道上 達広	衝突破片の形状分布と小惑星イトカワ母天体の天体衝突

23	岡山大学	寫生 有理	衝突による普通コンドライトの物理化学進化に関する研究
24	国立環境研究所	山本 聡	レーザー変位計を用いたその場計測による衝突クレーター形成過程の物理的説明
25	産業技術総合研究所	佐藤 雅彦	SQUID 顕微鏡を用いた新手法による衝突残留磁化3次元構造の研究
26	宇宙科学研究所/JAXA	澤田 弘崇	弾丸式サンプリング方法による小惑星からの試料採取に関する研究
27	千葉工業大学	小林 正規	ポリイミド膜と圧電素子を利用した大面積ダストセンサーの開発
28	日本大学	菊池 崇将	高速水中突入現象の解明

## (3) 宇宙放射線装置を用いた共同利用研究

	所属	研究代表者	研究課題	装置	
				1	2
1	名古屋大学	金田 英宏	常温ウェハ接合 Ge:Ga 遠赤外線検出器の開発	赤外線装置, 高精度研磨器	
2	名古屋大学	松本 浩典	X線望遠鏡の軟X線反射率測定実験	X線実験装置	
3	首都大学東京	江副 祐一郎	マイクロマシン技術を用いた超軽量X線光学系のX線評価	X線実験装置	
4	愛媛大学	栗木 久光	非球面X線望遠鏡用基板の表面平滑化技術の確立	X線実験装置	
5	国立天文台	小谷 隆行	太陽系外トランジット惑星系の特性解明	赤外線モニター観測装置	
6	名古屋大学	深川 美里	星周円盤を持つ前主系列星の変光観測	赤外線モニター観測装置	
7	宇宙科学研究所/JAXA	田中 智	月面衝突発光現象の観測(試験観測)	赤外線モニター観測装置	
8	関西学院大学	松浦 周二	宇宙赤外線背景放射観測ロケット実験CIBER-2の光学系開発	赤外線装置	

## (4) 高速気流総合実験設備を用いた共同利用研究

	所属	研究代表者	研究課題	装置	
				1	2
1	名古屋大学	森 浩一	超音速気流中における流体-柔軟構造干渉(FFSD)の現象解明		超音速風洞
2	東海大学	水書 稔治	前向き空洞前面での衝撃波振動遷移の可視化計測		超音速風洞
3	宇宙科学研究所/JAXA	小川 博之	再使用観測ロケット空力特性の研究	遷音速風洞	超音速風洞
4	航空部門/JAXA	小島 孝之	極超音速予冷ターボジェットインテークの性能改善		超音速風洞
5	宇宙科学研究所/JAXA	野中 聡	SS520 ロケット空力特性の研究	遷音速風洞	超音速風洞
6	宇宙科学研究所/JAXA	野中 聡	イプシロンロケット空力特性の研究	遷音速風洞	超音速風洞
7	研究開発部門/JAXA	苅田 丈士	スペースプレーンのエンジン・機体統合型設計技術の研究	遷音速風洞	
8	早稲田大学	佐藤 哲也	極超音速統合実験機用エンジンにおける超音速空力性能の調査		超音速風洞
9	静岡大学	吹場 活佳	遷音速・超音速流中における熱伝達	遷音速風洞	超音速風洞
10	鳥取大学	川添 博光	有翼惑星探査機のための低Cd翼の研究	遷音速風洞	超音速風洞
11	九州工業大学	坪井 伸幸	ウェーブライダー形状の空力特性評価およびAGARD-Bによる風洞気流特性調査		超音速風洞
12	龍谷大学	大津 広敬	空気を効率的に利用できるバルト形状の検討		超音速風洞
13	室蘭工業大学	東野 和幸	舵面とエンジンを有する小型超音速飛行実験機の空力特性の計測	遷音速風洞	超音速風洞

	所属	研究代表者	研究課題	装置	
				1	2
14	室蘭工業大学	湊 亮二郎	GG-ATR エンジンのエアインテークの総合的空気特性の評価	遷音速風洞	
15	宇宙科学研究所/JAXA	丸 祐介	気球を利用した飛行実験機の空気特性データベースの構築 (その1)	遷音速風洞	超音速風洞
16	宇宙科学研究所/JAXA	丸 祐介	気球を利用した飛行実験機の空気特性データベースの構築 (その2)	遷音速風洞	超音速風洞
17	宇宙科学研究所/JAXA	丸 祐介	気球を利用した飛行実験機の空気特性データベースの構築 (その3)	遷音速風洞	超音速風洞
18	九州工業大学	平木 講儒	非定常衝撃波に関する研究 (1)	遷音速風洞	超音速風洞
19	九州工業大学	平木 講儒	非定常衝撃波に関する研究 (2)	遷音速風洞	
20	九州工業大学	米本 浩一	耐故障性を有するフラッシュエアデータシステムの研究開発	遷音速風洞	超音速風洞
21	九州工業大学	米本 浩一	サブオービタル有翼ロケットの高迎角空気特性の研究	遷音速風洞	超音速風洞
22	千葉大学	太田 匡則	主流とサイドジェットとの干渉場の4次元定量的計測		超音速風洞
23	九州大学	麻生 茂	TSTO型宇宙往還機の空気特性に関する研究	遷音速風洞	超音速風洞
24	九州大学	谷 泰寛	モーフィング機能を有した宇宙往還機の空気特性改善の研究	遷音速風洞	超音速風洞
25	宇宙科学研究所/JAXA	大山 聖	遷音速域/超音速域の表面摩擦応力分布計測技術の実証 (1)		超音速風洞
26	東海大学	山田 剛治	形状可変有翼惑星探査航空機の空気特性に関する研究	遷音速風洞	超音速風洞

## (5) 惑星大気突入環境模擬装置を用いた共同利用研究

	所属	代表研究者	研究課題
1	東京理科大学	小柳 潤	CFRPの急速加熱時熱変形挙動の解明
2	東京理科大学	小柳 潤	中高密度CFRPの層間剥離に関する実験研究
3	東海大学	山田 剛治	非平衡アークプラズマ流を用いた電離流れ場の高精度診断手法の開発
4	宇宙科学研究所/JAXA	山田 和彦	次期サンプルリターンカプセル用のアブレータ材料の加熱試験
5	鳥取大学	酒井 武治	アブレーションセンサーの開発
6	東京理科大学	向後 保雄	多孔質炭素材料を用いた高強度軽量アブレータの創製
7	日本大学	阿部 新助	人工流星源と隕石のアブレーション・プラズマ計測
8	九州工業大学	奥山 圭一	超軽量多孔質CFRPを用いた熱防御システム設計技術構築と超小型プローブを用いた実証 (その3)
9	九州工業大学	奥山 圭一	炭素繊維強化熱可塑性樹脂複合材を用いた超軽量宇宙機構造 (その1)
10	北海道大学大学院	高橋 裕介	1 MW アーク加熱気流の分光測定
11	首都大学東京	佐原 宏典	人工流星源の発光分光計測と機械強度の評価

## (6) JAXA スーパーコンピュータを用いた共同利用研究

	所属	研究代表者	研究課題
1	名古屋大学大学院工学研究科	佐宗 章弘	超音速飛行する3次元形状模型周りの近傍圧力場計算及び空気性能評価
2	九州工業大学大学院工学研究院	坪井 伸幸	ロケットエンジンおよび超音速飛翔体用エンジンに関する燃焼流体の研究

	所属	研究代表者	研究課題
3	国立天文台	銭谷 誠司	衝撃波捕捉型磁気流体コード「OpenMHD」の開発
4	横浜国立大学	宮路 幸二	飛翔体の空力・構造・飛行力学連成解析に関する研究
5	東北大学大学院工学研究科	河合 宗司	圧縮性乱流の高精度数値解析に関する研究
6	大阪大学基礎工学研究科	後藤 晋	発達した乱流の大規模数値シミュレーション研究
7	北海道大学理学研究院	倉本 圭	水星の材料物質の起源、熱史、および磁場生成
8	北海道大学大学院理学研究院	小高 正嗣	惑星大気の大規模数値モデリング
9	九州工業大学工学院	米本 浩一	多目的空力設計問題に関する研究
10	東海大学工学部	高橋 俊	直交格子法を用いた移動物体を含む気液二相相流の解析コードの開発と応用
11	東海大学	福田 紘大	DNS 解析に基づく高マッハ数混相乱流 LES モデルの構築
12	横浜国立大学	北村 圭一	細長物体の空力特性についての数値解析
13	愛媛大学大学院理工学研究科	松浦 一雄	圧縮性境界層における層流-乱流遷移後期過程の非線形渦動力学の解明
14	松江工業高等専門学校	杉山 耕一郎	金星大気の大規模数値シミュレーションに関する数値的研究
15	東北大学	大西 直文	極超音速流の境界層における不安定モードと乱流遷移過程の数値的研究
16	東北大学	大西 直文	DBD プラズマアクチュエータにおける体積力特性解明に向けた放電過程の数値解析
17	東京大学	高橋 聖幸	ビーム推進機の飛行性能改善に向けた電離構造及び衝撃波伝搬の数値的研究
18	鳥取大学	森澤 征一郎	火星航空機の空力設計に関する研究
19	東京工業大学地球生命研究所	小南 淳子	大規模惑星集積並列 N 体計算：ガス円盤内での微惑星による原始惑星の外側移動
20	横浜国立大学	北村 圭一	細長物体空力特性への突起物の影響
21	横浜国立大学	北村 圭一	細長比が及ぼす飛翔体空力特性への影響
22	横浜国立大学	阿部 圭晃	非構造高次精度流体ソルバーの安定化に関する研究
23	東海大学工学部	水書 稔治	前向き空洞前面での衝撃波振動遷移の数値解析的研究
24	東京理科大学工学部	青野 光	回転流体機器周りの高精度流体解析技術に関する研究
25	名古屋大学宇宙地球環境研究所	飯島 陽久	太陽大気の大規模数値シミュレーション
26	東京理科大学	浅田 健吾	DBD プラズマアクチュエータを用いたフィードバック流れ制御技術に関する研究
27	東京工業大学地球生命研究所	小南 淳子	大規模惑星集積並列 N 体計算：原始惑星円盤内での微惑星の衝突破壊による効果
28	国立天文台	銭谷 誠司	乱流磁気リコネクションにおける圧縮性効果
29	東京大学大学院理学系研究科	王 燦洋	Three-dimensional turbulent magnetic reconnection
30	東京大学大学院理学系研究科	戸次 宥人	太陽対流層内部における乱流角運動量輸送のプラントル依存性に関する研究

## b. 国際共同ミッション推進研究

	所属	代表研究者	研究課題
1	宇宙科学研究所/JAXA	山田 和彦	将来の太陽系サンプルリターンにむけた大型の再突入カプセルの研究開発
2	宇宙科学研究所/JAXA	横田 勝一郎	THOR ミッション搭載イオン質量分析器 IMS・低エネルギー電子計測器 TEA への参加に向けた準備
3	国立天文台	勝川 行雄	Sunrise 気球実験による太陽彩層の高解像度・高精度変光分光観
4	理化学研究所	Casolino Marco	UV-ATMOSPHERA - MINI/EUSO: A detector to map Ultraviolet emissions of the Earth from space

## c. ISAS 教育職職員申請による特定課題共同研究員

	所属	氏名	研究課題	研究期間	申請教員
1	—	坂谷 尚哉	はやぶさ2中間赤外カメラへの応用を目指した小天体表層物質の熱物性に関する研究	H28.4.1 ~ H29.3.31	田中 智
2	理化学研究所	谷田貝 文夫	宇宙放射線の生物影響研究の総括的展開	H28.4.1 ~ H29.3.31	石岡 憲昭
3	名古屋大学	西野 真木	SELENE 観測データによる月周辺電磁気環境の調査	H28.4.1 ~ H29.3.31	齋藤 義文
4	情報通信研究機構	今井 弘二	DARTS のデータアーカイブとアプリの研究開発	H28.4.1 ~ H29.3.31	海老沢 研
5	岡山大学	石野 宏和	ミリ波半波長板低温連続回転偏光変調器の開発	H28.4.27 ~ H29.3.31	堂谷 忠靖
6	—	栗原 宜子	CASSIOPE 衛星搭載中性粒子質量速度測定器 (NMS) の観測データ解析	H28.4.1 ~ H29.3.31	早川 基
7	北海道大学	栗原 純一			
8	明治大学	木下 恭一	宇宙実験結果に基づいた混晶半導体結晶成長過程の解明	H28.12.14 ~ H29.3.31	稲富 裕光
9	国立天文台	関本 裕太郎	ミリ波帯用 OMT (orthogonal mode transducer) の研究	H28.6.22 ~ H29.3.31	川崎 繁男
10	筑波大学	新田 冬夢			
11	国立天文台	伊藤 孝士	近地球小惑星の力学進化が惑星形成に及ぼす影響の観測的・数値的研究	H28.4.1 ~ H29.3.31	吉川 真
12	東京理科大学	相馬 央令子	超高速衝突に伴う電磁波放射の特性調査およびアプリ衝突検出系の検討	H28.4.1 ~ H29.3.31	田中 孝治
13	静岡大学	栗田 大樹			
14	工学院大学	塩田 一路			
15	中央大学	國井 康晴	FPGA を用いた高速画像処理による月・惑星探査ローバの自律化の研究	H28.4.27 ~ H29.3.31	吉光 徹雄
16	中央大学	前田 孝雄			
17	東京工業大学	阿部 圭晃	非構造高次精度流体ソルバーの安定化に関する研究	H28.4.1 ~ H29.3.31	大山 聖
18	東京大学	菅井 肇	ミリ波半波長板低温連続回転偏光変調器の開発	H28.4.27 ~ H29.3.31	堂谷 忠靖
19	東京大学	桜井 雄基			
20	東京大学	松村 知岳			
21	東京大学	片山 伸彦			
22	北里大学	川崎 健夫			
23	東京大学	宇都宮 真			
24	国立天文台	長谷部 孝			
25	国立天文台	関根 裕太郎			
26	岡山大学	石野 宏和			

	所属	氏名	研究課題	研究期間	申請教員
27	佐賀大学	嘉数 誠	ワイドバンドギャップ半導体を用いた高機能デバイスの研究	H28.6.22 ~ H29.3.31	川崎 繁男
28	福岡大学	松永 浩貴	高エネルギーイオン液体推進剤を用いたスラスタの実用化に関する研究及び開発	H28.4.1 ~ H29.3.31	徳留 真一郎
29	東京農業大学	石井 忠司	水サイクル宇宙推進システムの軌道上運搬機への応用	H28.4.1 ~ H29.3.31	田中 孝治
30	東京理科大学	関本 諭志	非定常ピッチング運動に対するプラズマアクチュエータ制御の小スケール実験	H28.4.27 ~ H29.3.31	大山 聖
31	明星大学	小山 昌志	大型構造体 Thermography 検査に向けた加熱装置の開発	H28.5.18 ~ H29.3.31	後藤 健
32	京都大学	石原 昭彦	長期宇宙滞在飛行士の姿勢制御における帰還後再適応過程の解明	H28.6.22 ~ H29.3.31	石岡 憲昭
33	京都大学	神崎 素樹			
34	東京慈恵医科大学	寺田 昌弘			
35	東京大学	田辺 弘子			
36	東京大学	萩生 翔太			
37	慶應義塾大学	石上 玄也	探査ロボットの超高速移動を実現する自律システムの研究開発	H28.9.14 ~ H29.3.31	久保田 孝
38	上智大学	中岡 俊裕	電子線描画装置を用いた宇宙用ナノ RF デバイスの研究	H28.6.22 ~ H29.3.31	川崎 繁男
39	首都大学東京	江副 祐一郎	マイクロマシン技術を用いた超軽量 X 線望遠鏡の開発	H28.7.6 ~ H29.3.31	川崎 繁男
40	首都大学東京	萱場 綾子	形状記憶材を用いた超小型衛星用高機能膜面展開構造物の通信システム設計開発	H28.10.26 ~ H29.3.31	川崎 繁男
41	岡山大学	永田 靖典	SS-520-4 号機の 3 段飛行モニタ	H28.11.9 ~ H29.3.31	羽生 宏人
42	九州工業大学	奥山 圭一	実機適用を目指した再突入カプセル用軽量アプレータの開発	H28.11.9 ~ H29.3.31	川崎 繁男
43	東京工業大学	坂本 啓	高機能膜面宇宙展開構造物の膜上ヘルスマニタリング技術の開発	H28.11.9 ~ H29.3.31	川崎 繁男
44	千葉工業大学	和田 豊	軸・周方向酸素ガス噴射を用いたハイブリッドロケットのスロットリング実験	H28.12.14 ~ H29.3.31	嶋田 徹
45	東京工科大学	佐々木 聡	ISS たんぽぽ実験の回収試料解析に関する研究	H29.1.25 ~ H29.3.31	橋本 博文
46	九州工業大学	Szasz Bianca Adina	実機適用を目指した再突入カプセル用軽量アプレータの開発	H29.2.22 ~ H29.3.31	下田 孝幸

## 4. シンポジウム等

## a. ISAS が助成するシンポジウム・研究会等

	名 称	開催日	参加人数	発表件数	世話人
1	第49回 月・惑星シンポジウム (*)	7/20-21	80	25	田中 智 安部 正真
2	第26回 アストロダイナミクスシンポジウム	7/25-26	120	63	川口 淳一郎
3	第9回 日本アストロバイオロジーネットワーク年次ワークショップ	9/22-23	51	31	矢野 創
4	スペース太陽研究の到達点と将来像	10/3-4	108	22	坂尾 太郎 清水 敏文
5	磁気圏・電離圏シンポジウム	10/14-15	79	26	齋藤 義文
6	惑星科学の長期展望と将来の探査計画	10/29	68	5	生田 ちさと
7	大気球シンポジウム (*)	11/1-2	95	40	吉田 哲也
8	第4回 宇宙物質科学シンポジウム	11/29-30	200	63	岡田 達明
9	第30回 大気圏シンポジウム (*)	12/5-6	86	38	今村 剛
10	第32回 宇宙構造・材料シンポジウム (*)	12/9	70	31	後藤 健
11	第3回宇宙ナノエレクトロニクスワークショップ	12/16	20	10	川崎 繁男
12	宇宙航行の力学シンポジウム	12/19-20	80	13	小川 博之 船木 一幸 山田 哲哉 大山 聖 野中 聡
13	第17回 宇宙科学シンポジウム (*)	1/5-6	520	235	村田 泰宏 安部 正真 大山 聖 橋本 博文 田中 孝治
14	第31回 宇宙環境利用シンポジウム (*)	1/16-17	97	37	橋本 博文
15	宇宙輸送シンポジウム (*)	1/19-20	非化学：268 化学：83	非化学：70 化学：38	國中 均 徳留 真一郎 堀 恵一 佐藤 哲一
16	宇宙科学情報解析シンポジウム	2/10	54	18	高木 亮治
17	重力天体（月、火星）着陸探査シンポジウム	12/5, 2/17	123	20	春山 純一
18	第36回 宇宙エネルギーシンポジウム (*)	2/24	34	13	田中 孝治 廣瀬 和之
19	アジア太平洋地域小惑星観測ネットワークシンポジウム	2/27-28	81	19	吉川 真
20	宇宙科学に関する室内実験シンポジウム (*)	2/27-28	91	38	阿部 琢美
21	衝撃波シンポジウム	3/8-10	227	128	山田 和彦

(\*) JAXA リポトリにて電子版として公開

## b. 宇宙科学セミナー Space Science Seminar

回次	開催日	講演者	所属	テーマ
第 13 回	2016.6.1	梶田 隆章	東京大学	ニュートリノ振動の発見
第 14 回	2016.8.31	Fabio Favata	ESA	ESA の科学探査プログラム
第 15 回	2016.11.30	Bibring Jean-Pierre	フランス宇宙天体物理研究所	From Mars, Rosetta to Hayabusa and beyond

## c. 宇宙科学談話会 ISAS Space Science Colloquium

回次	開催日	講演者	所属	テーマ
第 43 回	2016.4.20	C. Z. Cheng	The University of Tokyo	Magnetic Reconnection in Space and Laboratory Plasmas
第 44 回	2016.4.27	Masaki Ando	The University of Tokyo	The first direct detection of Gravitational Wave
第 45 回	2016.5.11	Simon Tardivel	NASA (Jet Propulsion Laboratory)	The Deployment and Mobility of Landers on Small Asteroids
第 46 回	2016.6.8	Roland Diehl	Max Planck Institut für extraterrestrische Physik, Germany	Lessons from Cosmic Gamma-Ray Line Observations with INTEGRAL
第 47 回	2016.6.22	Chris Done	Durham University	Black holes: Einstein's gravity and rocket science!
第 48 回	2016.6.29	Viktor Toth	Eotvos University, Budapest	Star formation and interstellar medium in our Galactic environment and in extragalaxies up to billions of light years
第 49 回	2016.7.6	Hidetoshi Katori	The University of Tokyo	Optical Lattice Clocks: Seeking for a New Second
第 50 回	2016.7.13	高梨 直紘	東京大学	天文学はどのように社会に編み込まれるか？
第 51 回	2016.8.10	重田 育照	筑波大学	第一原理計算に基づく物質の起源と生命痕跡の探求
第 52 回	2016.8.17	田中 宏幸	東京大学	ミュオグラフィ
第 53 回	2016.9.7	Giovanna Tinetti	University College London	The exoplanet revolution
第 54 回	2016.9.21	Rene Ong	UCLA	The Future of Very High Energy Astrophysics
第 55 回	2016.9.28	Shigeki Aoki	Kobe University	Recent Innovation on Nuclear Emulsion Experiments and GRAINE (Gamma-Ray Astro-Imager with Nuclear Emulsion)
第 56 回	2016.10.17	Arnaud Boutonnet	ESA/ESOC	ESA Jupiter Icy Moon Explorer - The Emergence of Habitable Worlds: Science and Mission Analysis
第 57 回	2016.10.19	田中 宏明	防衛大学校	スマート構造を用いた高精度宇宙構造システム
第 58 回	2016.11.2	Hiroya Yamaguchi	NASA GSFC	Diversity of Type Ia Supernovae Unveiled by Suzaku and Hitomi Observations
第 59 回	2016.11.16	Hiroshi Murayama	IPMU	Modern Cosmology and Space-borne Instruments
第 60 回	2016.11.30	Munetake Momose	Ibaraki University	High resolution observations of protoplanetary disks with ALMA ~Signs of protoplanets in a disk?~
第 61 回	2016.12.7	佐藤 達彦	日本原子力研究開発機構	放射線挙動解析コード PHITS とその宇宙線・地球科学への応用
第 62 回	2016.12.14	河野 孝太郎	東京大学 天文教育学研究センター	Deep galaxy surveys using ALMA

回次	開催日	講演者	所属	テーマ
第 63 回	2016.12.21	嶋 英志	JAXA 第三研究ユニット	情報計算工学による JAXA プロジェクト課題解決と先行研究
第 64 回	2017.1.11	安養寺 正之	九州大学 工学部	相似法則に基づく火星大気飛行への流体力学的挑戦と課題
第 65 回	2017.1.25	癸生川 陽子	横浜国立大学 理工学部	Formation and evolution of organic matter in meteorites
第 66 回	2017.2.1	青木 和光	国立天文台 TMT 推進室	Spectroscopic approach to Galactic Archaeology and stellar evolution
第 67 回	2017.2.15	中須賀 真一	東京大学	超小型衛星の利用拡大と宇宙科学・探査への活用に向けて
第 68 回	2017.3.1	小松 英一郎	マックスプランク天体物理学研究所所長	Critical Tests of Theory of the Early Universe using the Cosmic Microwave Background
第 69 回	2017.3.8	小林 泰三	福井大学 准教授	テラメカニクス
第 70 回	2017.3.15	坂本 尚義	北海道大学	はやぶさサンプルリターンの科学成果
第 71 回	2017.3.22	松浦 周二	関西学院大学 理工学部 物理学科	What is the origin of the cosmic near-infrared background ? ~CIBER/CIBER-2 experiment, EXZIT/SPS, and future

## IX. 国際協力

### 1. 概要

宇宙は人類共通のフロンティアであり、これを踏まえ、国際的に宇宙科学ミッションの多くは国際協力によって行われてきた。我が国の宇宙科学ミッションにとっても同様に、国際協力は重要な手段である。

我が国はこれまで、多様な宇宙科学分野において、世界をリードしてきた。宇宙科学研究所は、大学共同利用機関として、今後も継続的に中心的な役割を果たし、国内外の宇宙科学コミュニティに支持される価値の高い宇宙科学ミッションの創出に責任を持つことが求められる。そのためには、国際パートナーとの緊密な連携や協力は極めて重要である。

宇宙科学ミッションにとって国際協力の意義は次の通り考えられる。

第一に、国際協力はより価値の高い宇宙科学ミッションをより低コストで実現する手段となる。ミッションの実現手段を国内だけに閉じるのではなく、国際的に広く、より優れた観測機器等の提供を受ける、或いは提供することで、ミッション全体の価値を向上させることができる。

第二に、厳しい財政状況を踏まえ、宇宙科学ミッションの頻度が限定されるなか、国際協力はコミュニティにより多くの機会を提供することができる。国際パートナーの参画を受けることはもちろん、国際パートナーのミッションに我が国のコミュニティが参画することで、宇宙科学分野で価値を実現するうえでの基盤となるコミュニティの底上げにつながる。

第三に、国際協力による多様かつ優れた人材との交流は、我が国の宇宙科学コミュニティの知的基盤の活性化や、より多くの科学的データとの接触を促し、新たな科学的知見の発見や、宇宙技術のイノベーションの創出を促すことが期待できる。

上記の意義を踏まえ、宇宙科学研究所は、世界中の優れた国際パートナーとの関係を強化するため、海外の宇宙機関や研究機関・大学と、戦略的な対話を継続する必要がある。

2016年度においても、宇宙科学研究所において多様な国際協力活動が行われた。

運用中のミッションにおける新たな国際協力活動としては、金星探査機「あかつき」において、インド宇宙機関 ISRO と「あかつき」を用いた電波掩蔽観測の協力協定を締結した。また、2016年4月28日に運用を断念した X 線観測天文衛星「ひとみ」の原因究明活動においては、欧米の宇宙機関からの支援を得たほか、国際パートナーに対し、適宜、「ひとみ」の状況に関する説明を実施した。

開発段階のミッションについては、引き続き日欧協力ミッションである BepiColombo の開発を ESA と協力して進めた。

検討段階のミッションについては、「ひとみ」喪失の原因究明活動と並行し、X 線観測衛星代替機の立ち上げへ向けた国際パートナーとの調整を実施した。特に「ひとみ」において SXS を提供した NASA については、「ひとみ」に関するレッスンプラントを共同で取りまとめ、代替機のミッション検討活動を密に連携して実施した。これに加え、戦略的中型計画の候補に位置付けられる次世代赤外線天文衛星 SPICA について、欧州のパートナーと共同で検討を進めた。また、ESA がリードする木星氷衛星探査計画「JUICE」、X 線天文衛星 ATHENA について、日欧協力の検討を行った。加えて火星衛星探査計画（MMX）や、宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星 LiteBIRD、ソーラー電力セイル探査機による木星トロヤ群小惑星探査計画といった戦略的中型計画の候補として位置付けられている宇宙科学研究所の計画についても、国際協力による共同開発へ向けた検討・国際調整が進められた。

気球実験や観測ロケットについても国際協力による活動が行われた。気球実験については、CNES と大気球に係る技術情報の交換に関する実施取決めを締結した。

また、上記の国際協力を進めるため、次に述べるような国際パートナーとの機関間の対話が精力的に行われた。

2016年6月には米国ワシントンにおいて、宇宙研所長と、NASA ヨーダー科学局長代理、及びハーツ宇宙物理学部長との会談が行われ、主に「ひとみ」について意見交換が行われた。同月には東京事務所で、DLR グルッペ理事と宇宙研所長との会談が行われ、MMX 等の将来協力について議論が行われた。7月には東京で CNES ルガル総裁-宇宙研所長により、主に MMX に関する会談が行われた。8月にはゴダード宇宙センターを宇宙研所長らが訪問し、NASA のハーツ宇宙物理学部長らと「ひとみ」、及び代替機を中心とした会合を行った。同月には宇宙研において、宇宙研所長と ESA ファビオファバータ国際調整室長との「ひとみ」等を中心の会合が行われた。9月にはワシントン及びゴダード宇宙センターにおいて、宇宙研所長らと NASA ヨーダー科学局長代理、ハーツ宇宙物理学部長らと代替機に関する会合が行われた。10月には DLR デイツス理事と宇宙研所長と主に MMX 等の協力に関する会合が東京事務所で行われた。12月には宇宙研所長らが JPL 及び NASA をそれぞれ訪問し、JPL 幹部や、

NASA ザーブキン科学局長らと将来協力について会合を行った。2017年2月には宇宙研所長らがESA ヒメネス科学局長、パーカー探査局長、及びCNES ルガル総裁、ソーシェ理事と欧州で個別に会合を実施し、主にMMXや

代替機等の将来協力について意見交換を行った。

更に同月には東京事務所でディタス理事と宇宙研所長との会合が行われ、MMXやDestiny+等の将来協力について意見交換が行われた。

## 2. 各種国際協力

### a. 運用段階の衛星ミッションの国際協力

件名	打上げ年	ミッションの概要	協力相手方	協力相手方の責務 (海外ミッションへの参加型については、日本側の責務)
磁気圏尾部観測衛星「GEOTAIL」	1992年7月24日	「GEOTAIL」はNASAとの共同ミッション。地球磁気圏尾部の構造とダイナミクスの研究、太陽地球系物理学国際共同観測計画（ISTP）への参加が目的。	NASA（アメリカ航空宇宙局）	ロケットの打上げと約1/3の観測機器を提供。
			MPS（ドイツ・マックスプランク太陽系研究所）	高エネルギー粒子計測装置（HEP）の低エネルギー粒子探知機（LD）を提供。
X線天文衛星「すざく」 (ASTRO-EII)	2005年7月10日	「すざく」は、様々なX線天体について、従来の衛星に比べ、広いエネルギー領域とより高いエネルギー分解能かつ高感度で観測することで、宇宙の構造と進化の解明（宇宙最大の規模を持つ銀河団が衝突・合体した時のガス運動の挙動、ブラックホール直近領域の探査等）に挑む。	NASA（米）、マサチューセッツ工科大学（米）	X線反射望遠鏡（XRT）、精密X線分光器（XRS）等を日米共同で開発。
			ESA（欧州宇宙機関）	ESAの研究者が「すざく」の科学アドバイザーとして参加。
			ISRO（インド宇宙研究機関）	ISROの「ASTROSAT」衛星との共同観測（協議中）。
太陽観測衛星「ひので」 (SOLAR-B)	2006年9月23日	世界に開かれた軌道上太陽天文台として、太陽表面や太陽コロナで起こる様々な爆発現象や加熱現象を観測。太陽大気中で発生する磁気エネルギーの変動現象を捉え、太陽の外層大気であるコロナの成因、および光球での磁気構造の変動とコロナでのダイナミックな現象の関係などの宇宙プラズマ物理学の基本的諸問題を解明する。	NASA（米）	可視光磁場望遠鏡（SOT）、X線望遠鏡（XRT）等を日米共同で開発。また、極端紫外線撮像分光装置（EIS）を日米英で共同開発。
			STFC（英国科学技術会議）	極端紫外線撮像分光装置（EIS）を日米英で共同開発。
			ESA（欧）、NSC（ノルウェー宇宙センター）	「ひので」の科学データの受信をノルウェーの受信設備で実施。
金星観測衛星「あかつき」 (PLANET-C)	2010年5月21日	惑星を取り巻く大気の運動の仕組みを本格的に調べる世界初のミッションとして、金星の雲の下に隠された気象現象を、新開発の赤外線観測装置等を用いて周回軌道から精密観測。これにより、従来の気象学では説明できない金星の大気力学（惑星規模の高速風）のメカニズムを解明し、惑星における気象現象の包括的な理解を得る。	NASA（米）	「あかつき」の深宇宙ネットワーク（DSN）追跡データ等の提供、サイエンス支援。
			ESA（欧）	ESAのVenus Expressチームの研究者が共同研究者として参加。
			ISRO（印）	「あかつき」と、ISROが保有するDSNとJAXAのDSN間の通信による金星大気の電波掩蔽観測を共同で行う。
小惑星探査機「はやぶさ2」	2014年12月3日	C型小惑星「1999JU3」からのサンプルリターンを行い、太陽系内の物質分布や起源と進化過程についての知見を得る。	NASA（米）	深宇宙ネットワーク（DSN）による「はやぶさ2」の追跡・管制支援、小惑星地上観測支援、OSIRIS-RExのサンプル提供等。
			DLR（独）	「はやぶさ2」の追跡支援、微小重力実験支援。
			豪州国防省、産業省（豪）	サンプル回収カプセル帰還時の、豪州への着陸許可、着陸運用の支援。

件名	打上げ年	ミッションの概要	協力相手方	協力相手方の責務 (海外ミッションへの参加型 については、日本側の責務)
X線天文衛星「ASTRO-H」	2015年2月17日 但し同年4月28日 運用断念	日本が米国、欧州と共に開発を行った科学衛星。過去最高の高感度X線観測を行い、ブラックホールの周辺や超新星爆発など高エネルギーの現象に満ちた極限宇宙の探査・高温プラズマに満たされた銀河団の観測を行い、宇宙の構造やその進化を探ることを目的とする。	NASA (米)	X線マイクロカロリメータセンサー部、軟X線望遠鏡等を提供。
			スタンフォード大学 (米)	軟ガンマ線検出器 (SGD) 開発を技術支援。
			ESA (欧)	観測機器用高圧電源装置等を提供。
			SRON (オランダ宇宙研究機関)	X線マイクロカロリメータ用フィルターホイール等を提供。
			DIAS (アイルランド・ダブリン高等研究所)	DIASの研究者が「ASTRO-H」の科学アドバイザーとして参加。
			CSA (加)	硬X線望遠鏡用アライメント測定装置 (CAMS) を提供。
			APC/CEA/IRFU (仏)	硬X線検出器開発を技術支援。
(以下、海外の衛星ミッションとの協力案件)				
ガンマ線バースト観測衛星「Swift」	2004年11月20日	「Swift」は米国、イギリス、イタリアによる国際共同ミッション。宇宙最大の爆発現象であるガンマ線バーストが、どこでどのように発生するのかを探究する。	NASA (米)	日本はJAXA、埼玉大学、東京大学が大面積ガンマ線検出器 (BAT) を提供。
磁気圏探査衛星群「THEMIS計画」	2007年2月17日	「THEMIS」は米国主導のミッション。5機の磁気圏探査衛星と全天カメラ、磁場観測装置を組み合わせ、オーロラが爆発的に発達する現象「サブストーム」の発生機構を解明する。	NASA (米)、カリフォルニア大学バークレー校 (米)	日本はJAXAの研究者がサイエンス担当として参加。
ガンマ線宇宙望遠鏡「Fermi」	2008年6月11日	「Fermi」は米国、フランス、ドイツ、日本、イタリア、スウェーデンも参加する国際共同ミッション。ブラックホールや中性子星、活動銀河核 (AGN)、超新星残骸やガンマ線バーストと呼ばれる宇宙で最もエネルギーの高いと思われる謎の爆発現象の観測などを行う。	NASA (米)	日本は広島大学がガンマ線大面積望遠鏡 (LAT) の半導体センサーを提供。
カナダ小型衛星計画「CASSIOPE」	2013年9月29日	「CASSIOPE」はカナダ初の小型衛星プロジェクト。極域からの大気流出機構の解明を主目的として、地球磁気圏や大気圏の太陽による影響を観測する。	カルガリー大 (加)	JAXAはE-POPと呼ばれる8台の観測装置のうちの1台 (中性粒子分析器) を提供。
韓国科学技術衛星「STSAT-3」	2013年11月21日	「STSAT-3」は韓国の科学技術衛星であり、大気観測や環境監視のほか、銀河を観測する。	KASI (韓国天文宇宙科学研究所)	JAXAは赤外線観測装置 (MIRIS) の望遠鏡システム開発を技術支援。
磁気圏衛星「MMS」	2015年3月12日	「MMS」はNASA主導のミッション。同一構成の4機衛星を用いた超高時間分解観測によって、磁気リコネクションをはじめとした地球周辺空間における宇宙プラズマ現象を解明する。	NASA (米)	JAXAは「MMS」の高時間分解能粒子観測器 (FPI) のイオン観測器 (DIS) 開発を技術支援。

## b. 開発段階の衛星ミッションの国際協力

件名	打上げ年	ミッションの概要	協力相手方	協力相手方の責務 (海外ミッションへの参加型 については、日本側の責務)
ジオスペース探査衛星 「ERG」	2016年度予定	地球近傍の宇宙空間であるジオスペースの放射線帯（ヴァン・アレン帯）に存在する、太陽風の擾乱に起因する宇宙嵐にともなって生成と消失を繰り返している高エネルギー電子がどのようにして生まれてくるのか、そして宇宙嵐はどのようにに発達するのかを明らかにする。	NASA（米）	NASAの「Van Allen Probes」との共同観測。
			CSA（加）	CSAの「ORBITALS」衛星との共同観測。
			AS（台湾中央研究院）	低エネルギー電子観測機器（LEP-e）を提供。
水星探査計画 「Bepi Colombo」	2018年度予定	日本とESA初の本格的な国際共同ミッション。 ESAの開発する水星表面探査機「MPO」とJAXAの開発する水星磁気圏探査機「MMO」の2機の衛星を用いて、謎に満ちた水星の磁場・磁気圏・内部・表層に渡る総合観測を行い、水星の現在と過去を明らかにする。	ESA（欧）	「MPO」の開発、ロケットの打上げ等。
			CNES（フランス国立宇宙研究センター）	「MMO」搭載の粒子系観測器（MPPE）、波動観測器（PWI）の一部を提供。また、「MPO」搭載の紫外光観測器（PHEBUS）を日仏で共同開発。
			IWF（オーストリア宇宙科学研究所）	「MMO」搭載の磁場計測器（MGF）を提供。
			SNSB（スウェーデン国立宇宙委員会）	「MMO」搭載の中性粒子計測器（ENA）、電界計測器（MEFISTO）を提供。
			FSA（ロシア連邦宇宙局）	「MMO」搭載の水星大気分光撮像装置（MSASI）を提供。
			DLR（ドイツ航空宇宙センター）	「MMO」搭載のイオン質量分析器用の関連機器を提供。

## c. 準備/提案中の衛星ミッション（国際協力について調整中）

件名	打上げ年	ミッションの概要	協力相手方	協力相手方の責務 (海外ミッションへの参加型 については、日本側の責務)
次世代赤外線天文衛星 「SPICA」(プリプロジェクト)	TBD	赤外線における高感度観測により、「ビッグバンから生命の誕生まで」の宇宙史の本質的過程を解明する。	ESA（欧）	協議中
			SAFARI コンソーシアム（欧、加）	協議中
太陽観測衛星「SOLAR-C」 (WG)	TBD	太陽表面から太陽コロナおよび惑星間空間に繋がるプラズマダイナミクスをひとつのシステムとして理解するとともに、宇宙プラズマに普遍的に現れるプラズマ素課程を解明する。 このため、(I) 彩層・コロナと太陽風の形成機構の解明、(II) 太陽面爆発現象の発現機構の究明とその発生を予測するための知見の獲得、(III) 地球気候変動に影響を与える太陽放射スペクトルの変動機構の解明、の3課題を行う。	NASA（米）	協議中
			ESA（欧）	協議中

件名	打上げ年	ミッションの概要	協力相手方	協力相手方の責務 (海外ミッションへの参加型 については、日本側の責務)
火星衛星探査計画 (MMX) (所内プリプロ準備チーム)	TBD	火星衛星帰還サンプルの分析と周回軌道からの観測を実施することで、「前生命環境の進化の理解」という大目標に向かう以下の科学的意義がある。①火星衛星の起源を解明し、火星形成過程を読み解く準備をする。②(判明する衛星の起源に応じて)サンプル分析から火星形成過程へと制約を与える。③火星圏環境史を解読する。④火星大気・地表を大域的に観測する。	NASA (米)	協議中
			CNES (仏)	協議中
			ESA (欧)	協議中
			DLR (独)	協議中
ソーラー電力セイル探査機	TBD	ソーラー電力セイルにより十分な電力を発電し、高比推力イオンエンジンを駆動することで推進を大幅に節約できる。このコンセプトを踏まえてソーラー電力セイル探査機による外惑星領域探査を実証し、今後の太陽系探査を先導する。 世界で初めて木星トロヤ群小惑星に到達し、ランダーを着陸させて表面と地下サンプルを採取し、その場で分析する。さらに、深宇宙空間のクーリング環境を利用した科学観測も行う。	DLR (独)	協議中
			CNES (仏)	協議中
			NASA (米)	協議中
宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星 LiteBIRD	TBD	宇宙ビッグバン以前に存在したと考えられるインフレーション宇宙仮説を徹底的に検証することを目的とする。 インフレーション宇宙は原始重力波を作り出し、その痕跡がCMB 偏光マップの中に指紋のように B - モード揺らぎとして残っていると予測される。前景天体による強い信号を避けて最も原始重力波による偏光 B - モードの信号が強くなる全天スケールの観測を宇宙空間から実現する。	NASA (米)	協議中
(以下、海外の衛星ミッションとの協力案件)				
木星氷衛星探査機「JUICE」(WG)	2022 年予定	「JUICE」は ESA 主導のミッション。木星及び木星を周回する大きな衛星(ガニメデ、カリスト、エウロパ)の地表のマッピング、内部の調査等を行い、生命が存在しないかの調査等を行う。	ESA (欧)、DLR (独) 等	協議中
高エネルギー天体物理学先進望遠鏡「ATHENA」(WG)	2028 年予定	「ATHENA」は ESA 主導のミッション。宇宙がどのようにして現在見られるような大構造をもつようになったかを理解することを目指し、銀河団の成長、銀河の形成と進化におけるブラックホールの基本的な役割などを解明する。	ESA (欧)、CNES (仏) 等	協議中

## d. 宇宙環境利用科学ミッションの国際協力

件名	打上げ年	ミッションの概要	協力相手方	協力相手方の責務 (海外ミッションへの参加型 については、日本側の責務)
JEM 搭載全天 X 線監視装置 「MAXI」	2009 年 7 月	「MAXI」は国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」の曝露部を利用して、大気のない宇宙空間から絶えず全天の X 線天体を監視し、予測できない天体の変動を捉える。	Swift 衛星チーム (米, 英等)	「Swift」衛星との共同観測。
JEM 搭載超伝導サブミリ波リム放射サウンダ 「JEM/SMILES」	2009 年 9 月	「JEM/SMILES」は国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」の曝露部を利用して、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する。	NASA (米), NCAR (米)	データ解析に使用する気象解析データの提供 (NASA), 化学輸送モデル計算データの提供 (NCAR)。
(以下、海外の衛星ミッションとの協力案件)				
材料科学に係る地上共同研究	2015 年 4 月	中国の回収衛星により、微小重力環境下で育成した、地上では高品質化が困難な混晶半導体の結晶を地上に持ち帰ってから共同で分析する。	SICCAS (中国科学院上海珪酸塩研究所)	JAXA は地上に持ち帰られた結晶を SICCAS とともに分析予定。
日印共同ライフサイエンス実験	2016 年以降	インド回収型科学実験衛星 (SRE2) を用いて微小重力下で藍藻を使った生命科学実験を行い、宇宙環境が生物に影響を及ぼすメカニズムの解明に資する研究を行う。	ISRO (印)	JAXA は微生物培養実験装置を提供予定。

## e. 観測ロケット実験の国際協力

件名	打上げ年	実験の概要	協力相手方	協力相手方の責務 (海外ミッションへの参加型 については、日本側の責務)
ノルウェー観測ロケット実験 「ICI-4」	2015 年 2 月	プラズマ擾乱領域のその場観測を実施すると共に、これまでに得られたデータを同時に解析することによって、昼間側カusp領域で発生するプラズマ密度擾乱現象の総合的な理解を目指す。	オスロ大学 (ノルウェー)	JAXA は電子密度擾乱測定器と低エネルギー電子計測器を提供。
量子力学的ハンレ効果を利用しライマン $\alpha$ 線で太陽彩層・遷移層の磁場を計測する国際共同観測ロケット実験 「CLASP」	2015 年 9 月	太陽の彩層・遷移層 (彩層とコロナの間の薄い層) から放たれるライマン $\alpha$ 線 (水素原子が出す真空紫外線域・波長 121.6nm の輝線) を偏光分光観測する装置で、観測ロケットを用いて宇宙空間に打上げ、観測を行う。	NASA (米)	観測ロケットの打上げ、搭載科学コンピュータ、CCD カメラの提供。
			CNES (仏)	回折格子の提供。
			オスロ大学 (ノルウェー)	彩層大気構造モデル計算。
			カナリー天体物理学研究所 (スペイン)	ハンレ効果のモデル計算。

## f. 大気球実験の国際協力

件名	実験・協力の概要	協力相手方	協力相手方の責務 (海外ミッションへの参加型 については、日本側の責務)
日伯共同気球実験	硬 X 線撮像観測や遠赤外線干渉計による天文観測, 次世代気球の飛翔性能試験などの共同気球実験を行う。	INPE (ブラジル航空宇宙研究所)	JAXA と共同で、観測機器及び気球の飛行操作、回収等。
日米共同気球実験 「BESS/BESSII」	宇宙線反粒子の精密観測を通じて初期宇宙における素粒子現象を探索すべく、日米共同で気球搭載型超伝導スペクトロメータを用いた宇宙粒子線観測実験を行う。	NASA (米)	気球実験に関わる運用、科学機器のアップグレード等。
日印共同気球実験	インドの口径 1 m の大型気球搭載望遠鏡に、JAXA の高感度なフリップ・ペロー分光器を搭載し、星生成領域を遠赤外線領域において分光マッピング観測する実験を行う。	タタ基礎科学研究所 (印)	気球実験に関わる運用等。
プロトタイプ気球実験計画 「GAPS」	宇宙線中に微量に含まれている反粒子を高感度で探索することで、ダークマターの解明など宇宙物理学的な課題に挑む。	コロンビア大学 (米)	JAXA と共同で、観測機器等を開発。
日仏大気球共同実験協力	海上回収技術に関する協力をはじめ、今後より幅広い協力関係の構築に向けた情報交換等を行う。	CNES (仏)	着水後の気球システム長時間追尾に関わる情報等を提供。
日インドネシア熱帯大気研究協力	熱帯対流圏界層 (TTL) から成層圏までの大気の運動や化学過程を様々な観測によって総合的な研究を実施。	LAPAN (インドネシア)	観測とモニタリングのために適切な施設の提供及びインドネシア共和国国内での研究許可取得等。
日豪大気球実験実施協力	日本国内の気球実験では困難な十数時間以上の長時間飛翔や陸上での実験機器回収を実現できる相補的な気球飛翔機会を利用した宇宙科学研究を実施する。	オーストラリア連邦科学産業研究機構 (豪州)	実験場所の使用許可、及び実験支援等。

## g. 海外の大学等との宇宙科学分野における包括協定

相手方	内容
SRON (蘭)	将来の宇宙科学研究発展を視野に入れ、両機関の協力の可能性について協議を行う。
スタンフォード大学 (米)	両組織の連携・協力を推進し、天文分野における研究協力の推進を行う。
イエール大学 (米)	両組織の連携・協力を推進し、宇宙科学分野における学術研究、研究開発と教育の発展に貢献するための枠組みを検討する。
アリゾナ大 (米)	ガンマ線検出システムの応用研究の実施に関して研究の協力を行う。
サウサンプトン大学 (英)	ホールスラストなどの次世代大電力電気推進のための電子源 (カソード) の基礎技術に関する共同研究を行う。

## X. 施設・設備

### 1. 研究所の位置・敷地・建物

#### 宇宙科学研究所施設

##### ① 相模原キャンパス

###### 位置

神奈川県相模原市中央区由野台3丁目1番1号  
北緯 35° 33′ 30″ 東経 139° 23′ 43″

###### 敷地・建物

敷地 : 73,001 m<sup>2</sup>  
延面積 : 57,570 m<sup>2</sup>

##### ② 能代ロケット実験場

###### 位置

秋田県能代市浅内字下西山1  
北緯 40° 10′ 10″ 東経 139° 59′ 31″

###### 敷地・建物

敷地 : 61,941 m<sup>2</sup>  
延面積 : 3,633 m<sup>2</sup>

##### ③ あきる野実験施設

###### 位置

東京都あきる野市菅生1918番地1  
北緯 35° 45′ 14″ 東経 139° 16′ 24″

###### 敷地・建物

敷地 : 2,008 m<sup>2</sup>  
延面積 : 698 m<sup>2</sup>

#### 関連施設

##### ① 内之浦宇宙空間観測所

###### 位置

鹿児島県肝属郡肝付町南方1791番地13  
北緯 31° 15′ 05″ 東経 131° 04′ 34″

###### 敷地・建物

敷地 : 718,662 m<sup>2</sup>  
延面積 : 19,090 m<sup>2</sup>

##### ② 臼田宇宙空間観測所

###### 位置

長野県佐久市上小田切大曲1831番地6  
北緯 36° 07′ 59″ 東経 138° 21′ 43″

###### 敷地・建物

敷地 : 97,111 m<sup>2</sup>  
延面積 : 3,089 m<sup>2</sup>

##### ③ 大樹航空宇宙実験場

###### 位置

北海道広尾郡大樹町字美成169  
北緯 42° 30′ 00″ 東経 143° 26′ 30″

###### 敷地・建物

敷地 : 90,357 m<sup>2</sup>  
延面積 : 4,554 m<sup>2</sup>

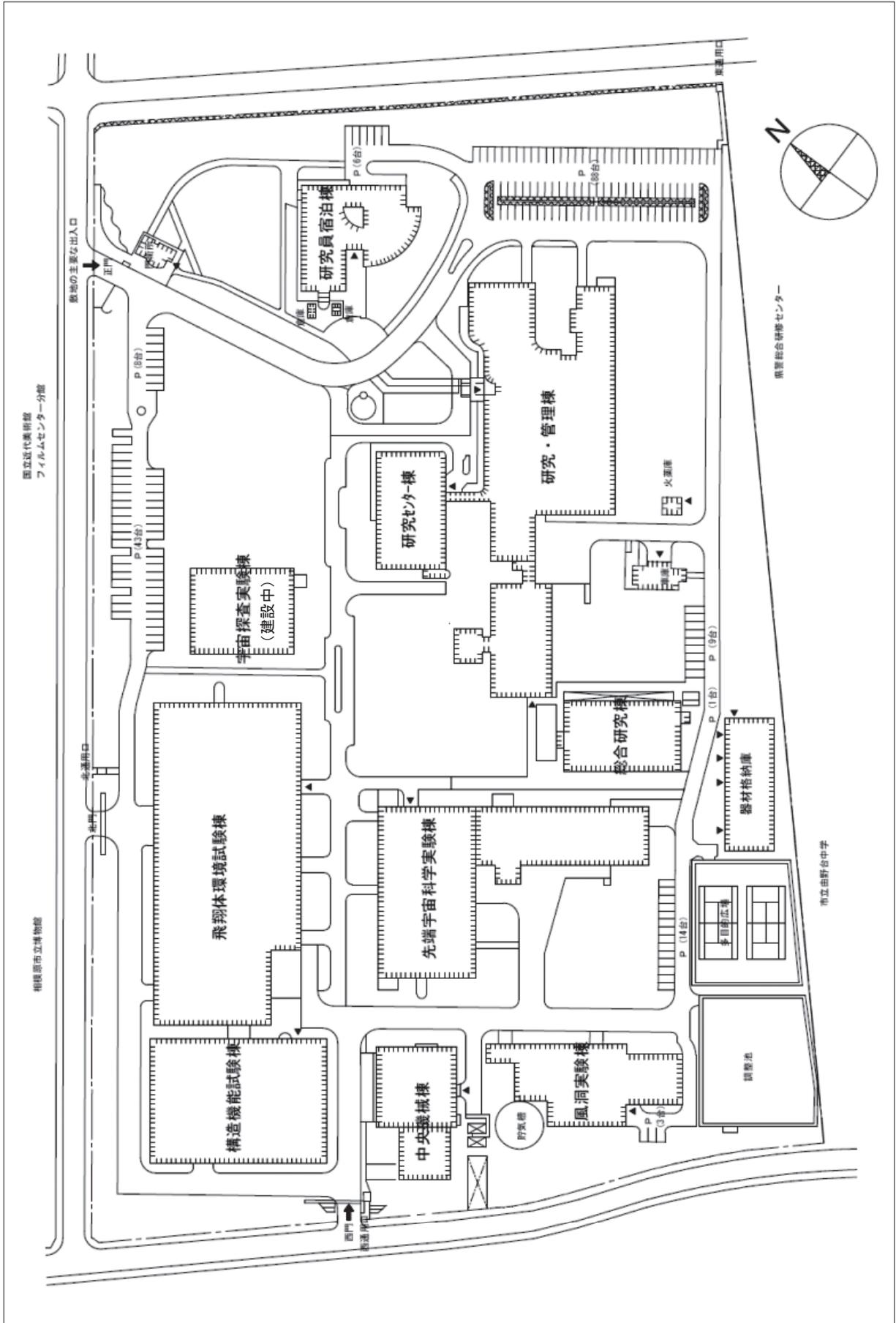
##### ④ 筑波宇宙センター

###### 位置

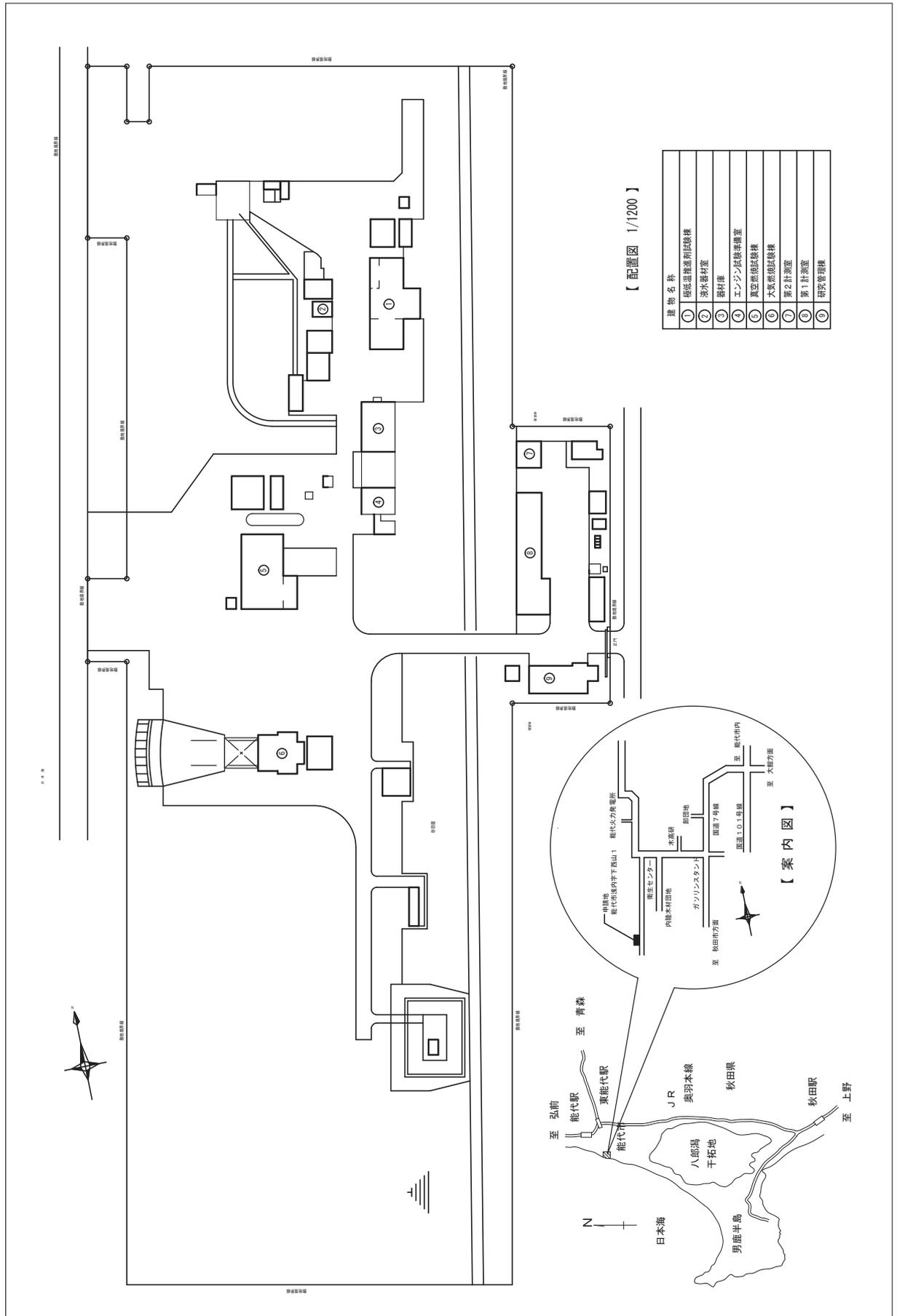
茨城県つくば市千現2丁目1番1号



相模原キャンパス



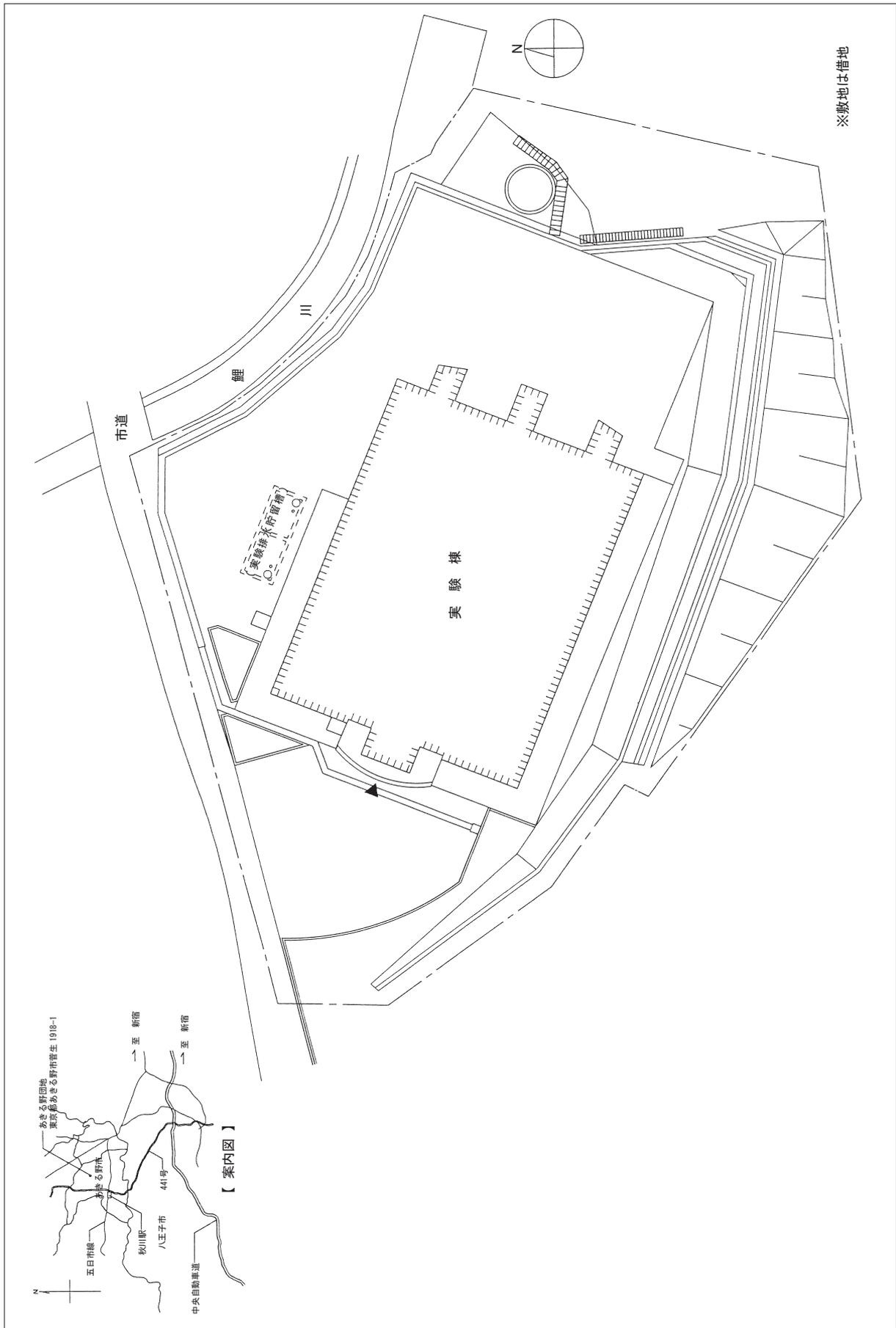
能代ロケット実験場



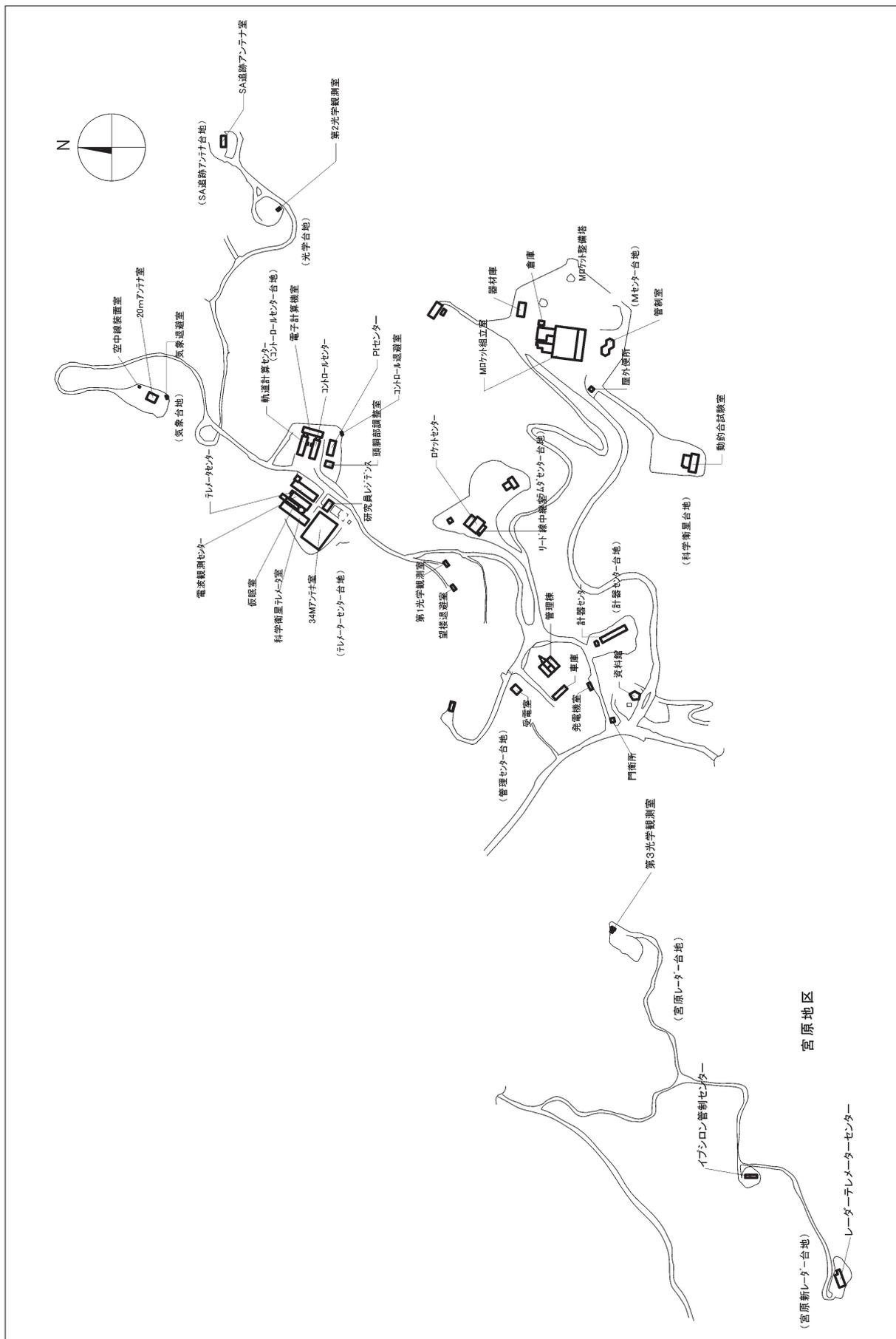
【配置図 1/1200】

建物名称	建物名称
① 極低温推進剤試験棟	⑤ 真空絶縁付試験棟
② 液状器材室	⑥ 大気絶縁試験棟
③ 燃料庫	⑦ 第2計測室
④ エンジン試験準備室	⑧ 第1計測室
	⑨ 研究管理棟

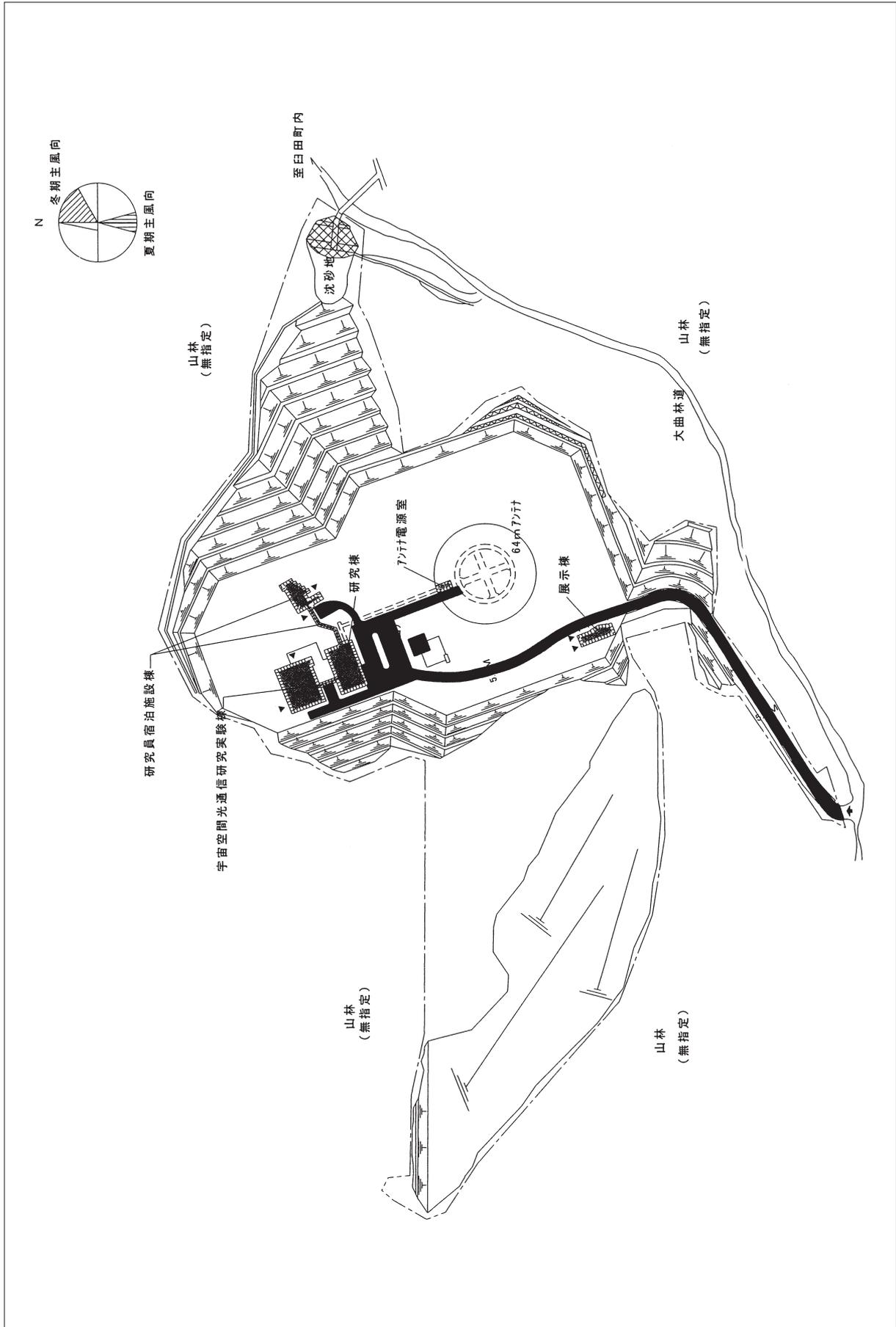
あきる野実験施設



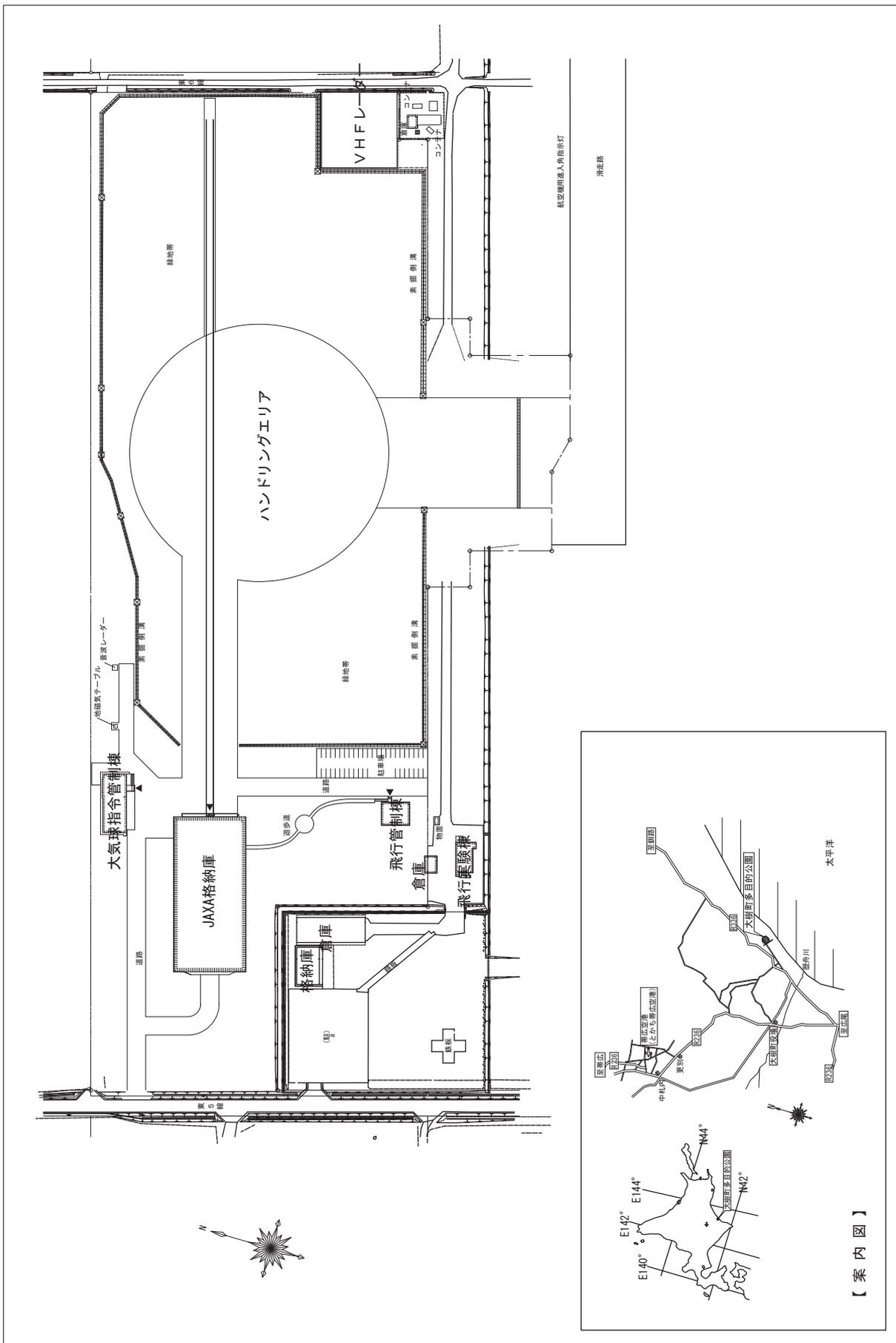
内之浦宇宙空間観測所



白田宇宙空間観測所



大樹航空宇宙実験場



## 2. 研究施設

### a. 能代ロケット実験場 (Noshiro Rocket Testing Center)



能代ロケット実験場全景

能代ロケット実験場 (NTC) は、内之浦宇宙空間観測所から打上げられる観測ロケット、科学衛星打上げ用 L ロケット、科学衛星・宇宙探査機打上げ用 M ロケットの研究開発に必要な各種固体ロケットモータの地上燃焼試験を行うため、1962 年に開設された。1975 年から液酸・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が増設された。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、固体ロケットモータの地上燃焼試験に必要な諸施設設備 (大型大気燃焼試験棟、真空燃焼試験棟、冷却水供給設備、高圧高純度窒素ガス製造気蓄設備、火薬庫、火工品操作室・接着剤調合室、エンジン準備室、第 1・第 2 計測室、研究管理棟、中央管制設備、データ集中処理装置、器材庫等)、及び液酸・液水エンジンのシステム試験を行うための諸施設設備 (液化水素貯蔵供給設備、極低温推進剤試験棟、エアターボ・ラムジェットエンジン試験設備等) の主要建屋が設置されている。

#### 固体ロケットモータ真空燃焼試験設備 (真空燃焼試験棟)

棟内には、幅 7.6m、高さ 6m、長さ 13.3m、内容積 475m<sup>3</sup> の大型真空槽が設置されている。重量 60ton の真空槽天蓋部が油圧自走装置によって適宜退避できる構造になっており、これにより槽内テストベンチでは、長さ 10m、直径 3m、総重量 30ton、推力 150ton までの固体モータの真空燃焼試験及び大気燃焼試験を行うことができる。主要付帯設備として、150m<sup>3</sup> 横型冷却水槽、15ton・2 連天井走行クレーン、計測・操作・電源系準備室、実験班控室等が完備しており、1982 年の完工以来今日まで、槽天蓋を退避させた状態での大気燃焼試験、真空槽に大気開放拡散筒を結合して行う真空燃焼試験が頻繁に実施されている。また、同真空設備の大容量と構造上の利点を生かして、ペネトレータ貫入実験等、様々な理工学実験にも活用されている。

#### 大型固体ロケットモータ大気燃焼試験設備 (大型大気燃焼試験棟)

M-V 型ロケット開発計画の始動に呼応して、総重量 82ton、薬量 71.7ton、推力約 400ton、可動ノズル推力方向制御装置装備の第 1 段モータ M-14 の地上燃焼試験を行うための大型大気燃焼試験設備の建設工事が 1990～1992 年の 3 年度にわたって行われ、1992 年 6 月に完工した。同設備は基礎、懸垂式テストスタンド設備、計測・操作・電源系準備室より構成され、テストスタンドを覆う固定及び移動ドームにより供試モータを屋外気象条件から保護する。テストスタンドから約 30m の距離に基礎と一体化して設置された耐火コンクリート製火炎偏向盤により、排気ブルームを上空に偏向、拡散させて隣接海域の汚染を予防する。

付帯設備として、一級火薬庫、危険物保管庫、火工品操作・接着剤調合室建屋がある。

#### エアターボラムジェットエンジン試験設備

能代ロケット実験場に設置されている液水/液酸ターボポンプ試験設備に、後にエアターボラムジェットエンジン (ATREX エンジン) を試験するための機能を追加した。主な設備としては、ATREX エンジンテストスタンド、液体水素供給設備、計測制御装置である。液体水素供給設備は、1,200 l の容量のランタンクを持ち、最高圧力 6MPa、最大流量 10kg/s の液体水素を供給することができる。この設備を用いて、ファン直径 300mm のジェットエンジンの燃焼試験を 3 分間行う仕様となっている。テストスタンドには、試験準備時の防風雨対策として、移動可能なドーム (7m×8m) が設置されており、燃焼試験時には開放状態にして使用する。また、この設備は高温高圧空気供給設備 (タンク最高圧力 1.5MPa、容量 6m<sup>3</sup>、1993 年製造) を保有している。プロパンガスを燃料とした熱容量型蓄熱方式によって最高温度約 1000℃ までの空気を 0.4kg/s の流量で流すことができる (常温空気は 1.2kg/s まで)。この高温空気供給設備を用いて高空高速状態を模擬した小型の燃焼器試験やプリクローラの試験を行ってきた。

管制本部は第一計測室にあり、燃焼試験全体の管制を行っている。第二計測室には、液化水素貯蔵供給設備、液化窒素貯蔵設備、ランタンク設備、ATR 試験スタンド、供試体、高温空気供給設備等の操作制御盤が設置されている。試験の遠隔操作、モニタはここで行われる。

#### 30m<sup>3</sup> 液水貯槽

1979 年に設置された容量 10m<sup>3</sup> の液化水素貯槽に代わり、2015 年に容量 30m<sup>3</sup> の大型液化水素貯槽を設置した。

本貯槽は、真空二重構造の断熱に加え、輻射熱を抑制する多層断熱（スーパーインシュレーション）の採用によって、1日あたりの蒸発率0.5%以下という優れた断熱性能を有する。このため、貯槽内の液化水素を数月にわたって保持し、各種実験に供給することが可能となっている。本貯槽は、蒸発器による0.5MPaまでの自己加圧能力を持ち、1時間に最大20,000Lの液化水素を送液することができる。各試験設備への送液は、第2計測室に設置された操作盤から遠隔で行うことができる。

#### ターボポンプ試験設備

推力7～10ton級液水/液酸ロケットエンジン用のターボポンプを試験する設備として1977年に設置された設備である。2011年～2015年にかけて老朽化配管等を段階的に更新し、現在では、液体/ガス水素、液体/ガス酸素、液体/ガス窒素、液体/ガスヘリウムを利用可能な汎用実験設備として再整備されており、極低温推進剤に関する基礎研究の場として幅広く利用されている。

#### ヘリウム回収・昇圧設備

使用済みの低圧カードル（あるいはボンベ）からヘリウムガスを回収し、別の使用済みカードル（ボンベ）に補充するための設備である。昇圧装置はエア駆動の2段式圧縮機より構成されており、1段目で8.8MPaまで圧

縮し、更に2段目の圧縮機で29.4MPaまで昇圧する。本設備は554Nm<sup>3</sup>/dayの回収・充填能力を有している。

#### 中央データ処理装置

燃焼実験の際の計測データの較正、収録、リアルタイム表示、後処理及び予め設定されたシーケンスに従ったリレー接点信号の出力等を一括して行う装置で第一計測室に設置されている。

計測データはプリアンプ室に設置されたエンコーダによりデジタル化され光ファイバ経由で中央処理装置に入力される。チャンネル数は128であるが、オプションとして16チャンネルのアナログデータの取り込みも可能となっている。ディスプレイ等の周辺機器はLANケーブルによって接続されている。

#### 計測設備

主要な建物間、部屋間に同軸（BNC）・キャプタイヤ（6芯シールド多治見7ピン）ケーブルが敷設されていて、中継盤（コネクタは雌）が用意されている。

各種試験に汎用的に使用される装置として、動歪みアンプ（80台80チャンネル）、直流アンプ（10台20チャンネル）が用意されている。また、アンプとセンサーの接続用にK型補償ケーブル・キャプタイヤ（6芯シールド多治見7ピン）ケーブルが用意されている。

### b. あきる野実験施設（Akiruno Research Center）



あきる野実験施設

あきる野実験施設は、従前、駒場キャンパスの耐爆実験室等で行われていたロケット・探査機搭載推進系に関わる基礎的・教育的実験研究を継続的かつ発展的に推進するための附属施設として、同キャンパス撤退時期に合わせて1997年8月から足掛け2年の工期の後、1998年11月に開設された。東京都あきる野市菅生の自然林に囲まれた山間の約2,000m<sup>2</sup>の敷地に、建築面積約500m<sup>2</sup>、延床面積約700m<sup>2</sup>の鉄筋コンクリート造2階建の総合試験棟が設置されている。容量2ton・2連の天井走行クレーンを備えた床面積260m<sup>2</sup>の耐爆試験室は3階建相当の

天井高を持ち、これに隣接する2階建部分の試験準備室建屋の1階には、試料準備室、機械加工・試験機器機材保管室および試験管制・計測室が、2階には化学実験室、小会議室を兼ねた研究室および人員控室が設けられており、厚生設備として各階に洗面所、2階に給湯・洗濯・入浴設備が完備されている。近年に実施を受け入れた代表的な実験研究課題は以下の通りである。

- ・固体ロケット・固体推進薬の燃焼に関する研究
- ・ハイブリッドロケットの燃焼に関する研究
- ・2液系（亜酸化窒素・エタノール）無毒液体推進系の研究
- ・軽量ノズルの耐熱特性に関する研究
- ・推進系統合型燃料電池技術に関する研究

以上のように、宇宙推進に係る多岐にわたるテーマの基礎実験が実施されている。

一方、JAXA内部のプロジェクト支援を行う拠点としての機能も有している。例えば、イプシロンの補助推進系や主モータ点火器の機能試験、観測ロケット実験向けの搭載機器（リチウム噴射装置）の開発、亜酸化窒素を熱源とする複合型発電システムの研究などの研究開発実績がある。

主に、化学反応を伴う様々な技術開発における小規模サイズの基礎試験を実施する拠点としての機能を有する施設として一定水準の稼働率で運営されている。

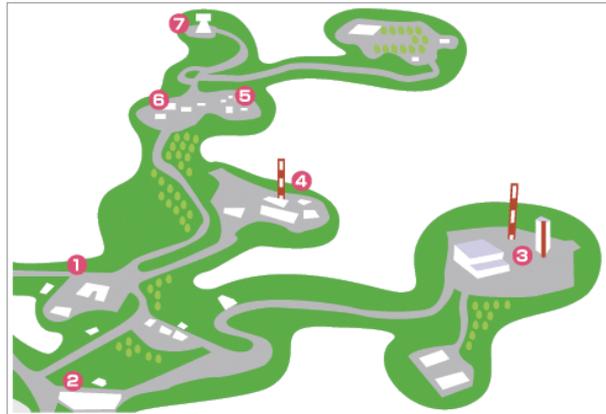
## c. 内之浦宇宙空間観測所 (Uchinoura Space Center)



内之浦宇宙空間観測所 M台地



34m アンテナと 20m アンテナ (衛星追尾)



1. 管理棟
2. 宇宙科学資料館
3. M台地
4. KS台地
5. コントロールセンター台地
6. テレメータセンター台地 (34m アンテナ)
7. 気象台地 (20m アンテナ)

管制設備が設置され、発射管制が行われる。また、発射管制等の作業支援のためのイプシロン支援センター (ESC) が ECC に隣接して設置されている。

この他に、ロケット組立、運搬用の可動式の門型クレーン、動作チェック時等に外部より搭載機器に対し、適切かつ安全に電力を供給するロケット集中電源供給装置、ヒドラジン等を扱うための SJ ヒドラジンエンジン整備装置、ヒドラジン・四酸化二窒素 (NTO) 供給装置、ヒドラジン・NTO 検知警報装置、高圧窒素ガス製造整備等が設置されている。

## 【第一宇宙技術部門/追跡ネットワーク技術センター所属】

観測ロケット及び衛星打上げとその追跡データ取得のための実験場で、1962年2月に開設された。観測所は鹿児島島の東南岸、肝付町の太平洋に面した長坪、宮原地区にあり、丘陵地を切り開いて造成された数個の台地で構成されている。観測ロケット打上げのための KS 台地と、イプシロンロケット打上げのための M 台地の二つの発射場、観測ロケットの発射管制のためのコントロールセンター、イプシロンロケットの発射管制のためのイプシロン管制センター、ロケットからのテレメトリ受信及びロケットを追跡し飛翔経路を測定するレーダテレメータセンター、衛星の整備調整のためのクリーンルーム、衛星の追跡データ取得のための 34m・20m アンテナなど各種の施設・設備がおかれている。敷地総面積約 70ha、建物数 50、棟建屋延面積約 18,000m<sup>2</sup>となっている。

尚、科学衛星運用設備は、追跡ネットワーク技術センター管轄となっている。

## 宇宙科学資料館

ロケット、人工衛星、宇宙観測器、実験場設備などの実物、模型あるいは写真を展示し、広く一般の方々に宇宙探求の理解を深めてもらう目的で建設されたものである。

## イプシロンロケット関係設備

長坪地区の M 台地にはイプシロンロケットを組み立てるための M 組立室及び、発射するための M 型ロケット発射装置 (イプシロン対応) が設置され、宮原地区のイプシロン発射管制センター (ECC) にはロケット用発射

## 観測ロケット関係設備

長坪地区の KS 台地には S-520 型ロケット、S-310 型ロケット、及び、2 段式の SS-520 型ロケットの打上げ用設備として、S-520 ランチャ、中型ランチャ、観測ロケット発射装置のランチャ 3 機の他、KS ロケット用天蓋開閉式発射保護装置、半地下室に観測ロケット点火タイマ管制装置、コントロール台地の計算機室に KS 用発射管制司令装置が設置されている。

## ロケット系共通設備

宮原地区には、観測ロケット、イプシロンロケット等の飛翔経路の精密標定を行う C 帯精測レーダと、誘導制御や各種実験等に用いる指令信号を送信する機能を有する宮原精測レーダ、並びに、観測ロケット、イプシロンロケット、H-IIA 及び H-IIB ロケットのテレメータ電波の受信に使用するテレメータ受信設備 (11m アンテナ) が設置されている。

この他、観測所内各所には作業状況やロケットの発射状況を監視、記録する ITV 装置、時刻信号 (標準時刻、X 時刻等) の発生と、関連する発射管制装置への配信を

行う時刻装置、雷検知装置（コロナム）、各種ロケット系射場連絡及び衛星運用連絡用の射場管制・運用連絡用音声システム（指令電話）、観測ロケットの打上げを記録する光学観測装置、発射されたロケット機体の位置座標を計測する射点近傍光学式位置計測システム、WSS（ワイヤスカイスクリーン）、PTP 通信システム、ネットワーク機器等が設置されている。

#### 新宮原 11m 科学衛星運用設備

宮原地区のテレメータ受信設備（11m アンテナ）は、科学衛星運用にも用いられており、科学衛星データ受信、復調装置、科学衛星コマンド送信装置が整備されている。

#### 20m 科学衛星運用設備

長坪地区の気象台地には、20m φ パラボラ空中線装置が設置され、主として地球周回衛星の追跡用として使用されている。衛星からの S 帯、X 帯信号によるアンテナ角度の追尾、S 帯コマンド送信 10kW が可能である。この他、地球周回軌道に打上げられる科学衛星の追跡受信に用いられる科学衛星追跡用 S/X 帯送受信設備、衛星運用に必要な指令信号の編集、送出、照合を行う科学衛星管制装置が整備されている。

#### 34m 科学衛星運用設備

長坪地区のテレメータセンター台地には、主鏡 34m φ、

S 帯捕捉用 2m φ、X 帯捕捉用 1m φ のパラボラアンテナ系で構成される科学衛星追跡用大型アンテナ設備が設置されている。アンテナの自動追尾は S/X 帯受信周波数で行い、同時に Ka 帯の受信機能を有している。送信周波数帯域は S 帯と X 帯である。主に高速データを必要とする科学衛星に用いる。また、送信設備、受信復調復号装置、距離計測装置、試験較正装置、局、及び衛星運用管制装置等で構成され、通常は高速データレートを必要とする科学衛星や、惑星探査機等の追跡運用に用いる S/X 帯追跡管制設備も整備されている。

本設備は、臼田 64m アンテナのバックアップ機能をあわせもつ。

#### 科学衛星運用 共通設備

科学衛星を運用するために、相模原キャンパスと内之浦宇宙空間観測所とは専用回線で結ばれ、衛星軌道予報値の受信とレンジデータ/レンジレートデータ/設備制御データの伝送を行うほか、科学衛星のテレメトリの伝送も担当するデータ分配・蓄積装置、共通 QL 装置が整備されている。さらに、M 台地には、クリーンルーム、クリーンブース、衛星チェックアウト室、衛星システム室、衛星データ処理室が設置されている。令信号の編集、送出、照合を行う科学衛星管制装置が整備されている。

### d. 臼田宇宙空間観測所（Usuda Deep Space Center）



臼田宇宙空間観測所 64m アンテナ（後方は研究棟等）

臼田宇宙空間観測所（UDSC）は、「深宇宙探査の窓」として、1984 年 10 月に開所した。この施設は、超遠距離にある探査機に指令を送るとともに、探査機からの微弱な信号を受けるため、都市雑音の少ない長野県佐久市の八ヶ岳麓の山間部に位置している。

本施設は、我が国最大口径の 64m パラボラアンテナを有し、S 帯及び X 帯の送受信測距設備がある。定常的な運用に供する設備の維持管理は、追跡ネットワーク技術センターが行っている。それ以外の装置（VLBI 観測装置、

DDOR デジタルバックエンドなど）については、宇宙科学研究所で管理している。

64m アンテナは「はやぶさ」、「かぐや」等の探査機運用を行ってきた。「はやぶさ」の姿勢異常で発生した信号喪失時には本施設による信号探索が大きな役割を果たし、奇跡の地球帰還が実現した。「かぐや」の追跡運用では、高いアンテナ性能を活かし、約 40 万 km の距離から 10Mbps の高速ダウンリンクを実現し、数々の月面ハイビジョン動画の取得にも成功した。2015 年には金星探査機「あかつき」の一連の軌道修正作業を行った後、金星周回軌道投入を無事成功させた。さらに「あかつき」からの観測データの受信を行うとともに、電波科学観測のデータ取得も行っている。また、小惑星探査機「はやぶさ 2」の軌道修正と地球スイングバイを成功させ、目的とする小惑星への遷移軌道に無事投入することに成功している。現在は、「あかつき」、「はやぶさ 2」、小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」、磁気圏尾部観測衛星「GEOTAIL」の追跡運用を行っている。

世界初の本格スペース VLBI 衛星「はるか」において、Ku 帯の地上局として利用された 10m アンテナ設備もある。同アンテナは宇宙科学研究所が管理しており、宇宙

科学に関する実験に利用されている。現在は、世界初の気球による VLBI 観測実験に向けて、22GHz の増幅器を搭載し、国立天文台や茨城大学との VLBI 試験観測に成功している。

#### 口径 64m 大型パラボラアンテナ

ビーム給電式カセグレン型で、Az-EL 駆動方式採用。右旋円偏波と左旋円偏波での送受信が可能（切換式）。アンテナ予報値によるプログラム追尾機能を有する。運用上の最大駆動角速度は、 $0.3^{\circ}/\text{sec}$  である。アンテナ下部の 5 階建ての建屋（アンテナ棟）内に用途に応じて様々なホーンが設置されており、計 7 枚の鏡の組み合わせを変えることで、アンテナを様々な用途に使用できるよう設計されている。第 4 鏡下は S/X の送受兼用ポート、第 5 鏡下は将来拡張用および実験・試験のための利用されるポート、第 6 鏡下は VLBI 用 X 帯受信専用系、第 7 鏡出力は L,C 帯 VLBI 受信系となっている。

S 帯の受信利得 62.4dBi、アンテナ雑音温度 29K（天頂指向時、LNA 入力端）、X 帯の受信利得 72.5dBi、アンテナ雑音温度 34K（天頂指向時、LNA 入力端）である。送信利得は、S 帯：61.8dBi、X 帯：71.0dBi である。

#### X 帯受信設備

受信周波数 8.40~8.50GHz（宇宙研究バンド）で、ガスヘリウム冷却式 HEMT LNA（雑音温度 1 系：9.5K、2 系：10.7K）を使用している。システム雑音温度は 43.6K 以下。2013 年 3 月に受信系が更新され、性能改善が図られた結果、最小受信可能レベルは  $-180\text{dBm}$  まで向上した（最小ループバンドは 0.1Hz）。受信復調装置の H/W 劣化量は 0.5dB 以下に抑えられている。また、テレメトリ信号復調方式は、PCM/PSK/PM または PCM/PM であり、リードソロモン/畳み込み接続符号、TURBO 符号に対応している。

#### X 帯送信設備

送信周波数 7.145~7.235GHz（宇宙研究バンド）で、最大送信出力 23kW である。最終段増幅器にはクライストロン管を使用している。信頼性をあげるため、2005 年 3 月に、送信設備を新たに追加整備し、2 台の冗長構成となっている。

#### X/X 帯測距設備

測距方式として、探査機側で受信した測距信号を折り返す従来型と探査機側で測距信号を再生して折り返す再生型の 2 種類の測距方式に対応している。従来型および再生型は、コード内容は異なるがともに積分型の組み合わせ PN コード方式による測距方式であり、最高 99 回まで連続計測可能である。ドップラ計測は、インテグレートドップラ計測方式により最大  $\pm 30\text{km/sec}$  まで可能である。

#### S 帯送受信測距設備

GEOTAIL 衛星や「かぐや」等の月ミッションは S 帯送信を用いることが多い。UDSC には TCR と称するデジタル型 S 帯送受信測距設備が導入されている。距離の近いミッションでしか使用しない帯域であるため、受信系の最少ループバンドは 30Hz までしか対応していない。

#### 標準周波数設備および時刻設備

水素メーザ装置 4 台と状態監視装置、信号選択装置、信号分配配信装置により構成される。うち 3 台の水素メーザ同士の位相比較により健全性の確認が常時可能で、その情報を元に各水素メーザの周波数微調整を行っている。周波数安定度 10-16 台の超高安定周波数基準信号を観測所内各設備に供給している。

#### VLBI 受信・記録設備

64m アンテナを電波望遠鏡として利用し、L 帯、S 帯、C 帯、X 帯での VLBI 観測が行える受信記録設備を備えている（研究系設備の VLBI 観測設備）。広帯域 VLBI 受信記録装置（DDOR デジタルバックエンド設備）は探査機軌道精度向上のための DDOR 観測にも使用される。第 6 鏡下には G/T 改善のための冷却受信系も構築されている。第 6 鏡下は送信波を除去したり周波数を分波したりする余計な仕掛けが要らないためアンテナ給電系損失が最少となり、さらに損失の比較的大きい円偏波変換器および低雑音増幅器（LNA）を極低温（絶対温度で約 8K）に冷却することにより、受信専用ながら、送受兼用系の X 帯受信系と比較して約半分のシステム雑音温度を実現している。

### e. 大樹航空宇宙実験場（Taiki Aerospace Research Field）

大樹航空宇宙実験場（TARF）は、北海道広尾郡大樹町と JAXA の間で締結された連携協力協定に基づく連携協力拠点として、大樹町多目的航空公園内におかれている。1997 年に北海道大樹町と旧航空宇宙技術研究所（現 JAXA 航空本部）との間で大樹町多目的航空公園の利用に関する協定が結ばれ、実験用航空機を用いたさまざまな

飛行実験が始められた。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を行うために大樹町、JAXA 及び通信総合研究所（現 情報通信研究機構）により航空公園の拡張と施設の整備が行われた。



大樹航空宇宙実験場全景

2008年からは、1971年から岩手県大船渡市の三陸大気球観測所において実施していた大気球による宇宙科学実験を大樹町多目的航空公園にて実施することになり、大気球指令管制棟およびスライダー放球装置等を設置した。より広範な航空宇宙実験を円滑に実施していくために大樹町との連携強化が必要とされることから、2008年に連携協力協定を締結し、JAXAの実験施設のおかれるエリアを「大樹航空宇宙実験場」と称することとした。大樹航空宇宙実験場は航空本部などとの調整により年間を通じてJAXAなどによる効率的な実験実施に供されている。

#### 大気球指令管制棟

大樹航空宇宙実験場において大気球実験を実施するために2007年度に建設された。地上4階の建屋および屋上に設置された地上高35mの鉄塔からなる。鉄塔最上部に主系送受信アンテナが、建屋屋上に副系受信アンテナが設置されている。天井高約12mの気球組立室をはじめ、観測器組立室、放球指令室、受信管制室、会議室など20以上の部屋があり、観測器の組立調整等を容易に行うために、気球組立室に2機、観測器準備室に1機の2ton天井走行クレーンを設置している。三陸大気球観測所では放球台地、受信台地、大窪山受信点の3か所に分散されていた諸機能が全て大気球指令管制棟内に集約されたため、総床面積(約1,200 $\text{m}^2$ )は三陸大気球観測所とほぼ同じであるが、より一層効率的な実験運営が可能となっている。

大気球指令管制棟内にはJAXA標準ネットワークと観測データ配信システムが敷設されているとともに、気球実験準備作業や放球作業の安全かつ円滑な実施に不可欠な視覚的な情報共有を目的とした実験監視システムが構築されている。大気球指令管制棟内やJAXA格納庫内、実験場屋外に設置された計10台のハイビジョンデジタルカメラ(うち屋外の2台は夜間作業時にも鮮明な映像を得られる近赤外線カメラ)からの映像は棟内放送設備により大気球指令管制棟内に設置されたすべてのモニターで共有できる。

#### 遠距離長時間追尾受信設備

気球から送信されるテレメトリ電波を受信し、観測データを得ると共にコマンド送信装置を併用して測距を行

い、気球の航跡計算、表示を行う気球追尾受信システムである。直径3.6mのパラボラアンテナ(主系)、直径1.8mのパラボラアンテナ(副系)、自動追尾受信装置、復調装置、データ記録装置、コマンド変調装置、コマンド送信装置、測距装置及び非常用電源装置などから構成されており、大気球指令管制棟に設置されている。主系アンテナ、副系アンテナにおいて受信された信号は中間周波数へと変換されて受信室へと伝送されており、それぞれに接続された二台のテレメトリ用受信機と一台のITV用受信機によって同時に三周波の受信が可能である。

コマンド送信装置の制御方式はFSK方式が用いられている。測距装置は2波の正弦波をコマンド回線及びテレメトリ回線を経由して往復させ、300m以下の精度で気球までの直距離を計測する。データ記録受信信号を記録する装置を有している。瞬時及び長時間の停電に対応するために、非常用電源装置としてUPS(無停電装置)及び55kVAの水冷ディーゼル発動発電機を備えている。

また、気球追尾受信可能範囲を放球点の見通し圏外まで拡大するための海上コンテナに収納された移動型追尾受信システム4式を整備し、国外気球実験での長時間飛翔実施にも対応している。直径1.8mのパラボラアンテナ、自動追尾受信装置、復調装置、データ記録装置、コマンド変調装置、コマンド送信装置、測距装置及び自家発電装置等を積載している。本システムは、気球からのデータ収集及び気球へのコマンド制御を、インターネットを経由した遠隔操作で行うことができる。

#### 大気球放球設備

総重量1トン以上の搭載機器を高高度に打上げるために、全長100m以上の大型気球に1トン以上の総浮力を得るためにヘリウムガスを注入し、地上風等のさまざまな気象条件に対応しながら安全に放球を行うための大気球実験に特化した設備で、日本特有のセミダイナミック放球を実現するスライダー放球装置、ヘリウム充填装置などから構成される。

スライダー放球装置は、最大観測器を保持、開放する放球装置台車及び気球頭部を保持、開放するローラー台車から構成される世界でもユニークな大型気球放球装置である。気球に充填した浮力(3トン未満)を保持したまま、2台の台車が同じ速度でレール上を同期走行し、JAXA格納庫内でガス充填された気球を屋外に引き出して放球できる。

ヘリウム充填装置は減圧器を用いた充填装置ではなく、流量調節弁による大気開放型の充填装置である。装置は小型・軽量化され、操作も簡単化されている。流量調節弁は電流コントロールにより遠隔操作でき、ガス充填者が気球の状態を見ながら充填流量を操作できる。充填口は独立に二系統あり、気球の二つの注入口から同時に充填可能で、充填時間が短縮できる。

その他、気球を安全・確実に放球するために地上から

200m 程度までの地上風の風向・風速を等間隔に連続測定するドップラー音波レーダ装置や、放球時、着水時の大

樹航空宇宙実験場周辺海域の海上保安を確保するための海上監視レーダを設置している。

### 3. おもな研究設備

#### a. 大学共同利用設備

設備	構成要素	概要
高速気流総合実験設備	超音速風洞	<p>高速気流総合実験設備は ISAS/JAXA プロジェクトにおける高速飛翔体の開発研究に供されると共に、全国の大学共同利用施設として学術研究にも広く利用され、国内における空気力学研究の拠点となっている。本設備は超音速風洞と遷音速風洞から構成され、宇宙科学・探査ロードマップにおける「宇宙工学分野の将来構想」に対応した次の3つのカテゴリーの高速飛翔体研究を推進している：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) イプシロンロケット・再使用ロケットの2つのプロジェクトの設計ならびに開発試験。</li> <li>2) 将来の ISAS/JAXA プロジェクト化を目指した戦略的宇宙工学研究。具体的には、「深宇宙航行を革新するためのシステム技術・大気圏内高速飛行/再突入研究」ならびに「将来型の輸送システム」研究。</li> <li>3) 高速飛翔体研究における大学共同利用機関として、大学との共同研究として、風洞計測技術等の基盤技術や、「将来型の宇宙輸送システム」のための萌芽的研究。</li> </ol>
	遷音速風洞	
	空気源	
	貯気槽	
惑星大気突入環境模擬装置		<p>惑星大気突入環境模擬装置は、アーク加熱されプラズマ化した気流によって惑星突入時の高加熱率を模擬できる高エンタルピー風洞であり、太陽系惑星等からのサンプルリターンカプセルの地球帰還時等の高速大気突入環境を模擬できる世界有数の設備として宇宙研に設置されたものである。</p> <p>これまでに、はやぶさシリーズの帰還カプセル熱防護材の開発の中心となったほか、計画段階にある火星衛星等太陽系深宇宙の様々な場所からのサンプルリターンカプセルに用いられるべき革新的な熱防護材料の研究開発に使用されるものである。</p> <p>また本設備は、大学共同利用設備として、多くの大学の研究に使用され、最先端耐熱材料の開発や地球外物質の分光測定等を通じた研究等、様々な先端研究成果を生み出している設備である。</p>
惑星風洞		<p>惑星環境風洞設備は低速の風洞設備で、真空排気装置により大気圧下の試験が可能である。本設備は①再使用観測ロケットなどプロジェクトにおけるシステム設計や開発試験、②火星飛行機など将来のプロジェクト化を目指した戦略的宇宙工学研究、③装置を管理する宇宙飛行工学研究系の各研究室の流体力学の研究および大学との共同研究、を目的として使用されている。これらは宇宙科学・探査ロードマップの「宇宙工学分野の将来構想」における、「再使用システム技術による低コスト高頻度輸送の実現」、「深宇宙航行を革新するためのシステム技術・大気圏内高速飛行/再突入研究」に対応する。また大学との共同研究により、流体力学研究や惑星環境研究など幅広いコミュニティとのつながりを持って研究を行うと共に、人材の教育及び学生の研究の場としての役割も持つ設備である。</p>
スペースチェンバー実験設備	大型・中型・小型スペースチェンバー	<p>スペースチェンバー実験設備は、宇宙環境を地上で模擬し、宇宙空間に生起する現象を再現した研究、および現象を観測するための機器開発、人工衛星等への搭載を目指した機器開発を行うことを目的としている。これらは宇宙科学・探査ロードマップに記載された近未来の太陽系探査科学ミッション用の搭載機器開発のための基盤設備である。</p> <p>近年では、電離圏や磁気圏のプラズマを観測するための測定器開発、宇宙空間に生起する様々な大気・プラズマ現象に関するシミュレーション実験、将来宇宙機に搭載することを目的とした革新的宇宙航行システムの開発等に本設備が用いられている。</p>
	高密度プラズマ発生装置	
	低エネルギー荷電粒子計測器校正装置	
	先端プラズマ推進実験用チャンバ	

設備	構成要素	概要
超高速衝突実験施設	横型飛翔体加速器	超高速衝突実験施設は超高速衝突現象を模擬し、超高速衝突現象に関する宇宙工学的・惑星科学的な研究の実施や惑星探査に衝突現象を必要とする機器開発の実施を目的としている。本設備は計画中のミッションのための機器開発 (Bepi Colombo・はやぶさ2・エクレウスなど) に加え、将来計画として検討中の深宇宙探査 (MMX・ソーラー電力セイル) の実現のためにも使用される。超高速衝突実験施設を使用して得られた科学的成果により、宇宙、物質、太陽系、生命の起源について理解を深化させ、新たな観測機器の開発を推進させる。
	縦型飛翔体加速器	
宇宙放射線実験設備	赤外線装置	宇宙から飛来するものの、地球の大気と磁場に遮られて、地上にはほとんど届かない電磁波や粒子である宇宙放射線の観測機器開発に利用可能な大学共同利用実験設備である。赤外線装置とX線実験装置は、それぞれ低・高エネルギー量子を対象とする観測機器開発に必要な測定器、光源、クライオスタット、加工装置で構成されている。熱真空試験装置は、開発した観測機器の宇宙空間環境を模擬した試験に利用できる。赤外線モニタ観測装置は口径1.3mの赤外線望遠鏡で、天体を用いた観測機器の試験に利用できる。諸元詳細は <a href="http://www.isas.jaxa.jp/researchers/application/radiation/">http://www.isas.jaxa.jp/researchers/application/radiation/</a> から取得できる大学共同利用 (宇宙放射線装置) 公募要領にて公開されている。
	X線実験装置	
	熱真空試験装置	
	赤外線モニタ観測装置	

## b. 研究系設備

設備	構成要素	概要
センサー極低温冷却試験装置	冷却試験装置	1K以下の極低温環境を作り出し、低温検出器の試作・試験等を行うための設備である。冷凍機、計測装置等から成る。宇宙応用を考慮した1K以下の冷却技術は限られた拠点しか有しておらず、X線や赤外線などの宇宙観測分野において、これから主流となる低温検出器の基礎研究のための設備である。
センサー・デバイス試験装置	センサー・デバイス試験装置	センサーデバイスの試作、センサーデバイスの測定実験、センサーデバイスの環境試験 (温度、真空、ベーク) を行うための設備群である。そのためのクリーンルームやチャンバ及び各種測定機器等を備え、基礎研究から衛星搭載センサ (FM品) まで幅広く対応する。現在開発中のプロジェクト (ERG等) や将来の宇宙科学・探査ミッションで必要となる最先端のセンサーデバイスを取扱い、ISASにおける各種センサ技術を支える。
	工作室	
VLBI観測装置	VLBI観測設備 (白田)	以下の目的で使用する設備である。 1) 白田64mアンテナ、内之浦34mアンテナ等を組み合わせて電波天文観測を行い天文学の研究を行う。2016年度はこれを使って、パルサー観測や、宇宙の中性水素ガス、水酸基輝線についての観測的研究を遂行した。また、国内外の電波望遠鏡と協力してVLBI観測を行い、星形成領域や活動銀河の高分解能観測による研究も遂行した。 2) 探査機からの信号をこの設備を利用して受信して、探査機の送信波を利用した太陽系天体の観測を行う。「あかつき」の金星大気の電波科学観測のデータ取得を行っている。 3) 高精度軌道決定データの取得のため、通常の追跡設備とは違う方法で探査機からの受信信号の増幅、伝送、周波数変換等の信号処理を行う。 4) ロシアのRADIOASTRONスペースVLBIに関する国際活動へ、VLBI観測に参加することにより貢献している。 5) 深宇宙探査に対して十分な精度のアンテナの局位置をVLBI測地観測によって決定する。 6) 教育・開発をめざした利用：電波の受信設備として低雑音増幅器、冷却給電部などの周辺設備の技術開発のテストベンチとして利用。また観測性能の計測を行っている。それらの開発を学生や経験の少ない職員とともに行うことにより教育的効果を得ている。 7) 10mアンテナについては2017年度放球予定の気球VLBI系の地上観測局 (19, 22 GHz) として準備が行われ、VLBI観測にも成功している。
	10mアンテナ	
	VLBI観測設備 (内之浦)	

設備	構成要素	概要
模擬宇宙実験システム	超電導マグネット	<p>本設備は、地上にて宇宙環境を模擬して主に物質科学実験を行うための設備である。</p> <p>1) 超電導マグネット：強磁場を印加することで導電性流体中の対流を抑制する。</p> <p>2) 試料浮遊装置：電磁力またはガスジェットにより試料を浮遊させレーザー加熱することで無容器凝固を行う。</p> <p>3) 28n 落下管：28m金属チューブ中を真空または制御雰囲気中にしその中で高温液滴を自由落下させる。</p> <p>4) 遠心機：回転テーブル上に実験装置を配置し回転数を制御することで可変重力環境を提供する。</p>
	試料浮遊加熱装置	
	28n 落下管	
	遠心機	
プラズマ推進実験設備	プラズマ推進実験装置【A棟】	<p>「より遠く」「より自在な」「より多面的な」宇宙探査活動を実現するため、電気ロケットは根幹技術の1つである。本設備は、電気推進システムの基礎研究に資して、基本的な性能試験や小規模なデモンストレーション等を行い、その後の長時間耐久試験やシステム開発等に繋げる。「はやぶさ1・2」小惑星探査機の主推進装置マイクロ波放電式イオンエンジンは、本設備から巣立ち成果を収めた。</p>
	プラズマ推進実験装置【D棟】	
電気推進耐久試験装置		<p>本設備は、大容積・高排気能力・高頻度試験・自動運転を特徴としており、電気ロケットの長時間耐久試験やシステム開発に貢献してきた。特に、本設備を用いて「はやぶさ1・2」小惑星探査機の主推進装置マイクロ波放電式イオンエンジン8機を宇宙実現させた。大電力ホールスラストの研究開発にも供されている。電気ロケット専用の大型試験装置としては日本唯一であり、今後の宇宙探査を支える技術研究開発に関し日本全体を先導する拠点である。</p>
先進的大気圏突入気体力学実験装置	高速衝撃波駆動装置（自由ピストン2段階膜衝撃波管）	<p>先進的な大気圏突入や惑星探査技術の基盤となる気体力学実験を実施する設備である。将来の深宇宙探査（火星、木星等の大気エントリーミッション）、サンプルリターン、惑星着陸探査で鍵となる技術である大気圏突入カプセルの開発等において必須である気体力学（特に、高速&amp;高温という極限環境の気体力学）実験を行う。本設備を構成する各装置は、小型ではあるが運用が容易であり、低コストで繰り返し試験が実施できるため、機動的に挑戦的な課題に取り組むことが可能である。先進的なミッションの芽だしに迅速かつ多面的に対応でき、大型の大学共同利用設備で行う各種風洞実験の前段階の試験を行うとともに、既存設備では実施できない挑戦的な課題に先駆的に取り組んでいる。</p>
	ICP加熱装置	
	真空チャンバ	
飛翔航法制御試験システム（モーションテーブル）		<p>観測ロケットや科学衛星打上げ用ロケットの姿勢制御系の試験を行うための装置で、テーブルをピッチ・ヨー・ロール3軸ごとに独立に揺動できる。ロケットの毎号機で実施するフライト品を使用した誘導制御試験に不可欠の装置であり、今後10年以上継続が想定されるイプシロンロケットの各号機の試験に使用されるとともに、将来の新ロケット開発時にも必ず必要になる装置であるほか、一部の人工衛星・探査機の姿勢制御の開発研究に重要な役割を果たす。</p>
マグネトロンスパッタ装置	マグネトロンスパッタ装置	<p>宇宙飛翔工学研究 薄膜材料製膜・評価装置群は、主要装置として、マグネトロンスパッタ装置、赤外フーリエ分光計で構成され、それ以外に、薄膜材料評価用の小装置群を具備する。これらは、ソーラー電力セイル研究、薄膜太陽電池開発を含む、JAXAにて研究されている将来の宇宙探査計画に資する研究・開発のための設備である。</p>
	赤外フーリエ分光計	
	小備品	
小型吸込風洞	小型超音速風洞（真空チャンバ）	<p>流体力学に関する基礎研究を行う設備である。本設備の実験的手法とコンピュータシミュレーション解析を組み合わせ、主として、物体周りの気流の研究、流れ場解析（ブルーム音響試験等）、翼型供試体の流体実験、プラズマアクチュエータ研究等を行う。例えば、ブルーム音響解析は、ブルーム気流と壁面干渉の流れ場を解析するもので、JAXA ロケット射点の設計や衛星音響試験軽減化に向けた理論予測を可能とする。プラズマアクチュエータ研究は、物体周りの流れ場の制御に関して、従来の形状を工夫する受動的制御から、マイクロデバイスをを用いた能動的制御に転換させる工学的革新をもたらすことが期待され、将来的に実用化されれば、宇宙分野のみならず、車・航空機・ヘリコプターなどの輸送機器や、ガスタービン・扇風機・風車などの流体機器の効率化や低騒音化等、広く産業界にインパクトを与えるポテンシャルを有する革新技術である。</p>
	小型低速風洞	
	真空ポンプ	

設備	構成要素	概要
あきる野実験施設	高気性能試験設備	固体及び液体の化学推進系の基礎的な燃焼実験を行うための施設であり、主に推力1トン程度までの小規模な燃焼実験を行える設備が設置されている。近隣に火薬庫を設置していることから、火薬類を用いた実験に適している。また、大学等では実施困難な燃焼実験環境（例えば、真空環境でのロケット燃焼）が整っているため、JAXAや大学等の化学推進系の基礎研究を支える基盤的施設である。
	X線発生装置付き燃焼装置	
	高圧ガス製造設備	
耐熱材料試験評価装置	高温特性評価装置	宇宙往還機の再使用耐熱材料の研究のために導入されたもので、耐熱材料の基礎研究を行うための設備である。将来の再使用型の有翼宇宙機やエンジン材料等の研究で使用するほか、同様のセラミック系複合材の研究としても使用する。
	高温クリープ試験装置	
耐熱性宇宙電子材料作成・評価装置	耐熱性宇宙電子材料作成装置	クリーンルームに設置された超高真空チャンバー3室から成る設備であり、超高純度な結晶成長とその場観察（物理分析）が可能。半導体、素子、チップ等の材料・デバイスレベルの研究を行う。これにより、他では手に入らない素材を作り出し、世界トップレベルのセンサ開発を行うとともに放射線が半導体素子に与える効果を解明する。自律性を有する研究所として、エレクトロニクス分野において自ら所有すべき基盤的な設備である。現在は赤外線グループにおいて将来の科学衛星に搭載するための赤外センサ開発を行うなど、将来の科学衛星・学術研究計画のベースとなる設備である。
	耐熱性宇宙電子材料評価装置	
宇宙ナノエレクトロニクス クリーンルーム	ナノRF用ICPイオンエッチング装置	ナノエレクトロニクス技術を用いたMEMS、ナノRF技術、赤外検知素子、X線検知器などの製作には、高精度のプロセスやナノスケールの試料観測における装置類を有するクリーンルームは必要不可欠である。本クリーンルームは100m <sup>2</sup> 以上の敷地でClass1のスーパークリーンルームであり、日本一の規模を誇っている。X線ミラーなどを試作できるICP、成膜のためのCVD、ナノRFデバイスのための電子線描画装置とマスクレススキャナ、金属電極用スパッタ装置、高性能誘電体薄膜を形成できる原子層堆積装置（ALD）を備えている。この10年で、FY25-28において研究を実施し、世界トップクラスのナノスケール半導体デバイスや集積回路の試作、特に、世界初の混成半導体集積回路HySIC技術による超小型RFエネルギーハーベスタを実現した。また、電波天文やX線天文衛星のプロジェクトにも部品の立場から貢献してきている。さらに今後、高効率・耐放射線などの機能を備えた宇宙用電子部品技術や高性能科学天文衛星など宇宙科学・探査ロードマップに示されたプロジェクトに必要なデバイス、集積回路の試作に貢献することが可能である。すなわち、今後の衛星プロジェクトや地上追跡局に用いられる宇宙用ナノエレクトロニクスの試作を行える設備である。
	RFデバイス用スキャナ	
	SEMおよび電子露光装置	
	成膜装置（ALD）	
熱光学特性測定装置	太陽光吸収率測定装置	宇宙機に使用される熱制御材料の熱光学特性（太陽光吸収率、赤外放射率）の測定、および紫外線による熱光学特性の劣化評価を行うための装置である。これらの測定値は、宇宙機の熱設計を行うために必須である。
	赤外放射率測定装置	
	UV照射試験装置	
	小型熱真空チャンバー	
プロジェクト支援用構造・材料評価試験装置	高温試験装置	ロケットおよび衛星を構成する材料の各種特性取得試験を実施するために使用する。開発、および運用において発生する各種不具合に迅速に対応するために設置されている基盤的設備である。
	樹脂系試験装置	
	構造材料試験装置	

設備	構成要素	概要
探傷装置		観測ロケットやイプシロンロケット等の固体ロケットモータのグラファイト素材および推進薬の非破壊検査（超音波探傷）で用いる設備。
	グラファイト用超音波検査装置	観測ロケットスロートインサート用グラファイト素材を水浸型アレイ式超音波探傷する設備。
	観測ロケット用超音波検査装置	観測ロケットの推進薬を非接触超音波法により自動探傷する設備。
	イプシロン用超音波検査装置	イプシロンロケット上段モータの推進薬を超音波探傷するための装置一式。
電子顕微鏡		材料関連の研究に広く利用するほか、不具合対策や突発的事象等の解析用途としても使用する。以下のTEM, SEM, 試料準備設備からなる。
	透過型電子顕微鏡（TEM）	高分解能型分析電子顕微鏡 JEM3010 (JEOL) EDS 付属
	走査型電子顕微鏡（SEM）	電界放射形走査電子顕微鏡 JSM-7100F (JEOL) EDS, EBSP 付属
	試料準備設備	レーザ顕微鏡, クロスセクションポリッシャ, ツインジェット電解研磨装置, デインブルグラインダ, イオンミリング装置等
電子プローブ X 線マイクロアナライザ（EPMA）		1 ミクロンサイズの鉱物を非破壊で定量元素分析を行うための設備である。鉱物学及び岩石学では必須のもので、固体惑星科学分野における基本的な設備である。この種の装置は分析精度を確保、維持するためにコンタミ管理を厳格に行うが、本装置は 20 年以上使用して老朽化が進んでいることもあり、コンタミ管理は柔軟な対応をしている。従って、多少揮発性を有する物質などについても分析が可能である。また、本格的な試料分析の前段階として分析手法を確立するための予備的研究を行うなど、試験的用途としても運用している。
マイクロデバイス試験装置		ある特定の機能を持つ集積回路を設計・試験を行うための装置群であり、集積回路を設計するための設備（回路図編集ソフト、回路シミュレータ、集積回路レイアウトツール等）、集積回路を評価するための設備（LabView, オシロスコープ、パルスジェネレータ等）及び集積回路の設計データを印刷するための装置（大型プロッター装置、データ変換ソフト）から構成されている。 ISAS のエレクトロニクス分野を支える基盤的設備であり、ISAS 内外の様々な要望に応じて、集積回路設計を行う。
集積回路設計システム		ISAS の電子デバイス分野における研究に利用するものである。米国 Cadence Design Systems, Inc. 製ソフトウェアからなる。電子デバイスが厳しい宇宙環境に晒された時にどうなるのか研究したり、将来の天文ミッションなどで要求されるような、半導体を用いたセンサ技術を研究したりすることに使われている。具体的には、研究に必要な電子部品・回路を設計することに利用している。また、電子デバイスに放射線が当たった時に生じる誤動作について、その原理などをコンピュータシミュレーションの技術で探求することに利用している。
SA 電源	大面積ロングパルスソーラーシミュレータ	2.5m×1.5m の大面積に、最大 800ms のパルス AM0 模擬光を照射する装置である。衛星の開発過程で使用する小型の太陽電池パネルから、フライトに供する大型のパネルまで、電気特性の取得が可能である。
	ソーラーシミュレータ	10cm 四方の面積に AM0 模擬光を照射する装置である。宇宙用太陽電池の特性評価はもちろん、あわせて備えられた小型の熱真空チャンバを用いた熱真空試験や、表面材料の長期劣化特性評価にも使用できる。
	充放電試験装置	バッテリーやキャパシタといった蓄電デバイスの長期充放電サイクル試験を、真空条件や各種温度条件下で実施可能である。当グループでは、宇宙用や民生品の蓄電デバイスの長期評価を行っている。

設備	構成要素	概要
小型衛星用近傍放射パターン測定装置		<p>加速が見込まれる小型衛星開発においては、高性能通信系が必要とされる。その小型衛星では、太陽電池パドルなどの展開突起物があり、通信系の障害になりうる可能性がある。このため、事前に小型衛星に取り付けられたアンテナの放射パターンを実測し、アンテナパターンの乱れを調べておく必要がある。</p> <p>本設備は、そのようなアンテナの放射パターンを高精度に測定するための設備であり、コンパクトな電波暗室にて高精度にかつ少人数で測定することが可能である。このため、宇宙科学・探査ロードマップにて探査機・衛星系の将来ビジョンとして掲げられている「深宇宙航行の通信技術」の高度化や、探査機・衛星系の「超小型化・軽量化」の実現に必要な設備であるとともに、今後5年程度の目標として定められた「衛星および惑星探査機システム・サブシステム」の小型軽量化・高機能化研究を進めるために必要な設備である。</p>

### c. 小型飛翔体

設備	構成要素	概要
大気球実験設備	気球放球設備	<p>総重量500kg以上の搭載機器を高高度に打上げる全長100m以上の大型気球に1トン以上の総浮力を得るためにヘリウムガスを注入し、地上風等のさまざまな気象条件に対応しながら安全に放球を行うための大気球放球設備や、飛翔中の気球から送信されるテレメトリ電波を受信し、観測データを得ると共にコマンド送信装置を併用して測距を行い、気球の航跡計算、表示を行う気球追尾受信システムなどが大樹航空宇宙実験場に設置されている。また搭載機器を気球飛翔環境を模擬して試験するための恒温恒圧器が相模原キャンパスに設置されている。</p>
	遠距離長時間追尾受信設備	
	恒圧恒温器	
	GPSシミュレータ	
観測ロケット実験設備	統合型アビオニクス管制装置	<p>相模原における飛翔前試験のため、統合型アビオニクスおよび電源・タイマ・点火系機器の管制装置やテレメータ・レーダ系機器の試験装置を維持・管理している。また、内之浦宇宙空間観測所には、小型ロケット打上げ用の飛行管制システム、上層風観測・風補正システムが整備されており、飛行解析・飛行安全機能を司っている。</p>
	タイマ・点火管制装置	
	テレメータ・レーダ試験装置	
	小型ロケット打上げ用飛行管制追跡システム	

### d. 科学衛星データ利用

設備	構成要素	概要
計画調整ライン設備	科学衛星運用支援システム	<p>C-SODAが各科学ミッションプロジェクトとの協力のもとに整備する衛星管制システムは、ISASの科学衛星・探査機の管制運用、ミッション運用のコマンド作成から実際の管制運用、テレメトリの監視を行うシステムで、打上げ前の試験フェーズから、衛星・探査機の運用終了まで使用される科学衛星・探査機運用に必要な不可欠なインフラシステムである。</p>
	科学衛星データ処理システム (相模原固有ネットワークを含む)	
	無停電電源装置(CVCF)	
	SINET5アクセス回線	
衛星運用ライン設備	衛星管制	
	衛星状態モニタ(状態監視, テレメ監視, 共通QL・姿勢系QL等)	
	衛星管制向けUPS	
	衛星運用向け指令電話(OIS)	

設備	構成要素	概要
利用促進ライン設備	科学衛星データベースシステム (SIRIUS)	科学衛星・探査機のテレメトリデータに対し、時刻較正・ソート・重複除去等の処理を行い保存・提供するデータベース (SIRIUS)、各科学衛星のテレメトリデータの時刻較正を共通化したシステム (衛星時刻較正システム)、バス機器や観測機器からのテレメトリデータを工学値変換し、各科学コミュニティが使用するファイルフォーマットにて提供する汎用的なツール (レベル 1 時系列データフォーマット変換ツール)、JAXA の科学衛星・探査機等の観測データを広く国内外の研究者に公開し、データ解析研究を推進する為のサイエンス・アーカイブ (DARTS)、衛星や探査機の円滑な運用を支援することを目的とした衛星運用工学データベース (EDISON) の開発、運用、維持改訂を実施している。
	レベル 1 時系列データフォーマット変換ソフトウェア (L1TSD)	
	サイエンスデータベースシステム (DARTS)	
	衛星工学データベース (EDISON)	

## e. キュレーション

設備	構成要素	概要
キュレーション設備	クリーンルームおよびユーティリティ	主にサンプルリターンミッションによって持ち帰られた地球外物質試料の受入、記載、分配、保管といったキュレーション活動を行う設備。設備の特徴としては、試料を大気に触れさせない状態で取扱ひ、地球物質による汚染を極力排除していることである。また現在取り扱っているはやぶさ帰還試料は 100 ミクロン以下の微小サイズであり、微小試料のハンドリング技術を備えた各種装置を有している。今後ははやぶさ 2 帰還試料受入に備えて、記載装置の充実を図り、地球外物質試料のデータベースの構築と研究成果最大化に向けた研究促進を目的とした整備を進める。
	クリーンチャンバー	
	各種洗浄装置	
	各種試料ハンドリング装置	
	各種グローブボックス	
	走査型電子顕微鏡	
	透過型電子顕微鏡	
	X 線回折装置	
	フーリエ変換赤外分光光度計	
	ラマン分光計	
	ウルトラマイクロトーム	
集束イオンビーム加工装置		

## f. プロジェクト・事業特化設備

設備	構成要素	概要
相模原 3m アンテナ局		「れいめい」(INDEX) の地上運用局 (主局) として設置した設備である。S バンドのアップリンク・ダウンリンク、及び X バンドのダウンリンクの 2 周波に対応。直径 3.8m で研究者が直接運用ができる低コストで小回りが利く地上局である。 このような地上局が他にないため、「れいめい」の他、東京大学との共同研究による小型衛星 (「ほどよし」衛星) による高速データ通信の研究実証が行われている。また、50~100kg クラスの超小型衛星によるマイクロ波合成開口レーダの研究が行われる予定である。将来的にも、50~100kg クラスの超小型衛星による磁気圏プラズマグループのフォーメーションフライト計画や、同クラスでの磁気圏プラズマグループのフォーメーションフライト計画などでの活用を想定している。

設備	構成要素	概要
能代ロケット実験場	大型大気燃焼試験設備	推力 500 トン級の固体モータ燃焼試験まで対応可能な日本で唯一の大型大気燃焼試験設備や、固体・液体を問わず真空環境下での燃焼試験が可能な真空燃焼試験設備を擁し、多種の固体及び液体ロケットエンジンの燃焼試験に対応するための施設である。半径 1km の保安距離が確保可能で、大型燃焼試験や様々な実験に極めて自在性の高い試験環境を提供している。推進系工学研究に係る多種の実験や大学共同利用の多様な試験要望に応えるため、能代ロケット実験場は試験設備に特化し、実験要求に応じて試験環境を自在に構築できる運営形態としている。
	真空燃焼試験設備	
	極低温推進剤試験設備	
	第一／第二計測室	

## g. 宇宙科学基盤技術

設備	構成要素	概要
宇宙機組立試験設備	宇宙環境試験設備	本設備は科学衛星・ロケットなどの宇宙機・飛翔体の基礎研究及び開発・組立試験に供する試験設備であり、プロジェクト開発の飛翔前試験を実施する上で必要不可欠な設備である。またプロジェクトのみならずワーキンググループや大学との共同研究にも使用され最先端の研究開発を支援している。
	機械環境試験設備	
	磁気シールド試験設備	
	電波無響試験設備	
	計測設備	
	構造機能試験設備	
	衛星姿勢制御試験設備	
	試験用通信設備	
工作工場・エレクトロニクスショップ	工作工場	研究・実験用機器類の製作および、設計、試作、改造、修理などを行うための設備。平成 28 年度は新しく 5 軸マシニングセンタ・NC 複合旋盤・ワイヤー放電加工機・接触式三次元測定機を備えた新工作室を設置した。また、従来の工作室機能は維持し、汎用工作機械・貸出し用の各種工具・測定器類を有するほか、各種金属材料、ボルトナット類、電気電子部品等の供給も引き続き行う。新設の新工作室では内製加工を専任スタッフが担当する。
	エレクトロニクスショップ	
SJ, RCS	IPA 洗浄装置	本設備は、科学衛星・ロケットなどに搭載する液体推進系の①製造過程の検査装置、②打上げまでの地上支援設備、③基礎開発・不具合調査などの試験機材などに分類される装置群である。これらは、科学衛星、探査機、イプシロンロケット、観測ロケット、再使用高頻度など共同で使用するための機材類である。
	気密試験装置・ガス供給装置	
	GN <sub>2</sub> /He 供給装置	
	一液燃焼試験設備	
	二液スラスタ用推進剤供給装置	
	一液排ガス処理設備	
	ヘリウムリークディテクタ	
	シグトレ装置	
	水流し試験装置	
	コンタミチェッカー	
	露点計	
	データ収録装置	
	高圧 He ガードル	
	GN <sub>2</sub> 注気装置・GHe 注気装置	
	ヘリウムリークディテクタ (ISAS-clean room 用)	
	He 充填装置	
計測装置類 (バルブ駆動モニター)		

## h. その他の設備

設備	構成要素	概要
DDOR デジタルバックエンド設備 (臼田・内之浦)		<p>深宇宙ミッション (はやぶさ2, PROCYON, あかつき等) の高精度軌道決定を行うための VLBI 観測で使用する設備である。海外機関によって運用される深宇宙探査機 (Insight, Bepi Colombo 等) の軌道決定支援にも使用する。また、回線状況が悪く通常の運用設備ではキャリアがロックせずデータ (レンジ・ドップラ・テレメトリ) が取得できない状況下の探査機運用において open-loop レコーダとして利用される (IKAROS)。電波天文・惑星電波科学観測用のバックエンド受信機としても使用する (パルサー観測, RADIO ASTRON 観測, あかつき電波掩蔽観測等)。</p>

# XI. 教育・広報

## 1. 大学院教育

JAXAにおける大学院教育は、大学共同利用機関であった宇宙科学研究所が、国公立の大学院教育への協力として、その学生を受け入れて教育及び研究指導等を行ってきたことを継承し、宇宙研が中核となって行っている。

宇宙研においては、教授、准教授及び助教に任命された教育職職員が、大学からの要請に応じ受け入れた大学院生に対し、実験的・理論的研究及び先端的な開発研究の実践を通じた高度な専門的教育を行う体制としている。

宇宙研は、相模原キャンパス等において学生たちに宇宙工学と宇宙理学について包括的研究指導を行い、通常の大学では実施することが困難な大規模プロジェクト型研究やその準備研究に直接的に関与させることにより、豊かな学識のみならず宇宙科学プロジェクトなどの企画・立案能力習得の場を提供し、将来の宇宙科学や宇宙航空分野を先導する人材をはじめ、関連機器産業・利用産業・ユーザー産業において研究開発利用を支える人材、さらには広く社会においてプロジェクトをまとめあげる総合力を有する人材の育成に貢献している。

宇宙研における大学院教育を推進する組織としては、大学院教育委員会が宇宙研所長決定により設置され、大学院教育協力に係る基本的な方針、総合研究大学院大学及び東京大学との大学院教育協力並びに連携大学院に関する事項等の重要事項の審議にあたっている。

表1 大学院教育への職員の担当状況（2017年3月31日現在）

	宇宙科学研究所			
	教授	准教授	助教	計
総合研究大学院大学	15	40	20	75
東京大学大学院 理学系研究科/ 工学系研究科	7/11	5/4	8/11	20/26
特別共同利用研究員	7 (*7)	5 (*5)	-	12 (*12)
連携大学院	7 (*7)	11 (*11)	2 (*2)	20 (*20)

\*総合研究大学院大学又は東京大学と併せて担当している教員数(内数)

宇宙研における主な大学院教育協力とその特徴は以下のとおり。

### 1. 概要

#### 1.1 総合研究大学院大学物理科学研究科宇宙科学専攻

#### (総研大)

総研大は、1988年（昭和63年）に我が国初の大学院大学として設立され、全国の大学共同利用機関と大学共同利用システムたる宇宙研を基盤機関としており、宇宙研は、2000年（平成15年）から参加している。宇宙研は、数物科学研究科（当時）に宇宙科学専攻を組織し、宇宙研の教育職職員を総研大教員として5年一貫制博士課程及び博士後期課程の学生へ教育・指導を行っている。

表2 平成28年度入試状況（一般入試）

入学定員	志願者数	合格者数
5	2 (10月入学)	1 (10月入学)
(内3名は 博士後期課程)	12 (4月入学)	5 (4月入学)

#### 1.2 東京大学大学院理学系研究科/工学系研究科

##### (東大国際講座)

東大国際講座は、宇宙研が旧東京大学宇宙航空研究所時代から同大学院生を受け入れたことに由来するものであり、東京大学の8専攻（理学系研究科の物理学、天文学、地球惑星科学及び化学の各専攻、工学系研究科の航空宇宙工学、電気系工学、マテリアル工学及び化学システム工学の各専攻）に宇宙研の教育職職員が参画し、東大教員として修士課程及び博士課程の学生の受入れ、教育・指導を行っている。

#### 1.3 特別共同利用研究員

特別共同利用研究員制度は、大学共同利用システムたる宇宙研の大学院教育協力の一環として、研究指導を希望する全国の国公立大学の大学院学生について、学生の所属する大学からの委託を受け、一定の期間、特定の研究課題に関して、受入れ、研究指導を行う制度であり、学生の所属する大学においては、これを大学院設置基準（文部科学省令）第13条第2項に基づく研究所等における研究指導として扱い単位の認定、学位論文の審査、学位の授与等を行っている。

#### 1.4 連携大学院

連携大学院は、JAXAと大学との間で締結した個別の協定書に基づき実施される制度であり、JAXA職員が相手方大学院により客員教員等に発令・委嘱され、修士課程及び博士課程学生の受入れ、教育・指導を行う。

宇宙研では他本部等と一部共同のものを含め 10 大学 11 研究科等と連携し、大学院生の受入れ、教育・指導を

行っている（平成 29 年 3 月 31 日現在）。

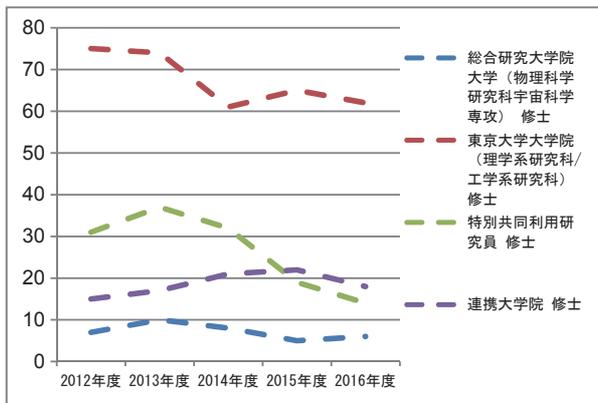


図 1 大学院教育における学生数推移（修士）

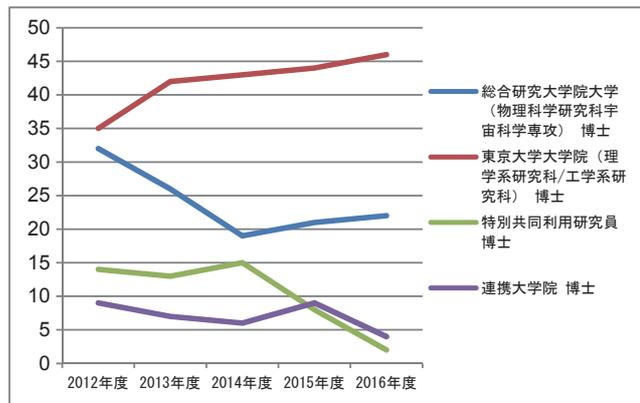


図 2 大学院教育における学生数推移（博士）

表 3 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構法（機構法）及び業務方法書上の実施根拠

総合研究大学院大学	機構法 18 条 9 号，業務方法書第 31 条 1 項
東京大学大学院（東大学際講座）	機構法 18 条 9 号，業務方法書第 31 条 1 項
特別共同利用研究員	機構法 18 条 9 号，業務方法書第 31 条 1 項
連携大学院	機構法 18 条 9 号，業務方法書第 31 条 2 項
（参考）技術研修生	機構法 18 条 8 号，業務方法書第 30 条
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構法 （業務の範囲等） 第 18 条 機構は，第四条の目的を達成するため，次の業務を行う。 八 宇宙科学並びに宇宙科学技術及び航空科学技術に関する研究者及び技術者を養成し，及びその資質の向上を図ること。 九 大学の要請に応じ，大学院における教育その他その大学における教育に協力すること。	
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構業務方法書 （研究者及び技術者の養成及び資質の向上） 第 30 条 機構は，民間企業，関係機関，大学等の研究者及び技術者を，機構の職員，研修生等として受け入れ，機構の業務の実施，研修等により養成し，その資質を向上する。 （大学院教育その他大学における教育への協力） 第 31 条 機構は，宇宙科学に関する学術研究の遂行現場において，総合研究大学院大学との緊密な関係及び協力による大学院宇宙科学専攻の教育，東京大学大学院理学系及び工学系研究科との協力による大学院教育など，高度な人材養成のための大学院教育を実施する。 2 機構は，大学の要請に応じ，多様な形態で幅広く大学院教育その他大学における教育に協力する。	

表4 大学院教育における学生指導状況 (2016年度実績)

	指導学生数					内、外国籍					内、女性				
	修士	博士	小計	研究生	合計	修士	博士	小計	研究生	合計	修士	博士	小計	研究生	合計
総合研究大学院大学 物理科学研究科宇宙科学専攻	6	22	28	3	31	1	2	3	1	4	0	4	4	1	5
東京大学大学院	62	46	108	1	109	6	11	17	1	18	4	4	8	0	8
理学系研究科	27	17	44	0	44	1	0	1	0	1	2	3	5	0	5
工学系研究科	35	29	64	1	65	5	11	16	1	17	2	1	3	0	3
特別共同利用研究員	14	2	16	-	16	0	0	0	-	0	1	0	1	-	1
主要委託大学名															
国立 静岡大学大学院	3	0	3	-	3	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
東京農工大学大学院															
公立 首都大学東京大学院	1	0	1	-	1	0	0	0	-	0	1	0	1	-	1
私立 早稲田大学大学院, 東京理科大学大学院, 慶応義塾大学大学院, 東海大学大学院, 中央大学大学院, 日本大学大学院	10	2	12	-	12	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
海外	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
連携大学院	18	4	22	-	22	0	0	0	-	0	2	0	2	-	2
東京工業大学 大学院理工学研究科	2	2	4	-	4	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
東京大学 大学院新領域創成科学研究科	5	2	7	-	7	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
東京理科大学 大学院理学研究科	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
大学院基礎工学研究科	2	0	2	-	2	0	0	0	-	0	1	0	1	-	1
北海道大学 大学院工学院	1	0	1	-	1	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
首都大学東京 大学院理工学研究科	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
筑波大学 大学院システム情報工学研究科	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
青山学院大学 大学院理工学研究科	6	0	6	-	6	0	0	0	-	0	1	0	1	-	1
法政大学 大学院理工学研究科	2	0	2	-	2	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
合計	100	74	174	4	178	7	13	20	2	22	7	8	15	1	16

※研究生=正規課程学生に準じ研究指導を受ける者。(総研大) 研究生, 特別研究学生 (東大) 外国人研究生, 特別研究学生。  
 ※総研大は5年一貫制博士課題だが, 便宜上, D1~D2を修士(課程), D3~D5を博士(課程)の欄に記載。

## 2. 学位取得状況

	H28.9 取得者			H29.3 取得者			合計		
	修士	博士	計	修士	博士	計	修士	博士	計
総合研究大学院大学	0	1	1	0	4	4	0	5	5
東京大学大学院	0	2	2	24	9	33	24	11	35
内、理学系研究科	0	0	0	13	4	17	13	4	17
内、工学系研究科	0	2	2	11	5	16	11	7	18
特別共同利用研究員	0	0	0	10	0	10	10	0	10
連携大学院	0	0	0	6	2	8	6	2	8
計	0	3	3	40	15	55	40	18	58

## 学位取得者一覧

(総合研究大学院大学物理科学研究科)

※取得学位, 取得年月, 指導教員名, 学生氏名の順

取得学位 取得年月	氏名	学位取得論文	指導教員
博士(理学) H28年9月	長勢 晃一	遠赤外線天文観測のための極低温読み出し集積回路開発	松原 英雄
博士(理学) H29年3月	仲内 悠祐	The space weathering effect of solar wind implantation on the C-type asteroids C型小惑星における太陽風照射による宇宙風化の影響	安部 正真
博士(理学) H29年3月	榎本 孝之	Temporal variations of Venusian upper cloud and haze inferred from ground-based polarimetric observations 地上からの偏光観測による金星上層の雲・ヘイズの時間変化に関する研究	佐藤 毅彦
博士(工学) H29年3月	井出 雄一郎	ADN系イオン液体の燃焼に関する実験研究 Experimental Study on Combustion of ADN-based Ionic Liquid	徳留 真一郎
博士(工学) H29年3月	田中 康平	宇宙機搭載リチウムイオン二次電池の内部状態推定による異常検知に関する研究	福田 盛介

(東京大学大学院理学系研究科)

※取得学位, 取得年月, 指導教員名, 学生氏名の順

取得学位 取得年月	氏名	学位取得論文	指導教員
修士(理学) H29年3月	楠 絵莉子	セイファート銀河が示す広帯域X線スペクトル変動の統一的な解釈	海老沢 研
修士(理学) H29年3月	須藤 雄志	将来ミッションに向けた熱的・超熱的イオン分析器の開発	齋藤 義文
修士(理学) H29年3月	星 康人	地球磁気圏昼側リコネクションライン位置の季節及び太陽風依存性	齋藤 義文
修士(理学) H29年3月	都丸 亮太	X線連星における降着円盤風の熱駆動機構にもとづくスペクトルモデルの開発	高橋 忠幸
修士(理学) H29年3月	米田 浩基	宇宙 MeV ガンマ線高感度観測に向けた半導体コンプトンカメラの試作とその評価	高橋 忠幸
修士(理学) H29年3月	石川 聡一	銀河系中心領域のALMAによる観測:SgrA*とミニスパイラルのサブミリ波スペクトル	坪井 昌人
修士(理学) H29年3月	小島 拓也	「あかり」遠赤外線全天観測による残骸円盤と中心星の年齢との関係の研究	中川 貴雄
修士(理学) H29年3月	道井 亮介	「あかり」による近赤外線吸収特徴の分光観測を用いた赤外線銀河での星形成環境の研究	中川 貴雄
修士(理学) H29年3月	小美野 将之	Venus Express 搭載 VIRTIS による金星夜面席画像を用いた風速場の研究	中村 正人
修士(理学) H29年3月	下川 真弘	One-dimensional modeling of Venusian clouds	中村 正人
修士(理学) H29年3月	長谷川 稜	原始惑星系円盤における中心面近傍でのストリーミング不安定性によるダスト集積と微惑星形成	藤本 正樹
修士(理学) H29年3月	中島 裕貴	TES型X線マイクロカロリメータ大規模アレイの読み出し実現を目指したマイクロ波SQUIDマルチプレクサ高速化の研究	山崎 典子
修士(理学) H29年3月	中山 貴博	GHz帯共振により多重化されたX線マイクロカロリメータの信号復調処理系の研究	山崎 典子
博士(理学) H29年3月	佐野 圭	Origin of the Diffuse Near-Infrared Radiation Observed with COBE/DIRBE	海老沢 研
博士(理学) H29年3月	和田 師也	Spectral Modeling of the Supersoft X-ray Sources with Monte Carlo Simulation	海老沢 研
博士(理学) H29年3月	矢野 健一	Anomaly of Hydrogen Recombination Line Ratio in Ultraluminous Infrared Galaxies	中川 貴雄
博士(理学) H29年3月	清水 健矢	Triggering of explosive reconnection in a thick current sheet by temperature anisotropy boosted tearing mode	藤本 正樹

(東京大学大学院工学系研究科)

※取得学位, 取得年月, 指導教員名, 学生氏名の順

取得学位 取得年月	氏名	学位取得論文	指導教員
修士(工学) H29年3月	嶋田 岳史	熱膨張アクチュエータ搭載ポインティング制御機構の軌道上性能に関する研究	石村 康生
修士(工学) H29年3月	上田 紘己	分散と協調による探査の効率化に関する考察	稲谷 芳文
修士(工学) H29年3月	加藤 大祐	斜め平板に衝突する超音速ジェットから発生する音響波に対するマッハ数効果	大山 聖
修士(工学) H29年3月	小山 凌大	高密度低温ガス推進器の性能評価と, その応用に関する一考察	川口 淳一郎
修士(工学) H29年3月	高尾 勇輝	回転型宇宙膜面構造物のアクティブ形状制御とその応用によるソーラーセイルの姿勢・軌道制御	川口 淳一郎
修士(工学) H29年3月	真吉 寛	環境理解に基づく自律型惑星探査手法に関する研究	久保田 孝
修士(工学) H29年3月	井出 舜一郎	電気二重層キャパシタを用いた外部磁場印加用2次元MPDスラスタの準定常動作に関する研究	國中 均
修士(工学) H29年3月	和田 紗希	小型衛星衛星における太陽電池パドルとアンテナパネルの共用化の検討	齋藤 宏文
修士(工学) H29年3月	小島 舜介	Ti-Ni-Zr-Pd 四元系高温形状記憶合金の開発	佐藤 英一
修士(工学) H29年3月	眞下 泰輝	月着陸航法におけるぶれ画像に基づく水平方向速度推定法に関する研究	橋本 樹明
修士(工学) H29年3月	東口 紳太郎	低照射線率下のSiO <sub>2</sub> /Siの界面準位密度生成に与える膜中Si-H基量の影響	廣瀬 和之
博士(工学) H28年9月	SULAIMAN TAUFIK	Wind Tunnel Testing Using Multi-Objective Design Exploration and Its Application to DBD Plasma Actuator	大山 聖
博士(工学) H28年9月	大津 恭平	Study on Robotic Intelligence for Vision-based Planetary Surface Navigation	久保田 孝
博士(工学) H29年3月	李 東輝	A Study on Formation Mechanisms of Surface Pressure Distribution around a Laminar Separation Bubble (層流剥離泡付近の表面圧力分布形成メカニズムに関する研究)	大山 聖
博士(工学) H29年3月	福本 浩章	A Study on Effective Control Mechanisms for Dynamic Flowfields around a Pitching Airfoil Using a DBD Plasma Actuator (ピッチング翼周り動的流れ場のDBDプラズマアクチュエータによる効果的な制御メカニズムに関する研究)	大山 聖
博士(工学) H29年3月	中条 俊大	ラブルパイル小惑星の振動解析と破壊ダイナミクスへの応用に関する一考察	川口 淳一郎
博士(工学) H29年3月	神田 大樹	フラーレン C60 を作動流体とする負イオン推進機の実験的研究 (Laboratory Experiment on Negative Ion Propulsion using Fullerene C60)	國中 均
博士(工学) H29年3月	小澤 晃平	A Study on Highly-Functional Hybrid Rockets Using Axial and Tangential Oxidizer Injections	嶋田 徹

(特別共同利用研究員)

※取得学位, 取得年月, 所属大学院名(国公立別), 指導教員名, 学生氏名の順

取得学位 取得年月	氏名	所属大学院	学位取得論文	担当教員
修士(工学) H29年3月	山本 雄大	静岡大学大学院 総合科学技術研究科	レーザー誘起蛍光法によるマイクロ波放電式イオンスラスタμ10の旋回流速度測定	國中 均
修士(工学) H29年3月	古川 裕介	静岡大学大学院 総合科学技術研究科	リングカレント型磁気プラズマセイルの三次元電磁流体解析—基本性能特性評価および姿勢安定性に関する研究	船木 一幸
修士(工学) H29年3月	森吉 貴大	東京農工大学大学院 工学府	パラフォイル型飛翔体の縦方向解析に関する研究	高木 亮治
修士(工学) H29年3月	比金 健太	首都大学東京大学院 システムデザイン研究科	超微細粒アルミニウムの低温領域におけるクリープ機構の解明	佐藤 英一
修士(工学) H29年3月	坂本 優美花	東海大学大学院 工学研究科	電離圏スボラディックE層内の電子温度構造に関する研究	阿部 琢美
修士(工学) H29年3月	木下 寛之	東海大学大学院 工学研究科	膜面デバイスを貼付したスピン型ソーラー電力セイルにおける展開挙動および展張形状に関する研究	川口 淳一郎
修士(工学) H29年3月	大畠 真	東海大学大学院 工学研究科	磁気セイル及び磁気プラズマセイルの2次元磁気圏計測	船木 一幸

修士（工学） H29年3月	小澤 雄太	東京理科大学大学院 工学研究科	超音速ジェットから発生する音響波に対するノズル形状効果の実験的研究	大山 聖
修士（工学） H29年3月	金子 智喜	日本大学大学院 理工学研究科	偏波分離器の設計手法	齋藤 宏文
修士（工学） H29年3月	堀川 真	早稲田大学大学院 基幹理工学研究科	三体力学系下における高・低推力機関併用による火星離脱軌道に関する研究	川勝 康弘

(連携大学院)

※取得学位，取得年月，所属大学院名（国公立別），指導教員名，学生氏名の順

取得学位 取得年月	氏名	所属大学院	学位取得論文	担当教員
修士（理学） H29年3月	今井 駿佑	東京工業大学大学院 理工学研究科	軟 X 線広天域監視装置 iWF-MAXI 用 X 線 CCD 検出器の開発	堂谷 忠靖
修士（理学） H29年3月	甲斐 晋二	東京工業大学大学院 理工学研究科	空間的反同時計数による X 線 CCD カメラの低バックグラウンド化	堂谷 忠靖
修士（工学） H29年3月	須田 俊太郎	北海道大学大学院 工学院	月でスイングバイする双曲線軌道を用いた軌道操作手法 Orbit Manipulation by use of Lunar Swing-By on a Hyperbolic Trajectory	澤井 秀次郎
修士（工学） H29年3月	中内 結依子	青山学院大学大学院 理工学研究科	界面制御を施したC/SiC繊維束複合材料の試作と力学特性評価	後藤 健
修士（工学） H29年3月	北尾 啓	青山学院大学大学院 理工学研究科	スピン型膜構造物の周長の変化によるねじれとたわみの発生	森 治
修士（工学） H29年3月	久保 海	法政大学大学院 理工学研究科	微小推力雑音計測のためのスラストスタンドの開発	船木 一幸
博士（理学） H29年3月	大西 陽介	東京工業大学大学院 理工学研究科	Study of interstellar dust from measurements of Diffuse Galactic Light	松原 英雄
博士（科学） H29年3月	川端 洋輔	東京大学大学院 新領域創成科学研究科	深宇宙における光学情報を用いた宇宙機の自律軌道決定について	川勝 康弘

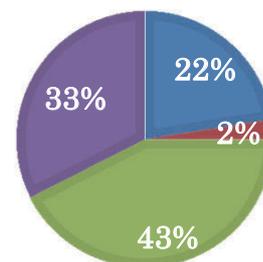
### 3. 学位取得者の進路・就職先

修士課程総数 40名

進学 13名

就職 27名 - 宇宙分野 9名  
 ・公共機関 0名  
 ・民間企業 9名  
 - 非宇宙分野 18名  
 ・公共機関 1名  
 ・民間企業 17名

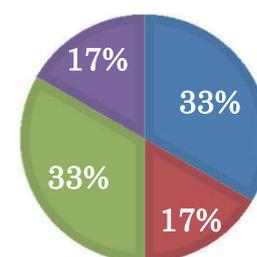
修士  
 ■ 民間企業（宇宙分野） ■ 公共機関（非宇宙分野）  
 ■ 民間企業（非宇宙分野） ■ 進学



博士課程総数 18名

就職 18名 - 宇宙分野 9名  
 ・公共機関 6名 (JAXA5名, NASA1名)  
 ・民間企業 3名  
 - 非宇宙分野 9名  
 ・公共機関 6名  
 ・民間企業 3名

博士  
 ■ 公共機関（宇宙分野） ■ 民間企業（宇宙分野）  
 ■ 公共機関（非宇宙分野） ■ 民間企業（非宇宙分野）



### 4. 大学院生の研究費獲得状況

氏名	指導教員	所属大学院	研究費の名称
中原 聡美	村田 泰宏	総合研究大学院大学	笹川科学研究助成
佐野 圭	海老沢 研	東京大学大学院理学系研究科	科研費（特別研究員奨励費）
水本 岬希	海老沢 研	東京大学大学院理学系研究科	科研費（特別研究員奨励費）
和田 師也	海老沢 研	東京大学大学院理学系研究科	科研費（特別研究員奨励費）
桂川 美穂	高橋 忠幸	東京大学大学院理学系研究科	科研費（特別研究員奨励費）
矢野 健一	中川 貴雄	東京大学大学院理学系研究科	博士課程研究遂行協力制度
李 東輝	大山 聖	東京大学大学院工学系研究科	科研費（特別研究員奨励費）
中条 俊大	川口 淳一郎	東京大学大学院工学系研究科	科研費（特別研究員奨励費）
谷 義隆	國中 均	東京大学大学院工学系研究科	科研費（特別研究員奨励費）
深見 友也	齋藤 宏文	東京大学大学院工学系研究科	科研費（特別研究員奨励費）
増田 紘士	佐藤 英一	東京大学大学院工学系研究科	科研費（特別研究員奨励費）
小澤 晃平	嶋田 徹	東京大学大学院工学系研究科	科研費（特別研究員奨励費）
小澤 晃平	嶋田 徹	東京大学大学院工学系研究科	GSDM 長期渡航援助
KARTHIKEYAN GOUTHAM	嶋田 徹	東京大学大学院工学系研究科	University of Tokyo GSDM Grant
菊地 貴大	満田 和久	東京大学大学院工学系研究科	科研費（特別研究員奨励費）
大島 健太	川勝 康弘	早稲田大学大学院基幹理工学研究科 (特別共同利用研究員)	科研費（特別研究員奨励費）

## 2. 人材養成

JAXAでは、大学院教育に含まれない研究者及び技術者の養成を目的とした技術研修生の受け入れを、科学推進部とりまとめのもと、全本部等で実施している。技術研修生制度は、旧航空宇宙技術研究所に由来するもので、旧航空宇宙技術研究所時代には、民間企業、関係機関、大学等の研究者及び技術者を対象としていたが、JAXAに

おいては、大学からの要請に基づく学生の研修と再定義されている。

宇宙研においても、国内外の大学、大学院の学生であって、当該大学からの申請があった者について、受入れ研修指導を行っている。

表5 宇宙研における技術研修生の指導状況

	技術研修生数					内、外国籍					内、女性				
	学部	修士	博士	研究生	計	学部	修士	博士	研究生	計	学部	修士	博士	研究生	計
国立	8	11	6	0	25	0	1	1	0	2	0	3	0	0	3
公立	2	6	1	0	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
私立	46	24	1	0	71	0	0	0	0	0	7	5	0	0	12
海外	8	6	2	0	16	5	6	2	0	13	3	0	0	0	3
計	64	47	10	0	121	5	7	3	0	15	10	9	0	0	19

### 3. 図 書



#### 1. 図書室

本図書室は、宇宙科学及び関連分野の図書・雑誌・レポート等の情報資料を積極的に収集し、広く研究者の利用に供してきた。平成 15 年 4 月から総合研究大学院大学の基盤機関図書室となり、電子資料の共同購入等により大学院教育にも広く貢献している。さらに、平成 15 年 10 月 1 日の JAXA 発足に伴い、宇宙科学研究本部図書室として、新たにホームページの公開、電子資料の共同利用、外部利用者への各種サービス等の実施も含め、機構内の他の図書室等との連携を図りながら、平成 22 年 4 月 1 日より宇宙科学研究本部の名称変更により、宇宙科学研究所図書室と改め、より一層の資料の充実・利用者サービスの向上に努めている。

なお、平成 29 年 3 月末現在の蔵書数・学術雑誌等は次のとおりである。

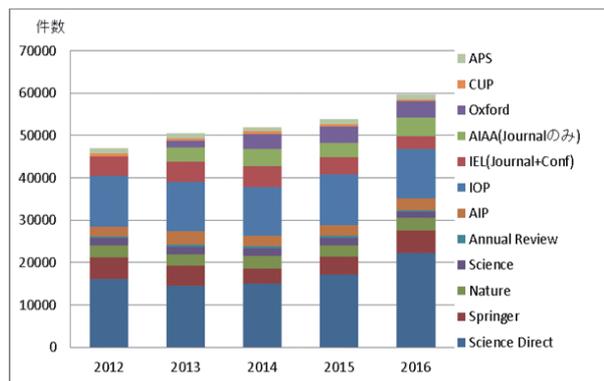
蔵書数	93,620 冊 (増加内訳)
洋書	76,420 冊 (図書 61 製本雑誌 21)
和書	17,200 冊 (図書 283 製本雑誌 67)

所蔵雑誌種数	1,194 種
洋雑誌	959 種
和雑誌	235 種

うち 2016 年受入雑誌種数	180 種
洋雑誌	15 種
電子ジャーナル	97 種
国内欧文誌	6 種
和雑誌	61 種

電子ジャーナル	約 4,100 種
IEL Online	180 種
IOP Journal	53 種

Elsevier Science Direct	143 種
Springer Journal	約 1,615 種
Wiley-Blackwell	約 1,400 種
JSTOR	約 680 種
その他	



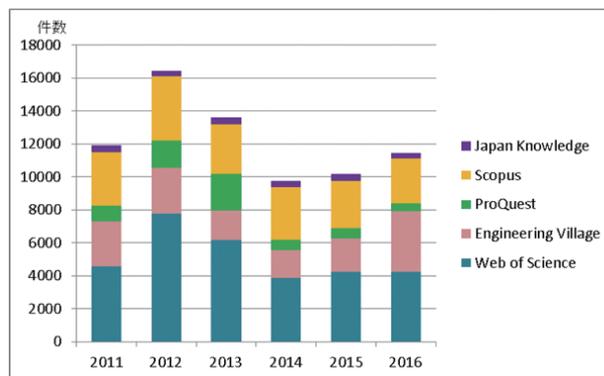
電子ジャーナルダウンロード件数 (年別)

#### 電子ブック

AGU Geophysical Monograph Series 他	598 冊
AIAA Education Series	69 冊
AIP Conference Proceedings	1,639 冊
Cambridge Books Online	160 冊
Net Library	585 冊
Oxford Scholarship Online (Physics)	216 冊
Springer eBOOK	92,000 冊
理科年表プレミアム	

#### データベース

ProQuest (CSA Technology Research Database)
Engineering Village
Scopus
Web of Science (Conference Proceeding を含む)
Japan Knowledge



検索データベースアクセス件数 (年別)

## 購読雑誌リスト

## 欧文雑誌

タイトル	所蔵巻号 [ ]内は欠号あり.	
AIAA Journal.	1(1963)-51(2013)	オンライン購読中
AIAA Meeting Paper.	(1963)-	オンライン購読中
AIP Conference Proceedings.	(1970)-	オンライン購読中
Acta Astronautica.	1(1974)-18,[19],20-76,88-117(2015)	オンライン購読中
Acta Materialia.	44(1996)-58(2010)	オンライン購読中
Advances in Space Research.	1(1981)-46(2010)	オンライン購読中
Aeronautical Journal.	72(1968)-83, 86-98,[99],100-117,[118],119(2015)+	オンライン購読中
Aerospace America.	22(1984)-52(2014)+	
American Ceramic Society Bulletin.	61(1982)-65,[66-82],83-94(2015)+	
Annales Geophysicae.	6(1988)-32(2014)	
Annual Reviews.		オンライン購読中
Applied Optics.	11(1972)-18,[19],21-52(2013)	オンライン購読中
Applied Physics. A. Materials Science & Processing.	60(1995)-81(2005)	
Applied Physics. B. Laser and Optics.	58(1994)-81(2005)	
Applied Physics Express.	1(2008)-6(2013)	オンライン購読中
Applied Physics Letters.	1(1962)-9,[10-11],44-103(2013)	オンライン購読中
Astronomical Journal.	50(1942/44),71-146(2013)	オンライン購読中
Astronomy & Astrophysics.	1(1969)-47,[48-422],423-560(2013)	オンライン購読中
Astronomy and Astrophysics Review.	10(2000/2002)-12,15,17-21(2013)	オンライン購読中
Astrophysical Journal.	1(1895)-93,100,103-147(1967)	
Astrophysical Journal.	148(1967)-779(2013)	オンライン購読中
Astrophysical Journal. Letters.	148(1967)-779(2013)	オンライン購読中
Astrophysical Journal. Supplement series.	[7(1962)-15],16-209(2013)	オンライン購読中
Astrophysics.	[1(1965/67)-3],4-54(2011)	オンライン購読中
Astrophysics and Space Science.	1(1968)-348(2013)	オンライン購読中
Autonomous Robots.		オンライン購読中
Aviation Week & Space Technology.	[72(1960)-125],126-176(2014)+	
Bulletin of the Chemical Society of Japan.	[53(1980)],54-88(2015)+	オンライン購読中
Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy.	46(1989)-117(2013)	オンライン購読中
Chaos.	6(1996)-23(2013)	
Combustion, Explosion and Shock Waves.	1(1965-67)-15,18-49(2013)	オンライン購読中
Combustion and Flame.	1(1957)-12,[13-39],44-144(2006)	オンライン購読中
Composites Science and Technology.	22(1985)-56(1996)	
ESA Bulletin.	no.41(1985)-83,89-137(2009)	
Earth, Moon, and Planets.	30(1984)-113(2014)	オンライン購読中
Earth Planets and Space.	50(1998)-64(2012)	
Experimental Astronomy.	1(1989/91)-18,21-36(2013)	オンライン購読中
Fluid Dynamics.	1(1966)-14,17-46(2011)	
Geophysical Journal International.	98(1989)-133,[134],135-195(2013)	
Geophysical Research Letters.	1(1974)-40(2013)	オンライン購読中
High Temperature.	1(1963)-7,[9-10],11-36,38-51(2013)	オンライン購読中
IEL Online		オンライン購読中
IOP		オンライン購読中
ISIJ International. *	29(1989)-55(2015)+	オンライン購読中
Infrared Physics and Technology.	35(1994)-53(2010)	オンライン購読中
International Journal of Applied Ceramic Technology.	1(2004)-10(2013)	オンライン購読中
International Journal of Applied Glass Science.	1(2010)-4(2013)	オンライン購読中
International Journal of Control.	1(1965)-86(2013)	
International Journal of Heat and Mass Transfer.	1(1960)-22,25-48(2005)	
International Journal of Hydrogen Energy.		オンライン購読中
International Journal of Impact Engineering		オンライン購読中
International Journal of Mass Spectrometry.	176(1998)-250(2006)	
International Journal for Numerical Methods in Engineering.	2(1970)-26,[27],28-64,[65],66-96(2013)	オンライン購読中
International Journal of Thermophysics.		オンライン購読中
Japanese Journal of Applied Physics. *	47(2008)-52(2013)	オンライン購読中
Journal of Aircraft.	3(1966)-4,8-26,[27],28-50(2013)	オンライン購読中
Journal of the American Ceramic Society.	65(1982)-96(2013)	オンライン購読中
Journal of Applied Physics.	24(1953)-48,53-114(2013)	オンライン購読中
Journal of the Astronautical Sciences.	7(1960)-58(2011)+	
Journal of the Atmospheric Sciences.	20(1963)-70(2013)	オンライン購読中
Journal of the British Interplanetary Society.	[17(1959)-42],43-67(2014)+	
Journal of Chemical Physics.	1(1933)-139(2013)	
Journal of Composite Materials.	16(1982)-42,44-47(2013)	

タイトル	所蔵巻号 [ ]内は欠号あり.	
Journal of Crystal Growth.	2(1968)-21,[22],23-47,56-285(2005)	オンライン購読中
Journal of Fluid Mechanics.	[31(1968)-32],33-50,[51-63],64-737(2013)	
Journal of Geophysical Research.	54(1949),63-82(1977)	
Journal of Geophysical Research. A.	83(1978)-118(2013)	オンライン購読中
Journal of Geophysical Research. B.	83(1978)-118(2013)	オンライン購読中
Journal of Geophysical Research. C.	83(1978)-84,[85],86-118(2013)	オンライン購読中
Journal of Geophysical Research. D.	89(1984)-118(2013)	オンライン購読中
Journal of Geophysical Research. E.	96(1991)-99,[100],101-118(2013)	オンライン購読中
Journal of Geophysical Research. F.	108(2003)-118(2013)	オンライン購読中
Journal of Geophysical Research. G.	110(2005)-118(2013)	オンライン購読中
Journal of Guidance, Control, and Dynamics.	5(1982)-20,[21],22-36(2013)	オンライン購読中
Journal of Materials Science.	17(1982)-48(2013)	オンライン購読中
Journal of Materials Science. Materials in Electronics.	1(1990)-15,17-22(2011)	オンライン購読中
Journal of Materials Science. Materials in Medicine.	1(1990)-15,17-22(2011)	オンライン購読中
Journal of Mathematical Physics.	[7(1966)-9],10-54(2013)	
Journal of the Optical Society of America. A.	1(1984)-30(2013)	
Journal of the Optical Society of America. B.	1(1984)-30(2013)	
Journal of Optimization Theory and Applications.	13(1974),15-16,19,24-26,30-159(2013)	オンライン購読中
Journal of the Physical Society of Japan. *	32(1972)-45,48-84(2015)+	オンライン購読中
Journal of Physics. B.	1(1968)-43(2010)	オンライン購読中
Journal of Physics. D.	1(1968)-43(2010)	オンライン購読中
Journal of Plasma Physics.	1(1967)-79(2013)	
Journal of Propulsion and Power.	1(1985)-7,[8],9-29(2013)	オンライン購読中
Journal of Sound and Vibration.	80(1982)-191,[192],193-289(2006)	
Journal of Spacecraft and Rockets.	1(1964)-3,[4-5],6-50(2013)	オンライン購読中
Journal of Terramechanics.		オンライン購読中
Journal of Thermophysics and Heat Transfer.	24(2010)-25,27(2013)	オンライン購読中
Journal of Vacuum Science & Technology. A.	1(1983)-31(2013)	
Journal of Vacuum Science & Technology. B.	1(1983)-31(2013)	
Materials Science & Engineering. A.	101(1988)-417(2006)	オンライン購読中
Materials Science & Engineering. B.	1(1988)-125(2005)	
Materials Science & Engineering. C.	[1(1993)],2-25(2005)	
Materials Science & Engineering. R.	10(1993)-51(2006)	
Materials Science and Technology.	1(1985)-22,24-29(2013)	
Materials Transactions.*	42(2001)-56(2015)+	オンライン購読中
Mercury.	12(1983)-36(2007)	
Metallurgical and Materials Transactions. A.	25(1994)-44(2013)	オンライン購読中
Meteoritics & Planetary Science.	31(1996)-35,[36],37-48(2013)	オンライン購読中
Microwave Journal.	6(1963)-10,[11],12-49,51-58(2015)+	
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.	110(1950)-129,[131-229],230-436(2013)	オンライン購読中
NASA Tech Briefs.	[15(1991)],16-31,33-37,[38],39(2015)+	
Nature.	213(1967)-215,[216-452],453-504(2013)	オンライン購読中
Nature Digest		オンライン購読中
Nature Geoscience.		オンライン購読中
Nature Materials		オンライン購読中
Nature Physics		オンライン購読中
Optical Engineering.	11(1972)-18,21-45,[46],47-52(2013)	オンライン購読中
Origins of Life and Evolution of Biospheres.	15(1984)-43(2013)	オンライン購読中
PASJ : Publications of the Astronomical Society of Japan.	1(1949)-66(2014)+	オンライン購読中
Philosophical Magazine.	1(1926)-93(2013)	オンライン購読中
Physica Scripta.	25(1982)-52,[53],54-82(2010)	オンライン購読中
Physical Review. A.	1(1970)-88(2013)	オンライン購読中
Physical Review. B.	1(1970)-6,[7-9],10-88(2013)	オンライン購読中
Physical Review. C.	1(1970)-88(2013)	オンライン購読中
Physical Review. D.	1(1970)-7,[8],9-88(2013)	オンライン購読中
Physical Review. E.	47(1993)-88(2013)	オンライン購読中
Physical Review Letters.	1(1958)-75,[76],77-111(2013)	オンライン購読中
Physics of the Earth and Planetary Interiors.	[43(1986)-58],59-183(2010)	
Physics of Fluids.	1(1989)-25(2013)	オンライン購読中
Physics of Plasmas.	1(1994)-20(2013)	オンライン購読中
Physics Today.	[19(1966)],20-28,39-66(2013)	オンライン購読中
Planetary and Space Science.	1(1959)-42,[43],44-58(2010)	オンライン購読中
Plasma Chemistry and Plasma Processing.		オンライン購読中
Plasma Sources Science and Technology.		オンライン購読中
Proceedings : Mathematical, Physical and Engineering Sciences.	381(1982)-461,[462],463-469(2013)	
Proceedings of the Combustion Institute.		オンライン購読中

タイトル	所蔵巻号 [ ]内は欠号あり.	
Progress in Aerospace Science.	11(1970)-33,[34(1998)]	オンライン購読中
Progress of Theoretical Physics.	1(1946)-128(2012)//	
Progress of Theoretical Physics. Supplement.	78(1984)-197(2012)//	
Propellants, Explosives, Pyrotechnics.	7(1982)-37(2012)+	オンライン購読中
Publications of the Astronomical Society of the Pacific.	85(1973)-89,95-125(2013)	オンライン購読中
Radio Science.	1(1966)-2,[3],4-32,[33],34-48(2013)	オンライン購読中
Review of Scientific Instruments.	1(1930)-84(2013)	オンライン購読中
Reviews of Geophysics.	1(1963)-4,[5],6-51(2013)	オンライン購読中
Reviews of Modern Physics.	2(1930)-85(2013)	オンライン購読中
SIAM Journal on Control and Optimization.	20(1982)-51(2013)	
Science.	[103(1946)-275],276-342(2013)	オンライン購読中
Science Express.		オンライン購読中
Scientific American.	[126(1922)-276],277-313(2015)+	
Scripta Materialia.	34(1996)-64(2011)	オンライン購読中
Shock Waves.		オンライン購読中
Sky & Telescope.	33(1967)-52,[53],54-118,120-128(2014)+	
Solar Energy Materials & Solar Cells.	25(1992)-45,[46],47-49(1997)	
Solar Physics.	1(1967)-220,223-288(2013)	オンライン購読中
Solid-State Electronics.	8(1965)-39,[40-46(2002)]	
Space Research Today.	170(2007)-179(2009/10)	オンライン購読中
Space Science Reviews.	1(1962)-7,[9-110],112-181(2014)	オンライン購読中
Spaceflight.	2(1959/1960)-57(2014)+	
Transactions of the ASME. Journal of Applied Mechanics.	49(1982)-80(2013)	
Transactions of the ASME. Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control.	104(1982)-135(2013)	
Transactions of the ASME. Journal of Fluids Engineering.	104(1982)-135(2013)	
Transactions of the ASME. Journal of Heat Transfer.	104(1982)-135(2013)	オンライン購読中
Transactions of the ASME. Journal of Vibration and Acoustics.	112(1990)-135(2013)	
Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences.*		オンライン購読中
Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences,Aerospace Technology Japan.*		オンライン購読中
( *印は国内欧文雑誌)		

## 和文雑誌

タイトル	所蔵巻号
朝日新聞縮刷版	355(1951/s.26)-495,497-1134(2015/h.27)+
分光研究	35(1986/s.61)-63(2014/h.26)+
大学図書館研究	8(1976/s.51)-101(2013/2014)(h.25/26)+
大学図書館協力ニュース	継続購読中
電子情報通信学会論文誌 A	70(1987/s.62)-97(1-3)(2014/h.26)//
電子情報通信学会論文誌 B	70(1987/s.62)-97(1-3)(2014/h.26)//
電子情報通信学会論文誌 C	70(1987/s.62)-73,[74],75-83(2000/h.12)- 97(1-3)(2014/h.26)//
電子情報通信学会論文誌 D	70(1987/s.62)-97(1-3)(2014/h.26)//
電子情報通信学会誌	70(1987/s.62)-98(2015/h.27)+
EXPLOSION	1(1991/h.3)-23(2012/2013)(h.24/25)
Electrochemistry (電気化学及び工業物理化学)	[29(1961/s.36)-40],41-83(2015/h.27)+
ふえらむ：日本鉄鋼協会会報	1(1996/h.8)-20(2015/h.27)+
JIS (日本工業規格) 追録 A 土木及び建築	継続購読中
JIS (日本工業規格) 追録 B 一般機械	継続購読中
JIS (日本工業規格) 追録 C 電子機器及び電子機械	継続購読中
JIS (日本工業規格) 追録 G 鉄鋼	継続購読中
JIS (日本工業規格) 追録 H 非鉄金属	継続購読中
JIS (日本工業規格) 追録 K 化学	継続購読中
JIS (日本工業規格) 追録 W 航空	継続購読中
JIS (日本工業規格) 追録 X 情報処理	継続購読中
JIS (日本工業規格) 総目録	継続購読中
時刻表	継続購読中
情報の科学と技術	継続購読中
情報処理	[11(1970/s.45)-25],26-56(2015/h.27)+
科学	1(1931/s.6)-29,[30-70],71-85(2015/h.27)+
軽金属	10(1960/s.35)-18,[19-37],39-65(2015/h.27)+
計測自動制御学会論文集	22(1986/s.51)-51(2015/h.27)+
計測と制御	[8(1969/s.44)-24],25-54(2015/h.27)+
高分子論文集	37(1980/s.55)-38,42-72 (2015/h.27)+

航空宇宙技術	オンライン購読中
固体物理	15(1980/s.55)-16,[20-41],43-50(2015/h.27)+
まてりあ 日本金属学会会報	33(1994/h.6)-54(2015/h.27)+
ニュートン	継続購読中
日経サイエンス	継続購読中
日本物理学会誌	1(1946/s.21)-70(2015/h.27)+
日本エネルギー学会誌	71(1992/h.4)-94(2015/h.27)+
日本複合材料学会誌	6(1980/s.55)-40(2014/h.26)+
日本原子力学会誌	6(1964/s.39)-19,[20],21-57(2015/h.27)+
日本ゴム協会誌	1(1928/s.3)-53,[58-72],73-88(2015/h.27)+
日本建築学会環境系論文集	566(2003/h.15)-622:73-80(2015/h.27)
日本建築学会計画系論文集	455(1994/h.6)-622:73-80(2015/h.27)
日本建築学会構造系論文集	455(1994/h.6)-622:73-80(2015/h.27)
日本機械学会誌	49(1946/s.21)-118(2015/h.27)+
日本金属学会誌	32(1968/s.43)-79(2015/h.27)+
日本航空宇宙学会誌	16(1968/s.43)-62(2014/h.26)+
日本航空宇宙学会論文集	47(1999/h.11)-61(2013/h.25)+
日本ロボット学会誌	[2(1984/s.59)-10],[11-32(2014/h.26)+
応用物理	40(1971/s.46)-47,[48],49-84(2015/h.27)+
パリティ	6(1991/h.3),[7],8-29(2014/h.26)+
繊維学会誌	31(1975/s.50)-44,[45],46-71(2015/h.27)+
真空	[5(1962/s.37)-23],28-58(2015/h.27)+
数理科学	29(1991/h.3),32-53(2015/h.27)+
天文月報	77(1984/s.59)-108(2015/h.27)+
鉄と鋼	58(1972/s.47)-73,[74],75-101(2015/h.27)+
図書館雑誌	21(1927/s.2)-38,[40-90],91-109(2015/h.27)+
有機合成化学協会誌	1(1943/s.18)-13,15-21,23-73(2015/h.27)+
遊星人	1(1992/h.4)-23(2014/h.26)+
材料とプロセス	7(1994/h.6)-28(2015/h.27)+

新聞

- Japan Times
- 朝日新聞
- 科学新聞
- 毎日新聞

- 日本経済新聞
- 日刊工業新聞
- 東京大学新聞
- 読売新聞

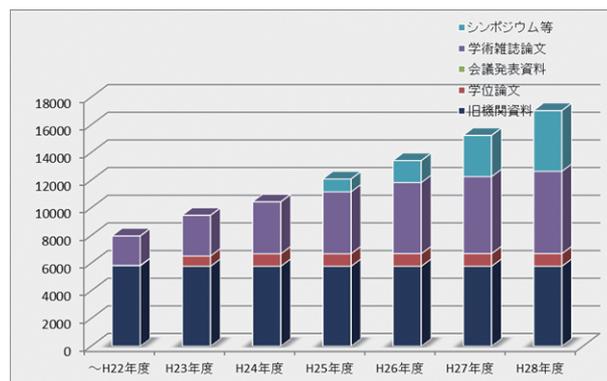
2. JAXA リポジトリ

JAXA リポジトリでは、おもに JAXA が刊行する文献や学術雑誌論文、学位論文、JAXA 及び ISAS 主催シンポジウムの講演集等を公開しており、研究開発の成果をまとめた文献等の書誌情報や本文（一部除く）を閲覧することができる。

<https://repository.exst.jaxa.jp/dspace/>



JAXA リポジトリ TOP 画面



JAXA リポジトリ登録件数 (ISAS 分)

平成 21 年の JAXA リポジトリの開始以来、ISAS では毎年約 1,000 件以上のデータを登録し、着々と登録件数を増やし、リポジトリ = 貯蔵庫としての役割を果たしている。

平成 25 年度より ISAS 主催のシンポジウムの成果の発表の場として、リポジトリを活用する動きが活発となり、多くの ISAS 主催シンポジウムの本文データをリポジトリ

りにて公開し、講演集として利用されている。本年度からは ISAS 主催のみならず、JAXA 主催のシンポジウムの講演集も登録されるようになった。またシンポジウムだけでなく、観測データ等の登録も開始し、機構独自の成果の公表の場として広く活用されている。

平成 28 年度の JAXA リポジトリのアクセス数は年間 100 万回を超えており、特に JAXA 出版物やシンポジウム講演集のダウンロード数が年々増加している。本年度より JAXA 出版物の一部（査読誌）に DOI (Digital Object

Identifier: 電子データのコンテンツに付与される国際的な識別子) の付与を開始した。これによりコンテンツへの恒久的なアクセスを図るとともに、機構の学術コンテンツのオープンアクセス化の一端を担っている。

また、毎年査読付き学術雑誌論文の登録、リクエスト登録の受付も継続して行っている。今後は学術雑誌論文等の本文データ（学協会の著作権ポリシーに基づき、著者版または出版社版を登録）の増加、検索・閲覧の利便性の向上に努めていきたい。

## 4. 広報・普及

### はじめに

広報・アウトリーチ活動は、施設公開、地域連携、科学館連携を柱に、従来宇宙科学にあまり接点を持たなかった層に広く門戸を開くことを優先的に取り組んできた。平成 26 年度からは、宇宙科学の研究成果や宇宙科学研究所の活動紹介など、いわゆる広報活動に積極的に取り組んでいる。

### 1. 事業等の広報

研究成果やプロジェクトのマイルストーンに関する内容などの報道発表（プレスリリース）を実施している。報道発表は広報部との調整の下、記者会見やインターネットを通じた情報発信を行った。平成 27 年度末に打上げ後約一ヶ月の X 線天文衛星 ASTRO-H (ひとみ) の不具合事象が発生した。そのため平成 28 年度の 4 月・5 月は ASTRO-H の状況や原因究明状況、運用断念、今後対策に関する情報発信を行った。6 月以降は、一月あたり 2-3 回のペースでプレスリリース/お知らせを発出し、積極的な広報活動を行う状況にもどった。また、ジオスペース探査衛星「ERG」(あらせ) の機体報道公開を相模原と内之浦で開催し、打上げ中継用のビデオの制作やプレスキットの作成も行った。

### 2. 施設公開の拡充

展示室や屋外見学コースの内容を拡充するとともに、特別公開、団体見学、自由見学を通じて施設公開の充実を進めている。

展示室を含む見学コースの土日を含む常時公開の継続と周知によって、団体見学と自由見学の総数も 50,443 名だった。

平成 22 年度から学生アルバイトを用いて開始した土日祝の質問コーナーは順調で、来場者の満足度も高い。学生に広い見識を修得させるための教育効果の点でも有効である。土日祝日限定で実施を開始したロケット発射音響体験が好評であり、繰り返し来場する例もみられるようになった。

平成 28 年度の特別公開は 7 月末の金土の二日間開催し、来場者数は約 13,800 名だった。会場の分散化や動線の確保等の工夫により、来場者数の割には混雑感を軽減することができた。

施設見学のニーズと所の情報発信力を強化するため、また地域連携の拠点として新たな展示機能をもつ施設を設置するプロジェクトを進めている。

### 3. 地域連携の強化

相模原市および東京国立近代美術館との協定のもと、特に相模原市との合同イベント（地域のお祭りでの観望会や公民館での講座など）や市立学校向け講座を多数実施するとともに、市立博物館とセットでの見学を実現し、宇宙科学になじみのない層への興味喚起を図った。市のコミュニティ FM へのレギュラー出演や、地域のスポーツ施設などを通じた広報普及活動も行った。

### 4. 他団体との連携事業

科学館や公民館、学校などからの講師派遣依頼にも積極的に対応している。また、全国の科学館・博物館や百貨店などで行う特別展や企画展のための模型やパネルの貸出し依頼に対応するほか、イベントによっては企画段階から参画している。

全国科学館連携協議会と連携し、6 種類の巡回パネル展（総来場者数 29.8 万人以上）などを通じて全国の科学館の宇宙科学関連企画展を支援した。

主催行事である「宇宙学校」では、相模原・東京他を含む 10 か所で実施し、延べ 3,000 人以上の参加を得た。高校生を対象にした体験型教育プログラム「君が作る宇宙ミッション(きみっしょん)」も継続して開催している。

### 5. その他

所のポータルウェブサイトをリニューアルし、公開した。新しいウェブサイトでは、スマホ対応やフロントやレイアウトを工夫して視認性を高めている。また、『ISAS ニュース』を 12 回発行した。

## XII. 成果発表

### 1. 研究成果の発表状況等

項目	実績	参照
1. Web of Science による発表状況		
1) 著名な学術誌での論文数 (*注)	Science 2 編 / Nature 1 編	図 1
2) 高被引用論文数 (共著者に ISAS 所属の著者を含む)	57 編	図 2
3) 国際共著率	研究分野平均 53% (平成 15 年度-平成 28 年度)	図 3, 図 4
4) 査読付き学術雑誌論文 (2016 年)	345 編	図 5
2. JAXA 出版物 (ISAS 出版分)	12 件 (RR: 7 件, RM: 3 件, SP: 2 件)	XII-2 (p.147)
3. 外部の学術雑誌等に発表のもの		
s. 単行本に発表のもの	9 件	XII-3-a (p.147~)
b. 査読付き学術誌に発表のもの	379 編	XII-3-b (p.148~)
4. 外部の国内, 国際会議等に発表のもの	電子版に掲載	電子版に掲載
5. 表彰・受賞	33 件	XII-5 (p.166~)
6. 特許権等	出願公開 19 件, 特許登録 8 件	XII-6 (p. 168~)

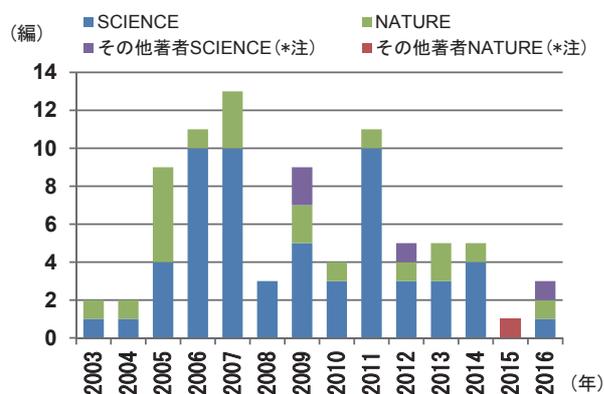


図 1 Science 及び Nature 掲載論文数の推移 (暦年)

\*注:「その他の著書」とは, ISAS 所属以外の研究者による ISAS 衛星を使った成果

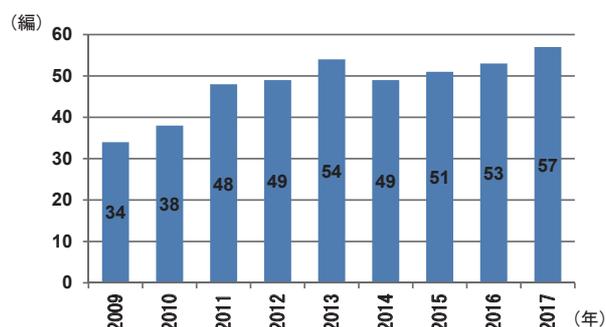


図 2 高被引用論文数の推移

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.

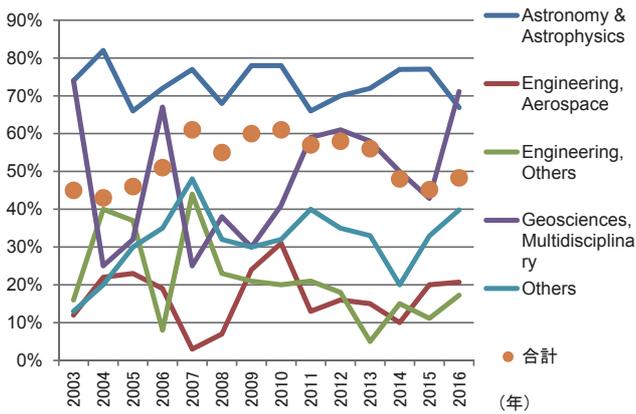


図3 研究分野別の国際共著率の推移

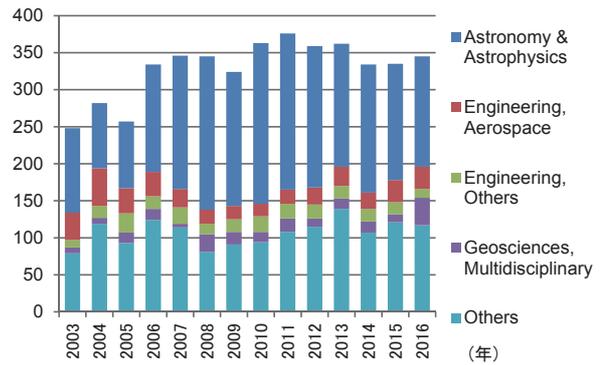


図4 研究分野別の論文数の推移

- 研究分野 : Astronomy&Astrophysics (宇宙物理・天文学), Engineering,Aerospace (宇宙工学), Engineering,Others (その他の工学), Geosciences,Multidisciplinary (地球・惑星科学)
- 打上げ実績 : 2003 年はやぶさ / 2005 年すざく, あかり, れいめい / 2006 年ひので / 2007 年かぐや / 2010 年あかつき

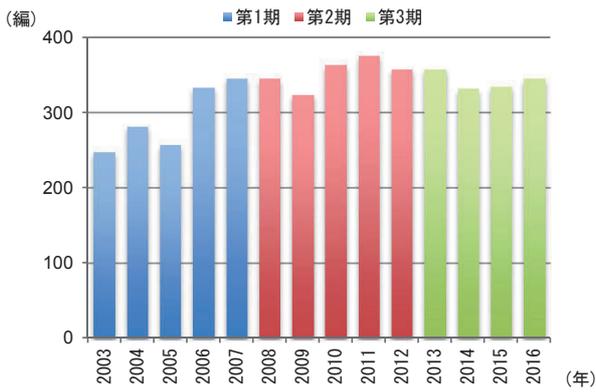


図5 論文数の推移

ISAS の研究者を共著者を含む論文の中で、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2016年1月~12月。(平成29年3月末現在)

## 2. JAXA 出版物 (ISAS 出版分)

所内の研究成果の一部は、JAXA 出版物として毎年刊行される。JAXA 出版物の種類としては、「研究開発報告 (JAXA Research and Development Report : 略称 RR)」や「研究開発資料 (JAXA Research and Development Memorandum : 略称 RM)」、「特別資料 (JAXA Special Publication : 略称 SP)」等がある。このうち「RR」は、「宇宙科学研究所報告 (ISAS Report)」を継承するものである。

また、JAXA 出版物として刊行されたものについては、原則として JAXA リポジトリに登録され、インターネット上で公開されている。本年度より「RR」に DOI (Digital Object Identifier) を付与することとなった。

### 研究開発報告 (JAXA Research and Development Report) (2016/4~2017/3)

機構の研究開発成果を学術論文等の形に取りまとめたもので、査読の結果、科学的もしくは技術的観点から刊行する価値を有すると認められたもの。

RR-16-006

松永浩貴, 伊里友一朗, 勝身俊之, 松本幸太郎, 羽生宏人: 高エネルギー物質研究会 平成 28 年度成果報告書

RR-16-007

宇宙科学情報解析論文誌 第六号

RR-16-008

大気球研究報告

RR-16-009

奥野 衛, 吉岡和夫, 三浦弥生, 長勇一郎, 齋藤義文, 杉田精司: 火星探査におけるネオン測定に向けた分別膜の性能評価

RR-16-010E

Keiko Matsuta, et al.: MID-INFRARED VARIABILITY OF ACTIVE GALACTIC NUCLEI WITH THE AKARI AND WISE ALL-SKY SURVEYS

RR-16-011

桑原正輝, 吉岡和夫, 村上 豪, 鈴木文晴, 疋田伶奈, 吉川一朗: ヨウ化セシウムを蒸着したマイクロチャンネルプレートの感度の安定性に関する研究

RR-16-012

疋田伶奈, 吉岡和夫, 村上 豪, 桑原正輝, 吉川一朗: ひさき衛星搭載の極端紫外分光撮像装置 (EXCEED) の回析格子の性能評価

### 研究開発資料 (JAXA Research and Development Memorandum) (2016/4~2017/3)

機構の研究開発成果のうち、速報性または資料的観点から刊行する価値を有するもので、例えば、研究開発の現況報告、技術試験報告、実験・観測データ、一次資料データを取りまとめたものなど。

RM-16-003

寺本万里子, 松岡彩子, 野村麗子: ジオスペース探査 (ERG) 衛星に搭載される磁場観測器 (MGF) センサの地上較正試験結果

RM-16-008

後藤祐紀, 郭 哲也, 春山純一, 三宅 互: 火星エリシウム山麓における縦孔陥没地形リスト

RM-16-009

齋藤優里, 櫛田果鈴, 春山純一: 月の地下空洞内における水分子の熱的飛行挙動: その 1

### 特別資料 (JAXA Special Publication) (2016/4~2017/3)

機構の研究開発成果のうち、プロジェクト等の活動報告、成果報告、研究会議の前刷集や後刷集など。

SP-16-009E

Masanao Abe, et al.: Hayabusa Asteroid Sample catalog 2016

SP-16-014

2016 年 第 1 回重力天体 (月、火星) 着陸探査シンポジウム: 後刷り

## 3. 外部の学術雑誌等に発表のもの

### a. 単行本に発表のもの

春山純一 著: 月のクイズに挑戦! : Amazon/ロビー出版 (Kindle 版) : (2016)

春山純一 著: 月の縦孔とは何か : Amazon/ロビー出版

(Kindle 版) : (2016)

吉川 真 訳: COSMOS-インフォグラフィックスでみる宇宙 : 丸善 : (2016)

- 山下美樹, 森 治 著 : 世界初の宇宙ヨット「イカロス」  
～太陽の光で宇宙の大海原を翔ける!～ : 文溪堂 :  
(2016)
- L. De Luca, T. Shimada, V. P. Sinditskii, M. Calabro (Edi-  
tors) : Chemical Rocket Propulsion -A Comprehensive  
Survey of Energetic Materials- : Springer Aerospace  
Technology : (2016)
- 曾根理嗣 : 第 7 章第 3 節. 宇宙におけるリチウムイオン  
二次電池の長期運用を実現する技術背景 - 「れいめ  
い」衛星等の小型衛星からのレッスンズ・ラウンド

として : 「リチウムイオン二次電池の長期信頼性と  
性能確保」監修 小山昇 : pp. 412-425 : サイエンス&  
テクノロジー : (2016)

- 曾根理嗣 : 第三節 宇宙探査から水素利用社会へ : pp.  
94-102 : 「再生可能エネルギーによる水素製造」:  
S&T 出版 : (2016)
- 羽生宏人ほか : 第 16 章. 宇宙機推進剤用イオン液体の  
開発 : 「イオン液体研究最前線と社会実装」監修 渡  
邊正義 : シーエムシー出版 : (2016)

### b. 査読付き学術誌に発表のもの

- H. Chen, et al. Phasing Delta-V for transfers from  
Sun-Earth halo orbits to the Moon. *Acta Astronautica*,  
Vol.127, 464-473 (2016)  
DOI: 10.1016/j.actaastro.2016.05.003
- T. Chujo, et al. Evaluation of Transient Response of Spin-  
ning Solar Sail with Flexible Membrane by Eigenfunc-  
tion Analysis and Continuum Analysis. *Acta Astro-  
nautica*, Vol.127, 542-552 (2016)  
DOI: 10.1016/j.actaastro.2016.06.042
- J. P. Sanchez, et al. Asteroid Retrieval Missions enabled by  
Invariant Manifold Dynamics. *Acta Astronautica*, Vol.127,  
667-677 (2016) DOI: 10.1016/j.actaastro.2016.05.034
- O. Khurshid, et al. Small Satellite Attitude Determination  
during Plasma Brake Deorbiting Experiment. *Acta As-  
tronautica*, Vol.129, 52-58 (2016)  
DOI: 10.1016/j.actaastro.2016.08.035
- J. Matsumoto, et al. Concept of a self-pressurized feed sys-  
tem for liquid rocket engines and its fundamental ex-  
periment results. *Acta Astronautica*, Vol.133, 166-176  
(2017) DOI: 10.1016/j.actaastro.2017.01.017
- H. Masuda, et al. Two-dimensional grain boundary sliding  
and mantle dislocation accommodation in ODS ferritic  
steel. *Acta Materialia*, Vol.120, 205-215 (2016)  
DOI: 10.1016/j.actamat.2016.08.034
- T. Hirai, et al. Data screening and reduction in interplane-  
tary dust measurement by IKAROS-ALADDIN. *Ad-  
vances in Space Research*, Vol.59(6), 1450-1459 (2017)  
DOI: 10.1016/j.asr.2016.12.023
- K. Chiba, et al. Extinction-reignition superiority in a sin-  
gle-stage sounding hybrid rocket. *Aerospace Science  
and Technology*, Vol.58, 437-444 (2016)  
DOI: 10.1016/j.ast.2016.09.010
- N. Sakatani, et al. Thermal conductivity model for powdered  
materials under vacuum based on experimental stud-  
ies. *AIP Advances*, Vol.7(1), 15310 (2017)  
DOI: 10.1063/1.4975153
- P. S. D. Campos, et al. Evaluation of Respiratory Move-  
ments in a Murine Model Mimicking Different Stages  
of Parkinson's Disease. *American Journal of Respiratory  
and Critical Care Medicine*, Vol.193, A5987 (2016)
- T. Matsumura, et al. Millimeter-wave Broadband Antireflec-  
tion Coatings using Laser Ablation of Subwavelength  
Structures. *Applied Optics*, Vol.55(13), 3502-3509 (2016)  
DOI: 10.1364/ao.55.003502
- Y. Inoue, et al. Two-layer anti-reflection coating with mul-  
tiple and polyimide foam for large-diameter cryogenic  
infrared filters. *Applied Optics*, Vol.55(34), D22-D28  
(2016) DOI: 10.1364/ao.55.000d22
- V. N. Kumar, et al. Effects of varying indium composition on  
the thermoelectric properties of  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Sb}$  ternary al-  
loys. *Applied Physics A-Materials Science & Processing*,  
Vol.122(10), 885 (2016)  
DOI: 10.1007/s00339-016-0409-9
- J. Kwon, et al. Near-Infrared Circular and Linear Polarime-  
try of Monoceros R2. *Astronomical Journal*, Vol.152(3),  
67 (2016) DOI: 10.3847/0004-6256/152/3/67
- K. K. Madsen, et al. Iachec Cross-Calibration of Chandra,  
NuStar, Swift, SUZAKU, XMM-NEWTON with 3C 273  
ANDPKS 2155-304. *Astronomical Journal*, Vol.153(1), 2  
(2017) DOI: 10.3847/1538-3881/153/1/2
- Y. Yang, et al. Near-Infrared Imaging Polarimetry of Inner  
Region of GG Tau a Disk. *Astronomical Journal*,  
Vol.153(1), 7 (2017) DOI: 10.3847/1538-3881/153/1/7
- M. G. Kim, et al. Low-Resolution Near-infrared Stellar  
Spectra Observed by the Cosmic Infrared Background  
Experiment (CIBER). *Astronomical Journal*, Vol.153(2),  
84 (2017) DOI: 10.3847/1538-3881/153/2/84
- J. Kim, et al. Near-infrared Polarimetric Study of the  
N159/N160 Star-forming Complex in the Large Magel-  
lanic Cloud. *Astronomical Journal*, Vol.153(3), 126  
(2017) DOI: 10.3847/1538-3881/aa5cb1
- T. Hori, et al. Broadband X-ray study of the galactic black

- hole binary 4U 1630-47 with Suzaku. *Astronomische Nachrichten*, Vol.337(4-5), 467-472 (2016)  
 DOI: 10.1002/asna.201612331
- M. Mizumoto, et al. Variability of the X-ray broad iron spectral features in active galactic nuclei and black-hole binaries. *Astronomische Nachrichten*, Vol.337(4-5), 507-511 (2016) DOI: 10.1002/asna.201612338
- T. Taki, et al. Dust and gas density evolution at a radial pressure bump in protoplanetary disks. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.591, A86 (2016)  
 DOI: 10.1051/0004-6361/201527732
- N. Ben Bekhti, et al. HI4PI: a full-sky H I survey based on EBHIS and GASS. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.594, A116 (2016) DOI: 10.1051/0004-6361/201629178
- T. Mizuki, et al. High-contrast imaging of epsilon Eridani with ground-based instruments. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.595, A79 (2016)  
 DOI: 10.1051/0004-6361/201628544
- A. Masini, et al. The Phoenix galaxy as seen by NuSTAR. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.597, A100 (2017)  
 DOI: 10.1051/0004-6361/201629444
- H. Abdalla, et al. First limits on the very-high energy gamma-ray afterglow emission of a fast radio burst. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.597, A115 (2017)  
 DOI: 10.1051/0004-6361/201629117
- R. Kooistra, et al. Radial decoupling of small and large dust grains in the transitional disk RX J1615.3-3255. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.597, A132 (2017)  
 DOI: 10.1051/0004-6361/201628696
- D. Perna, et al. Spectral and rotational properties of near-Earth asteroid (162173) Ryugu, target of the Hayabusa2 sample return mission. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.599, L1 (2017)  
 DOI: 10.1051/0004-6361/201630346
- Y. Asaoka, et al. Energy Calibration of CALET onboard the International Space Station. *Astroparticle Physics*, Vol.91, 1-10 (2017)  
 DOI: 10.1016/j.astropartphys.2017.03.002
- S. Furui, et al. An X-Ray Spectral Model of Reprocessing by Smooth and Clumpy Molecular TORI in Active Galactic Nuclei with the Monaco Framework. *Astrophysical Journal*, Vol.818(2), 164 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/818/2/164
- R. J. van Weeren, et al. LOFAR, VLA, and CHANDRA Observations of the Toothbrush Galaxy Cluster. *Astrophysical Journal*, Vol.818(2), 204 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/818/2/204
- M. Ackermann, et al. Contemporaneous Broadband Observations of Three High-Redshift BL LAC Objects. *Astrophysical Journal*, Vol.820(1), 72 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/820/1/72
- J. A. ZuHone, et al. Simulating ASTRO-H Observations of Sloshing Gas Motions in the Cores of Galaxy Clusters. *Astrophysical Journal*, Vol.821(1), 6 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/821/1/6
- S. Hamano, et al. Near Infrared Diffuse Interstellar Bands Toward the Cygnus OB2 Association. *Astrophysical Journal*, Vol.821(1), 42 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/821/1/42
- Y. Yun, et al. SiO Masers around WX PSC Mapped with the KVN and VERA Array (KaVA). *Astrophysical Journal*, Vol.822(1), 3 (2016) DOI: 10.3847/0004-637x/822/1/3
- K. Abe, et al. Measurements of Cosmic-Ray Proton and Helium Spectra from the BESS-POLAR Long-Duration Balloon Flights over ANTARCTICA. *Astrophysical Journal*, Vol.822(2), 65 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/822/2/65
- Y. T. Tanaka, et al. No Evidence of Intrinsic Optical/Near-Infrared Linear Polarization for V404 Cygni During Its Bright Outburst in 2015: Broadband Modeling and Constraint on Jet Parameters. *Astrophysical Journal*, Vol.823(1), 35 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/823/1/35
- Y. Terada, et al. Measurements of the Soft Gamma-Ray Emission from SN2014J with SUZAKU. *Astrophysical Journal*, Vol.823(1), 43 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/823/1/43
- A. Siemiginowska, et al. X-Ray Properties of the Youngest Radio Sources and Their Environments. *Astrophysical Journal*, Vol.823(1), 57 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/823/1/57
- J. Kwon, et al. Near-Infrared Imaging Polarimetry of GGD 27: Circular Polarization and Magnetic Field Structures. *Astrophysical Journal*, Vol.824(2), 95 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/824/2/95
- A. Masters, et al. Suprathermal Electrons at Saturn's Bow Shock. *Astrophysical Journal*, Vol.826(1), 48 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/826/1/48
- L. Gu, et al. Galaxy Infall by Interacting with its Environment: A Comprehensive Study of 340 Galaxy Clusters. *Astrophysical Journal*, Vol.826(1), 72 (2016)  
 DOI: 10.3847/0004-637x/826/1/72
- S.-J. Lin, et al. The Intrinsic Abundance Ratio and X-Factor of CO Isotopologues in L 1551 Shielded from FUV Photodissociation. *Astrophysical Journal*, Vol.826(2), 193 (2016) DOI: 10.3847/0004-637x/826/2/193
- Y. Hagiwara, et al. A Search for Submillimeter H<sub>2</sub>O Masers in Active Galaxies: The Detection of 321 GHz H<sub>2</sub>O Maser Emission in NGC 4945. *Astrophysical Journal*, Vol.827(1), 69 (2016)

- DOI: 10.3847/0004-637x/827/1/69
- Y. Inoue, et al. Baryon Loading Efficiency and Particle Acceleration Efficiency of Relativistic Jets: Cases for Low Luminosity BL Lacs. *Astrophysical Journal*, Vol.828(1), 13 (2016) DOI: 10.3847/0004-637x/828/1/13
- S. Nitta, et al. Critical Differences of Asymmetric Magnetic Reconnection from Standard Models. *Astrophysical Journal*, Vol.828(1), 63 (2016)  
DOI: 10.3847/0004-637x/828/1/63
- R. R. S. de Mendonca, et al. The Temperature Effect in Secondary Cosmic Rays (Muons) Observed at the Ground: Analysis of the Global Muon Detector Network Data. *Astrophysical Journal*, Vol.830(2), 88 (2016)  
DOI: 10.3847/0004-637x/830/2/88
- R. Kanoh, et al. HINODE and IRIS Observations of the Magnetohydrodynamic Waves Propagating from the Photosphere to the Chromosphere in a Sunspot. *Astrophysical Journal*, Vol.831(1), 24 (2016)  
DOI: 10.3847/0004-637x/831/1/24
- T. J. Okamoto, et al. Helical Motions of Fine-Structure Prominence Threads Observed by HINODE and IRIS. *Astrophysical Journal*, Vol.831(2), 126 (2016)  
DOI: 10.3847/0004-637x/831/2/126
- K. Hamaguchi, et al. Discovery of Rapidly Moving Partial X-Ray Absorbers within Gamma Cassiopeiae. *Astrophysical Journal*, Vol.832(2), 140 (2016)  
DOI: 10.3847/0004-637x/832/2/140
- M. Kubo, et al. Discovery of Ubiquitous Fast-Propagating Intensity Disturbances by the Chromospheric Lyman Alpha Spectropolarimeter (CLASP). *Astrophysical Journal*, Vol.832(2), 141 (2016)  
DOI: 10.3847/0004-637x/832/2/141
- S. Katsuda, et al. Two Distinct-Absorption X-Ray Components from Type II<sub>n</sub> Supernovae: Evidence for Asphericity in the Circumstellar Medium. *Astrophysical Journal*, Vol.832(2), 194 (2016)  
DOI: 10.3847/0004-637x/832/2/194
- R. Mikami, et al. Wide-Band Spectra of Giant Radio Pulses from the Crab Pulsar. *Astrophysical Journal*, Vol.832(2), 212 (2016) DOI: 10.3847/0004-637x/832/2/212
- T. Kawate, et al. Temporal Evolution and Spatial Distribution of White-Light Flare Kernels in a Solar Flare. *Astrophysical Journal*, Vol.833(1), 50 (2016)  
DOI: 10.3847/1538-4357/833/1/50
- M. Yamagishi, et al. Spatial Variations of PAH Properties in M17SW Revealed by Spitzer/IRS Spectral Mapping. *Astrophysical Journal*, Vol.833(2), 163 (2016)  
DOI: 10.3847/1538-4357/833/2/163
- K. Yano, et al. Star Formation in Ultraluminous Infrared Galaxies Probed with AKARI Near-Infrared Spectroscopy. *Astrophysical Journal*, Vol.833(2), 272 (2016)  
DOI: 10.3847/1538-4357/833/2/272
- E. V. Garcia, et al. SCEXAO and GPI Y JH Band Photometry and Integral Field Spectroscopy of the Young Brown Dwarf Companion to HD 1160. *Astrophysical Journal*, Vol.834(2), 162 (2017)  
DOI: 10.3847/1538-4357/834/2/162
- Y. Toba, et al. Clustering of Infrared-Bright Dust-Obscured Galaxies Revealed by the Hyper supprime-Cam and Wise. *Astrophysical Journal*, Vol.835(1), 36 (2017)  
DOI: 10.3847/1538-4357/835/1/36
- T. Oba, et al. Height-dependent Velocity Structure of Photospheric Convection in Granules and Intergranular Lanes with Hinode/SOT. *Astrophysical Journal*, Vol.836(1), 40 (2017)  
DOI: 10.3847/1538-4357/836/1/40
- T. Sato, et al. Multi-year X-Ray Variations of Iron-K and Continuum Emissions in the Young Supernova Remnant Cassiopeia A. *Astrophysical Journal*, Vol.836(2), 225 (2017) DOI: 10.3847/1538-4357/836/2/225
- S. Ueda, et al. Embedded Spiral Patterns in the Cool Core of the Massive Cluster of Galaxies Abell 1835. *Astrophysical Journal*, Vol.837(1), 34 (2017)  
DOI: 10.3847/1538-4357/aa5c3e
- S. Katsuda, et al. Spatially Resolved Spectroscopy of a Balmer-Dominated Shock in the Cygnus Loop: An Extremely Thin Cosmic-Ray Precursor?. *Astrophysical Journal Letters*, Vol.819(2), L32 (2016)  
DOI: 10.3847/2041-8205/819/2/L32
- H. Yamaguchi, et al. The Refined Shock Velocity of the X-Ray Filaments in the RCW 86 Northeast RIM. *Astrophysical Journal Letters*, Vol.820(1), L3 (2016)  
DOI: 10.3847/2041-8205/820/1/L3
- K. Sano, et al. First Detection of Galactic Latitude Dependence of Near-Infrared Diffuse Galactic Light from Dirbe Reanalysis. *Astrophysical Journal Letters*, Vol.821(1), L11 (2016) DOI: 10.3847/2041-8205/821/1/L11
- M. P. Koprowski, et al. A Resolved Map of the Infrared Excess in a Lyman Break Galaxy at  $z=3$ . *Astrophysical Journal Letters*, Vol.828(2), L21 (2016)  
DOI: 10.3847/2041-8205/828/2/L21
- O. Adriani, et al. CALET Upper Limits on X-Ray and Gamma-Ray Counterparts of GW151226. *Astrophysical Journal Letters*, Vol.829(1), L20 (2016)  
DOI: 10.3847/2041-8205/829/1/L20
- T. Kusune, et al. Magnetic Field of the Vela C Molecular Cloud. *Astrophysical Journal Letters*, Vol.830(2), L23 (2016) DOI: 10.3847/2041-8205/830/2/L23
- D. Oh, et al. A Resolved Near-Infrared Image of the Inner Cavity in the GM Aur Transitional Disk. *Astrophysical*

- Journal Letters*, Vol.831(1), L7 (2016)  
DOI: 10.3847/2041-8205/831/1/7
- A. Sanchez-Lavega, et al. Venus Cloud Morphology and Motions from Ground- Based Images at the Time of the AKATSUKI Orbit Insertion. *Astrophysical Journal Letters*, Vol.833(1), L7 (2016)  
DOI: 10.3847/2041-8205/833/1/7
- T. Currie, et al. Subaru/SCEXAO First-light Direct Imaging of a Young Debris Disk around HD 36546. *Astrophysical Journal Letters*, Vol.836(1), L15 (2017)  
DOI: 10.3847/2041-8213/836/1/L15
- Hitomi Collaboration Hitomi Constraints on the 3.5 keV Line in the Perseus Galaxy Cluster. *Astrophysical Journal Letters*, Vol.837(1), L15 (2017)  
DOI: 10.3847/2041-8213/aa61fa
- R. J. van Weeren, et al. Lofar Facet Calibration. *Astrophysical Journal Supplement Series*, Vol.223(1), 2 (2016)  
DOI: 10.3847/0067-0049/223/1/2
- F. Acero, et al. Development of the Model of Galactic Interstellar Emission for Standard Point-Source Analysis of Fermi/Large Area Telescope Data. *Astrophysical Journal Supplement Series*, Vol.223(2), 26 (2016)  
DOI: 10.3847/0067-0049/223/2/26
- P. E. Sheese, et al. Validation of ACE-FTS version 3.5 NOy species profiles using correlative satellite measurements. *Atmospheric Measurement Techniques*, Vol.9(12), 5781-5810 (2016) DOI: 10.5194/amt-9-5781-2016
- B. V. Sarli, et al. Selection and trajectory design to mission secondary targets. *Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy*, Vol.127(2), 233-258 (2017)  
DOI: 10.1007/s10569-016-9724-x
- R. Amrousse, et al. Hydroxylammonium nitrate (HAN)-based green propellant as alternative energy resource for potential hydrazine substitution: from lab scale to pilot plant scale-up. *Combustion and Flame*, Vol.176, 334-348 (2017)  
DOI: 10.1016/j.combustflame.2016.11.011
- M. K. Atamanov, et al. Investigation of Combustion and Thermal Analysis of Ammonium Nitrate with Carbonaceous Materials. *Combustion Science and Technology*, Vol.188(11-12), 2003-2011 (2016)  
DOI: 10.1080/00102202.2016.1220143
- N. Hiroshima, et al. Spin test of three-dimensional composite rotor for flywheel energy storage system. *Composite Structures*, Vol.136, 626-634 (2016)  
DOI: 10.1016/j.compstruct.2015.10.035
- Y. Xiao, et al. The Effect of Embedded Devices on Structural Integrity of Composite Laminates. *Composite Structures*, Vol.153, 21-29 (2016)  
DOI: 10.1016/j.compstruct.2016.06.007
- Y. Abe, et al. Conservative high-order flux-reconstruction schemes on moving and deforming grids. *Computers & Fluids*, Vol.139, 2-16 (2016)  
DOI: 10.1016/j.compfluid.2016.03.024
- Y. Ezoe, et al. Flight Model Measurements of the Porous Plug and Film Flow Suppression System for the ASTRO-H Soft X-ray Spectrometer Dewar. *Cryogenics*, Vol.74, 17-23 (2016)  
DOI: 10.1016/j.cryogenics.2015.12.004
- D. Harries, et al. Secondary submicrometer impact cratering on the surface of asteroid 25143 Itokawa. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol.450, 337-345 (2016)  
DOI: 10.1016/j.epsl.2016.06.033
- T. Satoh, et al. Development and in-flight calibration of IR2: 2-  $\mu$  m camera onboard Japan's Venus orbiter, Akatsuki. *Earth, Planets and Space*, Vol.68, 74 (2016)  
DOI: 10.1186/s40623-016-0451-z
- M. Nakamura, et al. AKATSUKI returns to Venus. *Earth, Planets and Space*, Vol.68, 75 (2016)  
DOI: 10.1186/s40623-016-0457-6
- T. Morimoto, et al. An Overview of VHF Lightning Observations by Digital Interferometry from ISS/JEM-GLIMS. *Earth, Planets and Space*, Vol.68, 145 (2016)  
DOI: 10.1186/s40623-016-0522-1
- Y. Daket, et al. Tectonic evolution of northwestern Imbrium of the Moon that lasted in the Copernican Period. *Earth, Planets and Space*, Vol.68, 157 (2016)  
DOI: 10.1186/s40623-016-0531-0
- H. Noda, et al. Laser link experiment with the Hayabusa2 laser altimeter for in-flight alignment measurement. *Earth, Planets and Space*, Vol.69, 2 (2017)  
DOI: 10.1186/s40623-016-0589-8
- K. Abe, et al. Occurrences, abundances, and compositional variations of cosmic symplectites in the Acfer 094 ungrouped carbonaceous chondrite. *Geochemical Journal*, Vol.51(1), 3-15 (2017) DOI: 10.2343/geochemj.2.0454
- T. Matsumoto, et al. Nanomorphology of Itokawa Regolith Particles: Application to Space-Weathering Processes Affecting the Itokawa Asteroid. *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, Vol.187, 195-217 (2016)  
DOI: 10.1016/j.gca.2016.05.011
- B. Lavraud, et al. Currents and associated electron scattering and bouncing near the diffusion region at Earth's magnetopause. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(7), 3042-3050 (2016) DOI: 10.1002/2016GL068359
- D. J. Gershman, et al. Electron dynamics in a subproton-gyroscale magnetic hole. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(9), 4112-4118 (2016)  
DOI: 10.1002/2016gl068545
- M. A. Shay, et al. Kinetic signatures of the region sur-

- rounding the X line in asymmetric (magnetopause) reconnection. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(9), 4145-4154 (2016) DOI: 10.1002/2016GL069034
- D. B. Graham, et al. Electron currents and heating in the ion diffusion region of asymmetric reconnection. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(10), 4691-4700 (2016) DOI: 10.1002/2016gl068613
- H. Hasegawa, et al. Decay of Mesoscale Flux Transfer Events during Quasi-Continuous Spatially Extended Reconnection at the Magnetopause. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(10), 4755-4762 (2016) DOI: 10.1002/2016gl069225
- S. Ruhunusiri, et al. MAVEN observations of partially developed Kelvin-Helmholtz vortices at Mars. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(10), 4763-4773 (2016) DOI: 10.1002/2016gl068926
- T. Hara, et al. MAVEN Observations of Magnetic Flux Ropes with a Strong Field Amplitude in the Martian Magnetosheath during the ICME Passage on 8 March 2015. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(10), 4816-4824 (2016) DOI: 10.1002/2016gl068960
- R. Nakamura, et al. Transient, small-scale field-aligned currents in the plasma sheet boundary layer during storm time substorms. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(10), 4841-4849 (2016) DOI: 10.1002/2016gl068768
- S. Wang, et al. Ion Demagnetization in the Magnetopause Current Layer Observed by MMS. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(10), 4850-4857 (2016) DOI: 10.1002/2016gl069406
- N. Sawada, et al. Constraints on Timing and Magnitude of Early Global Expansion of the Moon from Topographic Features in Linear Gravity Anomaly Areas. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(10), 4865-4870 (2016) DOI: 10.1002/2016gl068966
- M. Oieroset, et al. MMS observations of large guide field symmetric reconnection between colliding reconnection jets at the center of a magnetic flux rope at the magnetopause. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(11), 5536-5544 (2016) DOI: 10.1002/2016GL069166
- Yu. V. Khotyaintsev, et al. Electron jet of asymmetric reconnection. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(11), 5571-5580 (2016) DOI: 10.1002/2016GL069064
- N. Kitamura, et al. Shift of the magnetopause reconnection line to the winter hemisphere under southward IMF conditions: Geotail and MMS observations. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(11), 5581-5588 (2016) DOI: 10.1002/2016gl069095
- R. E. Denton, et al. Motion of the MMS spacecraft relative to the magnetic reconnection structure observed on 16 October 2015 at 1307UT. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(11), 5589-5596 (2016) DOI: 10.1002/2016gl069214
- S. Eriksson, et al. Magnetospheric Multiscale Observations of Magnetic Reconnection Associated with Kelvin-Helmholtz Waves. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(11), 5606-5615 (2016) DOI: 10.1002/2016gl068783
- W. Li, et al. Kinetic evidence of magnetic reconnection due to Kelvin-Helmholtz waves. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(11), 5635-5643 (2016) DOI: 10.1002/2016GL069192
- E. Yordanova, et al. Electron scale structures and magnetic reconnection signatures in the turbulent magnetosheath. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(12), 5969-5978 (2016) DOI: 10.1002/2016GL069191
- O. Le Contel, et al. Whistler Mode Waves and Hall Fields Detected by MMS during a Dayside Magnetopause Crossing. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(12), 5943-5952 (2016) DOI: 10.1002/2016gl068968
- T. Nagai, et al. Thick escaping magnetospheric ion layer in magnetopause reconnection with MMS observations. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(12), 6028-6035 (2016) DOI: 10.1002/2016gl069085
- T. D. Phan, et al. MMS observations of electron-scale filamentary currents in the reconnection exhaust and near the X line. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(12), 6060-6069 (2016) DOI: 10.1002/2016GL069212
- M. Andre, et al. Magnetic Reconnection and Modification of the Hall Physics due to Cold Ions at the Magnetopause. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(13), 6705-6712 (2016) DOI: 10.1002/2016gl069665
- C. Norgren, et al. Finite Gyroradius Effects in the Electron Outflow of Asymmetric Magnetic Reconnection. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(13), 6724-6733 (2016) DOI: 10.1002/2016gl069205
- S. Toledo-Redondo, et al. Cold Ion Demagnetization Near the X-line of Magnetic Reconnection. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(13), 6759-6767 (2016) DOI: 10.1002/2016gl069877
- H. Kita, et al. Characteristics of solar wind control on Jovian UV auroral activity deciphered by long-term Hisaki EXCEED observations: Evidence of preconditioning of the magnetosphere?. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(13), 6790-6798 (2016) DOI: 10.1002/2016gl069481
- S. H. Lee, et al. Inverse energy dispersion of energetic ions observed in the magnetosheath. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(14), 7338-7347 (2016) DOI: 10.1002/2016gl069840
- S. Wang, et al. Two-scale ion meandering caused by the po-

- larization electric field during asymmetric reconnection. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(15), 7831-7839 (2016) DOI: 10.1002/2016gl069842
- M. Ozaki, et al. Fast modulations of pulsating proton aurora related to subpacket structures of Pc1 geomagnetic pulsations at subauroral latitudes. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(15), 7859-7866 (2016) DOI: 10.1002/2016gl070008
- T. K. M. Nakamura, et al. Three-dimensional development of front region of plasma jets generated by magnetic reconnection. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(16), 8356-8364 (2016) DOI: 10.1002/2016gl070215
- T. D. Phan, et al. Ion Larmor radius effects near a reconnection X line at the magnetopause: THEMIS observations and simulation comparison. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(17), 8844-8852 (2016) DOI: 10.1002/2016GL070224
- A. Vorburger, et al. Transport of solar wind plasma onto the lunar nightside surface. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(20), 10586-10594 (2016) DOI: 10.1002/2016gl071094
- S. Perwitasari, et al. Three years of concentric gravity wave variability in the mesopause as observed by IMAP/VISI. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(22), 11528-11535 (2016) DOI: 10.1002/2016GL071511
- I. Yoshikawa, et al. Properties of hot electrons in the Jovian inner magnetosphere deduced from extended observations of the Io Plasma Torus. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(22), 11552-11557 (2016) DOI: 10.1002/2016GL070706
- G. Murakami, et al. Response of Jupiter's inner magnetosphere to the solar wind derived from extreme ultraviolet monitoring of the Io plasma torus. *Geophysical Research Letters*, Vol.43(24), 12308-12316 (2016) DOI: 10.1002/2016GL071675
- H. Kikuchi, et al. Simultaneous observations of optical lightning from space and LF band lightning waveforms from the ground. *Geophysical Research Letters*, Vol.44(2), 1123-1131 (2017) DOI: 10.1002/2016GL071783
- J. Peralta, et al. Venus's winds and temperatures during the MESSENGER's flyby: An approximation to a three-dimensional instantaneous state of the atmosphere. *Geophysical Research Letters*, Vol.44(8), 3907-3915 (2017) DOI:10.1002/2017GL072900
- Y. Harada, et al. The Deep Lunar Interior with a Low-Viscosity Zone: Revised Constraints from Recent Geodetic Parameters on the Tidal Response of the Moon. *Icarus*, Vol.276, 96-101 (2016) DOI: 10.1016/j.icarus.2016.04.021
- Y. Kawabata, et al. Crystallization and cooling conditions for diogenite formation in the turbulent magma ocean of asteroid 4 Vesta. *Icarus*, Vol.281, 379-387 (2017) DOI: 10.1016/j.icarus.2016.08.005
- P. Machado, et al. Venus cloud-tracked and doppler velocimetry winds from CFHT/ESPaDOnS and Venus Express/VIRTIS in April 2014. *Icarus*, Vol.285, 8-26 (2017) DOI: 10.1016/j.icarus.2016.12.017
- J. Peralta, et al. Overview of useful spectral regions for Venus: An update to encourage observations complementary to the Akatsuki mission. *Icarus*, Vol.288, 235-239 (2017) DOI: 10.1016/j.icarus.2017.01.027
- K. Masunaga, et al. Dawn-dusk difference of periodic oxygen EUV dayglow variations at Venus observed by Hisaki. *Icarus*, Vol.292, 102-110 (2017) DOI: 10.1016/j.icarus.2016.12.027
- D. Sato, et al. Thermal Design of Photovoltaic/Microwave Conversion Hybrid Panel for Space Solar Power System. *IEEE Journal of Photovoltaics*, Vol.7(1), 374-382 (2017) DOI: 10.1109/jphotov.2016.2629843
- P. R. Akbar, et al. Parallel-Plate Slot Array Antenna for Deployable SAR Antenna Onboard Small Satellite. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol.64(5), 1661-1671 (2016) DOI: 10.1109/tap.2016.2536164
- V. Ravindra, et al. A Dual-Polarization X-band Traveling - Wave Antenna Panel for Small-Satellite Synthetic Aperture Radar. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol.65(5), 2144-2156 (2017) DOI: 10.1109/TAP.2017.2676760
- T. Matsumura, et al. Design and Performance of a Prototype Polarization Modulator Rotational System for Use in Space Using a Superconducting Magnetic Bearing. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol.26(3), 3602304 (2016) DOI: 10.1109/tasc.2016.2533584
- H. Shigeta, et al. Over-Current Properties of MgB<sub>2</sub> Wire Cooled by Liquid Hydrogen Under Magnetic Field. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol.26(3), 6200405 (2016) DOI: 10.1109/tasc.2016.2532473
- H. Muramatsu, et al. A Study of X-Ray Response of the TES X-ray Microcalorimeter for STEM. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol.27(4), 2101204 (2017) DOI: 10.1109/TASC.2017.2661738
- M. Uno, et al. Current Sensorless Equalization Strategy for a Single-Switch Voltage Equalizer Using Multistacked Buck-Boost Converters for Photovoltaic Modules Under Partial Shading. *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol.53(1), 420-429 (2017) DOI: 10.1109/tia.2016.2615022
- R. Correia, et al. Continuously Power Delivering for Passive

- Backscatter Wireless Sensor Networks. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol.64(11), 3723-3731 (2016) DOI: 10.1109/tmmt.2016.2603985
- N. E. Lourenco, et al. The Impact of Technology Scaling on the Single-Event Transient Response of SiGe HBTs. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol.64(1), 406-414 (2017) DOI: 10.1109/tns.2016.2633997
- S. Kawasaki, et al. The Dawn of the New RF-HySIC Semiconductor Integrated Circuits: An Initiative for Hybrid ICs Consisting of Si and Compound Semiconductors. *IEICE Transactions on Electronics*, Vol.E99-C(10), 1085-1093 (2016) DOI: 10.1587/transele.E99.C.1085
- N. Hasegawa, et al. A 7.1 GHz 170 W Solid-State Power Amplifier with 20-Way Combiner for Space Applications. *IEICE Transactions on Electronics*, Vol.E99-C(10), 1140-1146 (2016) DOI: 10.1587/transele.E99.C.1140
- A. Sato, et al. Preliminary Study on Aerodynamic Control of High-Angle-of-Attack Slender Body Using Blowing from Penetrating Flow Channels. *International Journal of Aerospace Engineering*, Vol.2016, 1602043 (2016) DOI: 10.1155/2016/1602043
- K. Chiba, et al. Structurisation and Visualisation of Design Space for Launch Vehicle with Hybrid Rocket Engine. *International Journal of Automation and Logistics*, Vol.2(1-2), 26-44 (2016) DOI: 10.1504/IJAL.2016.074912
- D. Lee, et al. Comparative studies of numerical methods for evaluating aerodynamic characteristics of two-dimensional airfoil at low Reynolds numbers. *International Journal of Computational Fluid Dynamics*, Vol.31(1), 57-67 (2017) DOI: 10.1080/10618562.2016.1274398
- H. Hasegawa, et al. Effect of Oxidizer Particle Orientation on Burning Rates of Composite Propellants. *International Journal of Energetic Materials and Chemical Propulsion*, Vol.15(4), 285-304 (2016) DOI: 10.1615/IntJEnergeticMaterialsChemProp.2016014195
- H. Fukumoto, et al. Control of dynamic flowfield around a pitching NACA63(3)-618 airfoil by a DBD plasma actuator. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, Vol.62(Part A), 10-23 (2016) DOI: 10.1016/j.ijheatfluidflow.2016.10.012
- K. Fukuba, et al. Improvement in Pipe Chillover Process Using Low thermal conductive layer. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol.111, 115-122 (2017) DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2017.03.114
- H. Ogawa, et al. Reusable Sounding Rocket. *International Journal of Microgravity Science and Application (IJMSA)*, Vol.33(3), 330303-1-330303-5 (2016) DOI: 10.15011/jasma.33.330303
- T. Osada, et al. Improvement of Interference Fringe Analysis for Soret Coefficient Measurement in Soret-Facet Mission. *International Journal of Microgravity Science and Application (IJMSA)*, Vol.33(4), 330407-1-330407-6 (2016) DOI: 10.15011/jasma.33.330407
- S. Jeon, et al. Non-Contact Measurement of Thermophysical Properties of Fe, Fe-C, and Fe-C-Mn Alloys in Solid, Supercooled, and Stable Liquid Phases. *ISIJ International*, Vol.56(4), 719-722 (2016) DOI: 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2015-526
- M. Numazawa, et al. First Demonstration of X-ray Mirrors Using Focused Ion Beam. *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.55(6S1), 06GP11 (2016) DOI: 10.7567/jjap.55.06gp11
- H. Itsuji, et al. Time-domain study on reproducibility of laser-based soft-error simulation. *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.56(4S), 04CD16 (2017) DOI: 10.7567/JJAP.56.04CD16
- S. Hara, et al. Proposal of Non-Flying-Type MEID mechanism for lunar/planetary exploration spacecraft. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, Vol.10(4), JAMDSM0062 (2016) DOI: 10.1299/jamdsm.2016jamdsm0062
- T. Hao, et al. New Sliding Mode Control Approach for Rapid Attitude Maneuver Using Control Moment Gyros. *Journal of Aerospace Engineering*, Vol.29(2), 6015001 (2016) DOI: 10.1061/(asce)as.1943-5525.0000537
- K. Motoki, et al. Degradation of  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  perovskite due to soft x-ray irradiation as analyzed by an x-ray photoelectron spectroscopy time-dependent measurement method. *Journal of Applied Physics*, Vol.121(8), 85501 (2017) DOI: 10.1063/1.4977238
- H. Fuke (on behalf of the Scientific Ballooning Research and Operation Group). Recent highlights of scientific ballooning in Japan. *Journal of Astronomical Instrumentation*, Vol.6(2), 1740001 (2017) DOI: 10.1142/S2251171717400013
- T. Sato, et al. Examining the angular resolution of the ASTRO-H's soft x-ray telescopes. *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, Vol.2(4), 44001 (2016) DOI: 10.1117/1.JATIS.2.4.044001
- T. Adachi, et al. Identifying the occurrence of lightning and transient luminous events by nadir spectrophotometric observation. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Vol.145, 85-97 (2016) DOI: 10.1016/j.jastp.2016.04.010
- C. Lee, et al. Effect of Heat Treatment on Microstructure of  $\text{BaTiO}_3$  Solidified by Aerodynamic Levitator. *Journal of Ceramic Processing Research*, Vol.17(2), 97-102 (2016)
- T. Ishikawa, et al. Spectral emissivity and constant pressure

- heat capacity of molten nickel and rhodium measured by spectrometers combined with an electrostatic levitator. *Journal of Chemical Thermodynamics*, Vol.103, 107-114 (2016) DOI: 10.1016/j.jct.2016.08.012
- K. Kinoshita, et al. Effects of Temperature Gradient in the Growth of  $\text{Si}_{0.5}\text{Ge}_{0.5}$  Crystals by the Traveling Liquidus-Zone Method on board the International Space Station. *Journal of Crystal Growth*, Vol.455, 49-54 (2016) DOI: 10.1016/j.jcrysgro.2016.09.024
- K. Kuribayashi, et al. Crystallization kinetics in Si-1 at%Sn during rapid solidification in undercooled melt. *Journal of Crystal Growth*, Vol.468, 73-78 (2017) DOI: 10.1016/j.jcrysgro.2016.11.041
- Y. Sarugaku, et al. Infrared Attenuation Spectrum of Bulk High-Resistivity CdZnTe Single Crystal in Transparent Wavelength Region Between Electronic and Lattice Absorptions. *Journal of Electronic Materials*, Vol.46(1), 282-287 (2017) DOI: 10.1007/s11664-016-4917-3
- M. Chiba, et al. Experimental studies on the dynamic stability of liquid in a spherical tank covered with diaphragm under vertical excitation. *Journal of Fluids and Structures*, Vol.61, 218-248 (2016) DOI: 10.1016/j.jfluidstructs.2015.11.011
- K. Tsubouchi, et al. Stable ring beam of solar wind  $\text{He}^{2+}$  in the magnetosheath. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(2), 1233-1248 (2016) DOI: 10.1002/2015ja021769
- R. Nomura, et al. Pulsating proton aurora caused by rising tone Pc1 waves. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(2), 1608-1618 (2016) DOI: 10.1002/2015ja021681
- W. R. Dunn, et al. The impact of an ICME on the Jovian X-ray aurora. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(3), 2274-2307 (2016) DOI: 10.1002/2015ja021888
- C. Tao, et al. Variation of Jupiter's aurora observed by Hisaki/EXCEED: 1. Observed characteristics of the auroral electron energies compared with observations performed using HST/STIS. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(5), 4041-4054 (2016) DOI: 10.1002/2015JA021271
- B. U. O. Sonnerup, et al. Reconstruction of the electron diffusion region. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(5), 4279-4290 (2016) DOI: 10.1002/2016JA022430
- S. Ishikawa, et al. Fine-pitch CdTe detector for hard X-ray imaging and spectroscopy of the Sun with the FOXSI rocket experiment. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(7), 6009-6016 (2016) DOI: 10.1002/2016ja022631
- D. Delcourt, et al. The Mass Spectrum Analyzer (MSA) on board the BepiColombo MMO. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(7), 6749-6761 (2016) DOI: 10.1002/2016JA022380
- R. E. Denton, et al. Reconnection guide field and quadrupolar structure observed by MMS on 16 October 2015 at 1307 UT. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(10), 9880-9887 (2016) DOI: 10.1002/2016ja023323
- Y. Vernisse, et al. Signatures of complex magnetic topologies from multiple reconnection sites induced by Kelvin-Helmholtz instability. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(10), 9926-9939 (2016) DOI: 10.1002/2016ja023051
- K. Shimizu, et al. On temporal variation of reconnection rate and X line electric field structure. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(10), 9956-9971 (2016) DOI: 10.1002/2016ja022896
- A. Spicher, et al. Reverse flow events and small-scale effects in the cusp ionosphere. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(10), 10466-10480 (2016) DOI: 10.1002/2016ja022999
- G. Murakami, et al. The plasmopause formation seen from meridian perspective by KAGUYA. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.121(12), 11973-11984 (2016) DOI: 10.1002/2016JA023377
- T. Hara, et al. MAVEN observations of a giant ionospheric flux rope near Mars resulting from interaction between the crustal and interplanetary draped magnetic fields. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.122(1), 828-842 (2017) DOI: 10.1002/2016JA023347
- M. Kuwabara, et al. The geocoronal responses to the geomagnetic disturbances. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.122(1), 1269-1276 (2017) DOI: 10.1002/2016JA023247
- Y. Saito, et al. High-speed MCP anodes for high time resolution low-energy charged particle spectrometers. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.122(2), 1816-1830 (2017) DOI: 10.1002/2016JA023157
- K. Yoshioka, et al. Radial variation of sulfur and oxygen ions in the Io plasma torus as deduced from remote observations by Hisaki. *Journal of Geophysical Research. A: Space Physics*, Vol.122(3), 2999-3012 (2017) DOI: 10.1002/2016JA023691
- Y. J. Lee, et al. Sensitivity of net thermal flux to the abundance of trace gases in the lower atmosphere of Venus. *Journal of Geophysical Research. E: Planets*, Vol.121(9), 1737-1752 (2016) DOI: 10.1002/2016JE005087

- H. Akiyoshi, et al. A nudged chemistry-climate model simulation of chemical constituent distribution at northern high-latitude stratosphere observed by SMILES and MLS during the 2009/2010 stratospheric sudden warming. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, Vol.121(3), 1361-1380 (2016)  
DOI: 10.1002/2015jd023334
- M. Sato, et al. Horizontal distributions of sprites derived from the JEM-GLIMS nadir observations. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, Vol.121(7), 3171-3194 (2016)  
DOI: 10.1002/2015jd024311
- T. Maeda, et al. Attitude Stabilization for Lunar and Planetary Lander with Variable Damper. *Journal of Guidance Control and Dynamics*, Vol.39(8), 1790-1804 (2016)  
DOI: 10.2514/1.g000325
- S. Kikuchi, et al. Delta-V Assisted Periodic Orbits Around Small Bodies. *Journal of Guidance Control and Dynamics*, Vol.40(1), 150-163 (2017)  
DOI: 10.2514/1.G000696
- H. Makitsubo, et al. Fabrication and Analysis of Three-Layer All-Silicon Interference Optical Filter with Sub-Wavelength Structure toward High Performance Terahertz Optics. *Journal of Infrared Millimeter and Terahertz Waves*, Vol.38(2), 206-214 (2017)  
DOI: 10.1007/s10762-016-0328-z
- J. Onoda, et al. Optimal configuration and combination of piezoelectric transducer and inductor for synchronized-switch-damping-on-an-inductor technique. *Journal of intelligent Material Systems and Structures*, Vol.28(7), 888-906 (2017)  
DOI: 10.1177/1045389X16666173
- V. Schutz, et al. Laser Processing of Sub-Wavelength Structures on Sapphire and Alumina for Millimeter Wavelength Broadband Anti-Reflection Coatings. *Journal of Laser Micro Nanoengineering*, Vol.11(2), 204-209 (2016) DOI: 10.2961/jlmm.2016.02.0011
- G. Kuromaru, et al. Investigation of Surface Roughness Effect on Transition Edge Sensor Microcalorimeters Using Multilayer Readout Wiring. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.184(1), 38-44 (2016)  
DOI: 10.1007/s10909-016-1499-7
- T. Suzuki, et al. Development of Ultra-Low-Noise TES Bolometer Arrays. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.184(1), 52-59 (2016)  
DOI: 10.1007/s10909-015-1401-z
- N. Iyomoto, et al. Gamma-Ray Transition-Edge Sensor Microcalorimeters on Solid Substrates. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.184(1), 82-87 (2016)  
DOI: 10.1007/s10909-016-1538-4
- K. Karatsu, et al. Radiation Tolerance of Aluminum Microwave Kinetic Inductance Detector. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.184(3), 540-546 (2016)  
DOI: 10.1007/s10909-016-1523-y
- P. Siritanasak, et al. The Broadband Anti-reflection Coated Extended Hemispherical Silicon Lenses for POLAR-BEAR-2 Experiment. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.184(3), 553-558 (2016)  
DOI: 10.1007/s10909-015-1386-7
- Y. Ohishi, et al. Physical properties of molten core materials: Zr-Ni and Zr-Cr alloys measured by electrostatic levitation. *Journal of Nuclear Materials*, Vol.485, 129-136 (2017) DOI: 10.1016/j.jnucmat.2016.12.002
- Y. Oishi, et al. Thermophysical properties of molten core materials: Zr-Fe alloys measured by electrostatic levitation. *Journal of Nuclear Science and Technology*, Vol.53(12), 1943-1950 (2016)  
DOI: 10.1080/00223131.2016.1174626
- Y. Itikawa, Cross sections for electron collisions with nitric oxide. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, Vol.45(3), (2016) DOI: 10.1063/1.4961372
- T. Shibata, et al. Passive Micro Vibration Isolator Utilizing Flux Pinning Effect for Satellites. *Journal of Physics: Conference Series*, Vol.744(1), 12009 (2016)  
DOI: 10.1088/1742-6596/744/1/012009
- S. Nakagami, et al. Experimental Visualization of the Structure of Rotating Detonation Waves in a Disk-Shaped Combustor. *Journal of Propulsion and Power*, Vol.33(1), 80-88 (2017) DOI: 10.2514/1.b36084
- Y. Iida, Tracking of Magnetic Flux Concentrations over a Five-Day Observation, and an Insight into Surface Magnetic Flux Transport. *Journal of Space Weather and Space Climate*, Vol.6, A27 (2016)  
DOI: 10.1051/swsc/2016022
- K. Hoshi, et al. Numerical Analysis of Active Spacecraft Charging in the Geostationary Environment. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.53(4), 589-598 (2016)  
DOI: 10.2514/1.a33270
- T. Tatsukawa, et al. Multi-Objective Aeroacoustic Design Exploration of Launch-Pad Flame Deflector Using Large-Eddy Simulation. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.53(4), 751-758 (2016) DOI: 10.2514/1.a33420
- K. Tomioka, et al. Design and Measurement of Radiowave Transmissive Thermal Control Mirror. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.53(6), 1043-1050 (2016)  
DOI: 10.2514/1.a33499
- N. Saeki, et al. Two-Dimensional Experimental Investigation of Base-Extension Separation Mechanism with Telescopic Gear. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.54(1), 169-190 (2017) DOI: 10.2514/1.A33382
- T. Yamashita, et al. A Numerical Study of Convection in a

- Condensing CO<sub>2</sub> Atmosphere under Early Mars-Like Conditions. *Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol.73(10), 4151-4169 (2016)  
DOI: 10.1175/jas-d-15-0132.1
- Y. Arai, et al. In-situ observation of oxidation behavior in ZrB<sub>2</sub>-SiC-ZrC ternary composites up to 1500°C using high-temperature observation system. *Journal of the Ceramic Society of Japan*, Vol.124(9), 890-897 (2016)  
DOI: 10.2109/jcersj2.16043
- Y. Kubota, et al. Oxidation behavior of ZrB<sub>2</sub>-SiC-ZrC at 1700°C. *Journal of the European Ceramic Society*, Vol.37(4), 1187-1194 (2017)  
DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2016.10.034
- W.-S. Jeong, et al. Optical Survey with KMTNET for Dusty Star-Forming Galaxies in the AKARI Deep Field South. *Journal of the Korean Astronomical Society*, Vol.49(5), 225-232 (2016) DOI: 10.5303/jkas.2016.49.5.225
- Y. Izato, et al. Kinetics analysis of thermal decomposition of ammonium dinitramide (ADN). *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, Vol.127(1), 255-264 (2017)  
DOI: 10.1007/s10973-016-5703-4
- D. Cilden, Nanosatellite Attitude Estimation from Vector Measurements Using SVD-Aided UKF Algorithm. *Metrology and Measurement Systems*, Vol.24(1), 113-125 (2017) DOI: 10.1515/mms-2017-0011
- J. Yu, et al. A Review on InGaSb Growth under Microgravity and Terrestrial Conditions Towards Future Crystal Growth Project Using Chinese Recovery Satellite SJ-10. *Microgravity - science and technology*, Vol.28(2), 143-154 (2016) DOI: 10.1007/s12217-016-9493-x
- K. Ishikawa, et al. 12-inch X-ray optics based on MEMS process. *Microsystem Technologies*, Vol.23(7), 2815-2821, (2017) DOI: 10.1007/s00542-016-2980-6
- S. Laha, et al. Warm absorbers in X-rays (WAX), a comprehensive high-resolution grating spectral study of a sample of Seyfert Galaxies - II. Warm absorber dynamics and feedback to galaxies. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.457(4), 3896-3911 (2016) DOI: 10.1093/mnras/stw211
- I. Zhuravleva, et al. The nature and energetics of AGN-driven perturbations in the hot gas in the Perseus Cluster. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.458(3), 2902-2915 (2016)  
DOI: 10.1093/mnras/stw520
- Y. Sofue, et al. Galactic Centre Hypershell Model for the North Polar Spurs. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.459(1), 108-120 (2016)  
DOI: 10.1093/mnras/stw623
- T. Yuasa, et al. Suzaku X-ray observation of the GK Persei dwarf nova outburst in 2015. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.459(1), 779-788 (2016)  
DOI: 10.1093/mnras/stw734
- C. Quintero Noda, et al. Spectropolarimetric Capabilities of Ca II 8542 Angstrom Line. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.459(3), 3363-3376 (2016)  
DOI: 10.1093/mnras/stw867
- C. Quintero Noda, et al. Analysis of Spatially Deconvolved Polar Faculae. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.460(1), 956-965 (2016)  
DOI: 10.1093/mnras/stw1050
- C. Quintero Noda, et al. Analysis of a Spatially Deconvolved Solar Pore. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.460(2), 1476-1485 (2016)  
DOI: 10.1093/mnras/stw1068
- M. Guainazzi, et al. The nature of the torus in the heavily obscured AGN Markarian 3: an X-ray study. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.460(2), 1954-1969 (2016) DOI: 10.1093/mnras/stw1033
- N. Werner, et al. Deep Chandra study of the truncated cool core of the Ophiuchus cluster. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.460(3), 2752-2764 (2016) DOI: 10.1093/mnras/stw1171
- Y. Kato, et al. Herschel Protocluster Survey: a Search for Dusty Star-Forming Galaxies in Protoclusters at  $z=2-3$ . *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.460(4), 3861-3872 (2016)  
DOI: 10.1093/mnras/stw1237
- K. Hagino, et al. A disc wind interpretation of the strong Fe K  $\alpha$  features in 1H 0707-495. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.461(4), 3954-3963 (2016) DOI: 10.1093/mnras/stw1579
- Y. Inoue, et al. Binary black hole merger rates inferred from luminosity function of ultra-luminous X-ray sources. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.461(4), 4329-4334 (2016)  
DOI: 10.1093/mnras/stw1637
- L. Bharti, et al. Fine structures at pore boundary. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.462(1), L93-L97 (2016) DOI: 10.1093/mnras/ltw130
- H. Odaka, et al. Sensitivity of the Fe K  $\alpha$  Compton shoulder to the geometry and variability of the X-ray illumination of cosmic objects. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.462(3), 2366-2381 (2016)  
DOI: 10.1093/mnras/stw1764
- T. Matsumoto, Competition between shock and turbulent heating in coronal loop system. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.463(1), 502-511 (2016)  
DOI: 10.1093/mnras/stw2032
- H. Landt, et al. On the black hole mass of the  $\gamma$ -ray emitting narrow-line Seyfert 1 galaxy 1H 0323+342.

- Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.464(3), 2565-2576 (2017)  
DOI: 10.1093/mnras/stw2447
- C. Q. Noda, et al. Chromospheric polarimetry through multiline observations of the 850-nm spectral region. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.464(4), 4534-4543 (2017)  
DOI: 10.1093/mnras/stw2738
- F. Egusa, et al. Gas and stellar spiral arms and their offsets in the grand-design spiral galaxy M51. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.465(1), 460-471 (2017) DOI: 10.1093/mnras/stw2710
- Y. Matsuki, et al. Environmental impacts on dust temperature of star-forming galaxies in the local Universe. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.466(3), 2517-2528 (2016)  
DOI: 10.1093/mnras/stw2929
- M. Mizumoto, et al. Nature of the warm absorber outflow in NGC 4051. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.466(3), 3259-3271 (2017)  
DOI: 10.1093/mnras/stw3364
- Y. Ichinohe, et al. An azimuthally resolved study of the cold front in Abell 3667. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.467(3), 3662-3676 (2017)  
DOI: 10.1093/mnras/stx280
- K. Mawatari, et al. Imaging of diffuse HI absorption structure in the SSA22 protocluster region at  $z = 3.1$ . *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.467(4), 3951-3962 (2017)  
DOI: 10.1093/mnras/stx038
- K. Hagino, et al. Revisiting the extremely fast disc wind in a gravitationally lensed quasar APM 08279+5255. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.468(2), 1442-1452 (2017)  
DOI: 10.1093/mnras/stx559
- Hitomi Collaboration The Quiescent Intracluster Medium in the Core of the Perseus Cluster. *Nature*, Vol.535(7610), 117-121 (2016) DOI: 10.1038/nature18627
- K. Terada, et al. Biogenic oxygen from Earth transported to the Moon by a wind of magnetospheric ions. *Nature Astronomy*, Vol.1, 26 (2017)  
DOI: 10.1038/s41550-016-0026
- T. Fukuhara, et al. Large stationary gravity wave in the atmosphere of Venus. *Nature Geoscience*, Vol.10, 85-88 (2017) DOI: 10.1038/ngeo2873
- V. N. Kumar, et al. Investigation of directionally solidified InGaSb ternary alloys from Ga and Sb faces of GaSb(111) under prolonged microgravity at the International Space Station. *npj Microgravity*, Vol.2, 16026 (2016) DOI: 10.1038/npjmgrav.2016.26
- C. Yamazaki, et al. The gravity-induced re-localization of auxin efflux carrier CsPIN1 in cucumber seedlings: spaceflight experiments for immunohistochemical microscopy. *npj Microgravity*, Vol.2, 16030 (2016)  
DOI: 10.1038/npjmgrav.2016.30
- M. Hareyama, et al. Estimation method of planetary fast neutron flux by a Ge gamma-ray spectrometer. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research. Section A, Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.828, 145-155 (2016)  
DOI: 10.1016/j.nima.2016.05.045
- M. Itou, et al. The first back-side illuminated types of Kyoto's X-ray astronomy SOIPIX. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research. Section A, Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.831, 55-60 (2016) DOI: 10.1016/j.nima.2016.04.012
- S. Ohmura, et al. Reduction of cross-talks between circuit and sensor layer in the Kyoto's X-ray astronomy SOI pixel sensors with Double-SOI wafer. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research. Section A, Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.831, 61-64 (2016)  
DOI: 10.1016/j.nima.2016.04.024
- G. Sato, et al. The Si/CdTe semiconductor camera of the ASTRO-H Hard X-ray Imager (HXI). *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research. Section A, Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.831, 235-241 (2016)  
DOI: 10.1016/j.nima.2016.03.038
- H. Nakajima, et al. Development of low-noise high-speed analog ASIC for X-ray CCD cameras and wide-band X-ray imaging sensors. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research. Section A, Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.831, 283-287 (2016) DOI: 10.1016/j.nima.2016.04.040
- M. Ohno, et al. Development and verification of signal processing system of avalanche photo diode for the active shields onboard ASTRO-H. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research. Section A, Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.831, 410-414 (2016)  
DOI: 10.1016/j.nima.2016.04.063
- S. Inoue, et al. Modeling the spectral response for the soft X-ray imager onboard the ASTRO-H satellite. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research. Section A, Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.831, 415-419 (2016)  
DOI: 10.1016/j.nima.2016.03.071
- J. Katsuta, et al. Study of the polarimetric performance of a Si/CdTe semiconductor Compton camera for the

- Hitomi satellite. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research. Section A, Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.840, 51-58 (2016) DOI: 10.1016/j.nima.2016.09.057
- T. Yamamoto, et al. Numerical simulation model by volume averaging for the dissolution process of GaSb into InSb in a sandwich system. *Numerical Heat Transfer Part B-Fundamentals*, Vol.70(5), 441-458 (2016) DOI: 10.1080/10407790.2016.1230397
- N. Kikuchi, et al. Atomic scattering factor of the ASTRO-H (Hitomi) SXT reflector around the gold's L edges. *Optics Express*, Vol.24(22), 25548-25564 (2016) DOI: 10.1364/oe.24.025548
- T. Saito, et al. Spatially resolved radio-to-far-infrared SED of the luminous merger remnant NGC1614 with ALMA and VLA. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(2), 20 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psv136
- K. Mawatari, et al. Possible Identification of Massive and Evolved Galaxies at  $z$  Greater than or similar to 5. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(3), 46 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw041
- M. Tsuboi, et al. Galactic Center Mini-Spiral by ALMA: Possible Origin of the Central Cluster. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(3), L7 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw031
- Y. T. Tanaka, et al. A significant hardening and rising shape detected in the MeV/GeV nu F-nu spectrum from the recently discovered very-high-energy blazar S4 0954+65 during the bright optical flare in 2015 February. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(4), 51 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw049
- A. Doi, et al. High-frequency excess in the radio continuum spectrum of the type-1 Seyfert galaxy NGC985. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(4), 56 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw052
- K. Morihana, et al. Near-infrared spectroscopy of faint discrete X-ray point sources constituting the Galactic ridge X-ray emission. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(4), 57 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw055
- Y. Sofue, et al. Three-dimensional distribution of the ISM in the Milky Way Galaxy. IV. 3D molecular fraction and Galactic-scale H-I-to-H-2 transition. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(4), 63 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw062
- A. Doi, et al. A radio detection survey of narrow-line Seyfert 1 galaxies using very long baseline interferometry at 22 GHz. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(5), 73 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw040
- Y. Yonekura, et al. The Hitachi and Takahagi 32 m radio telescopes: Upgrade of the antennas from satellite communication to radio astronomy. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(5), 74 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw045
- H. Yamasaki, et al. Origin of the characteristic X-ray spectral variations of IRAS 13224-3809. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(5), 80 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw070
- T. Kitayama, et al. The Sunyaev-Zel'dovich effect at 5": RX J1347.5-1145 imaged by ALMA. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(5), 88 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw082
- Y. Tsuboi, et al. Large X-ray flares on stars detected with MAXI/GSC: A universal correlation between the duration of a flare and its X-ray luminosity. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(5), 90 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw081
- M. Konishi, et al. A substellar companion to Pleiades HII 3441. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(6), 92 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw083
- T. Michiyama, et al. Investigating the relation between CO (3-2) and far-infrared luminosities for nearby merging galaxies using ASTE. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(6), 96 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw087
- N. Isobe, et al. X-ray and infrared diagnostics of nearby active galactic nuclei with MAXI and AKARI. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(6), 98 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw089
- H. Negoro, et al. The MAXI/GSC Nova-Alert System and results of its first 68 months. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(SP1), S1 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw016
- S. Takeda, et al. Suzaku Observations of the Hard X-ray Spectrum of Vela Jr. (SNR RX J0852.0-4622). *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(SP1), S10 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw036
- J. Sugimoto, et al. MAXI observations of long-term variations of Cygnus X-1 in the low/hard and the high/soft states. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(SP1), S17 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw004
- H. Mori, et al. XMM-Newton and Suzaku Spectroscopic Studies of Unidentified X-ray Sources towards the Galactic Bulge: 1RXS J180556.1-343818 and 1RXS J173905.2-392615. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(SP1), S22 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psv142
- S. Inoue, et al. Search for a Non-Equilibrium Plasma in the Merging Galaxy Cluster Abell 754. *PASJ: Publications*

- of the *Astronomical Society of Japan*, Vol.68(SP1), S23 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw027
- R. Imatani, et al. Soft X-ray Observation of the Prompt Emission of GRB 100418A. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(SP1), S29 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psv075
- H. Tomida, et al. The First MAXI/SSC Catalog of X-ray Sources in 0.7-7.0 keV. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.68(SP1), S32 (2016) DOI: 10.1093/pasj/psw006
- H. Mori, et al. Suzaku and Chandra observations of CIZA J1700.8-3144, a cluster of galaxies in the Zone of Avoidance. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.69(1), 3 (2017) DOI: 10.1093/pasj/psw106
- Q. Wada, et al. A systematic X-ray study of the dwarf novae observed with Suzaku. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.69(1), 10 (2017) DOI: 10.1093/pasj/psw114
- T. Ueta, et al. Surface brightness correction for compact extended sources observed by the AKARI Far-Infrared Surveyor in the slow-scan mode. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.69(1), 11 (2017) DOI: 10.1093/pasj/psw115
- T. Matsumura, et al. Magnetically coupled gear based drive mechanism for contactless continuous rotation using superconducting magnetic bearing below 10 K. *Physica C: Superconductivity and its Applications*, Vol.530, 138-141 (2016) DOI: 10.1016/j.physc.2016.07.003
- M. Nakamura, et al. Evolution of the Energy-loss-spectrum Profile with the Projectile Mass in Impulsive Ion-molecule Collisions. *Physical Review A*, Vol.94(2), 22717 (2016) DOI: 10.1103/PhysRevA.94.022717
- K. Sakimoto, Systematics of shape resonances in reactive collisions. *Physical Review A*, Vol.94(4), 42701 (2016) DOI: 10.1103/PhysRevA.94.042701
- M. Shiraishi, et al. Testing statistics of the CMB B-mode polarization toward unambiguously establishing quantum fluctuation of the vacuum. *Physical Review D*, Vol.94(4), 43506 (2016) DOI: 10.1103/PhysRevD.94.043506
- M. Ajello, et al. Search for Spectral Irregularities due to Photon\_Axionlike-Particle Oscillations with the Fermi Large Area Telescope. *Physical Review Letters*, Vol.116(16), 161101 (2016) DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.161101
- A. Johlander, et al. Rippled Quasiperpendicular Shock Observed by the Magnetospheric Multiscale Spacecraft. *Physical Review Letters*, Vol.117(16), 165101 (2016) DOI: 10.1103/PhysRevLett.117.165101
- T. Nagata, et al. Investigation on Subsonic to Supersonic Flow around a Sphere at Low Reynolds Number of between 50 and 300 by Direct Numerical Simulation. *Physics of Fluids*, Vol.28(5), 56101 (2016) DOI: 10.1063/1.4947244
- M. Yu, et al. Flow-field differences and electromagnetic-field properties of air and N-2 inductively coupled plasmas. *Physics of Plasmas*, Vol.23(12), 123523 (2016) DOI: 10.1063/1.4972532
- T. Aramaki, et al. Review of the theoretical and experimental status of dark matter identification with cosmic-ray antideuterons. *Physics Reports: a review section of physics letters*, Vol.618, 1-37 (2016) DOI: 10.1016/j.physrep.2016.01.002
- T. Kouyama, et al. Development of an application scheme for the SELENE/SP lunar reflectance model for radiometric calibration of hyperspectral and multispectral sensors. *Planetary and Space Science*, Vol.124, 76-83 (2016) DOI: 10.1016/j.pss.2016.02.003
- T. Michikami, et al. Oblique impact cratering experiments in brittle targets: Implications for elliptical craters on the Moon. *Planetary and Space Science*, Vol.135, 27-36 (2017) DOI: 10.1016/j.pss.2016.11.004
- M. Terada, et al. Effects of a Closed Space Environment on Gene Expression in Hair Follicles of Astronauts in the International Space Station. *Plos One*, Vol.11(3), e0150801 (2016) DOI: 10.1371/journal.pone.0150801
- T. Hiroi, et al. Visible and near-infrared spectral survey of lunar meteorites recovered by the National Institute of Polar Research. *Polar Science*, Vol.10(4), 476-496 (2016) DOI: 10.1016/j.polar.2016.06.004
- S. Nakagami, et al. Experimental Study of the Structure of Forward-tilting Rotating Detonation Waves and Highly Maintained Combustion Chamber Pressure in a Disk-shaped Combustor. *Proceedings of the Combustion Institute*, Vol.36(2), 2673-2680 (2017) DOI: 10.1016/j.proci.2016.07.097
- S. Iwata, et al. Particle identification performance of the prototype aerogel RICH counter for the Belle II experiment. *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, Vol.2016(3), 033H01 (2016) DOI: 10.1093/ptep/ptw005
- S. Takahashi, et al. GRAINE 2015, a balloon-borne emulsion  $\gamma$ -ray telescope experiment in Australia. *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, Vol.2016(7), 073F01 (2016) DOI: 10.1093/ptep/ptw089
- K. Takefuji, et al. Very Long Baseline Interferometry Experiment on Giant Radio Pulses of Crab Pulsar toward Fast Radio Burst Detection. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol.128(966), 84502

- (2016) DOI: 10.1088/1538-3873/128/966/084502
- M. E. Eckart, et al. Calibration of the microcalorimeter spectrometer on-board the Hitomi (Astro-H) observatory. *Review of Scientific Instruments*, Vol.87(11), 11D503 (2016) DOI: 10.1063/1.4961075
- J. L. Burch, et al. Electron-scale measurements of magnetic reconnection in space. *Science*, Vol.352(6290), aaf2939 (2016) DOI: 10.1126/science.aaf2939
- Y. Kimura, et al. Pure iron grains are rare in the universe. *Science Advances*, Vol.3(1), e1601992 (2017) DOI: 10.1126/sciadv.1601992
- R. Amrousse, et al. Development of green propellants for future space applications. *Science and Technology of Energetic Materials*, Vol.77(5), 105-110 (2016)
- H. P. Indo, et al. Changes in mitochondrial homeostasis and redox status in astronauts following long stays in space. *Scientific Reports*, Vol.6, 39015 (2016) DOI: 10.1038/srep39015
- H. Otsu, et al. Effect of shock interactions on the attitude stability of a toroidal ballute for reentry vehicles. *Shock Waves*, Vol.26(6), 789-797 (2016) DOI: 10.1007/s00193-016-0632-5
- T. Watanabe, et al. A Skeleton of Collision Dynamics: Hierarchical Network Structure among Even-Symmetric Steady Pulses in Binary Fluid Convection. *SIAM Journal on Applied Dynamical Systems*, Vol.15(2), 789-806 (2016) DOI: 10.1137/15m1010968
- N. Ozaki, et al. Constrained Optimal Flyby Guidance Algorithm by Iterative Two-Stage Stochastic Programming. *SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration*, Vol.10(3), 192-197 (2017) DOI: 10.9746/jcmsi.10.192
- G. Giono, et al. Polarization Calibration of the Chromospheric Lyman-Alpha SpectroPolarimeter for a 0.1% Polarization Sensitivity in the VUV Range. Part I: Pre-flight Calibration. *Solar Physics*, Vol.291(12), 3831-3867 (2016) DOI: 10.1007/s11207-016-0950-x
- G. Giono, et al. Polarization Calibration of the Chromospheric Lyman-Alpha SpectroPolarimeter for a 0.1% Polarization Sensitivity in the VUV Range. Part II: In-Flight Calibration. *Solar Physics*, Vol.292, 57 (2017) DOI: 10.1007/s11207-017-1062-y
- C. Pollock, et al. Fast Plasma Investigation for Magnetospheric Multiscale. *Space Science Reviews*, Vol.199(1), 331-406 (2016) DOI: 10.1007/s11214-016-0245-4
- D. Hercik, et al. The MASCOT Magnetometer. *Space Science Reviews*, Vol., (2016) DOI: 10.1007/s11214-016-0236-5
- T.-M. Ho, et al. MASCOT—The Mobile Asteroid Surface Scout Onboard the Hayabusa2 Mission. *Space Science Reviews*, Vol., (2016) DOI: 10.1007/s11214-016-0251-6
- R. Jaumann, et al. The Camera of the MASCOT Asteroid Lander on Board Hayabusa 2. *Space Science Reviews*, Vol., (2016) DOI: 10.1007/s11214-016-0263-2
- T. Okada, et al. Thermal Infrared Imaging Experiments of C-Type Asteroid 162173 Ryugu on Hayabusa2. *Space Science Reviews*, Vol., (2016) DOI: 10.1007/s11214-016-0286-8
- R. Okazaki, et al. Hayabusa2 Sample Catcher and Container: Metal-Seal System for Vacuum Encapsulation of Returned Samples with Volatiles and Organic Compounds Recovered from C-Type Asteroid Ryugu. *Space Science Reviews*, Vol., (2016) DOI: 10.1007/s11214-016-0289-5
- M. Arakawa, et al. Scientific Objectives of Small Carry-on Impactor (SCI) and Deployable Camera 3 Digital (DCAM3-D): Observation of an Ejecta Curtain and a Crater Formed on the Surface of Ryugu by an Artificial High-Velocity Impact. *Space Science Reviews*, Vol., (2016) DOI: 10.1007/s11214-016-0290-z
- T. Saiki, et al. The Small Carry-on Impactor (SCI) and the Hayabusa2 Impact Experiment. *Space Science Reviews*, Vol., (2016) DOI: 10.1007/s11214-016-0297-5
- J. Takita, et al. Feasibility and Accuracy of Thermophysical Estimation of Asteroid 162173 Ryugu (1999 JU3) from the Hayabusa2 Thermal Infrared Imager. *Space Science Reviews*, Vol., (2017) DOI: 10.1007/s11214-017-0336-x
- H. Sawada, et al. Hayabusa2 Sampler: Collection of Asteroidal Surface Material. *Space Science Reviews*, Vol., (2017) DOI: 10.1007/s11214-017-0338-8
- T. Iwata, et al. NIRS3: The Near Infrared Spectrometer on Hayabusa2. *Space Science Reviews*, Vol., (2017) DOI: 10.1007/s11214-017-0341-0
- A. Tonotani, et al. Evaluation of multi-turn time-of-flight mass spectrum of laser ionization mass nanoscope. *Surface and Interface Analysis*, Vol.48(11), 1122-1126 (2016) DOI: 10.1002/sia.6112
- H. Yurimoto, et al. Quantitative analysis of helium by post-ionization method using femtosecond laser technique. *Surface and Interface Analysis*, Vol.48(11), 1181-1184 (2016) DOI: 10.1002/sia.6119
- K. Bajo, et al. High spatial resolution imaging of helium isotope by TOF-SNMS. *Surface and Interface Analysis*, Vol.48(11), 1190-1193 (2016) DOI: 10.1002/sia.6085
- N. Iwata, et al. Maximum Heat Transfer and Operating Temperature of Oscillating Heat Pipe. *Transactions of the ASME. Ser. C, Journal of heat transfer*, Vol.138(12), 122002 (2016) DOI: 10.1115/1.4034054
- H. Chen, et al. Earth Escape from a Sun-Earth Halo Orbit using Unstable Manifold and Lunar Swingbys. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space*

- Sciences*, Vol.59(5), 269-277 (2016)  
DOI: 10.2322/tjsass.59.269
- K. Fujita, et al. Comparing Aerial-Deployment-Mechanism Designs for Mars Airplane. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences*, Vol.59(6), 323-331 (2016) DOI: 10.2322/tjsass.59.323
- S. Ikari, et al. Attitude Determination and Control System for the PROCYON Micro-Spacecraft. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences*, Vol.60(3), 181-191 (2017) DOI: 10.2322/tjsass.60.181
- Y. Izato, et al. Kinetics Analysis of the Initial Decomposition Reaction of Ammonium Dinitramide. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pa\_27-Pa\_30 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pa\_27
- Y. Ide, et al. Combustion Characteristics of an Ammonium-Dinitramide-Based Ionic Liquid Propellant. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pa\_89-Pa\_94 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pa\_89
- A. Iwasaki, et al. The Continuous Mixing Process of Composite Solid Propellant Slurry by an Artificial Muscle Actuator. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pa\_107-Pa\_110 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pa\_107
- H. Koizumi, et al. Initial Flight Operations of the Miniature Propulsion System Installed on Small Space Probe: PROCYON. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pb\_13-Pb\_22 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pb\_13
- K. Nishiyama, et al. Development and Testing of the Hayabusa2 Ion Engine System. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pb\_131-Pb\_140 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pb\_131
- S. Cho, et al. Particle Simulation of High Specific Impulse Operation of Low-Erosion Magnetic Layer Type Hall Thrusters. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pb\_165-Pb\_171 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pb\_165
- N. Yamamoto, et al. Thrust Performance in a 5 kW Class Anode Layer Type Hall Thruster. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pb\_183-Pb\_187 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pb\_183
- K. Kubota, et al. Hybrid-PIC Simulation on Plasma Flow of Hollow Cathode. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pb\_189-Pb\_195 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pb\_189
- D. Koda, et al. Demonstration of Negative Fullerene Ion Thruster Combined with Positive Xenon Ion Thruster. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pb\_203-Pb\_208 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pb\_203
- T. Uchida, et al. Evaluation of Thermal Strain Suppression Design of Piezoelectric Ceramic Actuators. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pc\_19-Pc\_24 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pc\_19
- K. Gotou, et al. Actuator Design for Space Smart Reflector to Reduce Thermal Distortion. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pc\_25-Pc\_31 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pc\_25
- T. Akita, et al. An Adaptive Estimation of Nonlinear Structural Deformations by Using the Ensemble Kalman Filter. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pc\_43-Pc\_49 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pc\_43
- K. Ishimura, et al. Artificial Lagrange Points for Spacecraft with a Tethered Anchor. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pd\_69-Pd\_73 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pd\_69
- S. Kikuchi, et al. Stabilization Strategy of Delta-V Assisted Periodic Orbits around Asteroids Based on an Augmented Monodromy Matrix. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pd\_85-Pd\_94 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pd\_85
- T. Saiki, et al. Trajectory Design for Jovian Trojan Asteroid Sample Return Mission. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pd\_127-Pd\_132 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pd\_127
- Y. Oki, et al. Escape Trajectories from Sun-Earth Distant Retrograde Orbits. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pd\_167-Pd\_175 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pd\_167
- T. Yamada, et al. High-Speed Compact Entry Capsule Enhanced by Lightweight Ablator and Crushable Structure. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pe\_33-Pe\_40 (2016)

- DOI: 10.2322/tastj.14.Pe\_33
- B. Szasz, et al. Empirical Study of the Lightweight Ablator Series for Transfer Vehicle Systems (LATS). *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pe\_41-Pe\_47 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pe\_41
- H. Takayanagi, et al. Development of Supersonic Parachute for Japanese Mars Rover Mission. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pe\_87-Pe\_94 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pe\_87
- Y. Nagata, et al. Drag Enhancement for Atmospheric Entry Capsule using Electrodynamics Effect with Multi-magnetic Source. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pe\_105-Pe\_111 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pe\_105
- Y. Watanabe, et al. Attitude Estimation of Nano-satellite with Deployable Aeroshell during Orbital Decay. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pf\_1-Pf\_5 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pf\_1
- M. Watanabe, et al. Evaluation of Artificial Meteor Sources with Arc Heater Wind Tunnel. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pf\_119-Pf\_123 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pf\_119
- H. Fuke, et al. Development of a Cooling System for GAPS using Oscillating Heat Pipe. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pi\_17-Pi\_26 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pi\_17
- K. Shinozaki, et al. Development of Helium-3 Compressors and Integration Test of Closed-Cycle Dilution Refrigerator System. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pi\_27-Pi\_31 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pi\_27
- S. Kikuchi, et al. Progress of Search Operation for IKAROS by means of Open-loop Tracking Data. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pj\_13-Pj\_20 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pj\_13
- T. Toda, et al. Intra-Spacecraft Wireless Link and Its Application to Spacecraft Environmental Tests. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pj\_21-Pj\_26 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pj\_21
- O. Mori, et al. Jovian Trojan Asteroid Exploration by Solar Power Sail-craft. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pk\_1-Pk\_7 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pk\_1
- N. Ogawa, et al. Orbit Plan and Mission Design for Mars EDL and Surface Exploration Technologies Demonstrator. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pk\_9-Pk\_15 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pk\_9
- S. Morizawa, et al. Multiobjective Design Exploration of Propeller Airfoils at Low-Reynolds and High-Mach Number Conditions towards Mars Airplane. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pk\_47-Pk\_53 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pk\_47
- K. Fujita, et al. A Parametric Study of Mars Airplane Concept for Science Mission on Mars. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pk\_83-Pk\_88 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pk\_83
- Y. Cho, et al. Conceptual Design of an In Situ K-Ar Isochron Dating Instrument for Future Mars Rover Missions. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pk\_89-Pk\_94 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pk\_89
- T. Iwata, et al. Studies on Solar System Explorations using DESTINY: the Demonstration and Experiment of Space Technology for Interplanetary Voyage. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pk\_111-Pk\_116 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pk\_111
- A. Yamagishi, et al. LDM (Life Detection Microscope): In situ Imaging of Living Cells on Surface of Mars. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pk\_117-Pk\_124 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pk\_117
- J. Haruyama, et al. Mission Concepts of Unprecedented Zipangu Underworld of the Moon Exploration (UZUME) Project. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pk\_147-Pk\_150 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pk\_147
- Y. Yamamoto, et al. Scientific Data Archives in Hayabusa2 Mission. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pk\_151-Pk\_154 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pk\_151
- Y. Maru, et al. Conceptual Study on Hydrogen-Based Inte-

- gration of Propulsion and Power in Space Transportation System. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Po\_1\_9-Po\_1\_16 (2016)  
DOI: 10.2322/tastj.14.Po\_1\_9
- D. Terakado, et al. Computational Analysis of Compressible Gas-Particle-Multiphase Turbulent Mixing Layer in Euler-Euler Formulation. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Po\_2\_25-Po\_2\_31 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Po\_2\_25
- N. Takaura, et al. Shape Maintaining of Ultra-lightweight Thin-Film Power Generation System. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pq\_7-Pq\_12 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pq\_7
- K. Makihara, et al. Energy Investigation into Damage Evaluation of Pressure Wall at Oblique Impacts. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pr\_1-Pr\_8 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pr\_1
- T. Takino, et al. Crater Detection Method using Principal Component Analysis and its Evaluation. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pt\_7-Pt\_14 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pt\_7
- S. Ohtani, et al. Power-Peak-Curbing Switching Schedule for a Multiagent System. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pt\_25-Pt\_30 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pt\_25
- K. Kitamura, et al. Application for an Engineering Design Education of Lunar/ Planetary Exploration. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pu\_1-Pu\_6 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pu\_1
- T. Ozawa, et al. Development of a Planetary Protection Laboratory for Mars Missions. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14(ists30), Pv\_1-Pv\_6 (2016) DOI: 10.2322/tastj.14.Pv\_1
- T. Chujo, et al. Development of Bipropellant Gas-Liquid Equilibrium Propulsion System. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.14, 9-14 (2016)  
DOI: 10.2322/tastj.14.9
- 田中康平ほか. 繰り返し充放電における  $\text{LiFePO}_4$  を正極に持つリチウムイオン二次電池の交流インピーダンスの推移. *Electrochemistry*, Vol.84(8), 601-604 (2016)  
DOI: 10.5796/electrochemistry.84.601
- 矢野 創. 宇宙塵サンプルリターンと微小重力地質学. *エアロゾル研究*, Vol.31(3), 169-175 (2016)  
DOI: 10.11203/jar.31.169
- 戸部裕史ほか. Ti<sub>4.5</sub>Al<sub>1.3</sub>V<sub>2</sub>Fe<sub>2</sub>Mo 合金の形状記憶特性に及ぼす熱処理温度の影響. *軽金属*, Vol.66(4), 174-179 (2016) DOI: 10.2464/jilm.66.174
- 金澤孝昭ほか. 超塑性 Al-Mg-Mn 合金における連続動的再結晶の初期過程. *軽金属 | Journal of Japan Institute of Light Metals*, Vol.67(4), 95-100 (2017)  
DOI: 10.2464/jilm.67.95
- 櫛田陽平ほか. 運動量交換原理に基づいた月惑星探査機着陸脚の 2 次元運動における動特性. *航空宇宙技術*, Vol.15, 43-54 (2016) DOI: 10.2322/astj.15.43
- 近藤 周ほか. スペースデブリ衝突におけるアルミテザー破断基準の算出方法. *航空宇宙技術*, Vol.15, 79-84 (2016) DOI: 10.2322/astj.15.79
- 小木曾望ほか. 多目的最適設計法を利用した気球 VLBI における副鏡調整機構の故障を考慮した主鏡面構造設計. *航空宇宙技術*, Vol.15, 91-100 (2016)  
DOI: 10.2322/astj.15.91
- 渡邊浩弘ほか. 小型衛星搭載用の省電力高速送信機の開発. *電子情報通信学会論文誌. B, 通信*, Vol. J 99-B (7), 535-543 (2016)
- 久我共生ほか. 小型月着陸機のための画像を用いた安全着陸領域識別に関する研究. *日本航空宇宙学会論文集*, Vol.64(6), 303(15)-309(21) (2016)
- 月崎竜童ほか. マイクロ波放電式イオンスラストにおける放電室分割による推進性能への影響. *日本航空宇宙学会論文集*, Vol.65(1), 17(17)-20(20) (2017)
- 横関智弘ほか. 無吸湿熱可塑性樹脂を用いた CFRP の力学的特性評価. *日本複合材料学会誌*, Vol.42(5), 163-168 (2016)
- 佐藤毅彦ほか. 一番星へ行こう！日本の金星探査機の挑戦 その 27 ～金星の新しい姿をとらえる「あかつき」IR2, 本格始動！～. *日本惑星科学会誌 「遊・星・人」*, Vol.25(2), 68-71 (2016)
- 笠羽康正ほか. みんなでふたたび木星へ, そして氷衛星へ その 4 ～電波・プラズマ波動観測器 RPWI の飛翔へ～. *日本惑星科学会誌 「遊・星・人」*, Vol.25(3), 96-107 (2016)
- 並木則行ほか. 火の鳥「はやぶさ」未来編 その 11 ～小惑星の内部構造を探る～. *日本惑星科学会誌 「遊・星・人」*, Vol.25(3), 108-114 (2016)
- 山崎 敦ほか. 一番星へ行こう！日本の金星探査機の挑戦 その 28 ～「あかつき」紫外イメージャ本格観測開始！～. *日本惑星科学会誌 「遊・星・人」*, Vol.25(3), 115-116 (2016)
- 田口 真ほか. 一番星へ行こう！日本の金星探査機の挑戦 その 29 ～巨大な弓形雲頂温度構造の発見～. *日本惑星科学会誌 「遊・星・人」*, Vol.25(4), 155-156

(2016)  
大竹真紀子. 遊星百景 その6 ～月面クレーター中央丘の  
地質～. 日本惑星科学会誌 「遊・星・人」, Vol.25(4),  
161-162 (2016)

高木寛之ほか. 再使用観測ロケットエンジン燃焼室の変  
形評価のための高分解能X線CT画像解析技術. 非破  
壊検査, Vol.65(6), 277-286 (2016)  
DOI: 10.11396/jjsndi.65.277

#### 4. 外部の国内, 国際会議等に発表のもの

(電子版に掲載)

## 5. 表彰・受賞

## 第3回宇宙科学研究所賞

受賞対象者	所属	受賞内容	受賞年月日
木村 勇気	北海道大学 低温科学研究所	S-520 観測ロケットを用いた微小重力環境下での宇宙ダストの核生成に関する研究	2017.1.5
笠原 禎也	金沢大学 総合メディア 基盤センター	磁気圏観測衛星「あけぼの」低周波プラズマ波動観測装置(VLF)データ解析による磁気圏プラズマ波動現象の研究	2017.1.5
Richard L. Kelley	NASA Goddard Space Flight Center	X線天文衛星 ASTRO-H「ひとみ」搭載の軟X線分光検出器(SXS: Soft X-ray Spectrometer)の開発と軌道上運用への多大な貢献	2017.2.16

## 職員

受賞対象者	所属	受賞内容	受賞年月日
松本 幸太郎 羽生 宏人	宇宙飛翔工学研究系	火薬学会 2016年度春季研究発表会 優秀講演賞「上段高性能コンポジット固体推進薬に関する研究」	2016.5.27
大槻 真嗣 久保田 孝 ほか	宇宙機応用工学研究系 ほか	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 (RO-BOMECH2016) ベストプレゼンテーション表彰「放物運動拘束を利用した単眼視ビジュアルオドメトリに関する検討」	2016.6
阿部 琢美	太陽系科学研究系	日本学術振興会 平成27年度特別研究員等審査会専門委員表彰	2016.8
稲富 裕光	宇宙飛翔工学研究系	日本学術振興会 科研費 平成28年度審査委員表彰	2016.9.30
鎌田 幸男	基盤技術グループ	第30回電波技術協会賞「宇宙科学研究の推進を実現した通信用アンテナの研究開発に貢献」	2016.11.9
清水 敏文 ほか	太陽系科学研究系 ほか	Daiwa Adrian Prize 2016, British team & Japanese team for their joint collaboration in “understanding magnetic energy release at all scales in the solar atmosphere,” DAIWA Anglo-Japanese Foundation	2016.11.15
岡崎 峻 小川博之 ほか	宇宙飛翔工学研究系 ほか	2016年度(平成28年度)日本機械学会賞(論文)「マルチエバポレータ型ループヒートパイプの内部流動特性に関する研究(微小重力環境下での蒸発器及び凝縮器の可視化)」	2016
小林 大輔 廣瀬 和之 ほか	宇宙機応用工学研究系 ほか	2016 IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference Outstanding Paper Award 「Signature of Heavy-Ion-Induced Upsets in Deca-Nanometer-Scale Magnetic Tunnel Junctions」	2016
竹井 洋, 岩田直子, 夏刈 権, 石村康生, ほか SXS 擾乱対策 チーム	宇宙物理学研究系 ほか	日本航空宇宙学会 技術賞「ASTRO-H 衛星搭載のための軟X線分光器の世界最高水準エネルギー分光性能実現のための擾乱アイソレート技術」	2017.1
嶋田 徹	宇宙飛翔工学研究系	AIAA Associate Fellow, The American Institute of Aeronautics and Astronautics	2017.1
三浦 昭	学際科学研究系	第7回国際科学映像祭 ショートプログラムコンテスト 最優秀賞「磁気圏の小箱 ---宇宙の小箱より--- / Magnetospheric Showcase ---A Story of the Space Science Showcase---」 第7回国際科学映像祭実行委員会	2017.3
三浦 昭	学際科学研究系	第7回国際科学映像祭 ショートプログラムコンテスト 会場賞「磁気圏の小箱 ---宇宙の小箱より--- / Magnetospheric Showcase ---A Story of the Space Science Showcase---」 第7回国際科学映像祭実行委員会	2017.3
国際 CLASP プロ ジェクトチーム (坂尾太郎ほか)		平成28年度国立天文台台長賞(研究教育部門), 「CLASP 実験の成功」	2017.3.7
ASTRO-H「ひと み」アライメント チーム	宇宙物理学研究系 ほか	日本機械学会 宇宙工学部門 一般表彰 スペースフロンティア「ASTRO-H(ひとみ)搭載機器のアライメント性能」	2017.3.31

## 学生

受賞対象者	指導教員	所属大学院	受賞内容	受賞年月日
中内 結依子	後藤 健	青山学院大学大学院	9th International Conference on High Temperature Ceramic Matrix Composites and Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development 2016, Student Poster Award 「Strength Degradation of Carbon Fiber in C/SiC Fiber Bundle Composites」	2016.6.30
坂本 優美花	阿部 琢美	東海大学大学院	日本地球惑星科学連合 2016 年大会 学生優秀発表賞「スボラディック E 層内の電子温度減少に関する数値的検討」	2016.7
大木 優介	川口 淳一郎	東京大学大学院	電気学会 優秀論文発表賞 2016 年 産業応用部門研究会「自律分散制御を利用した変電所電力ピークカットに関する検討」	2016.7
増田 紘士 ほか	佐藤 英一	東京大学大学院	日本原子力学会 材料部会 優秀ポスター賞「軽水炉事故時における FeCrAl-ODS 鋼の高温変形機構」	2016.7.5
小澤 晃平	嶋田 徹	東京大学大学院	AIAA Hybrid Rockets Best Student Paper 「Flight Performance Simulations of Vertical Launched Sounding Rockets Using Altering-Intensity Swirling-Oxidizer-Flow-Type Hybrid Motors」	2016.7.27
眞下 泰輝	橋本 樹明	東京大学大学院	第 60 回宇宙科学技術連合講演会 学生セッション 優秀発表賞「月惑星着陸航法におけるぶれ画像を用いた速度推定法に関する検討」	2016.9
村松 はるか	満田 和久	東京大学大学院	Applied Superconductivity Conference 2016, Best Student Paper in Electronics 3 <sup>rd</sup> Place	2016.9
増田 紘士	佐藤 英一	東京大学大学院	EusoSPF 2016, Best Presentation Award 「Two-dimensional grain boundary sliding and dislocation characteristics in ODS ferritic steel」	2016.9
長田 拓真	稲富 裕光	早稲田大学大学院	日本マイクロ重力ティ应用学会 11th Asian Microgravity Symposium-2016 Mohri Poster session Excellent Poster Award 「Investigation of Necessary Conditions for Ground-Based Measurement of Soret Coefficients」	2016.10.27
戸丸 桃子	稲富 裕光	早稲田大学大学院	日本マイクロ重力ティ应用学会 11th Asian Microgravity Symposium-2016 Mohri Poster session Excellent Poster Award 「Error Reduction for Soret Coefficient in Soret-Facet Mission: Measurement of Coefficients on Refractive Indices of Salol/Tert-butyl Alcohol Mixtures by Interferometer」	2016.10.27
星 康人	齋藤 義文	東京大学大学院	第 140 回 地球電磁気・地球惑星圏学会 優秀発表者「昼側低緯度磁気圏境界面における磁気リコネクションラインの位置の推定」	2016.11
長谷川 稜	藤本 正樹	東京大学大学院	第 140 回 地球電磁気・地球惑星圏学会 優秀発表者「原始惑星系円盤におけるダスト沈殿層でのストリーミング不安定性によるダスト濃集過程」	2016.11
米田 浩基	高橋 忠幸	東京大学大学院	東京大学理学系研究科研究奨励賞	2017.3
金澤 孝昭	佐藤 英一	首都大学東京大学院	平成 28 年度軽金属希望の星賞「超塑性 Al-Mg-Mn 合金における高温変形中の微視組織変化」軽金属学会	2017.3
出口 雅也	佐藤 英一	東京大学大学院	日本金属学会 第 28 回優秀ポスター賞「EBSD 法を用いた Cu-Cr-Zr 合金クリープ疲労における転位組織変化の解明」	2017.3.15
金澤 孝昭	佐藤 英一	首都大学東京大学院	首都大学東京 平成 28 年度理工学研究科機械工学専攻修士論文発表会 優秀講演賞	2017.3.20

## 業務表彰

受賞対象者	受賞内容	受賞年月日
佐藤洋一, 安田 進, 岡本篤, 篠崎慶亮, 杉田寛之, 竹井 洋, 山崎典子, 満田和久, 中川貴雄, ASTRO-H/SXS チーム	平成 28 年度研究開発部門長賞「世界最高の冷却効率を有する機械式冷凍機および X 線天文衛星ひとみ搭載 SXS 冷却システムの研究開発」	2016.12.5
PLANET-C プロジェクトチーム	平成 28 年度宇宙科学研究所長賞「金星探査機「あかつき」の金星周回軌道投入の飛行計画と制御に関する研究」	2016.12.14
ASTRO-H の運用異常に係る原因究明チーム	平成 28 年度宇宙科学研究所長賞「ASTRO-H の運用異常に係る原因究明」	2016.12.14

## 6. 特許権等

## 出願公開

発明の名称	機構内発明者	出願公開日	特許出願公開番号
(国内)			
異常診断方法及び異常診断システム	丸 祐介, 山本高行, 竹内伸介, 野中 聡, 八木下 剛	2016年8月22日	特許公開 2016-151909
コンバータ、太陽電池モジュール用コンバータシステム、及び蓄電モジュール用コンバータシステム	久木田明夫, 鶴野将年	2016年9月1日	特許公開 2016-158334
トルク発生システム、宇宙機の姿勢制御システム、宇宙機の相対位置・速度制御システム	森 治, 川口淳一郎, 白澤洋次	2016年12月15日	特許公開 2016-210353
電圧均等化回路システム	久木田明夫, 鶴野将年	2017年2月2日	特許公開 2017-028864
放射線測定装置及び放射線測定方法	高橋忠幸, 渡辺伸, 武田伸一郎	2017年2月2日	特許公開 2017-026526 特許公開 2017-026524
(国外)			
コンバータと多段倍電圧整流回路を併用した均等化機能付充放電器	鶴野将年, 久木田明夫	2016年4月28日	US-2016-0118817-A1
太陽電池調整システム、関連する方法、及び、最小電流検出及び制御システム	鶴野将年, 久木田明夫	2016年6月22日	CN105706013A
固体高分子形発電または電解方法およびシステム	曾根理嗣, 桜井誠人, 島 明日香	2016年7月20日	EP 3046172
展開構造物への高周波給電方式	齋藤宏文, 富木淳史	2016年7月28日	US-2016-0218408-A1
固体高分子形発電または電解方法およびシステム	曾根理嗣, 桜井誠人, 島 明日香	2016年8月4日	US-2016-0226090-A1
異常診断方法及び異常診断システム	丸 祐介, 山本高行, 竹内伸介, 野中 聡, 八木下剛	2016年8月25日	WO2016/133121
太陽電池調整システム、関連する方法、及び、最小電流検出及び制御システム	鶴野将年, 久木田明夫	2016年10月6日	US-2016-0294189-A1
トルク発生システム、宇宙機の姿勢制御システム、宇宙機の相対位置・速度制御システム	森 治, 川口淳一郎, 白澤洋次	2016年12月29日	US-2016-0376032
電池の充電状態又は放電深度を推定する方法及びシステム、及び、電池の健全性を評価する方法及びシステム	曾根理嗣, 福田盛介	2016年12月29日	WO2016/208745
電圧均等化回路システム	久木田明夫, 鶴野将年	2017年1月26日	WO2017/014300
放射線測定装置及び放射線測定方法	高橋忠幸, 渡辺 伸, 武田伸一郎	2017年2月2日	WO2017/018362 WO2017/018363
蒸気噴射システム	川口淳一郎, 森 治, 山本高行	2017年2月9日	US2017-0036784
電池の充電状態又は放電深度を推定する方法及びシステム、及び、電池の健全性を評価する方法及びシステム	曾根理嗣, 福田盛介	2017年3月16日	TW 201710702
互いに非可溶性である複数種類の液化ガスを燃料に用いた、長秒時噴射を可能とする蒸気噴射システム	川口淳一郎, 森 治, 山本高行	2017年3月16日	US2017-0073089

## 特許登録

発明の名称	機構内発明者	特許登録日	特許登録番号
(国内)			
固体撮像素子の駆動装置	池田博一	2016年7月29日	第 5975322 号
高精度非接触位置測定機構を持つサブミリ波近傍界測定装置	西堀俊幸	2016年12月16日	第 6056022 号
直列接続された蓄電セルの電圧を均等化する、少数のスイッチで動作可能な電圧均等化回路	鶴野将年, 久木田明夫	2017年1月20日	第 6074637 号

(国外)			
バランス回路を備えた蓄電装置	鶴野将年, 久木田 明夫	2016年4月19日	US-318779
X線反射装置	満田和久, 石田 学	2016年6月29日	(DE, EP, NL) 2317521
高速応答性を実現するロケットエンジンシステム	成尾芳博, 八木下剛, 山本高行, 徳留真一郎, 稲谷芳文	2016年10月26日	(EP, FR) 2476887
交流出力可能な蓄電装置	鶴野将年, 久木田明夫	2016年11月28日	KR-10-1682265
金属部材と複合材部材の接合構造	竹内伸介, 佐藤英一	2017年3月15日	KR-10-1718572

## 略称

CN：中国

DE：ドイツ

EP：ヨーロッパ特許

FR：フランス

KR：韓国

NL：オランダ

TW：台湾

US：アメリカ合衆国

WO：PCT（Patent Cooperation Treaty の略）ひとつの出願願書を提出することによって、PCT加盟国であるすべての国に同時に申請したことと同じ効果を与える制度。日本特許庁出願後、30か月以内に各国の国内移行手続きを要する。

[宇宙科学研究所 図書・出版委員会]

委員長 船木 一幸

委員 川田 光伸／斎藤 義文／齋藤 芳隆／野中 聡  
水野 貴秀／生田 ちさと／辻 宏司

---

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所年次要覧 2016年度  
2017年9月 発行

発行 国立研究開発法人

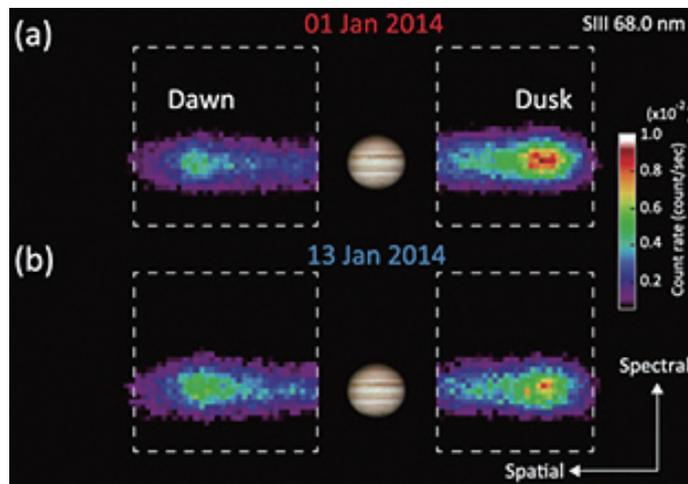
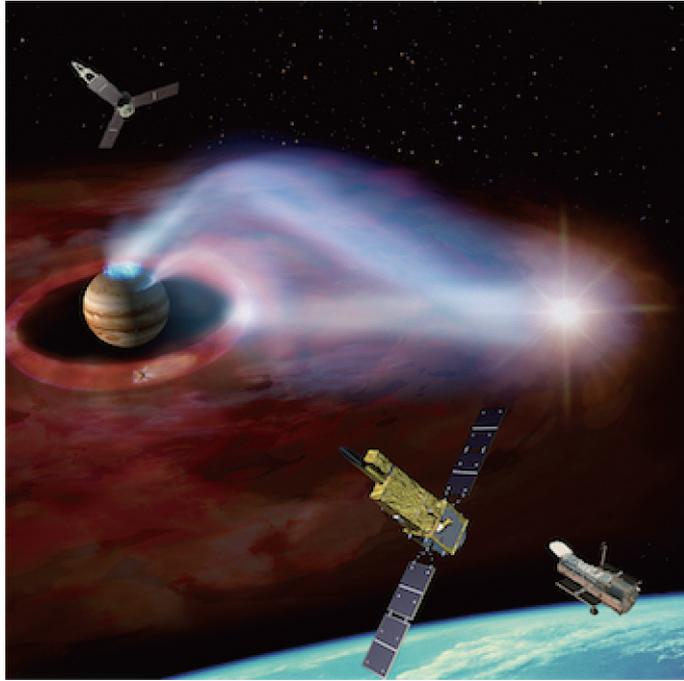
宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

連絡先 科学推進部 図書・情報係

〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1

TEL : 050-3362-6311

---



(C) JAXA

