



宇宙航空研究開発機構
宇宙科学研究所年次要覧
2022年度

INSTITUTE OF SPACE AND ASTRONAUTICAL SCIENCE
JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY



宇宙航空研究開発機構
宇宙科学研究所年次要覧

2022 年度



宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 所長

國中 均
KUNINAKA Hitoshi

2016年のASTRO-Hの異常事象以降、宇宙科学研究所が主宰する衛星／探査機打上事業が停滞し、特に宇宙物理領域では宇宙から新たなデータを取得することができず、学術活動はもとより学生教育／若手研究者育成にも支障が出ておりました。ようやく長いトンネルを抜け2022年度からは、ARTEMIS-1 ロケットに混載されたキューブサットOMOTENASHI・EQUULEUS（2022年11月打上）、観測機器を提供した木星氷衛星探査計画JUICE（2023年4月打上）、そしてX線分光撮像衛星XRISM・小型月着陸実証機SLIM（2023年9月打上）を宇宙投入し、観測データを着々と送信している水星磁気圏探査機「みお」（2018年10月打上）と共に、宇宙科学活動に本格復帰を目指します。

30年の長きに渡り運用してきた磁気圏尾部観測衛星GEOTAILを終了しました。理学における多くの学術成果だけでなく、工学面では月スイングバイという軌道変換技術を獲得する契機となった、さらには本格的な日米宇宙科学協力事業の魁として、まさに金字塔と言えるでしょう。観測ロケットは、機器故障やスケジュール／人員調整問題などを解決し成果を出し、大気球も工夫を凝らして打上機会の拡大のみならず豪州実験を再開させました。

将来事業に関して、火星衛星探査計画MMX、深宇宙探査技術実証機DESTINY⁺、高感度太陽紫外線分光観測衛星SOLAR-C、宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星LiteBIRDを進行させ、月面での科学研究・技術実証ミッション検討へ主体的に寄与してまいりました。

2022年度の活動状況をまとめたこの年次要覧をご一読頂いて、引き続き宇宙科学研究所へのご指導ご鞭撻のほどよろしくお願ひいたします。

2023年10月

目 次

I. 2022 年度ハイライト	2	V. 宇宙科学プログラム室・S&MA	82
II. 概 要	23	1. 宇宙科学プログラム室	82
1. 沿 革	23	2. S&MA 総括.....	83
2. 宇宙開発体制	24	VI. 研究基盤・技術統括	84
3. 組織及び運営	25	1. 大学共同利用実験調整グループ	84
a. 組 織	25	2. 専門・基盤技術グループ	84
b. 運 営	26	3. 先端工作技術グループ	85
c. 職員数	30	4. 大気球実験グループ	86
d. 職 員	31	5. 観測ロケット実験グループ	87
e. 予 算	34	6. 能代ロケット実験場	88
III. 研究系	35	7. あきる野実験施設	89
1. 宇宙物理学研究系	35	8. 科学衛星運用・データ利用ユニット	90
2. 太陽系科学研究系	38	9. 月惑星探査データ解析グループ	91
3. 学際科学研究系	45	10. 地球外物質研究グループ	92
4. 宇宙飛翔工学研究系	48	11. 深宇宙追跡技術グループ	93
5. 宇宙機応用工学研究系	50	12. 研究開発部門（相模原）	94
6. 国際トップヤングフェロースhip	55	a. 第一研究ユニット	94
IV. 宇宙科学プロジェクト	56	b. 第二研究ユニット	95
1. 宇宙科学・探査プロジェクト	56	VII. 研究委員会	98
2. 運用中の科学衛星・探査機	59	1. 宇宙理学委員会	98
a. 磁気圏観測衛星(GEOTAIL)	59	2. 宇宙工学委員会	99
b. 小型高機能科学衛星「れいめい(INDEX)」 ..	60	VIII. 外部資金・共同研究等	102
c. 太陽観測衛星「ひので(SOLAR-B)」	61	1. 概要	102
d. 金星探査機「あかつき(PLANET-C)」	62	2. 外部資金	102
e. 小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」 ..	63	a. 科研費による研究	103
f. 惑星分光観測衛星「ひさき(SPRINT-A)」 ..	64	b. 受託研究	108
g. はやぶさ2 拡張ミッション(Hayabusa2#).....	65	c. 民間等との共同研究	108
h. ジオスペース探査衛星「あらせ(ERG)」 ..	66	d. 使途特定寄附金	112
i. 水星探査計画/水星磁気圏探査機(BepiColombo/MMO)	67	3. 各種共同研究等	113
j. SLS 搭載超小型探査機(OMOTENASHI, EQUULEUS)	68	a. 大学共同利用設備を用いた大学共同利用実験 ..	113
3. 開発中の科学衛星・探査機	69	b. ISAS 教育職職員申請による共同研究 ..	117
a. 小型月着陸実証機(SLIM)	69	c. 理工学委員会による共同研究	120
b. X 線分光撮像衛星(XRISM)	70	4. シンポジウム等	124
c. 深宇宙探査技術実証機(DESTINY+)	71	a. ISAS が助成するシンポジウム・研究会等 ..	124
d. 木星氷衛星探査計画(JUICE)	72	b. 宇宙科学セミナー	125
e. 火星衛星探査計画(MMX)	73	c. 宇宙科学談話会	125
f. 二重小惑星探査計画(Hera)	74	IX. 国際協力	127
g. Roman 宇宙望遠鏡	75	1. 概要	127
h. 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星(LiteBIRD))	76	2. 機関間会合一覧	129
i. 赤外線位置天文観測衛星(JASMINE)	77	3. 各種国際協力	130
j. Dragonfly.....	78	a. 運用段階の衛星ミッションの国際協力 ..	130
k. 高感度太陽紫外線分光観測衛星(SOLAR-C)	79	b. 開発段階の衛星ミッションの国際協力 ..	131
1. Comet Interceptor	80	c. 準備/提案中の衛星ミッション	132
4. その他のプロジェクト	81	d. 観測ロケット実験の国際協力	133
a. 宇宙用冷凍機 (CC-CTP) 研究開発	81	e. 大気球実験の国際協力	134

f. 海外の大学等との宇宙科学分野における包括協定 ...	134	g. 宇宙科学基盤技術	155
X. 施設・設備	135	h. その他の設備	156
1. 研究所の位置・敷地・建物	135	XI. 教育・広報	157
2. 研究施設	142	1. 大学院教育	157
a. 能代ロケット実験場	142	2. 人材養成	164
b. あきる野実験施設	143	3. 図書	165
c. 内之浦宇宙空間観測所	144	4. 広報・普及	169
d. 臼田宇宙空間観測所	145	XII. 成果発表	171
e. 大樹航空宇宙実験場	148	1. 研究成果の発表状況等	171
3. おもな研究設備	150	2. JAXA 出版物 (ISAS 出版分)	172
a. 大学共同利用設備	150	3. 外部の学術雑誌等に発表のもの	173
b. 研究系設備	151	a. 単行本に発表のもの	173
c. 小型飛翔体	154	b. 査読付き学術誌に発表のもの	173
d. 科学衛星データ利用	154	4. 外部の国内, 国際会議等に発表のもの	191
e. キュレーション	155	5. 表彰・受賞	206
f. プロジェクト・事業特化設備	155	6. 特許権等	209

表紙／裏表紙図説明



【表紙図】

S-520-32 号機 実験成功

表紙写真は観測ロケット S-520-32 号機発射直後の写真である。2022/08/11 23:20:00JST 発射の夜間打上げであり、写真中央にロケット火炎が明るく写っている。火炎の先には飛翔しているロケットが暗く写っており、後流・噴煙の中にランチャー（発射台）が屹立している。本ロケットの実験目的は「電離圏擾乱発生時の電子密度鉛直・水平構造観測」であり、観測用のセンサーやアンテナ類が多数頭胴部に搭載されている。右上はノーズコーンを半殻だけ取り付けた頭胴部、右下はスピントイマー試験において収納されていた NEI のアンテナを伸展した状態の頭胴部、の写真である。先端から VAS センサー部（黒色の機器）、NEI アンテナ、IOG、GNSS アンテナ（赤く縁どられた円が八角形に付いた機器）、MAS、EFD といった各種の観測装置やその処理部が搭載されており、電離圏の電子密度を様々な方法で計測する事が可能である。

【裏表紙図】

リュウグウ試料 A0241 光学顕微鏡画像（図 1）

1 回目のタッチダウンで「たまたまばこ」地点より採取された、長径 2.13mm、重さ 2.6mg のリュウグウ粒子の光学顕微鏡写真。大部分を黒色のマトリックス（基質）物質が占め、反射率の高い微小鉱物が含まれる事が見てとれる。赤外反射スペクトルの特徴から、主に含水鉱物から構成され、炭酸塩鉱物もしくは有機物を含むことが明らかになった。2022 年 6 月に発表された第 2 回公募研究において、選定された研究者に配分された。



図 1

リュウグウ試料初期記載で活躍する赤外顕微鏡「マイクロオメガ」の前での JAXA キュレーションスタッフと仏宇宙物理研究所研究者（図 2）

2022 年 5 月末、リュウグウ帰還試料の初期記載で威力を発揮している赤外顕微鏡「マイクロオメガ」の提供元である、仏宇宙物理研究所のジャン・ピエール・ビブリン教授（後列右端）とセドリック・ピロジェ教授（後列中央）が JAXA 宇宙科学研究所地球外物質キュレーションセンターを訪問した際、「マイクロオメガ」を前に地球外物質研究グループスタッフと共に撮影したワンショット。「マイクロオメガ」分析は、普段から仏宇宙物理研究所スタッフと TV 会議を接続して、地球外物質研究グループスタッフと共同で実施している。背景の画面には、分析中の粒子の赤外線顕微鏡画像が映し出されている。



図 2

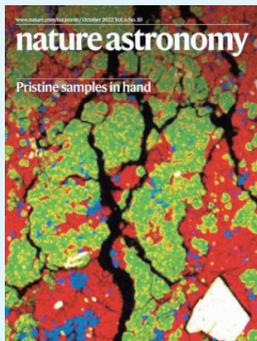
I. 2022年度ハイライト

小惑星リュウグウ試料 (サンプル) 特集

小惑星探査機「はやぶさ2」にて採取した小惑星リュウグウ試料の初期分析をリード

小惑星探査機「はやぶさ2」は小惑星(C型)を探査することにより、惑星の起源だけでなく地球の海の水の起源や生命の原材料をも探求するミッションとして、2011年にプロジェクトを開始し、2014年12月3日にH-IIAロケット26号機により打ち上げられた。その後、2018年に小惑星リュウグウに到着。2回の高精度タッチダウンをはじめとする様々なミッションを成功させ、採取した小惑星リュウグウの試料(サンプル)が入った再突入カプセルは2020年12月6日に地球に帰還した。

2022年度は、前年度に作成した小惑星リュウグウのサンプルカタログや非破壊的手法による分析等を踏まえて、それぞれの分析技術に強みを持つ国内外の大学・機関にて、本格的な初期分析(破壊的分析を含む)を実施。6つの初期分析チームと2つのPhase-2キュレーション機関による体制を構築し、宇宙科学研究所(ISAS)が初期分析をリードし、また多くの成果創出にも貢献した。



【Nature Astronomy 誌】(2022年10月13日発行)
表紙でリュウグウ試料分析論文を紹介

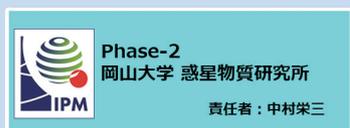


【Science 誌】(2023年2月24日発行)
リュウグウ試料分析を特集(はやぶさ2が表紙)

2022年度は、小惑星リュウグウのサンプルの分析について、その初期成果として、Phase2キュレーションチームから2編、初期分析チームから7編の初期成果論文がScience誌などに掲載された。Science誌ではリュウグウ試料分析が特集された。

■ 2つのPhase2キュレーション機関

より詳細なカタログ化及び粒子の特性に応じた測定・分析を実施。



「はやぶさ2」の科学目的達成のために専門サブチームが分担し、試料の多面的価値を明らかにするチーム。

6つの初期分析チームとフェーズ2キュレーション機関による初期成果論文の一覧

	掲載誌	論文タイトル(原題)	著者	出版年	DOI
初期分析チーム	Science	Samples returned from the asteroid Ryugu are similar to Ivuna-type carbonaceous meteorites	Yokoyama et al.	2022	10.1126/science.abn.7850
	Science	Formation and evolution of carbonaceous asteroid Ryugu: Direct evidence from returned sample	Nakamura et al.	2022	10.1126/science.abn.8671
	Science	Macromolecular organic matter in samples of the asteroid (162173) Ryugu	Yabuta et al.	2023	10.1126/science.abn.9057
	Science	Noble gases and nitrogen in samples of asteroid Ryugu record its volatile sources and recent surface evolution	Okazaki et al.	2022	10.1126/science.abo.0431
	Science	Soluble organic molecules in samples of the carbonaceous asteroid (162173) Ryugu	Naraoka et al.	2023	10.1126/science.abn.9033
	Nature Astronomy	A dehydrated space-weathered skin cloaking the hydrated interior of Ryugu	Noguchi et al.	2022	10.1038/s41550-022-01841-6
フェーズ2 キュレーション機関	Science Advances	First asteroid gas sample delivered by the Hayabusa2 mission: A treasure box from Ryugu	Okazaki et al.	2022	10.1126/sciadv.abo.7239
	Nature Astronomy	A pristine record of outer Solar System materials from asteroid Ryugu's returned sample	Ito et al.	2022	10.1038/s41550-022-01745-5
	Proceedings of The Japan Academy, Series B	On the origin and evolution of the asteroid Ryugu: A comprehensive geochemical perspective	Nakamura et al.	2022	10.2183/pjab.98.015

はやぶさ2のサンプル分析による初期成果は、地球外物質研究において画期的な知見をもたらした。このことは、その成果が、世界的に著名な科学雑誌である Science 誌や Nature Astronomy 誌に特集号として掲載されることとなったことでも裏付けられる。

これら科学成果のうち注目すべき成果の一つは、リュウグウ試料が既知の惑星物質試料の中で最も太陽組成に近いCIコンドライト隕石に似ていることが明らかになったことである。CIコンドライトは太陽系の標準物質とされており、リュウグウ試料がそれに近い特性を持つことは、地球外の物質が地球の形成や生命の起源にどのような役割を果たしたのかを理解する上で重要な手がかりとなる。また、リュウグウ試料が地球環境での変質を受けていない始原的な状態を保持していることも明らかになった。さらに、リュウグウ試料中の鉱物中には流体包有物が発見され、それには塩や有機物を含む炭酸水が存在していたことが判明した。一方、宇宙生物学の観点での大発見は、リュウグウ試料中からウラシルなどの核酸塩基やアミノ酸、アミン、カルボン酸、炭化水素など約2万種類の可溶性有機物が検出されたことである。これらの成果は、リュウグウ母天体が水と有機物を含む小天体(微惑星)であり、それが地球や生命の起源において重要な役割を果たした可能性を示唆している。今後の研究によって、リュウグウ試料が持つ謎に迫るだけでなく、さらなる新たな発見がなされることが期待される。

最後に、はやぶさ2サンプル初期分析チーム、Phase-2キュレーションチーム、地球外物質研究グループなどの研究チームや関係者の皆様には、はやぶさ2のサンプル分析における重要な役割と素晴らしい業績に対して、心からの賞賛と感謝の意を表します。今後も研究成果の共有やさらなる研究の推進を通じて、地球外物質に関する知識の拡大に貢献していただければ幸いです。

臼井 寛裕

地球外物質研究グループ長



小惑星リュウグウ帰還試料の初期分析成果 【はやぶさ2 (Hayabusa2)】

矢田 達

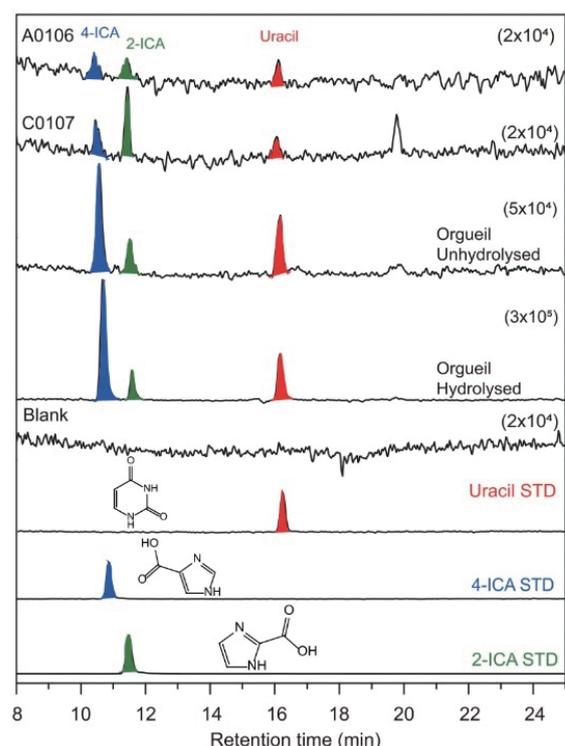
地球外物質研究グループ



小惑星探査機「はやぶさ2」がリュウグウから持ち帰った試料の初期分析成果が2022年度に Science 誌, Nature Astronomy 誌を中心に続々と出版された。史上初めて地球外の天体からガス試料を帰還させることに成功し、小惑星リュウグウが太陽系で最も太陽の元素組成に近い惑星物質から成る天体であることが明らかになった。チタン・クロム同位体の高精度測定から、太陽系形成初期に二酸化炭素氷が存在する原始太陽系円盤の外縁部に起源を持つ事が示唆されており、RNA 材料物質である核酸塩基ウラシルを含む2万種類を超える有機分子や不溶性有機物や水分を豊富に含むことから、小惑星リュウグウの母天体は原始地球に降り注いで海・生命の起源物質を供給した天体の候補と考えられる。

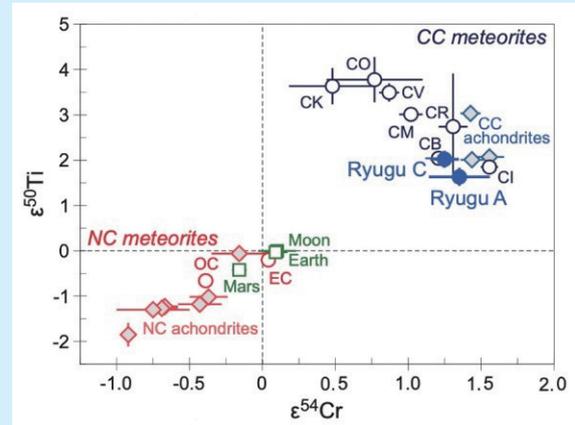
- 2020年12月に探査機「はやぶさ2」により地球に帰還したC型小惑星リュウグウ試料は、2021年6月に初期分析チーム、フェーズ2キュレーションチームに配分され、その研究結果が2022年度に Science 誌5編, Nature Astronomy 誌7編, その他国際誌19編に出版された。
- リュウグウ試料の全元素分析及びクロム・チタン同位体高精度分析の結果、既知の惑星物質試料の中で最も太陽組成に近いCIコンドライト隕石に近いことが分かった (Yokoyama *et al.*, 2022)。元々、C型天体は炭素質コンドライト隕石の母天体と考えられていたが、CIコンドライトは中でも希少で(今までに71000個超見つかった隕石の中で僅か9個)、太陽系の標準物質とされている重要な隕石の起源天体の一つである事が明らかになった。さらにリュウグウ試料がCIコンドライト隕石に見られる硫酸塩鉱物が含まず、地球環境での変質をうけていない始原的な状態を保持していることが明らかになった。また、リュウグウ試料の鉱物中に流体包有物が発見され、その包有物に塩や有機物を含む炭酸水だったことから、リュウグウ母天体に集積したのは、H₂O氷だけでなくCO₂氷を含むことが明らかになった (T. Nakamura *et al.*, 2022)。CO₂氷は原始太陽系円盤において、スノーラインより更に外側の外縁部において存在すると考えられており、リュウグウ母天体は原始太陽系星雲外縁部で成長・形成されたことを示唆している。また、リュウグウ粒子は、生命材料物質の核酸塩基であるウラシル、アラニンなどのアミノ酸やアミン、カルボン酸、炭化水素、含窒素環状化合物などからなる約2万種類の可溶性有機物を含むことが明らかになった (Naraoka *et al.*, 2023; Oba *et al.*, 2023, 図)。
- このリュウグウ母天体のような有機物・水に富む小天体が、木星や天王星のような巨大ガス惑星・氷ガス惑星の形成とそれに伴う重力擾乱により、それらが形成された原始太陽系外縁部から原始地球が形成された内部領域にもたらされ、海洋や生命の起源物質を供給したと考えられる。

リュウグウ試料から検出された核酸塩基ウラシル (Oba *et al.*, 2023)。RNA 材料物質で、原始生命の誕生の為に必須となる有機分子の一つである。



■ リュウグウはイヴナ型炭素質隕石でできている

初期分析化学サブチームでは、帰還したリュウグウ試料の化学組成、同位体組成、構成物質の成因、構成物質の年代、隕石との関連性について研究した。その結果、リュウグウはイヴナ型炭素質コンドライト隕石と同じである事が分かった(図1)。このイヴナ型炭素質隕石(CI隕石)はガス成分を除くと太陽系全体と等しい化学組成比を持っている隕石で太陽系の標準物質とされており、世界で9個しか見つかっていない貴重な試料である。リュウグウはCI隕石と比較すると地球の汚染を受けていない、最も新鮮な試料であることが分かった。リュウグウは、多量の水(約7%)と炭素(約5%)を含んでいた。リュウグウは、主に含水の粘土鉱物(蛇紋石のような)からできており、炭酸塩鉱物と硫化鉄、酸化鉄を含んでいる。何れの鉱物もリュウグウの元となった、リュウグウ母天体で起こった水溶液と元々の鉱物との化学反応(水質変性作用)の生成物(二次鉱物)である。この水質変性が起こった年代は太陽系が誕生してから約500万年たった頃で、その時の温度は約40度だった。その後、母天体の破壊が起こり、飛び散った欠片が集まって小惑星リュウグウが出来た。リュウグウ形成後、主な構成鉱物である粘土鉱物から一部の水分が蒸発した。小惑星リュウグウが出来てから現在までリュウグウ試料の温度は100度以上にはなっていないと思われる。CI隕石は13~20%とリュウグウの2倍の水分を含むが、この多い分が地球上の水分の汚染だと分かった。

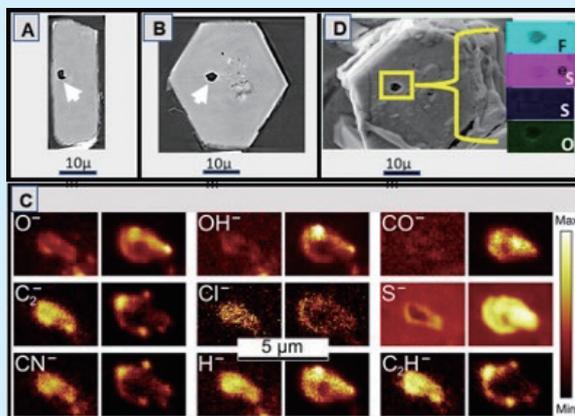


リュウグウ試料の高精度クロム・チタン同位体測定結果。炭素質コンドライトの領域にプロットされ、特にCIコンドライト隕石に近い。Yokoyama *et al.* (2022) より引用

Yokoyama *et al.* Samples returned from the asteroid Ryugu are similar to Ivuna-type carbonaceous meteorites, *Science*, Vol 379, Issue 6634 (2022). doi:10.1126/science.abn7850

■ 炭素質小惑星リュウグウの形成と進化：リターンサンプルから得た証拠

初期分析岩石サブチームでは、小惑星探査機「はやぶさ2」が回収した小惑星リュウグウのサンプル(探査機が回収した3番目に大きなサンプルを含む17粒子)を日米欧の放射光施設5か所、ミュオン施設などを利用し宇宙化学的・物理学的的手法による解析を行った。その結果、リュウグウの形成から衝突破壊までの歴史(太陽系内での形成とその位置、天体材料物質の情報、含まれていた氷の種類、天体表面および内部での水との反応による化学進化、天体衝突の影響など)が判明した。特にサンプル中の結晶に閉じ込められた液体の水を発見した。この水はかつてリュウグウ母天体にあった水であり、塩や有機物を含む炭酸水であった(図1)。これにより、リュウグウ母天体はCO₂が氷として存在していた原始太陽系外縁部で出来たことが分かった。また、リュウグウサンプルには、衝突破壊前の母天体の表面層付近の物質と天体内部の物質が混在していることが判明した。更にリュウグウサンプルの硬さ、熱の伝わり方、比熱、密度などを実測した。この実測値を使って、リュウグウ母天体形成後の天体内部の加熱による温度変化、および衝突破壊プロセスの数値シミュレーションを行い、リュウグウの形成進化をコンピュータ上で再現した。その結果、リュウグウ母天体は太陽系形成から約200万年後に集積し、その後300万年をかけておよそ50°Cまで温まり、水と岩石の化学反応が進行したことが、直径100km程度のリュウグウ母天体を破壊した衝突天体の大きさはせいぜい直径10km程度であること、現在のリュウグウは衝突点から離れた領域の物質からできていることがわかった。



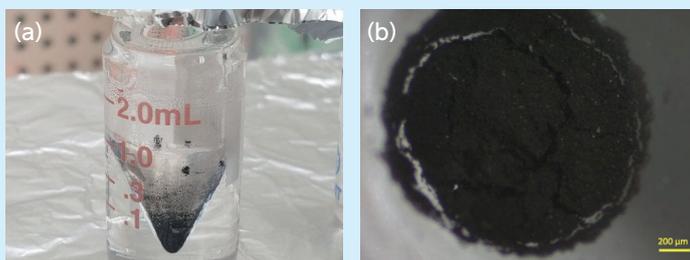
リュウグウ粒子の硫化鉄中に見つかった流体包有物。塩、有機物を含む炭酸水であることが明らかになった。

T. Nakamura *et al.* (2022) より引用

Nakamura *et al.* Formation and evolution of carbonaceous asteroid Ryugu: Direct evidence from returned sample, *Science*, Vol 379, Issue 6634 (2022). doi:10.1126/science.abn8671

■小惑星リュウグウ試料中の黒い固体有機物

初期分析不溶性有機物 (IOM) サブチームでは、リュウグウ粒子非破壊分析 (非処理の微粒子分析) と破壊分析 (試料の酸処理で得られた不溶性残渣の分析) をそれぞれ施した結果、リュウグウの有機物の主要な割合を、**黒色の固体有機物が占めていることがわかった** (図 1)。リュウグウ試料中の固体有機物は、芳香族炭素、脂肪族炭素、ケトン基、カルボキシル基などが無秩序に結合した高分子構造からなることがわかった。リュウグウ試料中の固体有機物の化学・同位体組成は、**始源的な炭素質コンドライト隕石のものに似ていた**。グラファイトのような秩序だった構造は見られなかったことから、リュウグウの有機物は高温で加熱されていないことがわかった。**炭素質小惑星の有機物と、始源的な炭素質コンドライト隕石の有機物との直接的な関係が、初めて証明された**。ナノメートルサイズの球状有機物 (ナノグロビュール) や、薄く広がった不定形の有機物が、層状ケイ酸塩や炭酸塩に隣接した、あるいは混じり合った状態が見出された。**これらの観察結果は、リュウグウ母天体で水、有機物、鉱物との化学反応が起こった証拠である**。「ナノグロビュール有機物」は芳香族炭素やカルボニル炭素に富んでいた。「薄く広がった有機物」には、始源的な炭素質隕石に含まれる酸不溶性有機物に似ているもの、モレキュラーカーボネート (結晶性の炭酸塩鉱物ではない、分子状の炭酸塩前駆物質、または炭酸エステルと推測される分子) を含むことがわかった。リュウグウの方が隕石よりも、固体有機物の化学組成と形態の組み合わせに多様性があることが明らかとなった。この結果は、**リュウグウ母天体における液体の水と有機物との反応がさまざまな条件で進行したことを示している**。リュウグウの微粒子試料、不溶性残渣のいずれからも、重水素 (D) と窒素 ^{15}N が非常に高い領域と、非常に低い領域が検出された。D と ^{15}N に富む同位体組成は、地球上の有機物には見られない、マイナス 200°C 以下の低温環境でのみ生じることがわかってきている。したがって、リュウグウに含まれる、少なくとも一部の有機物は星間分子雲や原始惑星系円盤外側などの極低温環境で形成されたことが示された。リュウグウ試料から分離した不溶性残渣の水素同位体組成の分布は、母天体で水との反応を経験した炭素質隕石のものに類似しており、水質変成をほとんど経験していない炭素質隕石のものに比べると低い値を示した。以上をまとめると、**分子雲や円盤で生じた初生の有機物がリュウグウ母天体で変化し、変化した分子から新たな有機物が合成されるといったプロセスを繰り返しながら、有機物の組成が多様に化学進化した歴史が明らかになった**。

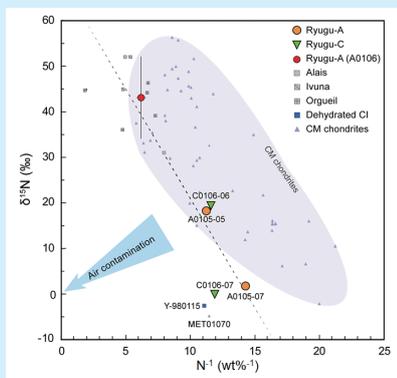


リュウグウ試料の酸処理によって分離精製した不溶性炭素質残渣 (固体有機物) の画像。(a) ミニガラスバイアル中の残渣、(b) 他のミニバイアルに移された炭素質残渣の一部を上から撮影した画像。Yabuta *et al.* (2023) より引用

Yabuta *et al.* Macromolecular organic matter in samples of the asteroid (162173) Ryugu, *Science*, Vol 379, Issue 6634 (2023). doi:10.1126/science.abn9057

■小惑星リュウグウサンプルの希ガスおよび窒素同位体組成 —リュウグウ揮発性物質の起源と表層物質進化—

初期分析ガスサブチームでは、リュウグウ粒子の (1) 赤外分光・電子顕微鏡観察、(2) 希ガス同位体組成、(3) 窒素同位体組成を測定した。これらに基づいて、リュウグウ母天体の材料物質の起源、およびリュウグウ形成後の表層物質進化について研究した。配布された直径約 1 ミリ弱のリュウグウ粒子をひと粒ずつペレット状にプレス加工し、(1) の表面観察を行った。その後、真空中で段階的に加熱してガスを抽出し、(2)、(3) の同位体分析を行った。希ガス同位体分析の結果、太陽系形成時に材料物質が宇宙空間で取り込んだ**始源的な希ガスが見つかった**。その量はこれまで報告されているどの隕石よりも多いことがわかった。窒素同位体組成は試料ごとに異なっており、窒素を保持している多様な物質が、今もリュウグウ試料には保存されていることがわかった (図)。リュウグウ試料には太陽系形成時の希ガス以外にも、銀河宇宙線によって生成された希ガスと太陽風起源の 2 種類の希ガスも含まれていた。希ガス分析した第 1 回タッチダウン回収試料 (Ryugu-A 試料) のうち 2 個は、現在の軌道でそれぞれ 3500 年、250 年に相当する期間の太陽風照射を受けていることがわかった。その他の Ryugu-A 試料 (8 個)、および人工クレーター周辺から回収した Ryugu-C 試料 (6 個) には、数十年に相当する微量の太陽風しか含まれていなかった。銀河宇宙線起源のネオン量から、銀河宇宙線の照射期間を計算した。Ryugu-A 試料 (10 個) と Ryugu-C 試料 (6 個) の平均値は、どちらも約 500 万年だった。リュウグウ表層のクレーターが近地球軌道で形成されたとすると、その期間は 200 万 -800 万年間と見積られる。今回得られた銀河宇宙線照射期間はこのクレーター年代とよく一致する。このことは、リュウグウが約 500 万年前に近地球軌道に移動し、表層物質はその後大きな変化は受けていないことを示唆している。リュウグウ試料を真空中で約 100°C に加熱すると、太陽風起源のガスと宇宙線起源のガスが放出された。この宇宙線起源ネオンの量は、約 100 万年の照射期間に相当する。可視分光観測によってリュウグウ中緯度域に赤く見える物質が報告されており、赤化の原因として太陽近傍での加熱が考えられる。希ガス分析の結果はリュウグウが太陽に近づいたのは 100 万年以上前であったことを示唆する。**最表層物質である第 1 回タッチダウン回収試料には、長期間の太陽風照射の痕跡が発見され、第 2 回タッチダウンで回収した試料との違いが希ガス同位体によって明確になった**。



リュウグウ試料の窒素同位体組成 (縦軸、地球大気との差を千分率で示したもの) と窒素存在度 (重量比) の逆数 (横軸)。リュウグウ (オレンジ色丸、緑色逆三角形、赤丸) は試料ごとに窒素組成が異なる。CI コンドライト (灰色および青色四角)、CM コンドライト (紫三角および紫色で囲った領域) も参考のために示している。もしも、地球大気の混入が起きた場合は水色矢印で示した方向に分析データが移動するが、その影響は見えない。Okazaki *et al.* (2022)a より引用

Okazaki *et al.* Noble gases and nitrogen in samples of asteroid Ryugu record its volatile sources and recent surface evolution, *Science*, Vol 379, Issue 6634 (2022)a. doi:10.1126/science.abo0431

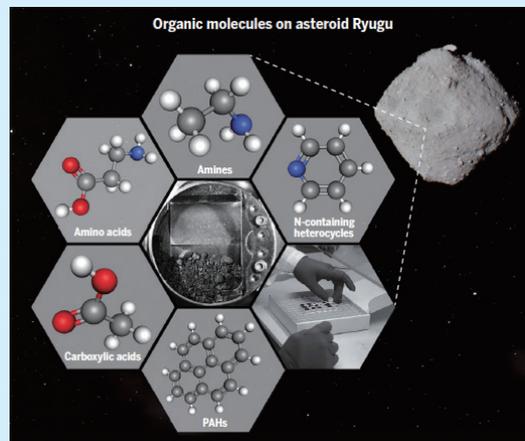
■炭素質小惑星リュウグウの試料中の可溶性有機分子

初期分析可溶性有機物 (SOM) サブチームでは、リュウグウ第 1 回タッチダウンサンプリングで得られた集集体粉末試料を種々の溶媒で抽出した溶液を高分解能質量分析やクロマトグラフィー法を用いて、日本、アメリカ、ドイツの大学・研究機関で解析した。リュウグウの平均組成 (A0106) として、C, H, N, S および 熱分解性 O の合計の存在量は約 20 wt% で、各々の安定同位体組成は、イヴナタイプ (CI) の炭素質隕石に類似していた。メタノールに溶解する C, H, N, O, S で表される 2 万種の化合物中で、CHOS, CHNO, CHNOS などが比較的多く、メチルアミン、エチルアミン、酢酸などの低分子を同定した (図 1)。揮発性の高いこれらの小惑星表面に検出されることはこれらが分子塩として存在することを示す。地球生命が用いるタンパク性アミノ酸 (アラニンなど) のほか、非タンパク性アミノ酸 (イソバリンなど) が見つかったが、左と右構造を持つアミノ酸は、1:1 の等量存在した。これは非生物的合成プロセスであることを示す。炭化水素としてはアルキルベンゼンや多環芳香族炭化水素であるナフタレン、フェナントレン、ピレン、フルオランテンなどが主に存在した。これらの存在パターンは地球上の熱水原油のパターンと似ており、リュウグウ母天体上で水の影響を受けていたことが示唆される。

リュウグウ試料表面をメタノールスプレーでその場分析すると、異なる有機分子が異なる空間分布で存在しており、リュウグウ母天体上で、流体と鉱物との相互作用の中で、有機化合物が分離した可能性が示唆された。

小惑星表面からはいろいろな過程で物質が宇宙空間に放出されることが観察されており、リュウグウ表面の有機分子が他の天体に運ばれる可能性がある。

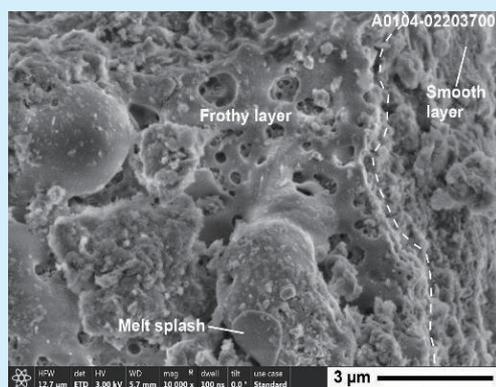
Naraoka *et al.* Soluble organic molecules in samples of the carbonaceous asteroid (162173) Ryugu, *Science*, Vol 379, Issue 6634 (2023). doi:10.1126/science.abn9033



小惑星リュウグウ試料から発見された有機分子の数々。生命の材料物質であるアミノ酸を始め合計 2 万種以上の有機分子が検出された。Naraoka *et al.* (2023) より引用

■日焼けで隠された水に富む小惑星リュウグウの素顔

初期分析砂サブチームでは、小惑星探査機「はやぶさ 2」が回収した小惑星リュウグウの 1 mm 以下の多数の試料について、どのくらいの割合のものが小惑星の上にいるときの表面を保持しているか調べた。大部分は、試料回収時の衝撃等で破壊された石の破片だったが、約 6% は小惑星の上にいるときの表面を維持していた。それらは、2 種類の表面組織に大きく分けることができた (図)。ひとつめは、比較的滑らかな表面で、0.1 マイクロメートルくらい小さな穴がポツポツとできているような組織だった。この組織のできかたを検討するため、表面が変化していないリュウグウ粒子に太陽風を模擬したヘリウムイオンを衝突させて生じた変化を、ひとつめの試料と比較したところ、表面・内部の組織が共によく似た構造が作られた。これにより、一つ目の組織は太陽風の照射によってできる宇宙風化の組織であることが分かった。2 番目の組織は、石や砂の表面が溶融し激しく泡立った (発泡した) ように見えるものである。この組織を再現するために、ミゲイ型炭素質コンドライトに属するマーチソン隕石にパルス・レーザーを照射した結果、2 番目と表面・内部がよく似た構造が形成された。



小惑星リュウグウの宇宙風化組織 点線より右側は太陽風照射による宇宙風化 (Smooth layer) を受けた部分、点線より左側は、メテオロイド衝突による宇宙風化 (Frothy layer) を受けた部分です。Frothy layer は表面数ミクロンが融けて泡立っています。Frothy layer には、後に近くから飛来し付着した岩石の溶融物が薄く張り付いています (Melt splash)。このように、リュウグウの複雑な歴史が読み取れます。走査電子顕微鏡で撮影した反射電子像です。

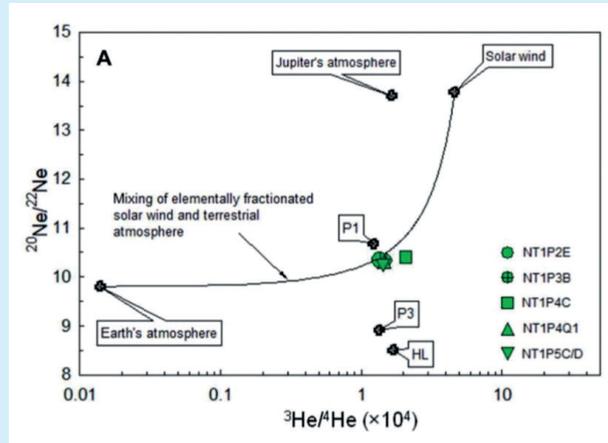
Noguchi *et al.* (2022) より引用

イヴナ型もミゲイ型炭素質コンドライト隕石とともに、それらの起源となる天体が形成されてから鉱物と水が強く反応し、含水層状珪酸塩鉱物 (粘土の仲間) が作られ、どちらにも多量に含まれている。これらは強く加熱されると水蒸気を放出して分解する。すなわち、マクロメテオロイド衝突による加熱溶融宇宙風化で C 型小惑星表面は脱水するということになる。宇宙風化を起こす主要因は共通であるにも関わらず、C 型小惑星リュウグウの宇宙風化は、よく研究されてきた月や S 型小惑星であるイトカワのものとは大きく異なっていた。これは、大気のない天体はそれらの個性の違いに応じて違った日焼けをするということを意味する。C 型小惑星リュウグウではマイクロメテオロイドの衝突と加熱による宇宙風化の影響が S 型小惑星イトカワよりも顕著なだけでなく、この宇宙風化によって C 型小惑星表面で脱水が起きるということも明らかにした。宇宙風化によって 表面物質の脱水が起きるという本研究の結果は、「はやぶさ 2」のその場観測結果にもとづくリュウグウ全体が強い加熱を受けたことがあるという解釈と回収試料にはそのような痕跡はなかったという違いを解消するものである。C 型小惑星は、小惑星が最も集中的に存在する、火星と木星の間にあるメインベルトでもっとも多い小惑星である。それらの多くは、地上からの観測で、水分子あるいはヒドロキシ基 (OH) が観測されることから、ミゲイ型やイヴナ型炭素質コンドライトに似た物質からできていると考えられている。しかし、4 割ほどではそれらが観測されていない。それらが観測されない原因について、これまでの研究で宇宙風化が挙げられていなかったが、本研究は C 型小惑星の観測的研究において宇宙風化を考慮する必要があることを示唆している。

Noguchi *et al.* A dehydrated space-weathered skin cloaking the hydrated interior of Ryugu *Nature Astronomy* 7, 170–181 (2022). doi:10.1038/s41550-022-01841-6

■ 「はやぶさ 2」 ミッションによる世界初の小惑星からのガスサンプル： リュウグウからのたまたま箱

初期分析ガスサブチームでは、小惑星探査機「はやぶさ 2」が地球に持ち帰ったサンプルコンテナ内のガス成分の質量分析およびガス採取を行った。採取したガスを国内外の研究機関に配布し、ガス成分の精密な同位体分析を行った。その結果、コンテナ内のガスのヘリウムの同位体比が地球大気と比べて、質量数 3 のヘリウム (^3He) が 100 倍多いことが判明した。また、ネオンの同位体組成も地球大気とは異なっていた。コンテナ内のヘリウム、ネオン、アルゴンの元素存在度とヘリウム同位体比を検討した結果、コンテナガスは太陽風と地球帰還後にコンテナ内に混入した地球大気の混合で説明できることがわかった (図)。コンテナ内のヘリウム量から計算したところ、リュウグウ試料の表面が剥離した際に遊離した太陽風がコンテナガスとして含まれている可能性が最も高いことがわかった。近地球軌道小惑星からガス成分を気体のまま地球に持ち帰ったのは、「はやぶさ 2」ミッションが世界で初めてである。



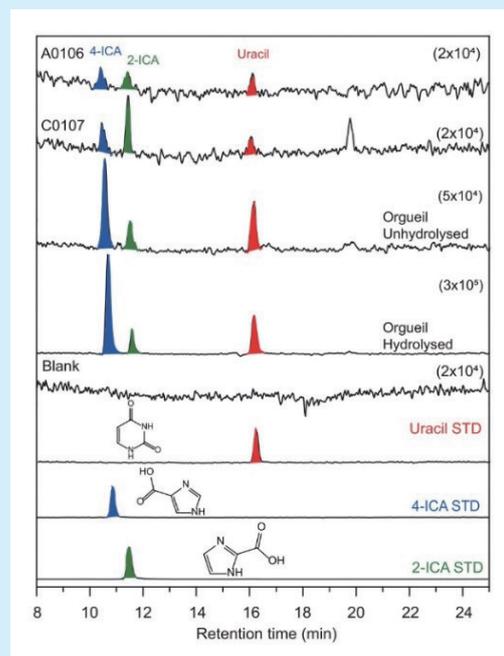
「はやぶさ 2」試料コンテナ採集ガスのヘリウム・ネオン同位体分析結果。コンテナガス成分は太陽風と地球大気の混合曲線上に位置しており、確かにリュウグウ試料から放出されたガス成分を含むことが分かる。Okazaki *et al.* (2022) b より引用

Okazaki *et al.* First asteroid gas sample delivered by the Hayabusa2 mission: A treasure box from Ryugu Science Advances Vol 8, Issue 46 (2022)b. doi:10.1126/sciadv.abo7239

■ 炭素質小惑星 162172 リュウグウ中のウラシル

初期分析可溶性有機物 (SOM) サブチームでは、リュウグウ第 1 回及び 2 回目タッチダウンサンプリングで得られた集合体粉末試料を熱水で抽出した溶液を高速液体クロマトグラフィー / 電子スプレー式高分解能質量分析法を用いて解析した。それぞれ 10 ミリグラムほどの第 1 回及び 2 回目タッチダウンリュウグウ試料から、すべての地球生命の RNA に含まれる核酸塩基の一つであるウラシルと、生命の代謝に不可欠な補酵素の一つであるビタミン B₃ (ナイアシン) を検出することに成功した (図)。これらの検出は、有機分子の化学進化の実像を示しており、生命誕生前の原始地球上でどのように最初の生命が誕生したのか、という科学における究極の謎について、炭素質隕石 (=小惑星の破片) などの地球外物質によって供給された成分がその材料となったという説を強く支持する。

リュウグウ試料中から検出されたウラシルとその構造異性体。ウラシルは地球上全ての RNA を構成する 4 つの核酸塩基の内の一つである。Oba *et al.* (2023). より引用



Oba *et al.* Uracil in the carbonaceous asteroid (162173) Ryugu, Nature Communications volume 14, Article number: 1292 (2023). doi:10.1038/s41467-023-36904-3

暗い小惑星表面の 10 年間で宇宙風化作用によるスペクトルの変化具合

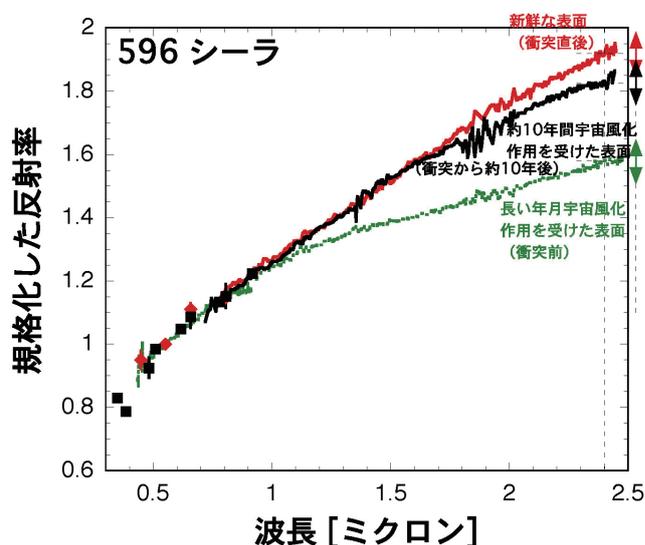


長谷川 直
大学共同利用実験調整グループ

火星と木星の間にある小惑星帯の小惑星 596 シーラに 2010 年 12 月に起こった天体衝突時においてその表層が新鮮な物質に覆われたこと^{*1}を利用し、実時間スケール（約 10 年間）における宇宙風化作用によるスペクトルの変化具合を観察しました。その結果、観測の不確かさの範囲内で、2022 年に観測されたスペクトルは 2010 年の衝突イベント直後に観測されたスペクトルと一致しました。（Hasegawa, S., et al., Spectral evolution of dark asteroid surfaces induced by space weathering over a decade, *Astrophysical Journal Letters*, 939, L9 (2022), doi:10.3847/2041-8213/ac92e4）

*1 : Hasegawa, S., et al., The Appearance of a "Fresh" Surface on 596 Scheila as a Consequence of the 2010 Impact Event, *Astrophysical Journal Letters*, 924, L9 (2022), doi:10.3847/2041-8213/ac415a

- 室内実験は科学の推進には非常に重要な手法ですが、こと、宇宙風化作用の実験に対しては、1 つ、実際の天体表層上で起こっている現象とは異なる点があります。それは宇宙風化作用が作用する「時間」です。宇宙風化作用によるスペクトルの変化は千年～数千万年で時間をかけて起こると考えていますが、室内実験では上述の時間で作用する宇宙風化作用を数秒～数時間でサンプルに及ぼしています。即ち、単位時間あたりに換算して、ざっと 10 桁より多い宇宙風化作用をサンプルに及ぼしていることとなります。但し、これは人間の歴史より長い可能性のある宇宙風化作用を再現するには仕方がないこととなります。
- 2010 年 12 月、T 型小惑星 596 シーラに数十 m の小惑星の衝突が起こり、表層が一掃されました。近赤外域（0.8-2.5 ミクロン）のスペクトルの傾きは衝突後に更に赤く変動し、その表層が新鮮になったと考えられています。2022 年はこの衝突現象が起きてから約 10 年過ぎたこととなります。つまり、596 シーラ表層は 2010 年 12 月に新鮮になってから、約 10 年間、宇宙風化作用に晒されたこととなります。つまりこの約 10 年間で、宇宙風化作用で、どのようにスペクトルが変化するかを観察できる絶好の機会となります。
- スペクトル観測は衝突前の 2002 年、衝突直後の 2011 年に行われていましたので、そこで、我々はアメリカ航空宇宙局（NASA）赤外線望遠鏡施設（IRTF）の 3.0m 望遠鏡と国立天文台石垣島天文台の 1.05m むりかぶし望遠鏡で、それぞれ近赤外域と可視光域のスペクトルを取得し、596 の宇宙風化作用によるスペクトルの変化を調べました。
- 可視光域の波長では衝突前後でスペクトルの形の変化はありませんでしたが、衝突後 10 年経った今回も同様にスペクトルの変化はありませんでした（図）。近赤外域の波長でも、10 年前のスペクトルと比較して、変化はありませんでした（図）。即ち、596 のようなスペクトルを持つ暗い小惑星では 10 年では宇宙風化作用によって、スペクトルは変化しないことがわかりました。



横軸が波長、縦軸が波長 0.55 ミクロン規格化した反射率の強度。波長が長くなるにつれ、強度が上がると、「赤く」と言う。逆に波長が長くなるにつれ、強度が下がると、「青く」と言う（Hasegawa et al. 2022, ApJL, 939, L9 より改変）。緑データは衝突前に得られた（長い年月宇宙風化作用を受けた表面の）データ、赤データは衝突直後に得られた（新鮮な表面の）データ、黒データは衝突後約 10 年後に得られた（約 10 年間宇宙風化作用を受けた表面の）データ。図の右側の矢印は観測誤差範囲を示している。黒データと赤データは観測誤差範囲で一致しており、優位な変化はなかったと言える。

宇宙 X 線偏光計で捉えた特異な量子干渉効果 — 最先端宇宙観測装置で切り開く新しい物理実験 —

渡辺 伸
宇宙物理学研究系



高感度宇宙観測用に開発してきた高エネルギー X 線偏光検出器を地上の原子物理実験に適用し、新しい測定が実現した。これまでの原子物理の常識では偏光していないと考えられていた X 線遷移が大きく偏光していることを実験的に初めて突き止めた。この予期せぬ大きな偏光度という実験結果を受けて、常識を排除した理論解析が進められ、実験で観測された大きな偏光が、量子力学的な確率の波同士が干渉する量子干渉効果の結果であることが明らかになった。(Nakamura, N., Watanabe, S., et al., *Strong Polarization of a $J=1/2$ to $1/2$ Transition Arising from Unexpectedly Large Quantum Interference*, *Physical Review Letters*, 130, 113001 (2023), doi:10.1103/PhysRevLett.130.113001)

- 多価イオンが高エネルギー電子を捕獲する際に放出する高エネルギー X 線に、予期せぬ偏光* があることを初めて実験的に発見した。この測定は、電気通信大学の電子ビームイオントラップ Tokyo-EBIT の実験に、高感度宇宙観測用の高エネルギー X 線偏光検出器を用いて実施された。原子物理学の常識では、この電子の状態遷移は全く偏光していない X 線を出すと言われていたが、実験で測定された X 線は高い偏光を持つことが判明した (図 2)。

*偏光：電磁波（高エネルギー X 線も電磁波）は電気と磁気が繰り返し振動することで伝わる波で、それらの振動方向がどの程度偏っているかが偏光度であり、偏光度を持った電磁波を偏光と呼ぶ。高エネルギー X 線の偏光度を調べることで、それを放出した原子やイオンの中の電子がどの方向に運動していたかという「向き」に関する情報を得ることができる。

- 原子物理の研究で、高エネルギー X 線の偏光測定は有用であると考えられていたものの、これまでは精度よく測定できる検出器が存在せず、実現してこなかったが、JAXA 宇宙科学研究所が中心に宇宙観測のために開発し本研究のために改良した高エネルギー X 線用コンプトン偏光計 EBIT-CC (図 1) により達成された。
- さらに、この予期せぬ大きな偏光度という実験結果を受けて、理論グループにより常識を排除した理論解析が進められ、実験で観測された大きな偏光が、量子力学的な確率の波同士が干渉する量子干渉効果の結果であり、また、異なる初期状態を持つ二つの波が引き起こした特異な干渉効果であることも明らかになった。
- このような他では実現していなかった宇宙観測装置の研究開発が他の分野のシーズとなり、新発見を産み、また、さらなる研究課題を創出したという好例となった。



図 1 Tokyo-EBIT (右) に設置した EBIT-CC (左)

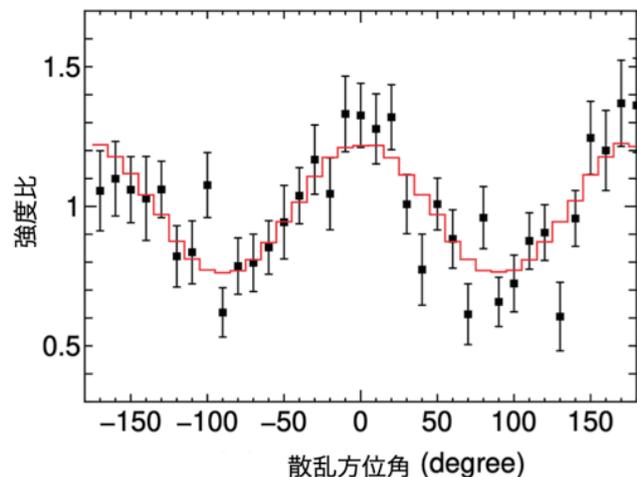


図 2 実験で得られたコンプトン散乱の方位角分布。黒点が実験データ。赤線は実験データから得られた偏光度 0.327 のときのシミュレーション結果。原子物理の常識では無偏光と考えられており、その場合は、どの方位角でも一定で、1 となるはずだった。

ひさき衛星が観た砂嵐による火星上層大気の変化 — 火星生命環境への示唆 —

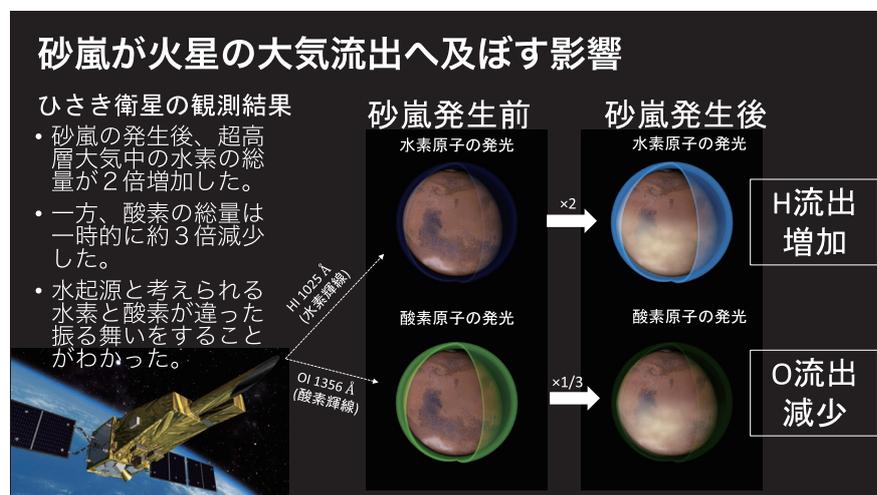
【惑星分光観測衛星「ひさき」】

益永 圭
太陽系科学研究系



火星で大規模な砂嵐が発生すると、高層大気中の水素ガスの量が増加するのに対し、酸素ガスの量が一時的に減少することが観測された。このような反相関関係は、砂嵐期間に火星からの水素ガス流出が促進される一方で酸素ガス流出が抑制されることを意味しており、砂嵐には酸素を温め火星の大気を酸化する役割があることを示唆している。そのため、過去の火星は現在に比べて還元的な大気を有し、生命の生まれやすい環境であった可能性がある。(Masunaga, K., et al., *Alternate Oscillations of Martian hydrogen and oxygen upper atmospheres during a major dust storm*, *Nature Communications*, 13, 6609, (2022), doi:10.1038/s41467-022-34224-6)

- 惑星分光観測衛星「ひさき」は、極端紫外線に感度を持つ分光器を搭載しており、惑星周辺に広がる大気の発光を観測可能である。「ひさき」は打上げの2013年からこれまでにかけて木星、金星、火星など、さまざまな惑星の大気分光観測を行ってきた。
- 本研究では、「ひさき」等の観測データを用い、火星上層大気の水素ガスや酸素ガスの総量が、下層大気で発生する砂嵐や大気波動を介して増減することが示された。特に、火星で砂嵐が発生すると一時的に上層大気では水素ガスが約2倍増加するのに対し、酸素ガスが約3分の1に減少することが明らかになり、火星から水素ガスが流出しやすく、酸素ガスが流出しづらい状態となることが示唆された。
- 火星では、砂嵐が季節的に発生することが知られており、火星の1年で少なくとも3回は大規模な砂嵐に発達する。もし、我々が今回発見した水素ガスが流出しやすく、酸素ガスが流出しにくい状態が毎回の砂嵐で生じ、そしてそれが何億年というスケールの火星の歴史で繰り返してきたとすると、火星の大気は砂嵐によって酸化され続けてきたことになる。すなわち、過去の火星は現在の火星よりも還元的な大気を有していたことを示唆する。還元的な大気では雷などの放電現象を介して有機物の合成が起こりやすいと考えられている。有機物は生命の重要な構成要素であるため、過去の火星は生命が生まれやすい環境を有していた可能性がある。
- 本成果は将来のJAXAの火星衛星サンプルリターンミッション Martian Moons Exploration (MMX)に通ずる話である。MMXは火星衛星フォボスのサンプルを持ち帰り、火星衛星の起源を解明することが大目標である。一方でフォボスは火星から流出した大気に曝されており、火星大気成分がフォボス表面へ輸送されると考えられている。そのため、持ち帰ったサンプルの分析結果から、火星大気による汚染効果が導き出されることが期待される。我々は火星からの大気流出の仕組みを理解し、将来MMXが明らかにするであろう火星衛星環境の理解にも繋げていきたい。



ひさき衛星による火星高層大気紫外分光観測の概要図。分光観測データの水素発光輝線(1025 Å)と酸素発光輝線(1356 Å)の変化を解析した結果、火星上層大気中の水素ガスと酸素ガスの総量に反相関があることが示された。

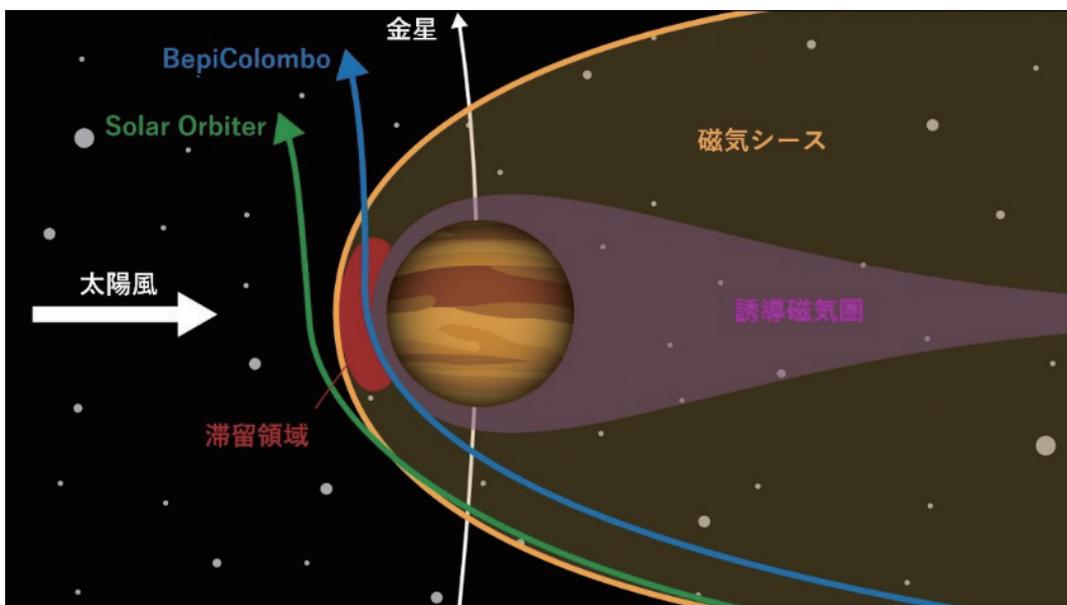
太陽風は金星大気に入り込めない！ 「みお」金星スイングバイが明らかにした太陽風 — 金星圏境界構造 — 【BepiColombo/ 水星磁気圏探査機「みお」】



相澤 紗絵
宇宙科学研究所
日本学術振興会特別研究員 PD

BepiColombo「みお」は2021年8月に2回目の金星スイングバイを実施し、金星周辺のプラズマ観測に成功した。観測結果はこれまでの予想よりも高高度で太陽風が堰き止められることを示しており、太陽風プラズマとの衝突による金星電離圏へのエネルギー注入は起こらないことが観測的に示唆された。太陽活動極小期における本領域の観測は今回が世界初であり、本観測結果に基づく理論モデルの更新が期待される。(Persson, M., et al., *BepiColombo mission confirms stagnation region of Venus and reveals its large extent*, *Nature Communications*, 13, 7743 (2022), doi:10.1038/s41467-022-35061-3)

- BepiColombo は2021年8月に2回目の金星スイングバイを実施した。その前日に金星スイングバイを行ったESAの太陽探査機 Solar Orbiter が太陽風を上流で観測している位置関係にあり、2つの探査機による金星周辺プラズマと太陽風の同時観測が実現した(図)。
- 水星磁気圏探査機「みお」は電子・イオン観測器を中心に金星最接近前後でプラズマ観測を実施し、太陽風と金星電離圏の境界領域の観測に成功した。太陽活動度極小期の金星では、通常より電離圏の導電性が低くなり太陽風が金星圏との境界を横切ってエネルギーを直接電離圏に注入しやすいと考えられていた。しかし、今回の観測結果はこれまでの予想よりも高高度で太陽風が堰き止められることを示しており、太陽風プラズマとの衝突による金星電離圏へのエネルギー注入が起きていないことが観測的に示唆された。太陽活動極小期における本領域の観測は今回が世界初であり、本観測結果に基づく理論モデルの更新が期待される。
- 太陽風が理論予想よりも金星圏内に侵入しにくいという観測事実は、金星電離圏からの大気流出量がこれまでの推定よりも減る可能性を示唆しており、金星の長期的な大気進化の理解に影響を与えると考えられる。地球の双子星である金星は、地球型惑星の大気進化を理解する上で非常に重要な惑星といえ、今後の金星探査およびガス力学理論モデルの更新が期待される。また本研究は制約の多い惑星スイングバイにおいても貴重な金星プラズマ環境の観測を遂行し、重要な観測事実を提示できることを証明した。



金星周辺のプラズマ環境と BepiColombo のスイングバイ軌道を示す概略図 (©Thibaut Roger/Europlanet)

「あかつき」の得た金星風速場データを用いた初の本格的「データ同化」

【金星探査機「あかつき」(PLANET-C)】

村上 真也
月惑星探査データ解析グループ
あかつき後期運用チーム



「あかつき」搭載紫外イメージャ (UVI) の観測画像から得られた水平風速データを数値シミュレーションに同化し、結果を詳細に調べた。水平風速データの同化によりスーパーローテーションの再現性が高まることに加え、より現実大気に近い熱潮汐波の構造やそれに伴う角運動量輸送が表現され、世界で初めて金星大気の客観解析データ (温度場と風速場) を作成することに成功した。 (Fujisawa, Y., et al., *The first assimilation of Akatsuki single-layer winds and its validation with Venusian atmospheric waves excited by solar heating*, *Scientific Reports*, 12, 14577 (2022), doi:10.1038/s41598-022-18634-6)

- スーパーローテーション (雲頂で 100 m/s に達する東西風) をはじめとした金星大気の循環を理解するには流れの 3 次元的な運動を知る必要があるが、観測データは時空間的にまばらにしか得られない。地球大気で行われているように、観測データを数値シミュレーションに融合させるデータ同化を行うことで、観測できなかった時間と場所のデータをモデルと観測データを用いて推定することができ、時空間的に均質で改良されたデータを得ることができる。
- 本研究では、「あかつき」搭載紫外イメージャ (UVI) により得られた、集中観測キャンペーン期間を含む 2018 年 9 月 1 日から 12 月 31 日の画像から得られた水平風速データを金星大気データ同化システム「ALEDAS-V」を用いて数値シミュレーションに同化して客観解析データを作成し、その結果を詳細に調べた。
- データ同化をしていない数値シミュレーション結果ではスーパーローテーションの速度が観測に比べ 150 m/s と過剰であったが、客観解析結果では風速 100 m/s とより現実的に、また最大速度となる高度領域が雲頂付近 (高度 65 km) に移動するなど、観測に近い構造が再現されるようになった (図 1)。
- スーパーローテーションの生成・維持に寄与していると考えられている熱潮汐波 (太陽光による大気加熱に起因する流体波動) についても改善が見られた。高度 70 km における熱潮汐波に伴う東西風は、数値シミュレーション結果では地方時 14 時ごろに極小値があったが、客観解析結果では 12 時ごろに極小値が移動し、観測に近い構造を再現した (図 2)。
- 今後、ほかの期間の観測データの同化や、中間赤外カメラ (LIR) から得た温度場などの異なる種類のデータの同化を進めることで、金星大気の循環の理解がより深まることが期待される。

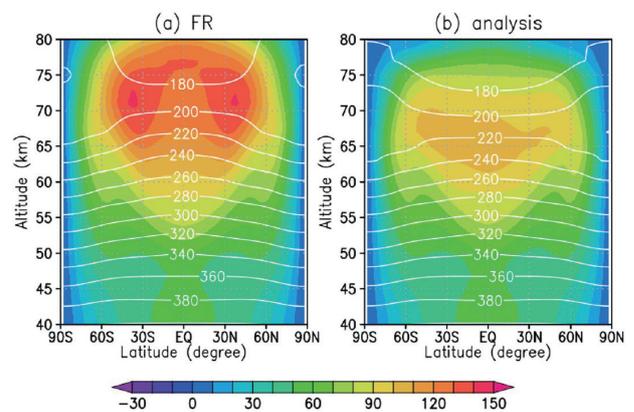


図 1 東西平均東西風速 (カラー) と絶対温度 (等高線) の緯度高度断面図。 (a) 同化なしの数値シミュレーション結果と (b) 同化によって得られた客観解析結果。 (Fujisawa et al., 2022)

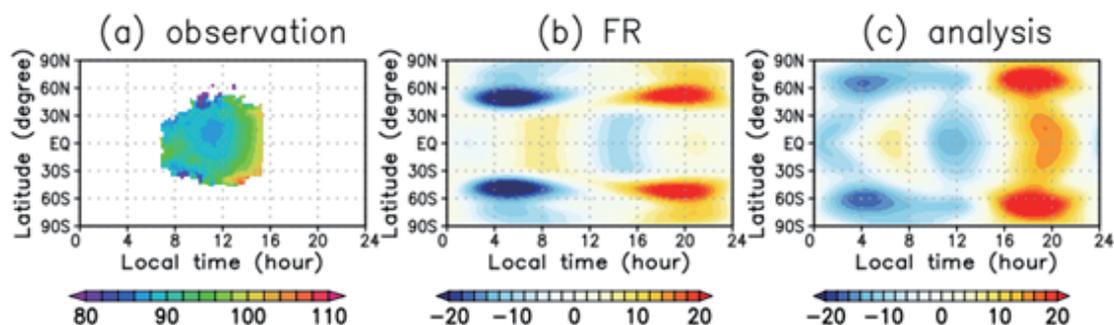


図 2 熱潮汐波に伴う東西風速の高度 70 km における地方時緯度断面図。 (a) あかつきの観測結果、(b) 同化なしの数値シミュレーション結果、(c) 同化によって得られた客観解析結果。 Fujisawa et al. (2022) Figure 1 より南北風の図 d, e, f を割愛。

「ひので」-IRIS-ALMA 観測で明らかにされた 太陽マイクロフレア足元の振る舞い

【太陽観測衛星「ひので」(SOLAR-B)】

清水 敏文
太陽系科学研究系



微小な太陽面爆発～マイクロフレア～は、活動的コロナの形成やエネルギー解放機構の理解において重要な観測対象です。今回、「ひので」衛星の観測を「IRIS」衛星の彩層観測、アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計 (ALMA) によるミリ波観測と連携させることで、コロナでのエネルギー解放の一種である「マイクロフレア」の足元の振る舞いを知ることができる貴重な観測例を得ることに初めて成功しました。その観測から、足元に突っ込む非熱的なエネルギーがコロナ中に生成される熱的エネルギーのわずか100分の1しかないこと、マイクロフレアにおけるエネルギー解放は太陽表面に分布する強い磁場領域から上空コロナに広がった磁場と磁場の間で起きていること、などが新たに分かりました。この結果は、太陽大気で起きる磁気エネルギーの突発的解放の物理を理解する上で重要な示唆を与えています。(Shimizu, T., Abe, M., and Shimojo, M., *Simultaneous ALMA-Hinode-IRIS Observations on Footpoint Signatures of a Soft X-Ray Loop-like Microflare*, *The Astrophysical Journal*, 922, 113 (2021), doi:10.3847/1538-4357/ac27a4)

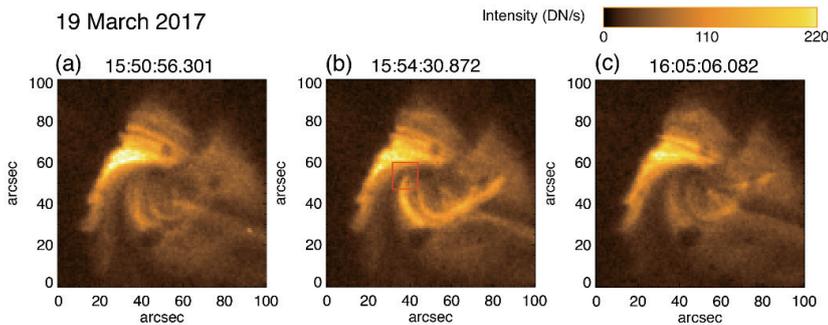


図1 「ひので」軟X線望遠鏡 (XRT) が捉えたループ状マイクロフレア。このマイクロフレアの一方の足元 (赤枠) を ALMA, IRIS, 「ひので」SOT Spectro-Polarimeter で同時観測することに成功した。

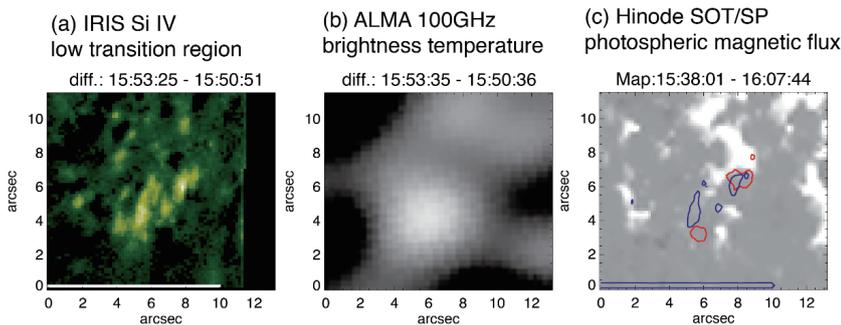


図3 a, b: Si IV スペクトル線 (IRIS) と ALMA 輝度温度で見た増光成分。増光成分は、増光の開始前データを差し引くことで抽出された。c: 「ひので」SOT spectro-polarimeter は、太陽面に分布する強い磁場を示す。等高線は、マイクロフレア中の2つの異なるタイミングにおける Si IV 増光成分の位置を示す。白色は磁場が強い場所で、等高線で示された増光場所は、強い磁場の周りに広がる弱い領域に現れていることがわかり、エネルギー解放現場の磁場の様子を推定の助けになる。

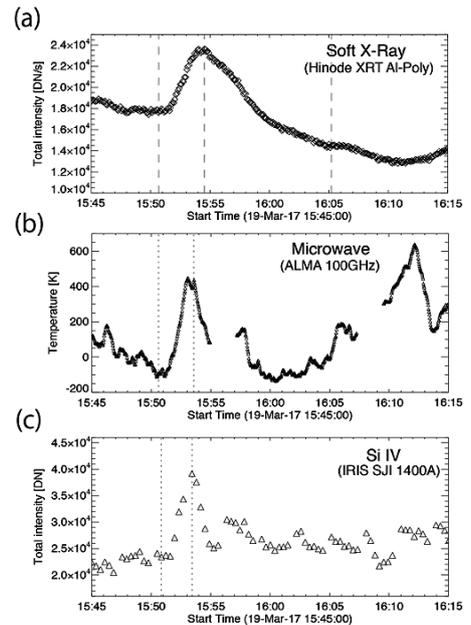


図2 増光ループの軟X線強度 (ひので XRT)、ループ足元の輝度温度 (ALMA 100GHz)、および Si IV スペクトル線 (IRIS) 強度の時間変化。増光の立ち上がり・立ち下りの速さやタイミングから、コロナでのエネルギー解放時に同時に発生した加速粒子が足元の密度が高い彩層上部に突っ込んだ結果、足元のプラズマが急激に熱化してミリ波の増光として観測されたと考えることができる。また、軟X線強度はコロナに発生した熱エネルギー量、ALMA 輝度温度は足元に入力されたエネルギー量の導出に用いられた。

炭素質ダストの形成はナノ現象が鍵

【小規模計画 DUST (Determining Unknown yet Significant Traits)】

稲富 裕光
学際科学研究系



日欧協力による微小重力環境を得るための観測ロケット実験を 2019 年に実施し、微小重力環境にてコア-マントル構造を持つ炭化チタンのナノ粒子 (中心部と周辺部が異なる組成・特性を有する粒子) の形成過程を調べたところ、炭素質ダストの形成は微小な世界でだけ見られるナノ現象が鍵となることが判明した。 (Kimura, Y., et al., *Nucleation experiments on a titanium-carbon system imply nonclassical formation of presolar grain*, *Science Advances* 9, eadd8295 (2023), doi:10.1126/sciadv.add8295)

- 宇宙には 100nm 以下のダストと呼ばれるナノ粒子が多量に存在しており、最終的には惑星系の材料になる。しかし、宇宙ダストの形成過程を粒子のサイズや構造などの特徴をふまえて理論的に説明することはできていない。そこで、北海道大学を中心とした国際研究チームは、炭素質ダストにおいて中心に炭化チタンのナノ結晶を持つコア-マントル構造がなぜ現れるのかを調べた。
- 研究チームは、2019 年 6 月に日欧協力による観測ロケット実験を行った。ここでは、数分間の微小重力環境のもと、宇宙ダスト再現装置の中でチタンと炭素を高温で蒸発させた。そして、そのガスが冷えていく際に、核生成を経てナノメートルサイズの微粒子が形成される様子をリアルタイムで観察するとともに、透過型電子顕微鏡を用いて、回収した実験試料をナノスケールで詳しく分析した。
- 研究チームは、この実験結果および終末期の恒星が放出するガス環境の推定値をナノ粒子の核生成そして結晶成長の理論に当てはめた結果、コア-マントル粒子の形成が図 1 に示す三段階のプロセスを経ることを明らかにした。ナノ粒子内ではマクロな固体の内部に比べて原子・分子が速く拡散する。そして、終末期の恒星周辺では、炭素原子の数密度がチタン原子に比べてはるかに高い。そのため、粒子表面のチタン原子が炭化チタンとしてコアへと素早く取り込まれつつ、そのコアの周囲に炭素原子が積層し続けることでマントルが維持される。
- 宇宙ダストの形成に関するこれまでの研究では、ナノ粒子の物性はマクロな固体と同様であると仮定されてきた。今回の研究成果は、宇宙ダストの特徴を理論的に説明する方法の確立につながる。そして、隕石中に見つかる太陽系が作られる際に材料となった粒子や天体観測で検出されるダストの形成過程について、構成元素の核生成と速い拡散、粒子同士の融合というナノ現象に注目した新たな解釈を与える。

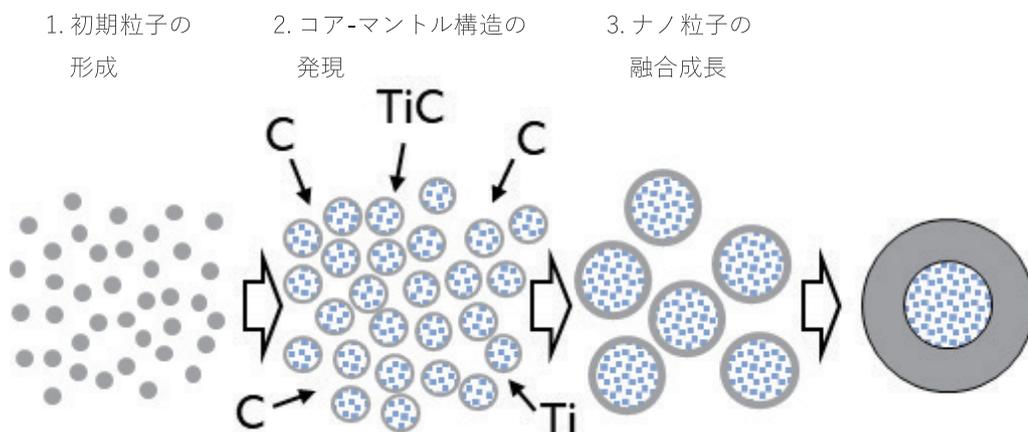


図 1 コア-マントル粒子の形成過程を示す模式図。
灰色：炭素 (C)、水色：炭化チタン (TiC)。

孤立陽子オーロラの直下で生じる 中間圏オゾン量の極端な減少を発見



中平 聡志

科学衛星運用・データ利用ユニット

地球近傍の宇宙空間を飛び交う放射線帯電子は、宇宙から磁力線に沿って地球大気へ降下し、中間層におけるオゾン量の変動の要因になることが指摘されていたが、その詳細の特定は困難であった。国際研究チームは、様々な分野に渡る複数衛星と地上の観測データを統合的に調べることで、地球周辺の宇宙空間から効果する放射線帯電子が中間圏の大気変動に直接的に影響することを明らかにした。 (Ozaki, M., et al., Localized mesospheric ozone destruction corresponding to isolated proton aurora coming from Earth's radiation belt, Scientific Reports, 16300 (2022), doi:10.1038/s41598-022-20548-2)

- 放射線帯電子が引き起こすオゾン量変動の理解の鍵となる現象は、放射線帯電子、電磁波、オーロラだと考えられている。電磁波を計測することで大気降下が“いつ”始まったか、オーロラを計測することで“どこで”発生したかを知ることができる。そして、オーロラ直下でのオゾン変動と直上での放射線帯電子を同時に観測することで、大気が“どのような影響”を“どのようにして”受けたかを知ることができる。そのような現象を理解するために、広い研究領域の研究者が集い、統合的な観測的研究を実施した。



本研究により得られたオゾン現象が起こる仕組みを表した描像

- 本研究調査の結果、従来研究と同様に1 Hz以下の電磁波の発生により孤立陽子オーロラが発生し、孤立陽子オーロラ直上を通過する国際宇宙ステーション (ISS) 搭載のMAXI/RBMやPOES衛星により放射線帯電子が検出された。そして、大気組成を探索するSABER装置 (TIMED衛星) により、孤立陽子オーロラ直下の中間圏オゾンの明らかな減少が検出された。特に、孤立陽子オーロラの発生に伴わずに1.5時間後には、孤立陽子オーロラ直下の中間圏のみ10~60%ものオゾンが減少していることが分かった。孤立陽子オーロラの空間サイズは、南北方向に400km程度であり、空間的に非常に限られた孤立陽子オーロラ直下のみ、オゾンが急激に減少する様子が明らかになった。この結果は、地球周辺宇宙からの放射線帯電子降下が中間圏の大気変動に直接かつ即座に局所的に影響することを世界で初めて観測的に明らかにした研究成果である。
- 本研究で用いられたISS搭載のMAXIは天文観測装置だが、宇宙研が実施した公募型研究事業により、放射線帯モニタ (RBM) と呼ばれる補助観測装置のデータが、地球物理など他分野で使いやすいように整備された上で、DARTSから一般公開された。DARTSではこの様に、多様なデータを組み合わせる研究を行いやすくするためのデータ整備を進めている。

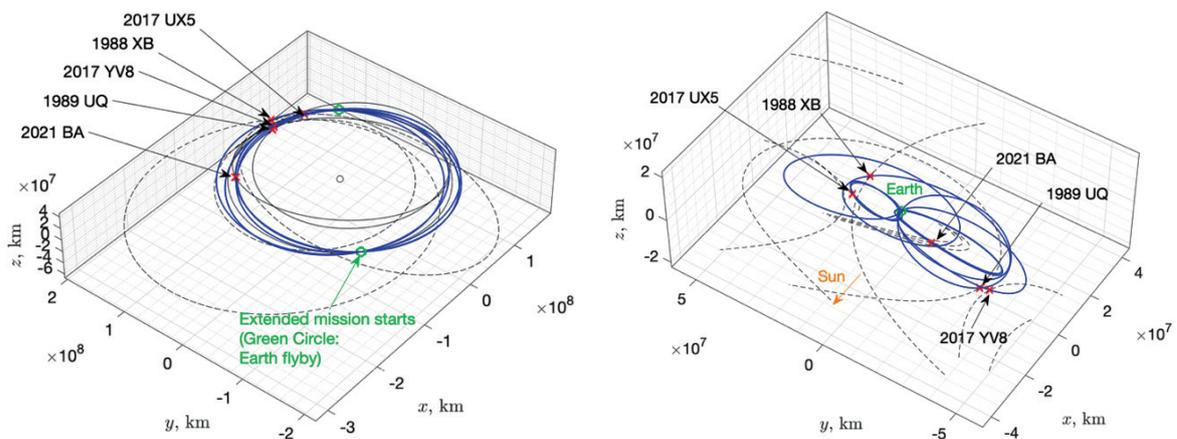
小天体マルチフライバイを実現するための 『小天体フライバイサイクラー軌道』 ～機械学習による軌道設計とその展望～

尾崎 直哉

宇宙機応用工学研究系
DESTINY+ プロジェクトチーム

近年、世界的に機械学習を用いた軌道設計研究が急速に注目されています。本研究は、機械学習手法の1つである深層ニューラルネットワークを用いて、年間1個の頻度で小天体マルチフライバイを実現するための軌道設計を行ったものです。軌道最適化問題に対して（教師ありの）機械学習を適用する場合、「いかに効率的に大規模な軌道データを生成するか？」が課題になります。特に軌道最適化問題は、簡単な問題でも数秒程度の時間を要するため、1000万点以上の軌道データを生成するには1年以上の時間を要します（仮に10台の計算機で並列計算を行ったとしても1ヶ月以上の時間を要します）。そこで、本研究では、1つの軌道最適化結果から、10倍以上の軌道データが生成できるようなアルゴリズムを考えました。その結果、小天体マルチフライバイの軌道設計の計算時間を大幅に短縮することに成功しました。（Ozaki, N., et al., *Asteroid Flyby Cyclers Trajectory Design Using Deep Neural Networks*, *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Vol.45(8),(2022), doi:10.2514/1.G006487）

- 現在までに太陽系内には100万個以上の小天体が発見されています。これらの小天体に対して、従来のターゲット小惑星ごとに探査機を飛ばすやり方では、太陽系に存在する小惑星の統計的情報を得るには時間がかかりすぎてしまいます。そこで注目されているのが、1機の探査機で複数天体をフライバイする「マルチフライバイ方式」による探査です。マルチフライバイ軌道設計問題は、複数回のフライバイを伴う大域的軌道最適化問題の一種で、「フライバイの順序を決定する組合せ最適化問題」と「与えられたフライバイ順序に対する軌道最適化問題」の2種類の最適化問題が入り子構造になった問題となっています。特に、フライバイ対象天体の数が増加すると、最適化問題の計算時間が爆発的に増大し、現実的な時間で計算を完了させることが困難となります。従来、このような大域的軌道最適化を解くために、進化的計算等による解探索が行われていました。進化的計算による解探索は、「アクセスしやすさ」等の専門家が持つ“経験”が活かされず、計算時間が膨大になる傾向にあります。そこで、筆者らは機械学習アプローチにより、“経験”をモデル化し、そのモデルを活かしながら大域的な探索を行う軌道設計手法を提案しました。“経験”をモデル化するために、本研究では、深層学習によって軌道最適化問題の結果を近似するサロゲートモデルを構築しました。深層学習等の機械学習アプローチを用いる場合、膨大な軌道データベースを生成するための計算時間がボトルネックとなります。そこで、本研究では、最適性の条件（= Karush-Kuhn-Tucker 条件）を満たす疑似小天体を導入することによって、同一の計算時間で10倍以上のデータ生成が可能な、効率的なデータベース生成手法を確立しました。本提案手法は、DESTINY+ が3200 Phaethonフライバイ後の軌道設計に適用され、実ミッションへの有用性が示されました。



小天体フライバイサイクラー軌道の概要図（左：太陽中心・黄道面中心慣性座標系、右：地球中心・太陽地球固定回転座標系）

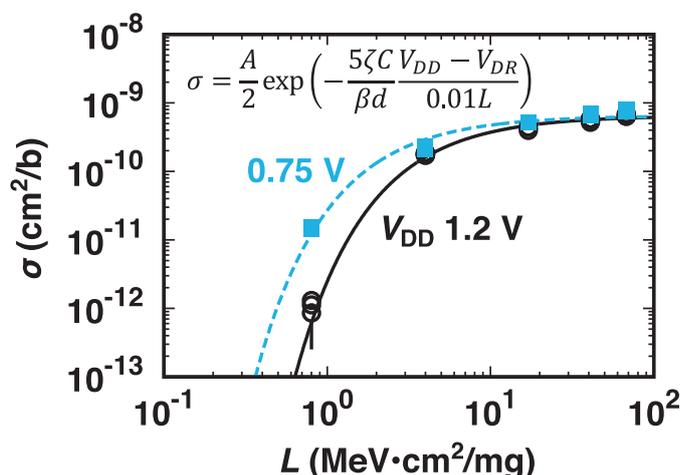
「魔法の方程式」で「びっくりするコンピュータ」の問題を解決！ ～ IEEE NSREC 優秀会議論文賞受賞～



小林 大輔
宇宙機応用工学研究系

コンピュータチップを人工衛星や探査機に使うには、宇宙線に対する対策が必要である。それにはコンピュータチップの中に宇宙線に対して弱い場所がどれだけあるかを知る必要がある。その場所の大きさ、つまり面積を、高校で習うような簡単な方程式で求められることを発見した。(Kobayashi D., et al., An SRAM SEU cross section curve physics model, IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 69(3), pp.232–240, (2022), doi:10.1109/TNS.2021.3129185)

- 人工衛星や探査機といった宇宙機に搭載されるコンピュータチップには、宇宙で正確に動くための高い信頼性が求められる。とりわけ宇宙線に対する信頼性を確保することが重要である。対策しなければ、たった一発の宇宙線が当たっただけで機能を失うことがある。
- チップの中でも宇宙線に弱い場所と強い場所があるので、対策にあたっては宇宙線に弱い場所がどのくらい広がっているのかを事前に知る必要がある。現状では、その広がり(面積)を知るのに、サイクロトロンのような大型加速器を使って宇宙の宇宙線を地上に再現する実験が必要であり、そう簡単ではない。シミュレーション技術も発展しているが、結果が出るまでに数か月かかることはめずらしくない。実際的であれ仮想的であれ、宇宙線を当てずに面積を言い当てるのは魔法のような話であった。
- この研究では、そんな魔法の方程式を導いた(図中)。σがコンピュータチップ(具体的にはSRAMチップ)の弱い場所の面積、Lが宇宙線の強さを示す。σを求める関数は指数関数(図中に示す)で与えられ、そのパラメータはβを除いて設計図から明示的に読み取ることができる。パラメータβも物理的な意味が明確で推定の手がかりがある。(現在研究中)。数式は他にもあるが、手がかりがないパラメータが複数あり使いにくいという課題があった。また、導いた方程式は高校生が習う指数関数 $y = e^x$ であり簡単である。このように高校で習うような簡単な方程式に手元の数値を代入すると、サイクロトロン加速器を使って二日以上かけて取らなければいけないような実験結果を求めることができた。
- この発見を、米国電気電子学会主催による2021年の核放射線及び宇宙放射線の影響に関する国際会議(IEEE NSREC)で発表したところ、発表の審査・選定の後、論文の審査・選定へ続く2段階審査での厳しい選定を進み、優秀会議論文賞を受賞した。



方程式による結果(線)と実験結果(記号)の比較。図は論文より転載(CCBY4.0)。2種類の電源電圧(VDD)を比較している。方程式は受賞論文で発表したものから少し変えて係数5をつけておいた。これは後の研究成果によるもの(D. Kobayashi et al., IEEE Trans. Nucl. Sci., vol. 70, no. 4, pp. 707–713, Apr. 2023.)。

イオンエンジン $\mu 10$ 中和器内部の プラズマ生成部の観測に初めて成功

森下 貴都

宇宙科学研究所 専門・基盤技術グループ
(論文執筆時：東京大学大学院工学系研究科)



本論文は、AIP Publishing (American Institute of Physics: 米国物理学協会) の Journal of Applied Physics 誌において「2nd Most-Read Article of 2022」に選出された。これは2022年に2番目に多く読まれた論文として、本研究結果が世界に広く発信されたことを示すものである。また本号は電気推進研究に特化した特集号であり、本論文はそこから特に注目すべき研究成果として、「Featured Article」にも選出されている。さらに本論文はAIPが発行する全論文誌を対象として、最も顕著な研究結果を特集する「Scilight (Science highlight)」にも選出されている。(Morishita, T., et al., Plasma parameters measured inside and outside a microwave-discharge-based plasma cathode using laser-induced fluorescence spectroscopy. Journal of Applied Physics, 131 (1), 013301, (2022), doi:10.1063/5.0071294)

- $\mu 10$ イオンエンジンは小惑星探査機「はやぶさ」や「はやぶさ2」の主推進機としてこれまで研究開発され、今後は「DESTINY+」にも搭載が予定される。イオンエンジンはイオン噴射により推力を発生する「イオン源」と、噴射したイオンを中和するために電子を放出する「中和器」の2つの要素を有する。 $\mu 10$ に限らず多くの電気推進機で中和器がエンジンの寿命及び性能を律速するが、中和器のプラズマ物理・劣化メカニズムの解明は難航している分野である。今後の深宇宙探査計画で大推力化が求められている中、より一層の劣化対策が必要とされる。

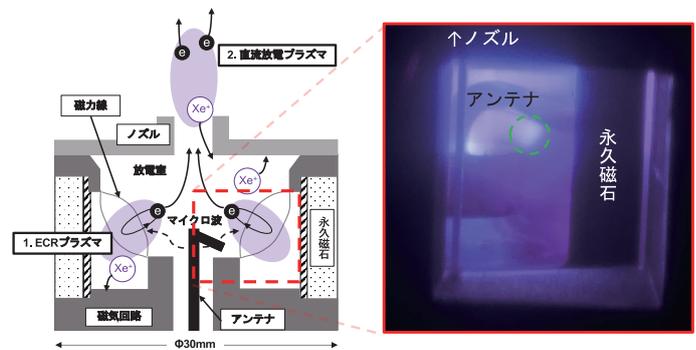


図1 マイクロ波放電式中和器の概略図(左)と内部プラズマの観測写真(右)。アンテナ内側(緑丸)や根本に強い発光が確認される。

- 本研究では劣化メカニズム・プラズマ物理解明に重要な中和器内部のプラズマ生成部を可視化した。可視化中和器の電子放出特性は「はやぶさ2」実機モデルと遜色無い。つまり実際に宇宙で生じている現象を地上で高精度に再現し、且つ計測可能な点が他に類を見ない成果であり本研究の重要な意義である。図1に示すようにアンテナ内側近傍で高密度のプラズマが生成されていることが実験的に初めて示された。

- 内部プラズマのイオン速度・密度場をレーザー誘起蛍光法により計測した結果、図2に示すように各計測箇所速度分布に複数のピークを持つことが判明した。イオン中を伝搬する波を反映した理論モデルを適用したところ、モデルとピーク形状がよく一致した。したがって中和器プラズマの各所でイオンの振動が生じており、この振動によるエネルギー増加が劣化に影響する可能性を示唆した。

- 本研究結果が網羅的に明らかにしたイオン速度・密度の2次元空間情報は、劣化メカニズムの理解をさらに発展させていく上で重要な基礎的知見となる他、将来の大推力化のための高効率なプラズマ分布設計に貢献するであろう。さらに本研究で実現した可視化手法、マイクロ波放電プラズマ物理の理解はイオンエンジンに限らず広く有用な成果である。

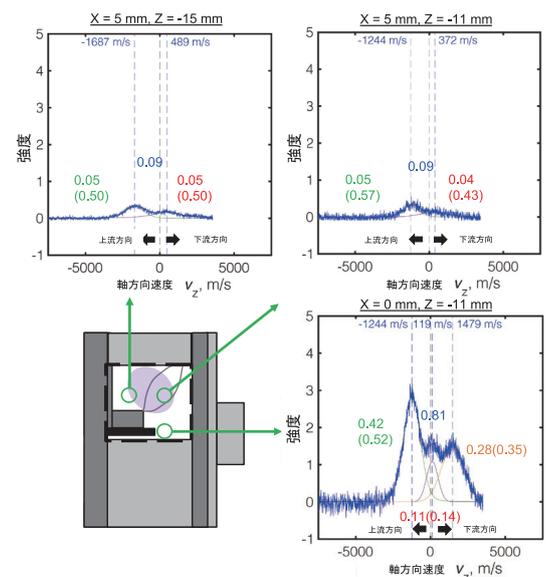


図2 中和器内部各所のイオンの軸方向速度分布。各ピークに記載される数字は存在比(カッコ内は各ピークで規格化)を示す。各所で速度分布に複数のピークを持つことが示される。

さらなる国際協力

【アルテミス初号機で超小型探査機打上げ、火星衛星探査計画（MMX）】

国際調整主幹

国際宇宙探査アルテミス計画の初号機 Artemis-1 に、JAXA は超小型探査機 2 機を相乗りし参画した。度重なる延期の後、2022 年 11 月ついに打ち上げられた。

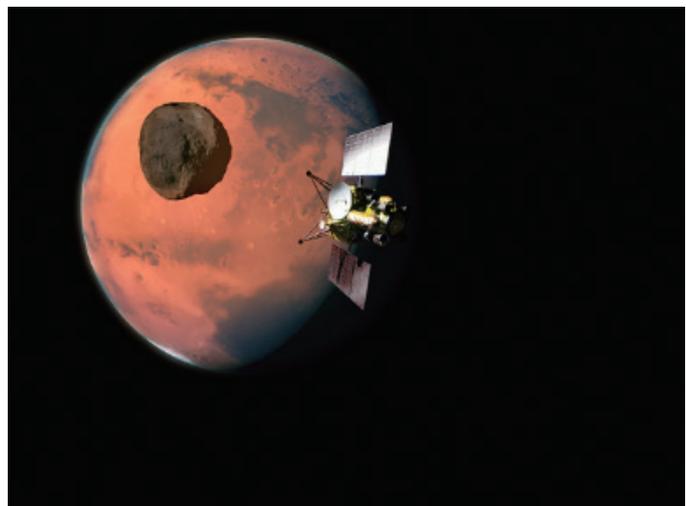
「はやぶさ 2」に続き火星衛星探査計画 MMX も豪州でのカプセル回収を行うべく、豪州関係機関への申入れ・調整を行い、10 月の日豪首脳会談にて豪州着陸とサイエンス協力を原則的に支持することが共同声明として発表された。

- 米国主導の国際宇宙探査アルテミス計画の初号機：Artemis-1 は有人探査機 Orion の無人飛行実証を目的とするが、これに 10 機の超小型探査機が相乗りした。うち 2 機は JAXA が 2016 年に提案・採択された OMOTENASHI, EQUULEUS である。以降、探査機の開発も進み、2021 年 7 月には打上げに向け NASA/JAXA 間の了解覚書 (MOU) を締結し、探査機は引渡された。打上げは何度も延期されたが、2022 年 11 月ついに Artemis-1 は NASA ケネディ宇宙センターからの打上げを見届けられた。超小型探査機も放出され、OMOTENASHI は分離後の異常で月着陸を断念、超小型での探査の難しさを痛感することとなったが、国際宇宙探査計画の夜明けに JAXA もしっかりと参画することが出来た。



Artemis-1 打上げ @NASA ケネディ宇宙センター

- 8 月上旬に豪州 3 都市の政府・大学等関係機関を訪問し、「はやぶさ 2」帰還回収の成果を報告するとともに、2024 年打上げ予定の火星衛星探査計画 MMX でも豪州ウーメラでのカプセル回収、豪州サイエンス参加で協力をもらうことを申し入れた。以降の調整を進めたことで、10 月 22 日に豪州パースで行われた日豪首脳会談にて、MMX カプセルの豪州着陸・回収とサイエンスで協力することを原則的に支援することが共同声明として発表された。「はやぶさ」シリーズで築いた豪州との協力関係がさらに発展し、強固なものになると期待される。



MMX イメージ図

宇宙科学研究所における人材育成機会について

【多様な人材受入を行う宇宙研の現場】

科学推進部

宇宙科学研究所では JAXA の人材育成実施方針および宇宙研の人材育成基本方針に則り、宇宙研ならではの現場を活用した人材育成を積極的に推進している。2022 年度は観測ロケット実験・大気球実験・SLS 搭載超小型探査機等のプロジェクトおよび実験機会を活用し、人材育成機会として多様な人材を受け入れた。

■ 小規模な実験機会（観測ロケット / 大気球実験）を用いた人材育成

観測ロケット / 大気球実験等の実験機会は小規模ながらもシステムティックかつプロジェクト的な活動のライフサイクルを短期的に経験できることが特徴で、毎年度研修受入を実施している。観測ロケット実験においては宇宙研の受入学生および種子島宇宙センターの若手職員が研修生として参加。大樹町での大気球実験においては JAXA の新入職員を受入れ、2022 年度から 2023 年にかけて実施された豪州での大気球実験では相模原キャンパス在勤者の職員を研修生として受け入れている。

研修においては見学会のような受け身の形ではなく、作業班に所属し、技術者や現場スタッフと共に実際の現場作業に従事する主体性を重視した研修を実施。参加者は宇宙科学プロジェクトの現場に携わることで、プロジェクト実行にあたって必要となる知識、技術、考え方について基礎的な理解向上を図るとともに、実際の打上げ運用を通じて、システム人材として、プロジェクトの円滑な遂行にあたって求められるプロジェクトマネジメントの一端を学んだ。

■ 超小型探査機（OMOTENASHI/EQUULEUS）の開発・運用を通じた実践的な人材育成

2022 年度に NASA の超大型ロケット SLS によって打ち上げられた超小型探査機の開発・運用においては、運用までの一連のプロジェクトサイクルを若手人材が主に担った。職員による実運用機会は JAXA の中でも貴重な現場機会であることを鑑み、運用の現場では、研修公募という形で研修受入を実施し、多数の ALL-JAXA の若手職員が実運用（コマンドの送信等）を担当した。他では得られないこれらの現場経験は、衛星運用の基礎理解の向上とともに、様々な角度からの自身の本務へのフィードバックへ繋がり、事務系・技術系問わず、幅広い知見を得られる貴重な場となった。

■ 今後の展開について

上記に示す機会のほか、はやぶさ 2 の運用や、先端工作室でのインハウスでの開発機会、月惑星探査データ解析グループでの地質図の作成機会など多くの人材育成機会を宇宙研は有し、提供している。

新たな人材育成機会の創出を図るとともに、次年度以降も宇宙研の現場を最大限に活用し、宇宙科学を含めた幅広い宇宙分野を担う人材の育成に貢献していく。



実運用の様子

宇宙科学研究所および JAXA 相模原キャンパスにおける新しいアウトリーチ活動

宇宙科学研究所 広報普及主幹付・科学推進部

2022 年度は新たなアウトリーチ活動として、JAXA 相模原キャンパスに所在する部署横断的な取組みとして「フレンドレイジング」活動を開始し、その第一弾として「宇宙をもっと身近に。」宇宙体験・交流コンテンツの充実化へ」をテーマとしたクラウドファンディングを行った。また、2021 年度に引き続き、「はやぶさ 2」帰還カプセルの巡回展示を行うとともに、「はやぶさ 2」が採取したリュウグウサンプルのレプリカを日本全国の展示施設に配布した。また、バイデン米大統領来日時はリュウグウサンプル（実物）を展示し、日米協力の深化に貢献した。その他、初の試みとして、宇宙分野を志す女子中高大生のための個別進路相談会を実施した。

- 宇宙科学・探査分野への応援団の醸成・拡大を目的とし、「フレンドレイジング：仲間作り」活動を開始した。第一弾としてクラウドファンディング（「宇宙をもっと身近に。」宇宙体験・交流コンテンツの充実化へ）を行い、約 430 名の方々からご寄附をいただいた。応援メッセージのやり取りやギフト（研究者との少人数での交流会・施設見学ツアーへの参加やインハウスで企画・製作した限定グッズの提供など）を通じ、これまで以上に国民の皆さまと接する機会を得ることができた。今後は今回のクラウドファンディングの目的である宇宙体験・交流コンテンツの充実化をさらに図っていく。
- 2021 年度 9 月より「はやぶさ 2」帰還カプセルの巡回展示を開始し、大変好評であったことから、2022 年度も巡回展示の開催地（協力団体）を募り、継続的に巡回展示を行った。また「はやぶさ 2」が小惑星リュウグウから持ち帰ったサンプルの中で、3 番目に大きいものについて精密なレプリカを製作し、全国の展示していただける施設に配布。2022 年の「はやぶさの日（6 月 13 日）」の直前から順次全国 47 都道府県において公開を行った。
- 2022 年 5 月、岸田総理大臣とバイデン米大統領による日米宇宙協力関連展示の視察が実施され、日米宇宙協力の成果として、リュウグウサンプル（実物）が展示された。米国 NASA のサンプルリターンミッション OSIRIS-REx が採取するサンプルとリュウグウサンプルの相互交換が予定されており、2 つのサンプルの比較によって、世界初の発見が期待されており、日米協力の 1 つの形として、日米協力の深化に貢献した。
- 2022 年 10 月、相模原キャンパス特別公開・前夕祭企画「JAXA の研究者等による女子中高大生のための個別進路相談会」を開催。JAXA の研究者等 16 名がアドバイザー（相談員）として、女子中学・高校・大学生の進路選択等の相談に対し、個別に相談を受け付けた。オンラインで開催したこともあり、北は青森県から南は鹿児島県まで幅広い地域の方にご参加いただけた。参加者は計 27 名（中学生 5 名、高校・高専生 10 名、大学生以上 5 名、他保護者等 7 名）であった。参加者に行った「進路選択に少しでも参考になったかどうか」のアンケートでは「非常に参考になった」が 75%、「参考になった」が 25%という結果を得た。



バイデン大統領来日時の様子：右下がリュウグウサンプル
（写真提供：内閣広報室）

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）の中にあって、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。

JAXA宇宙科学研究所の歴史の一端は、1918年に設置された東京帝国大学航空研究所に遡る。終戦後には1946年から1958年の間、東京大学理工学研究所としてその基礎部門を存続したのち、1958年に再び東京大学航空研究所として再開された。一方、東京大学生産技術研究所内に結成されたAVSA研究班は1955年にペンシルロケットの発射実験を行い、日本の宇宙開発の端緒を開いた。そして1964年に、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」を打ち上げるなど多大な成果を収めた。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」という新たな事業の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。2018年7月に国際宇宙探査センター、2019年4月に宇宙輸送技術部門が新設された。

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枢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長期目標に従い、「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、2023年3月31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。政府は、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）を作成し閣議により決定する。この宇宙基本計画（令和 5 年 6 月 13 日 閣議決定）において、JAXA は宇宙開発の中核機関に位置付けられている。

国立研究開発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長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 条において当該中長期目標を達成するための中長期計画を作成し、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長期目標を定め、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研究員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。

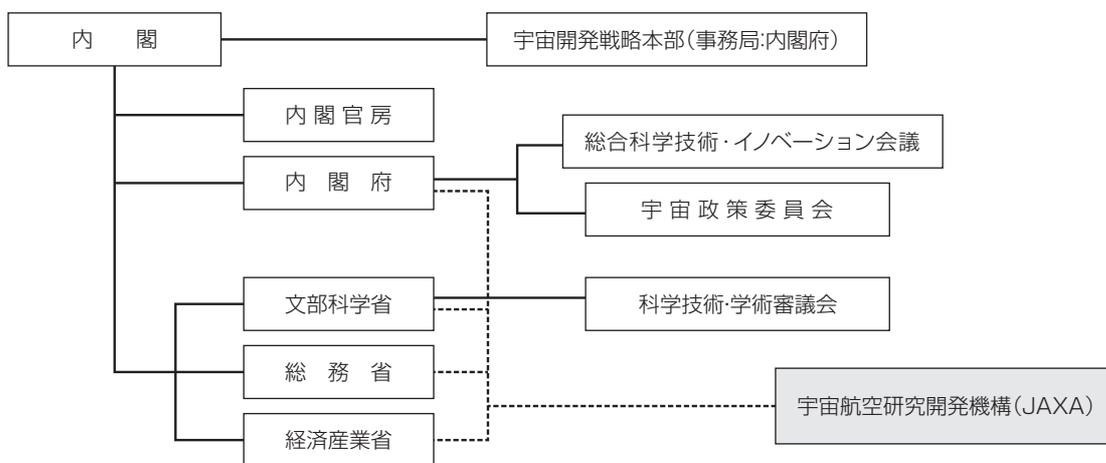


表 1 日本の宇宙開発体制

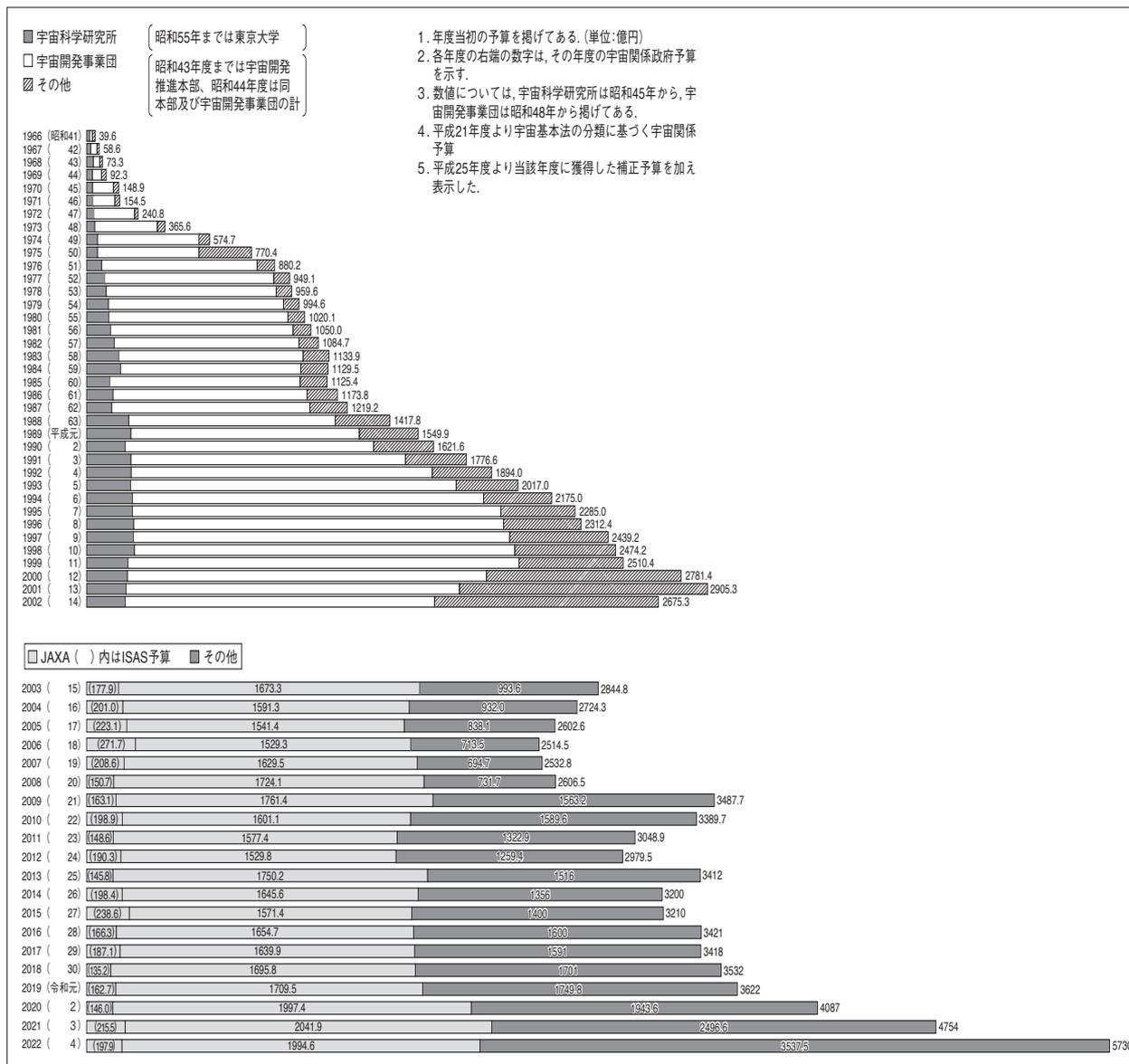


表2 宇宙関連政府予算

3. 組織及び運営

a. 組織

JAXAには、宇宙科学研究所の他、6つの部門と宇宙探査イノベーションハブ及び国際宇宙探査センター並びに一般管理組織・事業共通組織が置かれている。(宇宙航空研究開発機構 組織図)

宇宙科学研究所は5つの研究系と科学推進部、宇宙科学プログラム室、科学衛星運用・データ利用ユニット、8つのプロジェクトチーム、1つのプリ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、所属する研究者の候補者を選考・推薦し、さらに大学共同利用システムの円滑な運営等を行うため、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機関としての役割を継承し、大学共同利用システムを運用するため、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。

*29 頁参照

宇宙科学評議会名簿

(50 音順・2023 年 3 月 31 日現在)

	青木 節子	慶応義塾大学法務研究科教授
	石村 和彦	産業技術総合研究所理事長
	梶田 隆章	東京大学宇宙線研究所長
	川合 真紀	自然科学研究機構 分子科学研究所長
	草野 完也	名古屋大学宇宙地球環境研究所長
(副会長)	小畑 秀文	東京農工大学名誉教授
	小森 彰夫	自然科学研究機構長
	田近 英一	東京大学大学院理学系研究科教授
	趙 孟佑	九州工業大学 革新的宇宙利用実証ラボラトリー長
	常田 佐久	自然科学研究機構 国立天文台長
	仲谷 善雄	立命館大学長
	長谷川真理子	総合研究大学院大学長
	林 良博	国立科学博物館顧問
	廣瀬 敬	東京工業大学地球生命研究所長
	藤井 輝夫	東京大学総長
(会 長)	藤井 良一	情報・システム研究機構長
	松尾亜紀子	慶応義塾大学理工学部教授
	松本 紘	理化学研究所理事長
	三島 良直	日本医療研究開発機構理事長
	吉田 和哉	東北大学大学院工学研究科教授

(備考) 任期は 2021 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

宇宙科学運営協議会名簿

(50 音順・2023 年 3 月 31 日現在)

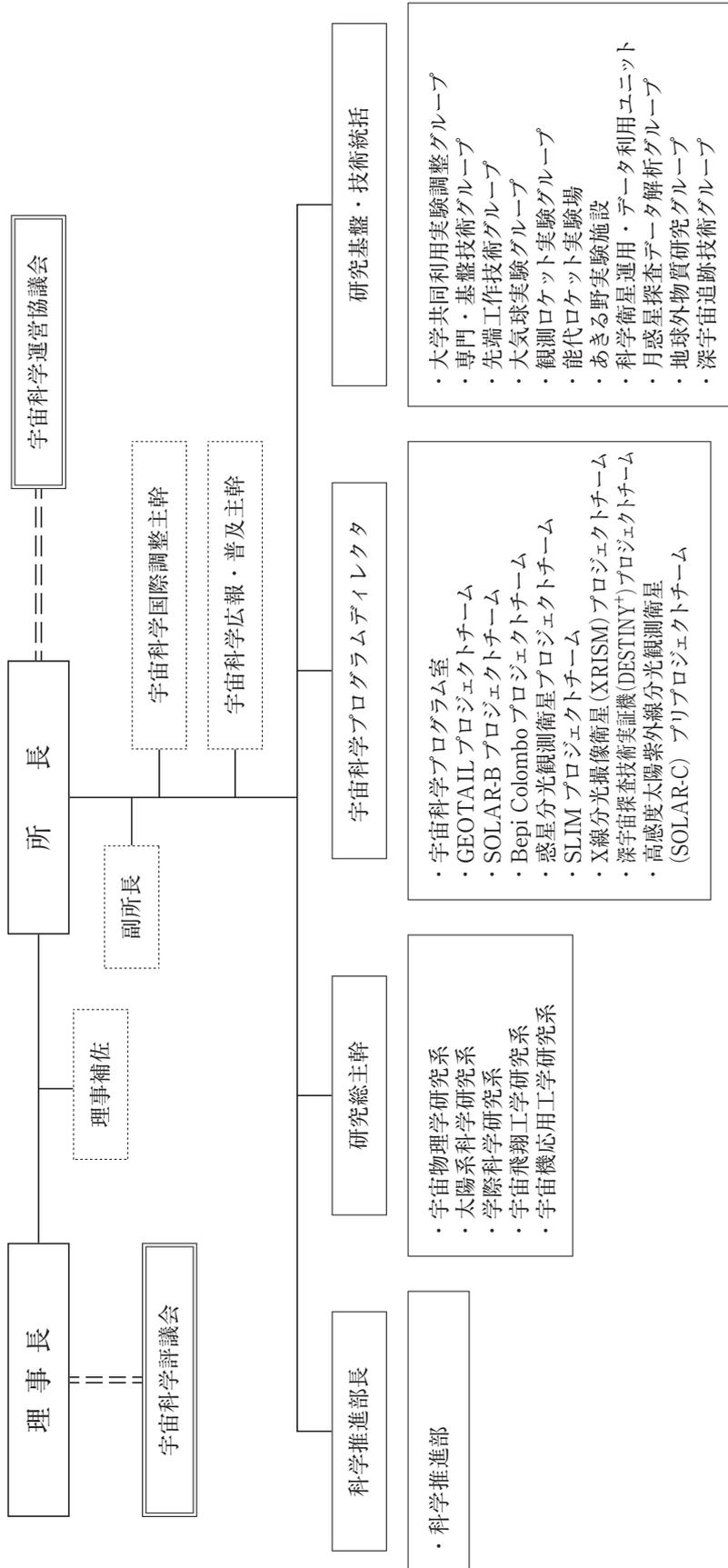
	青木 隆平	東京大学大学院工学研究科教授
	井口 聖	国立天文台教授
	大島 まり	東京大学大学院情報学環教授
	草野 完也	名古屋大学宇宙地球環境研究所長
	佐宗 章弘	名古屋大学大学院工学研究科教授
	篠原 真毅	京都大学生存圏研究所教授
	杉田 精司	東京大学大学院理学系研究科教授
(副会長)	永田 晴紀	北海道大学大学院工学研究院教授
	中村 智樹	東北大学大学院理学研究科教授
	外本 伸治	九州大学大学院工学研究院教授
	渡部 潤一	国立天文台特任教授
	〔宇宙科学研究所〕	
	稲富 裕光	学際科学研究系研究主幹
	齋藤 義文	太陽系科学研究系研究主幹
	佐藤 英一	宇宙飛行工学研究系教授
	澤井秀次郎	宇宙飛行工学研究系研究主幹
	水野 貴秀	宇宙機応用工学研究系研究主幹
(会 長)	藤本 正樹	副所長
	山崎 典子	宇宙物理学研究系教授
	山田 亨	宇宙物理学研究系研究主幹
	吉田 哲也	研究総主幹

(備考) 任期は 2021 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

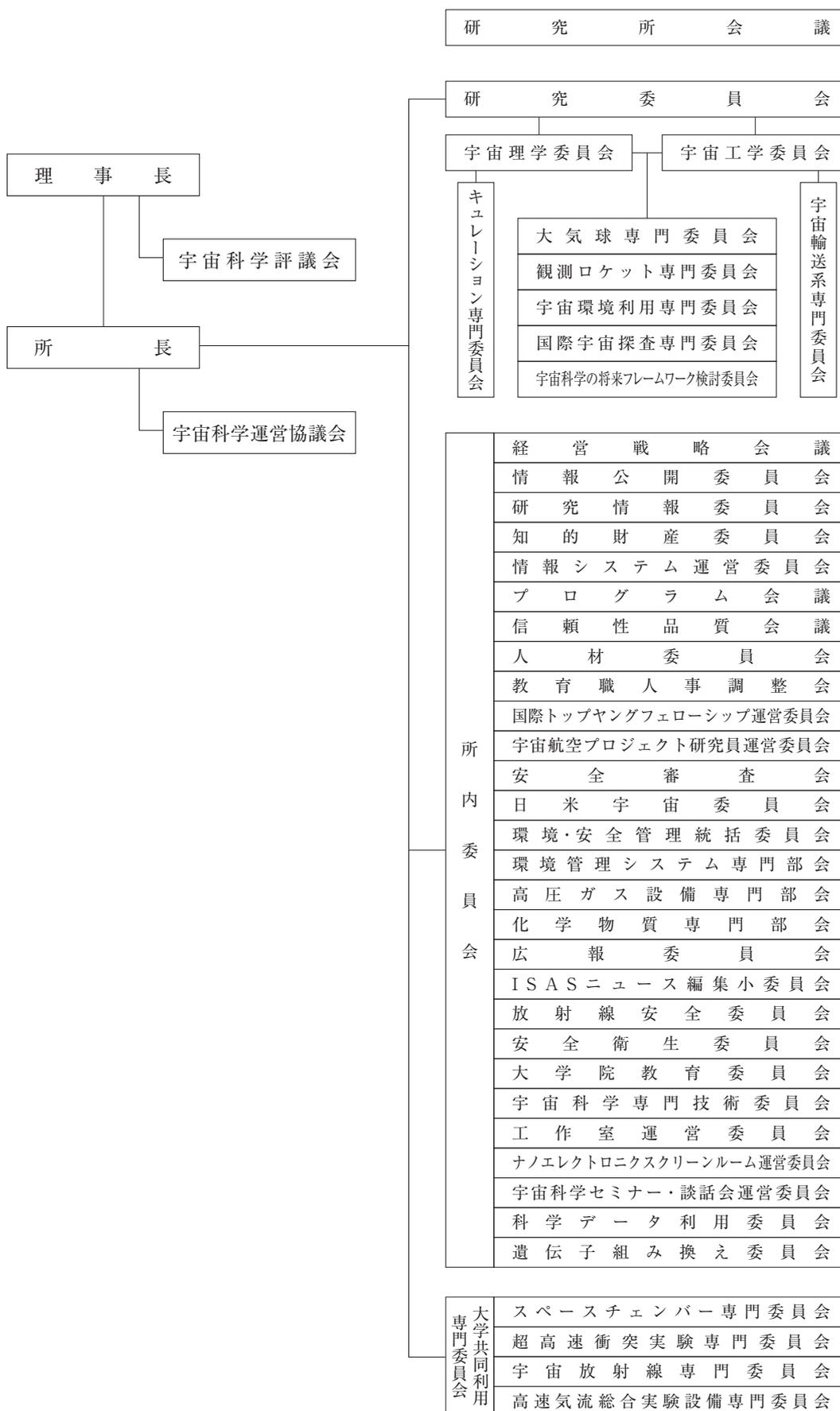
宇宙航空研究開発機構 組織図



宇宙科学研究所 組織図



各種委員会等



c. 職員数 (2023年3月31日現在)

区分	所長	教育職				ITYF	特任教員			一般職	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	助教		教授	准教授	助教								男	女	男	女	男	女		男	女	男	女	男	女	男	女
職員数	職員 (うち外国人)	1	42	1	44	3	23	2	10	4	8	1	82	22	26	12	8	9	1	13	8	1	14	2	4	285	56				
所長		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)		7	1	11		6		5	4	1	(1)		1	1	1						1					38	1			
太陽系科学研究系	職員 (うち外国人)		8		10	1	6	2	4		2	1		1	1	(1)						1	1	(1)			34	4			
学際科学研究系	職員 (うち外国人)		7		4	2	3				2			1								1	(1)				18	2			
宇宙飛翔工学研究系	職員 (うち外国人)		12		10		3				2					4						1		1			33				
宇宙機応用工学研究系	職員 (うち外国人)		8		9		5		1		1				2	1											27				
科学推進部													19	7	2	1	1	1	1	10			1	1			24	20			
宇宙科学国際調整主幹													1														1				
宇宙科学広報・普及主幹付													1	2	1	1			2								2	5			
宇宙科学プログラムディレクタ付													1										1				2				
宇宙科学プログラム室													9	1	1												10	1			
GEOTAILプロジェクトチーム																															
SOLAR-Bプロジェクトチーム																															
Bepi Colomboプロジェクトチーム													1	2		1											1	3			
惑星分光観測衛星プロジェクトチーム																															
SLIMプロジェクトチーム													2		1								1				4				
X線分光撮像衛星プロジェクトチーム													6	4	1							1		1			12	1			
深宇宙探査技術実証機(DESTINY ⁺)プロジェクトチーム													6	3	1							1		1			11	1			
高感度太陽紫外線分光観測衛星(SOLAR-C)プロジェクトチーム													1	1													1	1			
研究基盤・技術統括付													1														1				
研究基盤・技術統括付													2														2				
大学共同利用実験調整グループ													2		2												4				
専門・基盤技術グループ													8	1													8	1			
先端工作技術グループ													2											4			6				
大気球実験グループ													3		2							1		1			7				
観測ロケット実験グループ													4		1		1										6				
能代ロケット実験場													2						1								2	1			
あきる野実験施設															1			1									2				
科学衛星運用・データ利用ユニット													5	4	1									7			13	4			
月惑星探査データ解析グループ													2	2	3	1	3										8	3			
地球外物質研究グループ													2	2	1	5						1					4	7			
深宇宙追跡技術グループ													2														3				

※兼任、併任を除く

d. 職員 (2023年3月31日現在)

宇宙科学研究所長	國中 均	SLIM プロジェクトチーム	
宇宙科学研究所副所長 (兼)	藤本 正樹	プロジェクトマネージャ (兼)	坂井真一郎
		X線分光撮像衛星プロジェクトチーム	
科学推進部長	小川 眞司	プロジェクトマネージャ	前島 弘則
科学推進部計画マネージャ	加持 勇介	深宇宙探査技術実証機 (DESTINY+) プロジェクトチーム	
科学推進部計画マネージャ	寺内 康剛	チーム長 (兼)	高島 健
科学推進部計画マネージャ	遠藤 敬	高感度太陽紫外線分光観測衛星 (SOLAR-C) プリプロジェクトチーム	
科学推進部参事	山下 洋	チーム長 (兼)	清水 敏文
科学推進部参事	早川 俊章		
		研究基盤・技術統括	大井田俊彦
宇宙科学国際調整主幹	東覚 芳夫	大学共同利用実験調整グループ	
宇宙科学広報・普及主幹 (兼)	藤本 正樹	グループ長 (兼)	野中 聡
		専門・基盤技術グループ	
研究総主幹 (兼)	吉田 哲也	グループ長 (兼)	福田 盛介
宇宙物理学研究系		先端工作技術グループ	
研究主幹 (兼)	山田 亨	グループ長	中坪 俊一
太陽系科学研究系		大気球実験グループ	
研究主幹 (兼)	齋藤 義文	グループ長 (兼)	福家 英之
学際科学研究系		観測ロケット実験グループ	
研究主幹 (兼)	稲富 裕光	グループ長 (兼)	羽生 宏人
宇宙飛翔工学研究系		能代ロケット実験場	
研究主幹 (兼)	澤井秀次郎	所長 (兼)	小林 弘明
宇宙機応用工学研究系		あきる野実験施設	
研究主幹 (兼)	水野 貴秀	所長 (兼)	後藤 健
		科学衛星運用・データ利用ユニット	
宇宙科学プログラムディレクタ (兼)	佐藤 英一	ユニット長 (兼)	篠原 育
宇宙科学プログラム室		月惑星探査データ解析グループ	
室長	上野 史郎	グループ長	佐藤 広幸
GEOTAIL 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)	齋藤 義文	グループ長 (兼)	白井 寛裕
SOLAR-B 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)	坂尾 太郎	グループ長 (兼)	竹内 央
Bepi Colombo プロジェクトチーム			
プロジェクトマネージャ (兼)	小川 博之		
惑星分光観測衛星プロジェクトチーム			
プロジェクトマネージャ (兼)	山崎 敦		

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：山田 亨] 教授 8名 准教授 11名 助教 6名 専任教授 1名 特任教授 5名 特任准教授 4名 特任助教 1名	堂谷 忠靖 石田 学 中川 貴雄 松原 英雄 海老澤 研 山田 亨 関本 裕太郎 山崎 典子 (専) 坪井 昌人 (特) 田代 信 (特) 羽澄 昌史 (特) 森 浩二 (特) 鹿野 良平 (特) 米徳 大輔	国分 紀秀 紀伊 恒男 片坐 宏一 山村 一誠 村田 泰宏 山口 弘悦 辻本 匡弘 鈴木 仁研 和泉 究 渡辺 伸 河原 創 (特) 石崎 欣尚 (特) 寺田 幸功 (特) 藤本 龍一 (特) 中嶋 大	前田 良知 和田 武彦 土居 明広 田村 隆幸 磯部 直樹 小栗 秀悟 (特) MATSUDA Frederick Takayuki
太陽系科学研究系 [研究主幹：齋藤 義文] 教授 8名 准教授 11名 助教 6名 特任教授 4名 特任助教 3名	藤本 正樹 佐藤 毅彦 中村 正人 齋藤 義文 臼井 寛裕 清水 敏文 田中 智 篠原 育 (特) 倉本 圭 (特) 橘 省吾 (特) 亀田 真吾 (特) 原 弘久	阿部 琢美 岡田 達明 安部 正真 坂尾 太郎 塩谷 圭吾 TASKER Elizabeth 岩田 隆浩 浅村 和史 山本 幸生 鳥海 森 山崎 敦	長谷川 洋 春山 純一 白石 浩章 早川 雅彦 三谷 烈史 村上 豪 (特) 菅原 春菜 (特) 深井 稜汰 (特) 坂谷 尚哉
学際科学研究系 [研究主幹：稲富 裕光] 教授 7名 准教授 6名 助教 3名 兼任教授 1名 特任助教 2名	石川 毅彦 吉田 哲也 稲富 裕光 船瀬 龍 佐伯 孝尚 森 治 羽生 宏人 (兼) 藤田 和央	橋本 博文 高木 亮治 齋藤 芳隆 生田 ちさと 福家 英之 鈴木 志野	三浦 昭 矢野 創 水村 好貴 (特) 中島 晋太郎 (特) 木村 駿太

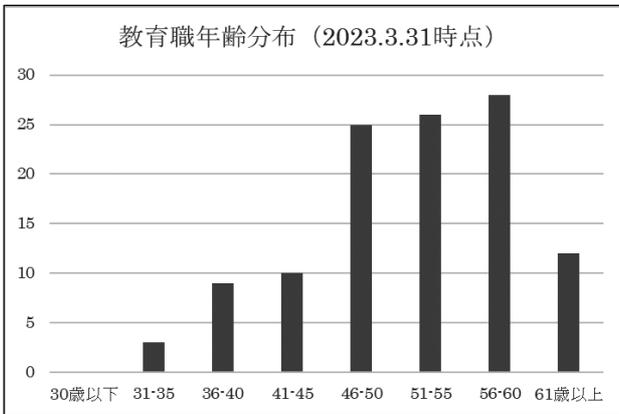
研究系	教授	准教授	助教
宇宙飛行工学研究系 [研究主幹：澤井 秀次郎] 教授 12名 准教授 10名 助教 3名 専任教授 4名 特任助教 2名	佐藤 英一 峯杉 賢治 小川 博之 澤井 秀次郎 川勝 康弘 船木 一幸 津田 雄一 宮崎 康行 小林 弘明 後藤 健 野中 聡 西山 和孝 (専) 嶋田 徹 (専) 石井 信明 (専) 森田 泰弘 (専) 堀 恵一	山田 哲哉 徳留 真一郎 大山 聖 竹内 伸介 山田 和彦 丸 祐介 三浦 政司 佐藤 泰貴 月崎 竜童 松永 哲也	竹前 俊昭 坂本 勇樹 伊藤 琢博 (特) 永田 靖典 (特) 小田切 公秀
宇宙機応用工学研究系 [研究主幹：水野 貴秀] 教授 8名 准教授 9名 助教 5名 専任教授 1名 特任教授 1名 特任助教 1名	橋本 樹明 久保田 孝 坂井 真一郎 高島 健 水野 貴秀 福田 盛介 竹内 央 吉光 徹雄 (専) 山本 善一 (特) 廣瀬 和之	曾根 理嗣 吉川 真 田中 孝治 戸田 知朗 松崎 恵一 大槻 真嗣 小林 大輔 富木 淳史 三田 信	福島 洋介 豊田 裕之 坂東 信尚 牧 謙一郎 宇佐美 尚人 (特) 尾崎 直哉
現員数 113名 兼務教員 1名 専任教員 6名 特任教員 23名	43名 1名 6名 10名	47名 4名	23名 9名

特任教員

特任教授	田代 信
特任教授	羽澄 昌史
特任教授	森 浩二
特任教授	鹿野 良平
特任教授	米徳 大輔
特任教授	倉本 圭
特任教授	橘 省吾
特任教授	亀田 真吾
特任教授	原 弘久
特任教授	廣瀬 和之
特任准教授	石崎 欣尚
特任准教授	寺田 幸功
特任准教授	藤本 龍一
特任准教授	中嶋 大
特任助教	MATSUDA Frederick Takayuki
特任助教	菅原 春菜
特任助教	深井 稜汰
特任助教	坂谷 尚哉
特任助教	中島 晋太郎
特任助教	木村 駿太
特任助教	永田 靖典
特任助教	小田切 公秀
特任助教	尾崎 直哉

国際トップヤングフェロー (ITYF)

太陽系科学研究系	O'DONOGHUE James
太陽系科学研究系	兵頭 龍樹



○2022 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	3 名

○2022 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	3 名	10 名

○2022 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	13 名	3 名

e. 予算

2022 年度予算額 (宇宙科学研究所)	19,791,445 千円
運営費交付金	19,791,445 千円
施設整備補助	0 千円
外部資金額	
科学研究費助成事業 (科研費)	424,214 千円
〃 (受入分担金)	191,808 千円
受託研究	240,911 千円
民間等との共同研究	410,433 千円
使途特定寄附金	13,750 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 関本裕太郎 堂谷忠靖 中川貴雄 松原英雄 山崎典子 坪井昌人
 和泉 究 片坐宏一 河原 創 紀伊恒男 国分紀秀 村田泰宏 山村一誠 山口弘悦 辻本匡弘 鈴木仁研
 田村隆幸 土居明広 前田良知 和田武彦 渡辺 伸 磯部直樹 小栗秀悟 MATSUDA Frederick Takayuki
 田代 信 羽澄昌史 鹿野良平 森 浩二 米徳大輔 石崎欣尚 寺田幸功 中嶋 大 藤本龍一 内田和海
 米山友景 宮崎翔太 永田 竜

宇宙研院・学生：糸川拓海 榎木谷海 太田 瞭 大間々知輝 栗原明稀 杉本良介 高久諒太 高倉隼人 武尾 舞
 田中圭太 富永愛侑 中野 遼 中間洋子サラ 蜂須賀大暁 星 篤志 松本岳人 松本光生
 御堂岡拓哉 宮川陸大 宮本明日香 望月雄友 八木雄大 山口遼大

1. 概要

宇宙物理学研究系では、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、高密度星、星間物質、太陽系外惑星、宇宙背景放射などである。

宇宙物理分野の衛星計画としては、X線天文衛星「ASTRO-H」後継として進められているX線分光撮像衛星「XRISM」の開発に加え、戦略的中型ミッション2号機として選定された宇宙背景放射偏光Bモードの検出を目指すLiteBIRD計画、公募型小型3号機として選定された近赤外線位置天文衛星JASMINE計画の概念検討をすすめた。また、公募型小型5号機の候補であるHiZ-GUNDAM計画、同じく5、6号機の候補として理工学委員会により推薦された精密フォーメーションフライト実証衛星計画SILVIAについても概念検討段階にいたる開発研究を進めた。

本研究系では、これらの計画に多くのメンバーが併

任・参加している。同時に、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並び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。また、国際宇宙ステーションに搭載されている宇宙観測装置MAXI, CALETの運用と、そのデータを使った研究も行っている。戦略的海外共同計画プロジェクトとして、国際大型計画であるNancy Grace Roman望遠鏡(NASA), Athena(ESA), LISA(ESA)への参加および参加のための開発研究も積極的に進めた。

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、光格子時計の宇宙応用などの研究を進めている。

2. 2022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。

メンバー区分

教職員：教授、准教授、助教、特任教授、特任准教授、特任助教、客員教授、客員准教授、客員助教、

専任教員、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、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、外国人特別研究員、外国人招へい研究員等

外部研修員：外部研修員

宇宙研受入学生：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、

受託指導学生

他大学学生

JAXA 他部門職員：本務が他部門でISASに併任がかかっている者

2.1 X線・ガンマ線領域での研究

観測研究としては、様々なX線・ガンマ線衛星のデータを用いて研究を行っており、「すざく」衛星を用いたX線背景放射の研究、活動銀河核の超高速アウトフロー現象を解明するためのX線スペクトル変動の新たな解析手法とその応用研究、NuSTAR衛星を用いた電波銀河がか座Aのスペクトル研究、 γ Cas型のBe型星のX線放射起源についての研究、XMM衛星を用いたウォルフ・ライエ星WR140における高温プラズマと星風活動との関係を解明する研究、国際協力による太陽X線観測のための観測ロケット実験FOXSI-4の開発や、硬X線偏光観測のための大気球実験XL-Caliburの開発も進めた。

将来のより感度のよい観測のための開発研究も様々な方面で行った。TESマイクロカロリメータに関しては、地上応用実験として透過型顕微鏡への組み込みや暗黒物質探査、また多画素化にむけた開発を推進した。半導体検出器に関しては、低バックグラウンド化、エネルギー分解能および位置分解能の向上、大フォーマット化等を多方面で進めた。ガンマ線検出器では、高感度化を目指し、電子飛跡を検出できる半導体コンプトンカメラの研究の開発を進めた。また、ASTRO-H衛星で確立したCdTe半導体硬X線撮像分光検出器は、負ミュオンビーム試験や医学イメージングなど他分野への展開を図り、さらなる高精度化へ向けた研究をひきつづき実施した。

X線・ガンマ線領域から光赤外領域にまたがる計画として、公募型小型衛星の候補であるHiZ-GUNDAMの検討を進め、ミッション定義段階での検討を行うための科学目的の深化、科学機器の概念検討、衛星システムの概念検討を推し進めた。

2.2 可視光線・赤外線領域での研究

赤外線位置天文観測衛星JASMINEについてはミッション定義段階の活動を進め、InGaAs赤外検出器の宇宙用品化の開発、光学望遠鏡のデザイン最適化と熱構造設計の検討、これらを含むミッション部システムの検討を進めた。

NASAのJWSTに続く宇宙物理の基幹ミッションであるNancy Grace Roman望遠鏡については、戦略的海外共同プロジェクトとしてこれに参画する活動をすすめるデータ受信協力のための美笹局K帯受信システムの開発、コロナグラフ装置を用いた高コントラスト技術実証観測へのとり組み、Roman望遠鏡科学協力への取り組みを行った。

また、可視光線・赤外線領域では、赤外線天文衛星「あかり」をはじめとする様々な赤外線観測衛星のデータ、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。

科学研究成果として、ジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡を用いたウォルフ・ライエ連星WR140における質量放出現象の研究、「あかり」衛星北黄極サーベイで中間赤外線検出された銀河の金属量-PAH関係の研究、赤外帯域のCO吸収線を用いた活動銀河核分子トラスの力学構

造・熱的構造の研究、ダスト放射が卓越しつつもスペクトルの青色での超過を示す銀河の研究、赤方偏移 $z=2-3$ の原始銀河団中の銀河や活動銀河核の研究、すばる望遠鏡HSCによる多色深撮像に基づく高赤方偏移の活動銀河核の変光サンプルを構築する研究、などを行った。

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開発を進めた。高分散分光観測をめざして、イマージンググレーティングの開発、シリコン支持型BIB (Blocked Impurity Band) ゲルマニウム遠赤外線検知器とFD-SOI CMOS極低温読出集積回路を組み合わせた世界最多となる 32×32 画素を持つ遠赤外線画像センサを実現するための開発、国立天文台との協力によるJASMINE計画のためのInGaAs近赤外検出器の宇宙用品化のための開発研究を進めた。

宇宙における極低温技術開発も継続して行い、ジュール・トムソン(JT)冷凍機の自在な配置を可能にすることを旨とし、冷凍機長寿命化のための実証実験、冷凍機擾乱を低減するための振動除去装置の開発、熱交換器を直線にした4K級および2K級JT冷凍機の実証試験を行った。さらに、2段スターリング冷凍機の改良や極低温サーマルストラップの開発研究も引き続き行った。

2.3 基礎物理学領域での研究

基礎物理学領域として、宇宙マイクロ波背景放射の精密観測によるインフレーションの検証、重力波天文学、宇宙観測および直接探索による暗黒物質探査、時刻精度向上にむけた光格子時計の開発への協力などを進めている。

宇宙マイクロ波背景放射の偏光観測に関して、高エネルギー加速器研究機構や東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構などの国内研究機関、米国、欧州、カナダの海外研究機関と協力してLiteBIRD計画の設計検討を進めている。JAXAの担当する低周波望遠鏡(LFT: low frequency telescope)については、1/4スケールモデルを開発して、偏光角の高精度測定手法を開発した。太陽-地球Lagrange 2軌道における放射冷却装置の最適化や宇宙線を考慮した上空データ取得の最適化を行った。また海外研究機関とのインターフェース調整を進めた。

ISS搭載カロリメータ型宇宙電子望遠鏡CALET実験で得られたデータによる宇宙線研究を行い、ヘリウム元素や、鉄、ニッケルなど重元素の宇宙線スペクトルの測定や太陽起源の宇宙線変動、重力波天体実験O3対応天体の探査についての研究を行った。

また、将来の宇宙重力波実験や赤外干渉計観測を実現することを目指して精密フォーメーションフライトの技術実証などをすすめるSILVIAミッションの概念検討をおこなった。

2.4 電波領域での研究

電波領域では、白田64mアンテナを活用したFast Radio Burstについての観測的研究、ALMA望遠鏡によ

る活動銀河ジェット構造の研究, Ia型超新星の起源を求めため超新星残骸 SN1006 周囲の膨張する中性水素シエルの観測を行った.

将来の衛星ミッションを見据えて, 気球 VLBI 実験機の開発も行った.

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 ジオコロナからの電荷交換反応による軟X線放射の研究

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 X線連星パルサーの放射機構の研究と「すざく」の観測データへの適用

3.1.1.4 軟X線背景放射の性質と起源についての観測研究

3.1.1.5 超新星残骸の X線観測

3.1.1.6 Fe輝線を用いた活動銀河核の放射領域の研究

3.1.1.7 「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

3.1.1.8 銀河, 銀河団, 超銀河団の X線観測

3.1.1.9 Fermi衛星を用いた高エネルギーガンマ線天文学

3.1.1.10 MAXIの全天X線モニター観測データを用いた研究

3.1.1.11 CALETの宇宙線, ガンマ線バースト, 宇宙天気データを用いた研究

3.1.2 観測技術の開発研究

3.1.2.1 高温塑性変形技術を用いたシリコン反射鏡基板の開発

3.1.2.2 前置光学系を用いた高角度分解能 X線光学系の開発と像再合成法の研究

3.1.2.3 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

3.1.2.4 X線 CCDカメラのエネルギー応答の研究

3.1.2.5 高精度硬 X線撮像分光検出器の開発研究

3.1.2.6 高感度ガンマ線検出器, ガンマ線偏光検出器の開発研究

3.2 赤外線領域での研究

3.2.1 観測研究

3.2.1.1 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

3.2.1.2 銀河の分子ガス量と構成する星形成活動との関係の研究

3.2.1.3 すばる望遠鏡による広視野変光活動銀河核探査

3.2.1.4 銀河の中の吸収フィーチャーと星形成活動と関係の観測的研究

3.2.1.5 中間・遠赤外線による電波銀河ホットスポットにおける粒子加速の研究

3.2.1.6 活動銀河核周囲の構造の「あかり」赤外線分光

と数値シミュレーションによる研究

3.2.1.7 「すばる」望遠鏡と数値シミュレーションによる活動銀河核分子トラス構造の赤外線分光研究

3.2.1.8 近傍渦巻銀河の「あかり」赤外線撮像研究

3.2.1.9 光学赤外線観測による原始銀河団領域研究

3.2.1.10 Nancy Grace Roman 望遠鏡にむけた銀河進化研究

3.2.1.11 星形成領域の偏光観測による磁場構造研究

3.2.1.12 星形成領域の赤外線円偏光の探査観測

3.2.1.13 原始惑星系円盤および残骸円盤の消失過程の研究

3.2.1.14 赤外線・電波観測による銀河系大質量星形成領域における星間物質の研究

3.2.1.15 「すばる」「あかり」中間赤外線観測による彗星ダストの宇宙鉱物学的研究

3.2.1.16 突発的質量放出天体の赤外線・電波観測と放射モデルによる研究

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グレーティングの開発

3.2.2.4 波動追跡計算による中間赤外線高分散分光器の波長分解能の評価

3.2.2.5 「あかり」搭載分光器の二次光影響評価による校正精度向上

3.2.2.6 宇宙における極低温冷却冷凍機の開発

3.2.2.7 宇宙における極低温冷却のための物性値測定研究

3.2.2.8 Nancy Grace Roman 望遠鏡への日本の参加の推進

3.2.2.9 JASMINEの実現性にむけたシステム検討

3.3 基礎物理学領域での研究

3.3.1 LiteBIRD計画の推進

3.3.2 LISA計画の推進

3.4 電波領域での研究

3.4.1 観測研究

3.4.1.1 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

3.4.1.2 AGN の電波ジェットの加速収束メカニズムの解明を目指した VLBI を用いた観測的研究

3.4.1.3 ALMA を用いた銀河系中心の分子雲と星生成の観測的研究

3.4.2 観測技術の開発研究

3.4.2.1 気球 VLBI フライト実験機の開発

3.4.2.2 低雑音ミリ波受信機の開発

3.4.2.3 深宇宙探査用新地上局 GREAT の建設への参加

4. 2022年度ハイライト (p.2~22)

・渡辺 伸 宇宙 X線偏光計で捉えた特異な量子干渉効果 — 最先端宇宙観測装置で切り開く新しい物理実験 —

2. 太陽系科学研究系

Department of Solar System Sciences

教職員：齋藤義文 藤本正樹 中村正人 田中 智 佐藤毅彦 白井寛裕 清水敏文 篠原 育 阿部琢美 浅村和史
 TASKER Elizabeth 岩田隆浩 岡田達明 安部正真 鳥海 森 尾崎正伸 塩谷圭吾 坂尾太郎 山本幸生
 山崎 敦 長谷川洋 村上 豪 春山純一 白石浩章 早川雅彦 三谷烈史 倉本 圭 橘 省吾 亀田真吾
 原 弘久 坂谷尚哉 菅原春菜 深井稜汰 O'DONOGHUE James 兵頭龍樹 益永 圭
 KALLIOKOSKI Milla 鄭 祥子 RUJ Trishit 相澤紗絵

宇宙研受入学生：滑川 拓 YANG Jingxuan 正木和馬 吉田 南 寺岡耕平 清水里香 加島颯太 保田慶直
 大塚亮治 植村千尋 大杉 歩 豊川広晴 平田佳織 王 昶欽 今川裕喜 三平 舜 野澤仁史
 李 正林 猪 裕太 内田雄揮 古川聡一郎

他大学学生：梅岡大貴 肥後雄大 飛田奈々美 池谷広大

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（ジオスペース探査衛星「あらせ」、磁気圏尾部探査衛星「GEOTAIL」、金星探査機「あかつき」、水星探査機（BepiColombo/Mio）、小惑星探査機「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」「はやぶさ2」サンプル・キュレーション活動等）からのデータを解析し科学的成果を生み出すとともに、開発中の火星衛星探査計画（MMX）、木星氷衛星探査計画（JUICE）、国際紫外線天文衛星（WSO-UV）、二重小惑星探査計画（Hera）、土星衛星タイタン着陸探査ミッション（Dragonfly）、長周期彗星探査計画 Comet Interceptor 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・観測ロケットによる観測も行っている。

2. 2022 年度の研究成果

別ページにまとめられた「研究ハイライト」における太陽系科学研究系に関連する項目は「はやぶさ2」「ひさき」「BepiColombo/Mio」「あかつき」「ひので」に関するものである。

2.1 太陽物理学

飛翔 16 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、様々な成果が得られ査読誌への発表等を行った。

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

に、2020 年代に実現を目指す太陽観測衛星ミッションの立ち上げを加速させた。太陽研究コミュニティの討議の結果として、日本の太陽研究の将来構想の中核として公募型小型衛星 4 号機は、高感度太陽紫外線分光観測衛星（SOLAR-C）プリプロジェクトが 2022 年 11 月に発足し、プロジェクト化の準備活動を進めた。SOLAR-C には、太陽彩層から遷移層・コロナ、さらにはフレアによる超高温プラズマが発する EUV 輝線を観測する高解像度分光装置 EUVST を搭載し、太陽外層大気や太陽風の形成および大規模なフレア爆発の発現機構の解明を先鋭的に取り組む計画である。米国 NASA や欧州諸国の宇宙機関（フランス、イタリア、ドイツ、スイス）・ESA とは EUVST 分光器部の開発等への参加が全て確定し、合意文書の調整、試作のための設計やインターフェース調整が進められた。

また、SOLAR-C の立ち上げに目処が付きつつあり、研究コミュニティでは 2030 年代における飛翔体を含む太陽研究のロードマップ検討も進められた。

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のもとで進行する粒子加速過程・高温プラズマ生成過程の解明をめざすイプシロン衛星計画 PhoENiX 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と協同して検討しており、2030 年代の打上げを目指して活動を進めた。また、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。PhoENiX 計画を念頭に、これまでにミラーの大型化に向けた要素試作検討と X 線による評価計測、さらに形状計測の高速化のための CGH（Computer-Generated Hologram）素子を導入した計測検

討を進めており、ミラーの大型化に必要な要素技術を着実に獲得している。

NASA 観測ロケットによる CLASP2 (Chromospheric Layer Spectro-Polarimeter 2) は、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。搭載観測装置のキー技術であり、偏光観測に必要な精密連続回転機構は、この研究系で開発されたものである。2021 年 10 月に打ち上げが行われた CLASP2 再飛翔 (CLASP2.1) は、観測ロケットのポインティング制御により 2 次元データ取得に成功し、科学成果創出の解析が精力的に進められている。また、同じく NASA 観測ロケットを用いた FOXSI-3 (Focusing Optics X-ray Solar Imager 3) で太陽軟 X 線コロナの撮像分光観測に成功した (2018 年) のに続き、フレアを観測対象に狙う日米共同観測ロケット計画 FOXSI-4 の焦点面 X 線 CMOS ピクセル検出器の読み出し系を開発し、2024 年の打上げに向けた準備を進めている。

観測ロケット (CLASP2) と下記の国際大気球 (Sunrise-3) による飛翔実験は ISAS の小規模太陽観測プロジェクトとして推進されている。ともに、太陽光球面よりも上空大気 (彩層・遷移層) で磁場の計測診断を行う新しい観測の実現を目指す実験である。小規模太陽観測プロジェクトの一部である CLAPS2 は実験終了したことから、プロジェクト終了審査が行われた。

1m 口径可視光・紫外望遠鏡を北極圏で飛翔させる国際大気球実験の第 3 回目飛翔 (Sunrise-3) に、焦点面観測装置の一つとして SCIP (Sunrise Chromospheric Infrared spectropolarimeter) を国立天文台と当研究系が中心となって開発している。この観測装置は、近赤外域の吸収線群を精密に偏光分光計測し光球～彩層の磁場ダイナミクスを高解像度観測するものである。Sunrise-3 は、射場であるキルナにおいて最終的な動作や性能評価が進められ、2022 年 6 月に北極圏で飛翔する実験が実施された。放球において米国担当の望遠鏡指向制御機構で不具合が発生したため、飛翔初期にて実験中止し、スウェーデン国内への着陸、装置の回収を行なった。回収された装置の健全性は確認されており、2024 年に再飛翔を行うべく調整が進められた。

2.2 宇宙プラズマ

2.2.1 MMS

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米国の編隊飛行衛星 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・アセンブル・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。2021 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た。GEOTAIL 衛星は 2022 年 11 月 28 日に停波して運用を完了したが、運用終了までは磁気圏

尾部領域における共同観測を実施した。

2.2.2 あらせ

「あらせ」は 2016 年 12 月に打ち上げられた宇宙プラズマの直接観測衛星である。そして、地球の放射線帯 (ヴァン・アレン帯) の高エネルギー電子の加速・消失メカニズムや太陽風擾乱に伴って発生する宇宙嵐などの宇宙環境変動のメカニズムの解明を目指している。当研究系ではあらせの運用のほか、名古屋大学宇宙地球環境研究所に設置されている ERG サイエンスセンターと共同して観測データ・解析ツールの公開、共同観測の推進などを行っている。観測運用は順調に行われており、極域に展開している地上観測網 (オーロラ、地磁気、レーダー、電波観測など) との共同観測も精力的に実施した。また、宇宙天気データのリアルタイム公開の準備のほか、粒子観測機器が取得した観測データの軌道上校正やイオン質量分析データの詳細解析などを進めた。現在、太陽活動が極小期を過ぎ、極大期に向かって活動度が上昇している。これに伴って磁気嵐など大規模な磁気圏活動の発生頻度も増加しており、今後、様々な磁気圏プラズマ現象が観測されるものと期待される。

2.2.3 BepiColombo

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「みお」(MMO) の開発・運用を担当している。2022 年度は水星スイングバイ及び惑星間空間における科学観測、また搭載機器チェックアウト運用を実施した。2022 年 6 月に 2 回目の水星スイングバイを実施し、計画通りの軌道修正に成功したほか「みお」搭載装置を用いた水星磁気圏の科学観測に成功した。1 回目の水星スイングバイ時と異なる活発な磁気圏プラズマ現象を捉えた。惑星間空間航行中にも他探査機との位置関係などに応じて科学観測を複数回実施し、特に太陽高エネルギー粒子イベントを捉えた。2023 年度の水星スイングバイおよび惑星間航行中の科学観測計画の策定を進めた。また定期的なバッテリーメンテナンスおよび搭載機器健全性確認運用を行った。さらに運用検討と運用文書・手順の整備を引き続き進めた。2025 年度に予定されている水星軌道投入、分離・伸展・定常観測運用に向けた探査機シミュレータおよび計画作成・検証ツールの整備を進め、特に分離・伸展運用の訓練を継続的に実施した。並行して国際サイエンスチームによるリモート会合を月 1 回程度の頻度で開催したほか、2022 年 11 月に神戸で 3 年ぶりに国際科学チーム会合を対面開催した。また国際学術誌 Space Science Review における BepiColombo 特集号の出版を進めた。

2.2.4 SS-520-3 号機観測ロケット実験

SS-520-3 観測ロケット実験は、カスプ領域におけるイオン流出現象の解明を主目的としてプラズマ粒子と電

場・磁場の直接観測を行う実験であるが、2021年11月4日10:09:25UTにノルウェー/スピッツベルゲン島のノーオルスンから磁気嵐の最中に打ち上げられた。ターゲットとしていたカズプを飛行することができ、搭載観測装置もほぼ全て観測データの取得に成功したためデータの解析を進めた。

2.2.5 RockSat-XN / LAMP 観測ロケット実験

地球の超高層大気では脈動オーロラと呼ばれる数秒毎に明滅するオーロラが見られる。脈動オーロラはプラズマ波動の一種であるコーラス波動が磁気圏においてkeV帯の電子の降下を引き起こすことで発光すると考えられているが、同時に相対論的高エネルギー電子降下も引き起こしている可能性がある。この高エネルギー電子降下と脈動オーロラの関連を実証的に明らかにするため、米国の大学、NASAと連携し、RockSat-XN計画及びLAMP計画の2観測ロケット実験に参画した。RockSat-XNは2019年1月13日09:13:00UTにノルウェー/アンドーヤから打ち上げられ、磁気圏内でコーラス波動によって散乱され、低高度に降り込んできたと考えられる高エネルギー降下電子の直接観測に成功した。LAMPは2022年3月5日11:27:30UTにアラスカ/ポーカーフラットから打ち上げられ、高速変調する脈動オーロラ発光領域の飛翔に成功した。搭載観測機器は高エネルギー電子降下や高速変調を内包する脈動オーロラ発光層を捉えている。米国側搭載機器、地上観測機器のデータも含めた解析を実施しており、高エネルギー電子降下現象の解明につなげてゆく。

2.2.6 BIRDS-5 超小型衛星

JSPS 科研費の支援により、九州工業大学が開発する超小型衛星 BIRDS-5 に高エネルギー電子観測器を搭載する機会を得たので、搭載用の装置 Particle Instrument for Nano-satellite (PINO) の開発を九州工業大学との共同研究で進めた。PINO のミッションの目的は、1) Si/CdTe 半導体を用いた小型高エネルギー電子検出器を CubeSat に搭載して実証すること、2) 放射線帯から地磁気に沿って降ってくる高エネルギー電子のフラックスを測定すること、の2点である。北半球の地磁気緯度 60 度以上の領域で「あらせ」衛星との同時観測なども目指し、運用計画立案や地上におけるデータ処理の準備を進めた。PINO が組み込まれた BIRDS-5J (Taka) 衛星は、2022年12月2日に国際宇宙ステーションから放出された。

2.2.7 FACTORS 衛星計画

あらせ衛星に続く日本の宇宙空間物理学におけるコミュニティミッションとして極域編隊飛行観測衛星計画 FACTORS の検討を 2018 年 12 月に理学委員会の下に FACTORS WG を設立して進めている。FACTORS の科学目的は編隊飛行衛星による多点同時観測と最先端観測技

術により、複数時間・空間スケールで宇宙プラズマ・地球超高層大気現象を統合的に捕捉・解析することで時空間分離を実現し、宇宙地球結合系を構成・支配している物質的・電磁的基礎機構の実証的・定量的解明を行うことである。2022年度は公募型小型計画の公募に提案し、採択されなかったが次回の公募への再提案を目標に開発・検討を継続することになった。

2.3 惑星大気

2.3.1 S-520-32 号機観測ロケット実験

地球の超高層大気領域は中性大気と電離大気が共存する地球大気の中でも特異な空間であり、未解明の現象の理解に必要な新規観測を実現する飛翔体搭載用測定器の開発を行っている。ひとつは電離圏イオンのドリフト速度および密度の測定器、もうひとつは中性大気密度推定のための圧力計である。

電離圏擾乱発生時の電子密度鉛直・水平構造観測を主目的として 2022 年夏期に打上げられた観測ロケット S-520-32 号機には開発中の真空計が搭載され、ロケットの上昇時下降時を通じて圧力データを取得することに成功した。真空計はロケットの余剰スペースに搭載されたため、ロケットの飛翔に伴う大気ガス流による圧力、構造物の影響によると思われる変動が重畳して観測されたが、飛翔体上でのガス流および圧力を表す貴重なデータが取得された。取得された圧力データから機器の温度を考慮して大気密度の推定を行う予定である。なお、高度約 120km 以上においては真空計容器内壁からのアウトガスの影響により背景大気圧の測定ができなかった。この点に関しては次回の観測ロケット上での観測に向けての課題となっている。

2.3.2 ひさき

惑星分光観測衛星「ひさき」は、2013年9月に打ち上げられ、同年12月から現在に至るまで木星・金星・火星等の惑星観測を継続している。特に、NASA Juno 木星探査機の近木点通過時に合わせた継続的な木星観測は、本格的な木星磁気圏探査の黎明期に日本が担うべき重要な独自のプレゼンスを示し、国内外の研究者から注目を集めている。2022年度には、一ヶ月間にわたる火星高層大気観測から、大規模な砂嵐(ダストストーム)発生時に、高層大気中では水素ガスが増加し酸素ガスが一時的に減少するという結果が学術誌に掲載された。砂嵐期間は酸素ガス流出が抑制されることを意味し、砂嵐は酸素を温存し火星の大気を酸化する役目を担っていることが示唆される。今後も Juno の近木点通過時に合わせた木星協調観測や金星探査機「あかつき」との金星協調観測を継続し、惑星磁気圏内のエネルギー・物質の輸送と惑星大気進化に関する研究を推進する。

2.3.3 あかつき

金星探査機「あかつき」は2010年5月に種子島宇宙センターから打ち上げられた。2010年12月に金星周回軌道への投入に失敗したが、5年間太陽の周りを回った後、2015年12月に再び金星周回軌道への投入を試み成功した。金星到着後は、金星大気、特にその動きを観測し、地球とは大きく異なる金星の気象を明らかにしている。1 μm 赤外線を観測するIR1カメラ、2 μm 赤外線を観測するIR2カメラ、中間赤外線を観測するLIRカメラ、283 nmと365 nmの紫外線を観測するUVイメージャ、そして雷を観測するLACカメラを装備している。これらのカメラは、さまざまな高度で雲や微量成分の画像を継続して撮影し、金星大気の動きの3次元構造を明らかにしている。さらに、金星大気の鉛直構造を理解するために欧州宇宙機関のビーナス・エクスプレスに搭載されていたものと同じの超安定発振器を電波遮蔽測定用に搭載しており、近金点において電波遮蔽観測を実施している。IR1とIR2のカメラは1年以上作動し、他のカメラは現在も金星を観測している。

あかつき搭載の長波赤外カメラLIRには、経年による感度低下が認められるようになってきた。その変化は規則正しく直線的な近似で補正可能なものであり、チームでは補正式を確立し公表した。感度低下のトレンドを取り除いたLIRデータには、長短さまざまな時間スケールでの変動が認められ、これらを数値シミュレーション中に見られる変動周期と比較する研究が進められている。またUVIデータも観測データが蓄積されたことにより、「あかつき」以前の諸外国の探査機データ（主にはビーナス・エクスプレス）とは独立に、「あかつき」だけでもある程度の長期変動を論じられるようになりつつある。

雲頂レベルにおける精密な風速データが蓄積されてきたことで、それを数値シミュレーションの時間発展を制約（補正）へ用いる「データ同化」研究が本格的に動き始めている。実際に同化できるデータは雲頂に限定されていても、それと整合するように雲頂より上方や下方の風速分布や温度分布などが計算機内で調整され、より観測と統合的な計算結果が得られることを示した。こうして得られる情報は「再解析データ」と呼ばれ、時間・空間的に連続した物理量を提供し、大気擾乱やエネルギー輸送などを研究するのに有用である。

2.3.4 火星探査

戦略的火星探査の今後20年のマイルストーンのひとつとして2020年度に発足した、火星大気散逸観測計画「戦略的火星探査：周回・探査技術実証機による火星宇宙天気・気候・水環境探査（MACO）計画」WGにて、火星大気環境研究に関わる科学検討を推進した。JAXAとして参加意向表明された、次期国際火星探査である火星表層水分分布観測ミッション（Mars Ice Mapper: MIM）の

国際検討に資する科学目的・戦略に再構成し、将来の火星有人探査に向けた水資源の把握と科学目的としての水の起源と分布、火星環境変化の理解の融合を狙うミッション定義を進めた。MIMは2022年度、国際探査センター内にミッション定義フェーズチームが発足した。並行して、火星衛星探査計画（MMX）における「火星科学サイエンスストラテジーチーム（Mars Science SST）」に参加し、火星大気環境研究に関わる科学目標の先鋭化・具体化を進め、火星大気観測の検討を進めた。

2.3.5 WSO-UV

World Space Observatory Ultraviolet（WSO-UV）はロシアが主導する口径1.7 mの大型宇宙望遠鏡である。2025年に打上げ予定で、静止軌道から紫外線領域に特化した観測を行い、(1) ダークマターの同定、(2) 天の川銀河の形成と進化の理解、(3) ブラックホールを取り巻く物理機構の解明、(4) 系外惑星大気の検出を目指す天文衛星である。JAXAはWSO-UV搭載装置である系外惑星分光観測装置UVSPectrograph for EXoplanets（UVSPEX）の開発を担当する。

地球生命体は、宇宙において唯一の存在なのか、それとも普遍的に存在するのか、生命は、どのように発生し、進化するのか、これらの謎を解明することは理学の究極的な目標の一つである。その究極目標にむけて、天文学・惑星科学は、太陽系内外の天体に生命指標（バイオマーカー）を検出し、その環境条件とそこに至る起源と進化、そして宇宙における生命の存在確率と多様性を解明することを大目標としている。その中で、本計画では、太陽系外の惑星（以下、系外惑星という）に対して、宇宙望遠鏡による観測的研究を中心として(1) 系外惑星上にバイオマーカーを検出すること、(2) 生命が存在する惑星表層環境を明らかにすることをUVSPEXの大きな科学目標として掲げている。UVSPEXは波長115-140 nmにおけるトランジット分光観測を行い、地球型系外惑星の酸素または水素大気の検出を目指す。UVSPEXはスリット、回折格子、検出器で構成される紫外線分光装置である。

2022年度は国際情勢により引き続きサイエンス活動に限定し、開発活動を一旦停止している。

2.3.6 LAPYUTA

宇宙科学の中でも最も根源的な問いの1つである、なぜ地球だけが生命を育む天体となったのか、に紫外線観測から挑戦する、惑星科学、生命圏科学、および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡計画（LAPYUTA）WGを立ち上げた。惑星系における生命存在可能環境を探るため、巨大惑星の水衛星（固体表面・大気・プルームを含む）と磁気圏プラズマとの相互作用、系内外の惑星大気の膨張や散逸に加え、生命維持環境を普遍的視座のもとに理解すること、予定されるハッブル宇宙望遠鏡の引退後

見据え、銀河形成論や時間領域天文学の未解決課題を紫外線観測から明らかにすること、を大目的とする。2022年度は、事前に策定した光学設計案をもとに望遠鏡ミッション部の概念設計を進め、衛星システムとしての成立性を確認した。2022（令和4）年度公募型小型計画・宇宙科学ミッションコンセプトの提案募集に採択された。

2.4 固体惑星

2.4.1 はやぶさ2

小惑星探査機「はやぶさ2」は2018年6月から2019年11月までに、C型小惑星リュウグウを高度20kmのホームポジションからのグローバルマッピング、低高度からの高解像度観測、着陸機によるその場観測、衝突装置による人工クレータ形成実験、そして2回のサンプル採取を実施し、リュウグウの特徴や形成・進化過程に関する知見を得て、その成果はNature誌やScience誌などに多数の論文が掲載された。2020年12月にサンプルの地球帰還・回収に成功し、「はやぶさ2」専用クリーンルームでサンプル・キュレーション作業を開始した。合計約5.4gの試料が回収され、初期記載として顕微鏡観察、計量、赤外線分光（FTIR）、赤外線分光顕微撮像（CNES提供の装置MicrOmega）を進めている。計700粒子以上の初期記載を進め、一部は事前に選定された分析チームによる詳細分析が進められている。最初の半年間における初期記載の結果はNature Astronomy誌に2本の論文が掲載された。サンプル帰還前までの結果と合わせた主な科学成果は以下が挙げられる。

1. C型小惑星リュウグウはコマ型の天体形状、低い平均密度（ $1.19 \pm 0.02 \text{ g cm}^{-3}$ ）、岩塊に覆われた表面地形、人工衝突実験の結果から物質が重力レジーム（低摩擦な状態で緩く堆積している状態）、外来破片と考えられる反射特性の異なる物質が散在することから、リュウグウは母天体が衝突破壊し、破片が集まって形成されたラブルパイル天体であると推定される。
2. リュウグウ表面の反射率2%と極めて暗い物質であり、 $2.72\mu\text{m}$ に狭い吸収帯が存在する。帰還サンプルも同様の特徴を示し、代表的試料であることを示すとともに、 $2.7\mu\text{m}$ 、 $3.1\mu\text{m}$ 、 $3.4\mu\text{m}$ の吸収の特徴から含水鉱物、有機物が広く存在し、かつ水和物や炭酸塩など水質変成の痕跡とみられる特徴も観察された。詳細分析からも、炭酸塩や磁鉄鉱など水存在下で生成する二次鉱物が検出されたほか、多種の低・高分子の有機物が検出され、母天体で水質変成や化学反応が進んだことが判明した。
3. リモートセンシングではリュウグウ表面のほぼ全域において、熱または衝撃によって変成した炭素質コンドライトと見做されたが、帰還サンプルの石質部分は細粒であり、熱変成の特徴はみられない。またはコンドリユールやCAIのような難揮発性含有物も

無く、CIコンドライトに近い特徴を示す。元素組成的には層間水が欠乏したCIコンドライトであるが、むしろ逆に炭素質隕石が地球の水分を吸収し変質している可能性が高いことを示唆しており、今後はリュウグウ試料を基に元素の宇宙存在度を提示する必要性が生じている。粒子の平均バルク密度は通常のCIコンドライト隕石に比べて低いが、石基自体はCIコンドライトと同程度であり、微小な空隙やクラックの存在が強く影響していると示唆される。

4. リュウグウの熱慣性が低いという中間赤外カメラTIRグや表層探査MARAによる結果は低密度な特徴と定性的に一致するが、最も脆い構造は採取の際に崩壊した可能性がある。地球の隕石は構造や変成度において既に変質している可能性を示唆する。帰還試料の熱拡散率の計測との比較から、ミリメートル以上の空間スケールでのクラックや空隙によって熱慣性が著しく低下している可能性が考えられる。
5. リュウグウの地形、多色分光撮像、熱撮像による観測から、過去の衝突破壊と再集積が起きた痕跡や、母天体での変成作用または宇宙風化による変質の証拠、表層物質が高空隙な物質で覆われている特徴が分かった。帰還試料の観察からも宇宙風化の影響を示す証拠が見つかったこと、宇宙線照射年代からも表層の攪拌が盛んに生じていたことから、リュウグウの起源や進化史についての示唆が得られた。

2.4.2 はやぶさ2拡張

「はやぶさ2」は地球帰還後も拡張ミッションとして継続して運用し、小惑星2001CC21のフライバイ観測と1998KY26のランデブー観測を目指す。2022年度には、所内プロジェクトとして「はやぶさ2#（シャープ）」が発足した。巡行中には系外太陽系の観測や黄道光の観測も実施している。

はやぶさ2拡張ではその他、NASAのOSIRIS-REx試料の受入（MoUによる、はやぶさ2帰還試料との交換）とその初期記載、OSIRIS-REx帰還試料分析への参加、およびはやぶさ2成果最大化に向けたデータ公開の拡充などの活動も実施している。

2.4.3 MMX

2024年度の打上げを目指して開発中の火星衛星探査計画（MMX）では、国際協力による赤外線分光計やガンマ線中性子分光計も含めた、搭載機器全般の開発を進めている。2022年度には特に、各機器のプロトタイプモデル（PFM）の製造・試験、および各機器と探査機システムの一次噛合せ試験を行った。また観測運用計画の詳細化の議論を進めた。

2.4.4 Hera

欧米共同によるプラネタリディフェンス（地球衝突天

体回避技術の実証)を兼ねた小惑星探査計画 AIDA は NASA の DART による S 型二重小惑星 Didymos の衛星 Dimorphos への衝突機と、ESA の Hera による事後の偵察機の2機による連携ミッションであるが、JAXA は Hera に熱赤外カメラ TIRI を搭載し、初の S 型小惑星の熱物性観測の実施、初の二重小惑星の詳細探査の実施、など太陽系初期進化の解明に重要な貢献を行う。Hera は TIRI の EM の開発が進められ、ESA 提供のテレコマ I/F チェッカとの噛み合わせを実施したほか、環境試験や校正試験を進めている。また、電子回路系に関して PFM の製造・試験に着手した。さらに、国内外のサイエンスチームが結成されて科学的議論とデータ解析手法についての議論が進められている。

2.4.5 JUICE

ESA 主導の木星水衛星探査計画 JUICE への日本からの参加機器の開発が完了し、全機器の ESA への引き渡し、総合試験が完了し、2023 年度初頭の打上げに向けて準備中である。

2.4.6 小天体ミッションその他

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+ の開発が進められ、特に観測機器の望遠カメラ TCAP、マルチバンドカメラ MCAP、ダスト分析器 (DLR, Stuttgart 大) の EM の開発・試験が進行中である。

また、米国 New Frontiers の最終候補に残る彗星サンプリタール計画 CAESAR の検討にも参加している。さらに、次世代小天体サンプリタール WG が工学委員会のもとで立ち上がり、2030 年代の世界の太陽系初期進化の解明に向けた科学を牽引してゆく。

これらの「小天体探査プログラム」を貫くキーワードは、雪線 (スノーライン) である。雪線とは、原始太陽系円盤において、水 (H_2O) がその内側では水蒸気、その外側では水として存在した境界である。地球は雪線の内側で、天体内に水を取り込まないで生まれたであろう。その後、雪線の外側から小天体によって水や有機物等の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。この意味で雪線の外側で生まれた物質とその移動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。特に雪線外側の小天体では、彗星から始原的小惑星への進化過程でいつ、どの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か、という問題意識が通奏低音である。

2.4.7 SLIM

小型月着陸実証機「SLIM」は、月表側の神酒の海北西部に位置する「SHIOLI」クレータ近傍にピンポイントで着陸を行う。着陸が成功した後は、研究系が担当する「分

光カメラ」によって月深部由来と考えられる物質に対するスペクトル観測を行う。「分光カメラ」についてはフライトモデルの耐環境試験・光学性能試験を完了し、開発完了審査 (PQR) も終了した。現在、フライトモデルは衛星バスに取り付けられシステム試験を実施している。また、月面着陸後の観測運用計画の作成や地上系 QL・画像解析システムの整備も進行中である。

2.4.8 ペネトレータ

月・惑星表面にネットワークを構築して内部構造の探査を進める手段としてペネトレータの開発を継続的に進めている。本技術のシナジーとして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・試験を将来探査に向けた新規技術開発と共に進めている。また、ペネトレータ搭載地震計を NASA のタイタン着陸探査ミッション (Dragonfly) 向けに開発するのにもとない、地球上の水河地震 (水震) が重要なレファレンスにもなることからペネトレータを用いた南極へのその場地震観測システムの開発をすすめており、3 年計画で実用化に目処をつけるべく、通信試験、地震モニタ観測試験、ペネトレータ投下試験などの基礎開発を行なった。

2.4.9 Dragonfly

Dragonfly はドローン型探査機が動力飛行と着地を繰り返しながら様々な搭載機器により土星衛星タイタンの大気・表層・地中をそれぞれ観測する。探査機には「DraGMet」と呼ばれる気象・地球物理観測パッケージがあり、その検出器の1つとして地震計が搭載される。研究系はこの地震計の開発を担当し、エンジニアリングモデルの製作と耐環境試験を国内施設で行っている。マイナス 180°C の極低温環境で稼働することが求められるため、性能評価と品質保証については米国側と緊密に連携して進めている。また、惑星地震学・氷衛星・宇宙生物学などを専門とする国内研究者を主体とした科学検討チームを構築して、DraGMet データの解析および Dragonfly ミッションのサイエンス成果創出に向けて活動している。

2.4.10 UZUME

月面に火山活動起源の地下空洞へと開いた縦孔が SELENE (かぐや) によって発見されている。月の地下空洞や縦孔は、月の科学、将来の月利用にとって非常に重要である。太陽系科学研究系は、月の地下空洞に縦孔より侵入して直接探査する UZUME 計画の検討を宇宙研内外の理工学研究者と進めてきており、一昨年度に宇宙理学委員会よりワーキンググループの設置が認められ、今年度は国内 50 名に及ぶメンバと公募型小型探査への提案を行った。更に火星小型探査機による火星縦孔上空探査についても、検討を開始している。

2.4.11 その他

太陽系科学研究系は、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」にも関わっている。その一環として、JAXA 国際宇宙探査センターが中心となって進めようとしているインドとの月極域探査、月面中型離着陸探査、火星衛星サンプルリターン計画 (MMX)、火星表層水分分布観測ミッション (Mars Ice Mapper) について、他大学や他国立研究機構とも連携して、理学面での協力、議論に加わっている。

表面散乱シミュレーションによる SELENE (かぐや) 搭載のレーダサウンダーデータから地下エコーを検出する方法について、月の穴内部の光環境の推定について、さらに月の南極地域の長期日照域に着陸候補地の障害物の調査結果について、英文査読付き論文として発表した。

更に、JAXA が進める様々な月惑星探査における惑星保護に関連しても、今年度、様々な計画の審査 (はやぶさ 2 延長, EQULEUS, OMOTENASHI 打上前, OMOTENASHI 延長) に関わった。更に、COSPAR (国際宇宙空間研究委員会) におけるサンプル安全性評価フレームワークについて、国際共同により英文査読付き論文にまとめ発表した。また、将来の火星サンプルリターンを含む探査に向けて、惑星保護基準 JMR-014 の改訂と惑星保護ハンドブックの制定作業にも参加している。

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, CLASP2
- 3.1.4 国際大気球実験 Sunrise-3
- 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」, 「あらせ」, 「かぐや」, 「ひさき」の他, 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研究, 水星磁気圏探査衛星「BepiColombo/Mio」地球・金星・水星スイングバイ観測および惑星間航行時の太陽風観測データの解析
- 3.2.2 観測ロケット: SS-520-3, RockSat-XN, LAMP
- 3.2.4 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
- 3.2.5 観測機器開発: 高コントラスト遮光ベーンの開発
- 3.2.6 将来計画の準備: 木星氷衛星探査計画 JUICE の搭載機器開発, 月極域探査 LUPEX の搭載機器開発, 極域編隊飛行観測衛星 FACTORS の検討

3.3 惑星大気

- 3.3.1 金星大気: 「あかつき」
- 3.3.2 火星大気: 火星大気観測の検討 (火星宇宙天気・気候・水環境探査 (MACO) と次期国際火星探査 Mars Ice Mapper (MIM), 火星衛星サンプルリターン MMX)
- 3.3.3 地球超高層大気: 観測ロケットによる下部電離圏 Sq 電流系中心のプラズマ異常現象の観測, 電離圏電子密度擾乱の観測, 下部電離圏電子エネルギー分布の観測, 電離圏スボラディック E 層の局所詳細観測
- 3.3.4 観測機器開発: 電離圏イオンドリフト測定器, 熱圏大気測定用真空計
- 3.3.5 将来計画の準備: 火星大気散逸観測計画の検討, 紫外線宇宙望遠鏡 (WSO-UV) 搭載用紫外線分光器 (UVSPEX) の開発, 惑星科学, 生命圏科学, および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡計画 (LAPYUTA) の検討
- 3.4 固体惑星
- 3.4.1 月探査: 「かぐや」等探査データを用いた月科学: 月の未崩壊地下空洞 (溶岩チューブ) の発見, 月の地質解析による新しい岩相の発見等
- 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 試料キュレーション, はやぶさ 2 科学運用計画の策定, はやぶさ 2 軌道上データを用いたデータ解析
- 3.4.3 月探査: SLIM の科学目標整理, 着陸点解析, 着陸点周辺の地質解析
- 3.4.4 将来計画検討: 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 (月極域探査, 月サンプルリターン), 月・火星洞窟探査, 火星衛星サンプルリターン MMX, 彗星サンプルリターン CAESAR, 二重小惑星探査計画 Hera, 次世代小天体サンプルリターン
- 3.4.5 装置開発: 小惑星マルチフライバイ&ランデブー用の熱赤外多色カメラ, 次世代小天体 SR 用の高精度質量分析計 HRMS, 地下透過レーダ観測装置, 地震観測装置

4. 2022 年度ハイライト (p.2~22)

- ・益永 圭 ひさき衛星が観た砂嵐による火星上層大気の変化 — 火星生命環境への示唆 — 【惑星分光観測衛星「ひさき」】
- ・相澤 紗絵 太陽風は金星大気に入り込めない! 「みお」金星スイングバイが明らかにした太陽風 — 金星圏境界構造 — 【BepiColombo/水星磁気圏探査機「みお」】
- ・清水 敏文 「ひので」-IRIS-ALMA 観測で明らかにされた太陽マイクロフレア足元の振る舞い 【太陽観測衛星「ひので」(SOLAR-B)】

3. 学際科学研究系

Department of Interdisciplinary Space Science

教職員：稲富裕光 吉田哲也 石川毅彦 佐伯孝尚 羽生宏人 森 治 船瀬 龍 藤田和央 生田ちさと
 齋藤芳隆 鈴木志野 高木亮治 橋本博文 福家英之 三浦 昭 矢野 創 水村好貴 中島普太郎
 木村駿太 BODEN Ralf Christian 網蔵和晃 藤島皓介 矢口勇一 小川佳子
 宇宙研受入学生：和田拓也 唐津卓哉 古田竜也 中澤淳一郎 和久井毅貴 板橋恭介 杉浦圭佑 石川 建
 上住昂生 岩田翔也 保田 瞬 宮島琴音 清水義仁 山川真以子

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および宇宙ダスト研究を推進している。
- 2) アストロバイオロジーに関する研究では、生命の起源や地球外生命の存在の有無を明らかにすることを目指した効果的な生命探査計画の立案を行うため、地上における他天体のアナログサイトにおいて、極限微生物に関する知見の拡充やその検出技術の開発などを推進している。また、宇宙における生命前駆物質の計測・分析、生命兆候探査に必須の観測機器および惑星保護技術に関する研究開発も遂行している。
- 3) 情報システムの研究開発においては、大量の科学衛星データを高速に処理するため、情報処理、計算機ネットワーク、分散処理技術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、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。
- 4) 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。
- 5) 超小型探査機の研究開発においては、低コストで短期開発可能な超小型衛星の技術を、宇宙科学・探査に適用し、新たな宇宙科学・探査のツールとして整備・確立していくべく、具体的なミッション創出のための活動を中心に研究開発を実施している。
- 6) 観測ロケットは、衛星が滞在することが困難な宇宙空間の科学観測や、先端的な宇宙技術をロケット実装レベルに仕上げ飛翔実証を行うなど、宇宙空間の利用や初期の技術開発のための実験プラットフォームとして従前から活用されている。加えて近年は技術開発プロジェクトの活動に関する経験・知見を獲得すること

が可能な人材育成の場としての活用も盛んである。

- 7) 国際宇宙探査に関する研究開発については、月面の科学と継続的な探査を実現するための科学・技術シナリオを整理するとともに、国際宇宙探査センターと連携し、早期の無人月面探査ミッションの実現のための研究開発を進めている。

2. 2022 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」を特徴とした研究及び微小重力環境を利用した結晶成長の研究を行っている。浮遊法の研究においては、ISS 搭載静電浮遊炉を利用して、酸化物のガラス形成能と熱物性との関連について研究を進めている。一例として MgO-SiO 系の酸化物の熱物性データを取得して、放射光で測定して原子構造と合わせてガラス化しにくい酸化物の特徴を検討している。結晶成長の研究においては、微小重力実験の成果を踏まえて、高品質 InGaSb 結晶成長についての数値シミュレーションを実施した。その際に、結晶の品質と均質性に直接影響を与える成長界面形状を制御することに焦点を当てて、機械学習ツールを用いて成長条件の最適化を行った。

宇宙の歴史の中で分子、ダスト、惑星、有機物へと物質が進化していく過程を宇宙ダストの基本的な物理的・化学的性質に基づいて解明することを目指して、ISAS 小規模計画 DUST を推進している。

2.2 アストロバイオロジーに関する研究

2015 年より国際宇宙ステーションにおいて開始された日本初のアストロバイオロジー宇宙実験「たんぼぼ」シリーズで、星間物質から地球生命に至る各段階、特に生命前駆物質の起原、伝搬、地球生命の宇宙での生存、発展にかかる多様な科学実験を継続している。2022 年度には ExBAS プラットフォーム第一号実験として、コケ胞子体の宇宙生存可能性や宇宙紫外線によるアミノ酸からペプチドへの物質進化を探る「たんぼぼ 4」の軌道上曝露、地球帰還、初期分析を実施した。また、現在計画されている「たんぼぼ 5」において、微生物の紫外線波長依存性を調べるため、非透過領域がある窓材を用いない直接曝露法の開発を進めている。また小惑星リュウグ

ウ試料の国際公募分析として、有機物・含水鉱物を含む炭素質小惑星物質の微小立体構造分析を進めている。

宇宙塵の計測・捕集・防御装置の研究開発・軌道上運用も推進している。超小型探査機 EQUULEUS へ搭載された MLI 統合型 PVDF 薄膜センサ (CLOTH) は 2022 年 11 月に打ち上げられ、地球・月圏の固体微粒子の検出を開始した。「たんぼぼ 1,2」から地球帰還したカーボンナノチューブテープでは低速衝突微粒子の捕集に成功したことにより、月周回有人拠点 Gateway での月起源微粒子、米国の彗星核ランデブーサンプルリターン構想での彗星塵の低速衝突捕集への応用が期待される。さらに 2020 年代半ばに Gateway 初号機へ搭載予定の低速衝突微粒子モニタ (LVDM) のフライトモデルも開発中である。これらに資する単独固体微粒子真空衝突実験機構群を日米の他機関と協力して整備し、各種装置の校正実験を推進している。超小型宇宙機による海洋天体探査 OPENS および長周期彗星フライバイ探査 Comet Interceptor では共に、微粒子の衝突速度が 10km/s をはるかに超えるため、固体・気体・プラズマが混合した衝突生成物の捕集機構の基礎研究と、探査機を防御する軽量バンパー構造の解析的設計・実証実験を推進している。

また、太陽系の天体においては、海洋天体や火星岩石内など水に富む環境が、最も生命生存可能性が高いと想定されている。よって、それらの地球における類似環境に生息する微生物を対象とした研究を行い、効率的、効果的、合目的な生命探査計画を立案へとつながる知見・技術の拡充を目指した。調査の結果から、これらの環境にもごく少数ではあるが、微生物は存在すること、微量な微生物であっても、地球型生命であれば検出が可能であることなどが明らかとなった。

また、生命探査に関してはもちろんのこと、たとえ生命探査が目的でなかったとしても、生命存在可能性のある天体 (火星・海洋天体) での探査には、惑星保護方針に準拠した形での宇宙探査が求められている。よって、宇宙探査イノベーションハブと共同で、微生物の効率的な滅菌、除染のための基盤技術の確立を目指した。探査機における各種材料・部品 (金属、電子基盤など) に対する滅菌に対応するため、まず、熱、UV、イソプロパノール、プラズマ、など、各種滅菌手法を用いて、各種耐性能の異なる微生物 (Deinococcus, Bacillus 芽胞、カビなど) が滅菌可能かを評価した。その結果、滅菌手法と対象微生物は、それぞれ適合性が異なり、滅菌手法の組み合わせにより、各種滅菌手法の弱点を補填していく必要があると結論付けられた。同時に、最も効果的であった熱滅菌を用いて、電子部品 (モーター) を滅菌し、その性能試験を行ったが、モーターの劣化が確認された。それにより、複数の滅菌手法確立の必要性が示唆された。

2.3 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

開発を行うために、スーパーコンピュータを用いた大規模解析の基礎技術の研究を行った。階層型等間隔直交構造格子ソルバの開発では、技術的な課題である物体近傍での保存則が満足されない原因を解明し修正手法を提案した。提案手法により、保存すべき量が厳密に保存される事を確認した。また本手法の特徴である移動・変形する物体を取り扱えるように拡張を行い解析手法の検証を行った。最終年度となった「富岳」成果創出加速プログラムでは、実機形状に対する 640 億点規模の解析を実施すると同時に、直交格子とレイヤー格子を組み合わせた手法が必要となる、重合情報作成処理の高速化を実施し、30 億点規模の解析を現実的な時間で実行可能とした。

宇宙科学データの可視化及び関連する各種価値付加の手法検討を行った。(1) 小惑星模擬天体モデルの可視化手法をベースとして、様々なシミュレーションデータの可視化を行い、「はやぶさ 2」の観測データ解析に寄与すると共に、関連分野における可視化への応用検討を進めた。(2) 将来の宇宙機搭載デバイスとして検討されている、超伝導単一磁束量子回路について、その機械モデルや諸パラメータのインタラクティブ 3D 可視化について、要素配置や GUI、数値解析機能等について整理した。(2) 前述各項も含めて、プロジェクト・研究者向けに用いられている事項について、一般的なコンテンツ制作との要素技術の共用に向けた取り組みを行った。

2.4 大気球に関する研究活動

気球による科学観測の可能性を広げるため、スーパープレッシャー気球の開発を行っている。スーパープレッシャー気球は、日照の有無に伴う気球体積の変化を抑制し、浮力を一定に保つことで長時間飛翔を可能にする気球である。2010 年より、菱形の目の網で気球皮膜を覆うことで、日中の飛翔に必要な耐圧性能を持たせる研究を進めてきた。この方法は、従来のローブドパンキン型と比べ、気球重量が軽いのが利点である。本年度は、2020 年に実施した飛翔試験で見いだされたスプーラー開放時に網が皮膜を叩いて損傷を与える可能性を回避する新放球法として、気球のカラー取り付け部に保持部を設け、その保持部に取り付けたローブを手繰りだすことで準静的に気球を立ち上げる方法を開発し、飛翔試験時と同型の気球による模擬放球試験を実施することでその手法の確認を行った。また、網目の数を変更し、子午線長と半径の比が従来製作してきた気球と異なる形状の気球を二種類製作し、三次元形状計測装置を用いて精密に形状測定を実施した。今後、理論値との比較を通じて、皮膜に網をかぶせた気球の形状の理解を深める。加えて、2022 年 1~2 月に実施した日本初の南極におけるスーパープレッシャー気球実験の飛翔時のデータ解析を進め、気球の挙動を理解すると共に、昼夜の温度変化が -80~+60 度におよぶなど想定以上に厳しい環境にさらされていたことを明らかにした。

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翔で得られた宇宙線事象データの詳細な解析を続け、暗黒物質などを起源とし得る反重陽子や銀河系内宇宙線の伝播時間の指標となるベリリウム 10 など、宇宙線中の稀少な同位体成分の探索や同位体比決定に向けた解析を進めている。また、国際宇宙ステーション搭載 CALET 装置による各種宇宙線やガンマ線バースト現象などの科学観測も進めており、広範なエネルギー域にて決定した陽子やヘリウム成分の高精度エネルギースペクトルなどの成果を新たに発表した。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 (2017 年度採択の小規模計画) の準備も進めている。

このほか、2018 年に豪州で大気球飛翔した MeV ガンマ線観測実験 SMILE-2+ の飛翔データからカニ星雲および銀河中心領域からの MeV ガンマ線放射を有意に検出し、この帯域の広視野望遠鏡で地上較正と合致する観測感度を世界で初めて実現した。本格的な科学観測による分野開拓をすべく長時間気球飛翔による次期観測計画 SMILE-3 について検出媒体ガス種の変更・新トリガー方式・装置内背景事象など性能向上の研究開発を進めている。

2.5 超小型探査機に関する研究活動

大学やベンチャー企業を中心に開発・利用が活発に進んでいる低コストで短期開発可能な超小型衛星の技術を、宇宙科学・探査に適用し、より遠くへ・より高度に・より高頻度な探査を実現すべく、以下のような超小型探査機に関する研究活動を実施している。

宇宙工学委員会のもとに設置している OPENS WG では、100kg 級の超小型衛星技術を利用した超小型外惑星探査実証計画を検討しており、次期公募型小型計画等へのミッション提案の準備を進めている。

戦略的海外共同計画として 2029 年頃の打上げを目指して ESA と共同検討している長周期彗星探査ミッション (Comet Interceptor 計画) に関して、MDR および SRR を実施し所内プロジェクトチームを設置した。次年度の所内プロジェクトへの移行を目指して検討を進めている。

比較的地球に近い深宇宙領域の探査をより高頻度を実施することを目指して、GTO 軌道や月遷移軌道から超小型衛星自身が軌道変換して深宇宙へ到達する技術の研究開発を行っている。

2.6 観測ロケットに関する研究活動

観測ロケットは、従前より宇宙科学技術の初期段階における実証、高高度大気観測実験等の宇宙理工学分野の研究で活用されている。近年は、大容量のデータ取得、

高精度の姿勢制御、実験装置が実装される頭胴部の回収等、機体への技術要求が高まっていることから、関連する技術開発にも力を入れている。2021 年に打上げを行った S-520-31 号機の実験では、大容量画像・映像データの取得のために開発が行われた RATS の洋上回収実験に成功しており、上記要求に対応した成果が得られている。多くの分野のユーザにも対応できるようなユーザフレンドリな搭載系の構築、設計用デジタルデータの幅広い活用と開発工程の効率化にも力をいれ、将来向けの宇宙科学研究の成果につなげていくことを目指している。

2.7 国際宇宙探査に関する研究活動

月・火星における有人探査活動を対象とした国際宇宙探査に関する活動は 2018 年に設立された国際宇宙探査センターが主導して行われてきた。一方で、月・火星は一級の科学の場でもあるため、宇宙政策委員会基本政策部会から示された「月面活動に関する基本的な考え方」において、「アルテミス計画への参画により我が国の月面活動の機会が拡大していくことを念頭に、当該機会を活用して新たな知の創造につながる世界的な科学の成果を創出する」と明記された。本方針に基づき、月・火星探査における科学ミッションの実現に向けた研究活動を進めている。

2022 年度は、国際宇宙探査センターから公募された「月面での科学研究・技術実証ミッションにかかるフィジビリティスタディ(月面科学 FS)」の枠組みにおいて、(1) 月面からの天体観測(月面天文台)、(2) 重要な科学的知見をもたらす月サンプルの選別・採取・地球帰還(月面 SR)、(3) 月震計ネットワークによる月内部構造の把握(月震計 NW) をテーマにし、ミッションの実現性に向け科学・技術シナリオを整理するとともに、観測装置に関する研究や、月面活動を継続的に実施するためのキー技術の研究を進めてきた。また、2020 年代後半の打上げを目指した無人探査ミッションの概念検討を実施し、早期にミッション定義ができるような準備を進めている。

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

3.2 アストロバイオロジー研究

3.2.1 微生物・有機物の曝露と宇宙塵等の捕集を行う

「たんぼぼ」および「たんぼぼ2」宇宙実験

3.2.2 宇宙塵の計測・捕集装置の研究開発

3.2.3 微粒子衝突実験機構の研究開発

3.2.4 海洋天体サンプルリターン探査の研究

3.2.5 生命兆候探査に向けた惑星保護対策の研究

3.2.6 月・火星などの極限環境での生命の生存可能性を探る研究・開発の検討

3.3 情報科学・情報工学に関する研究

3.3.1 数値シミュレーション研究

3.3.1.1 階層型等間隔直交格子ソルバの開発

3.4 大気球に関する研究

3.4.1 気球についての研究

3.4.1.1 網をかぶせた圧力気球の研究

3.4.2 気球を用いた宇宙科学の研究

3.4.2.1 エキゾチック原子を用いた宇宙線反粒子の研究

3.4.2.2 超伝導スペクトロメータを用いた宇宙線の観測

3.4.2.3 高エネルギー宇宙電子線・ガンマ線の観測

3.4.2.4 MeV ガンマ線の観測

3.5 超小型探査機に関する研究

3.5.1 超小型外惑星探査機の研究

3.5.2 Comet Interceptor 計画のための超小型 CubeSat 型探査プローブの研究

3.5.3 超小型探査機による深宇宙アクセス頻度向上のための研究

3.6 観測ロケットに関する研究

3.6.1 デジタル技術を活用した開発工程高効率化に関する研究

3.6.2 機体運用性向上に関する研究

3.6.3 高エネルギー化学推進剤による機体姿勢制御系の構築

3.6.4 環境適応型化学推進燃料および推進システムの研究

3.7 国際宇宙探査に関する研究

3.7.1 月面輸送機に関する研究

3.7.2 月面ローバ・ロボティクスに関する研究

3.7.3 月面におけるエネルギーマネジメント技術に関する研究

3.7.4 月面科学観測に関する研究

3.7.4.1 月面天文台に関する研究

3.7.4.2 月面試料のその場分析に関する研究

3.7.4.3 月震計システムに関する研究

4. 2022年度ハイライト (p.2~22)

- ・稲富 裕光 炭素質ダストの形成はナノ現象が鍵【小規模計画 DUST (Determining Unknown yet Significant Traits)】

4. 宇宙飛行工学研究系

Department of Space Flight Systems

教職員：澤井秀次郎 佐藤英一 小林弘明 後藤 健 小川博之 野中 聡 西山和孝 峯杉賢治 川勝康弘
津田雄一 宮崎康行 船木一幸 石井信明 森田泰弘 堀 恵一 嶋田 徹 山田和彦 三浦政司
竹内伸介 大山 聖 山田哲哉 徳留真一郎 丸 祐介 松永哲也 月崎竜童 佐藤泰貴 坂本勇樹
竹前俊昭 伊藤琢博 永田靖典 小田切公秀 久保勇貴

宇宙研受入学生：玉井亮多 平田 大 加藤泰斗 五味篤大 藤井宏次 GUTIERREZ RAMON Roger 伊藤大智
小松龍世 近澤拓弥 島崎拓人 紫原聖之 PATEL Amit 石川和毅 ONG Fei-Shen 高橋直也
山田清太郎 長野幹雄 松枝里奈 柏岡秀哉 鈴木基生 徳岡大河 藤田雅大 楠本哲也 吉川健人
大木春仁 中川雄登 西村 尚 白杵智章 PEDROS Faura Anivid 村山裕輝 澤西佑介 内藤隆人
松本祐斗 天野耕希 林 涼華 乗本雄真 藤村皓太 平井溪登 橋爪 翼 高砂民明 多々良飛鳥
中村壮児 折居遼平 坂岡恵美 HADRIEN Sicut Maxime Marian 谷口翔太 角田有紀人 森 穂高
都甲 慶 二村成彦 IMRICH Matthew Steven 遠藤 桜 金子賢人 篠塚温志 澤田 健 稲塚遥香
神藤淳志 志田憲太郎 宮 優海 INCHINGOLO Marco Riccardo
BARQUERO BALSERA Maria Scherezade 高木公貴 小磯拓哉 魚住承吾 辻壮一郎 濃野 歩
白澤遼大 吉田圭一郎 高澤秀人 津田侑恭 宮盛 剛 森みなみ 満野真里絵 石垣 希
植島久暉 宮 暁

1. 概要

宇宙飛行工学研究系では、宇宙飛行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。自由な発想による、より自在な宇宙へのアクセスの実現を目標に、低軌道宇宙輸送システム、多様な衛星や宇宙探査システム、宇宙用構造/材料工学、宇宙推進工学、空気力学/熱工学、有人宇宙探査の基礎的研究を推進している。

2. 2022年度の研究成果

宇宙探査工学分野では、宇宙機、飛行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、ロケットなどの飛行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、誘導制御系、構造材料系、推進系や空気力学／熱工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、大気アシスト観測ロケット等への適用を想定する推進システム、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などが進められている。

要素技術分野では、宇宙探査・輸送工学の基盤となる化学反応・流体・熱・構造・材料に関する基礎研究が、機械工学、燃料工学、化学反応工学、伝熱工学、気体力学、高速流体力学、構造力学、材料工学など様々な立場から進められている。

具体的には、ヒートパイプなどの熱輸送デバイスやプラズマアクチュエータなどの先進的空力デバイスの研究、固体ロケット用高エネルギー物質や高性能ホルクラスタなどの次世代化学/非化学推進の研究、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、展開ノズルなどの展開構造や材料およびメカニズムの研究、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。

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、高機能材料やマルチマテリアルによる適応構造の研究などが進められている。

また、有人宇宙探査の研究として、火星有人探査の新しい惑星保護方針の策定に資するための火星全球汚染マップの作成や、将来の月・惑星での自給を念頭にした閉鎖環境における水の循環メカニズムの研究などが行われている。

3. 研究項目

3.1 再使用高頻度宇宙輸送システムの研究

3.1.1 再使用ロケットの機体システム研究

3.1.2 再使用ロケットのエンジン／推進系研究

3.1.3 再使用ロケットの空力特性／誘導制御の研究

3.1.4 故障許容システムの構築に関する研究

3.1.5 電鋳ライナ極低温複合材タンクの開発研究

3.2 固体ロケットに関する研究

3.2.1 高エネルギー物質を適用した固体推進薬

3.2.2 補助推進系用新型ガスジェネレータ固体推進薬

3.2.3 デブリレス固体推進薬

3.2.4 熱可塑性樹脂を用いた固体推進薬の研究

3.2.5 固体推進薬の蠕動運動型捏和技術の研究

3.2.6 固体モータの非破壊信頼性評価

3.2.7 展開ノズルの開発研究

3.2.8 固体ロケットシステムの研究

3.3 ハイブリッドロケットの研究

3.3.1 A-SOFT ハイブリッドロケットによる混合比と推力の同時制御に関する研究

3.3.2 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

3.3.3 ハイブリッドロケットの飛行安全に関する研究

3.3.4 液体酸素酸化装置に関する研究

3.3.5 A-SOFT ハイブリッドロケットエンジンの実証研究

3.4 スペースプレーン技術実証システムの研究

3.5 空力性能の革新を目指した研究

3.6 宇宙輸送機等における多様な空力課題に関する研究

3.7 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

3.8 現行科学衛星プロジェクトの構造系開発

3.8.1 SLIM の構造系開発

3.8.2 XRISM の構造系開発

3.8.3 MMX の構造系開発

3.9 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

3.10 耐熱複合材の研究

3.10.1 耐熱複合材料の各種エンジン部品への適用

3.10.2 耐環境性セラミックスコーティングの研究開発

3.10.3 耐熱複合材料の損傷蓄積および劣化機構に関する研究

3.10.4 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

3.11 高分子および高分子基複合材の研究

3.11.1 高速回転 CFRP 円板の開発

3.11.2 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

3.11.3 カーボンナノチューブによる超軽量構造物の創製に関する研究

3.12 金属系材料の強度・破壊

3.12.1 ロケットエンジン燃焼室のクリープ疲労

3.12.2 超塑性粒界すべりの直接観察

3.12.3 形状記憶合金の特性改善

3.12.4 電子論によるチタン合金の変形挙動解明

3.13 セラミックス金属異材接合

3.14 超高速衝突損傷のその場観察

3.15 材料・工程の国際標準化のための活動

3.16 液体推進系に関する研究

3.16.1 HAN 系 1 液推進剤を用いたスラスタの研究開発

3.16.2 セラミックスラスタおよびセラミックス/金属接合スラスタの開発研究

3.16.3 N₂O/エタノール推進系の研究

- 3.16.4 高エネルギーイオン液体推進剤の研究
- 3.17 非化学推進
 - 3.17.1 イオンエンジン
 - 3.17.2 DC アークジェット
 - 3.17.3 パルス・プラズマ・スラスタ (PPT)
 - 3.17.4 磁気プラズマセイル
 - 3.17.5 編隊飛行技術実証衛星 SILVIA とその推進系開発
 - 3.17.6 ホールスラスタ
- 3.18 再突入・惑星突入に関わる研究
- 3.19 展開型柔軟構造体による再突入機の開発
- 3.20 火星探査用航空機に関する研究
- 3.21 天体着陸航法誘導システムの研究
- 3.22 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
- 3.23 「はやぶさ2」における研究
 - 3.23.1 「はやぶさ2」ミッションの軌道・誘導・航法・制御解析
 - 3.23.2 「はやぶさ2」におけるアストロダイナミクス研究
 - 3.23.3 小惑星着陸機/ローバーの着陸ダイナミクス解析
 - 3.23.4 ターゲットマーカの投下軌跡の推定
 - 3.23.5 スラスタ噴射による物体の飛散挙動
 - 3.24 ソーラー電力セイル探査機による外惑星領域探査計画
 - 3.24.1 計画策定, システム設計
 - 3.24.2 セイル試作
 - 3.24.3 セイル展開機構試作
 - 3.24.4 薄膜発電システム
 - 3.24.5 膜構造物の収納・展開・展張
 - 3.24.6 サンプル採取
 - 3.24.7 ランデブー・ドッキング
 - 3.25 需給状況に応じた電力制御システム
 - 3.26 プーム展開型超軽量薄膜太陽電池展開構造の研究
 - 3.27 液体水素利用技術の研究開発
 - 3.28 トランスフォーマーに関する研究
 - 3.28.1 システム・ミッション検討
 - 3.28.2 太陽光圧を用いた姿勢・軌道制御
 - 3.28.3 非ホロミック姿勢運動

5. 宇宙機応用工学研究系

Department of Spacecraft Engineering

教職員：水野貴秀 廣瀬和之 橋本樹明 久保田孝 高島 健 吉光徹雄 坂井真一郎 福田盛介 竹内 央
 吉川 真 戸田知朗 田中孝治 曾根理嗣 松崎恵一 冨木淳史 牧謙一郎 豊田裕之 三田 信 福島洋介
 小林大輔 大槻真嗣 宇佐美尚人 坂東信尚 尾崎直哉 山本善一 植松真司 友田孝久
 BONARDI Stephane (～10月)

宇宙研受入学生：小淵大輔 越後和也 (～10月) 鈴木大和 本橋優俊 野内敬太 伊藤琢博 神林 賢 高橋勇多
 田島 颯 小林寧々 沈 慧央 RAZA Mudasir 山神達也 太田大智 滝川遼太郎 青沼祐介
 谷澤涼太 加藤由高 河野 麗 稲原慶太 東 雄大 井上弘貴 梶浦梨央 工藤雷己 岸田祐輔
 大西隆広

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、LIDAR、通信機器、アンテナ、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、 Δ 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. 2022年度の研究成果

2.1 宇宙機システム

科学衛星・探査機システムの高機能化や小型軽量化、開発手法の高度化などの課題に対し、電気電子工学を中心とした技術分野を背景として、研究開発やプロジェクトへの参画・支援を行っている。

「ひさき」、「あらせ」で開発・実証した小型科学衛星用の標準バスは、両衛星とも設計寿命を超えて後期運用での観測に供されており、将来の公募型小型クラスの衛星計画についても、本バスをベースとした多くの検討がなされている。SLIM では月惑星探査機システムの大幅な軽量化を目指し、統合化計算機や統合化デジタル電源装置を開発しており、後続の月探査ミッションへのヘリテージとなる。

一方、衛星バスの小型軽量／低消費電力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、技術のフロントローディング等の枠組みで推進している。例えば、技術のフロントローディングで開発したMEMS IRUはJAXA内外の複数のミッションで採用が始まっている。本IRUは、民生技術を積極的に採用するアプローチで格段の小型軽量化を図っているが（従来の探査機に搭載されている米国製 FOG と比較し、同等の性能を維持しつつ、体積・質量は1/2、消費電力は1/3を達成）、同時に、超小型衛星の搭載機器の信頼性を高めるアプローチとの両面から研究開発を実施し、両者のクロスポイントとなる領域を見定めていく方針としている。

短期・低コスト開発が可能である超小型／小型衛星を活かしたミッションを遂行するためには、失敗するリスクを最小限に抑えてプロジェクトを遂行するアプローチではなく、多少のリスクを許容しながら超小型／小型衛星らしさ（開発期間の短さ・コストの低さ・開発チームの規模の小ささ）を最大限引き出せるアプローチが必要となる。そこで、30kg級の超小型探査機 Comet Interceptor B1 開発をモデルケースとして、短期・低コスト・効率的な開発に資する新しい開発方式（特に、品質・信頼性基準の見直し）の検討および検証を推進している。また OMOTENASHI 探査機の不具合事例を分析し、今後の超小型探査機に対する Lessons Learned をまとめている。

2.2 宇宙機制御

人工衛星や探査機の運動制御に関わる研究を行っている。姿勢制御については、主に天文観測を行う望遠鏡衛星を念頭においた高精度な指向制御方式や、探査機が天体近傍を追加しながら観測を行うための追尾制御（望遠鏡と協調した姿勢制御）など、高性能・高機能なミッションを実現するために必要な研究を行っている。月惑星への着陸制御については、着陸精度向上に繋がる航法誘導制御の研究や、より安全な着陸に繋がる着陸・制御方式の研究などを行っている。複数衛星の相対位置を制御して1つのミッションを行うフォーメーションフライト

についても、実ミッションを念頭において消費推量を節約するための研究や、電磁石の力を利用する方式、これを利用した群衛星制御の研究などを行っている。さらに、姿勢の高精度推定・制御に関わる研究や、制御のために用いる装置の研究開発など、基盤的な研究を行った例などもある。このように、宇宙機の運動制御について、基礎的な研究から実ミッションに近い研究まで幅広く行っている点が、1つの特徴となっている。

探査機が月や惑星に安全に着陸するために必要な技術として、着陸脚と地面との相互作用、探査機搭載燃料タンクのスロッシングの影響などを研究している。特に今年度は、ペント型エアバッグを用いて、そのペントタイミングを制御することにより安全に着陸する方式について研究を実施した。

磁気フォーメーションフライト（EMFF）技術に関連する研究を行った。群衛星における EMFF（Swarm EMFF）については、前年度までに得られていた相対位置と姿勢の時期による同時制御手法のミッションへの応用について検討を進めると共に、ランデブードッキングへの応用を念頭に置いて、極めて近距離で EMFF を行う場合に必要となる地磁場モデルの厳密化についても研究を行った。磁束ビニング効果による磁気浮上により微小振動擾乱および熱の伝達を理想的に遮断する機構を目指す研究については、昨年度に引き続き、超伝導バルク材と対向する永久磁石に磁気コイルを付加し、その電流を制御して浮上距離の微調整を行うことで、浮上部の指向制御を実現する手法について検討を進め、基礎的な実験に着手した。

天体（小惑星・彗星）をフライバイで観測するための駆動式望遠鏡・姿勢制御を用いたフライバイ追尾誘導制御システムに関する研究・開発を行なっている。本フライバイ誘導制御システムは将来的に DESTINY+, Comet Interceptor, はやぶさ2 拡張ミッションにて実証される予定である。

2.3 ロボティクス

ロボティクスグループでは、月や火星などの重力の大きな天体、小惑星や彗星などの重力の小さな天体の表面を移動探査するロボット全般の研究をしている。いずれの天体も、天体表面の不整地を走破するための移動メカニズムや障害物認識、天体表面におけるロボットの位置を求める自己位置同定、ロボットの外界センサを用いて自律的に走行・観測を行うための知能化、ロボットと天体表面の間の力の相互作用を解明するXテラメカニクスなどが研究テーマである。特に知能化に関しては、ロボットが取得した画像を用いて学習機能により地形を認識させることが現在主流となっている。また、複数ロボットを用いた新しい探査手法の検討も開始した。さらに、これらの研究をもとにして探査ロボットを宇宙探査ミッションに提案し、地球外天体表面で実際にロボットの動

作試験を行なう活動も行なっている。

月惑星表面を移動探査するローバの自律性を向上させるため、移動の不確実性を考慮した経路計画手法、スリップと消費電力を考慮した経路計画手法、惑星探査ローバの地形分類を考慮した経路計画手法、車輪移動とホップ移動を有するハイブリッド型ロボットの経路計画手法、学習機能を用いた走破可能性予測手法の検討、深層学習を用いた環境地図の理解と行動モード選択手法、月惑星洞窟内の超小型探査ロボット、土星衛星内部探査用ミミズ型ロボットの検討などを行った。

X テラメカニクスの研究に関しては、低重力環境下にある天体表層のレゴリス等粉粒体自体のふるまい予測のための付着力パラメータ同定、移動機構との相互作用の定式化を行い、ロボットが天体表層と触れる部位の設計評価のための環境を整備した。

SLIM 月面着陸ミッションに搭載した探査ローバ LEV の開発を完了した。2021 年度末に LEV のフライトモデルは SLIM に搭載しており、今年度は LEV の搭載ソフトウェアの最終化と、打ち上げ前の総合試験による確認を実施した。搭載ソフトウェアは、月面に到着するまでの軌道上運用、および、月面到着後の自律探査運用に関して、すべての動作が地上からのコマンドなしに進行する。月面到着後には取得した画像を用いて完全に自律的に探査を行う機能を実装した。

2.4 軌道決定・航法

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。

「はやぶさ 2」の軌道決定関連では、2026 年に予定されている小惑星 2001 CC21 へのフライバイ時に行われる電波光学復号航法の精度向上のために、軌道決定ソフトウェアに地上光学望遠鏡による小惑星の光学観測をデータ種別として加える改修を行った。リュウグウ接近・近傍フェーズのために開発された JAXA の軌道決定ソフトウェアの機能を、富士通と共同開発をしている定常運用の軌道決定システム ISSOP に技術移転し、火星衛星探査計画「MMX」の軌道決定運用に提供するための環境を整えた。

また、JAXA 内ユーザーが JAXA 軌道決定ソフトウェアを利用できるようにする体制を構築した。「OMOTENASHI」、「EQUULEUS」、「SLIM」の軌道決定精度の事前評価や実際の軌道決定運用において提供されたソフトウェアが活用された。

近地球天体 (NEO) 関連の活動としては、国連 COPUOS 活動やプラネタリーディフェンスの国際会議に参加した。また、宇宙科学技術連合講演会や宇宙科学研究所のシンポジウム等でプラネタリーディフェンスに関連したセッションや会合をオーガナイズした。研究としては、東京大学木曾観測所や日本スペースガード協会と連携

し、NEO の観測研究を継続している。

軌道設計としては、電気推進による多周回軌道設計・月スイングバイを駆使した多体問題軌道設計・小惑星マルチフライバイ/即応型フライバイ軌道設計を行うための手法を確立し、今後打上げ予定の「DESTINY+」の実現に役立てる予定である。

2.5 通信・データ処理

2.5.1 通信・RF 航法誘導計測技術

探査ミッション、宇宙科学ミッションの要請する通信システムとそれを利用して実現する航法誘導計測、そしてそれらの要素技術の研究開発を担っている。

深宇宙探査用搭載通信装置を置き換える開発を進行した。現行機で築いた国内、海外の探査地上局との適合性を保ちつつ、月・L 点ミッションでの使用も視野に入れてミッション包摂性を高めた。「DESTINY+」での採用が決定しており、EM を経て PFM の製造段階にある。S 帯、X 帯送受信、Ka 帯送信に対応する。電波科学仕様、再生測距など現行機の特長も継承する。

飛翔中の探査機を利用する通信伝搬の研究として、太陽電波掩蔽データの収集、解析を行っている。2022 年度も「あかつき」の合運用中の X 帯電波伝搬データを蓄積した。

「はやぶさ 2」が先鞭を付けた Ka 帯運用の成果を火星衛星探査計画「MMX」へ引き継ぐ活動を行った。再送制御の効果により、「MMX」は「はやぶさ 2」より効率的に Ka 帯を運用する検証に取り組む。

光通信を、電波と光波帯を融合する視点から ISAS の探査ミッションに適用する研究を大学と共同で進めている。電波同様、捕捉追尾のアップリンクビーコン支援を不要とする技術に着眼する概念検討を行った。また、巡航期間中に姿勢軌道データを用いて自律的に地球指向する技術も研究した。

SLIM ミッションにおいて、世界初となる S 帯ダイレクトインプットアウトプット方式のソフトウェア無線技術を活用した小型トランスポンダを開発中である。

大学を中心とする将来の低コスト宇宙探査の実現に向けて COTS 品を活用した 13.5m アンテナ地上局システムの開発を進めており、概念検討を完了し製造に着手した。

衛星内バスハーネスレス化を目的とする衛星内ワイヤレス実証を JAXA 内部部門協力で進めている。技術試験衛星 9 号機 (ETS-9) の飛翔機会を利用した実証に向けて、衛星内ワイヤレス通信モジュール (WICS) のコンポーネント開発を完了した。

RF デバイス研究としてダイヤモンド薄膜を使った技術を含む調査を行っている。本項目は 2.6 項のデバイス技術で言及する。

2.5.2 データ処理技術

データ処理は地上系と衛星搭載系に分かれて開発が行

われているがこの開発を如何にシームレスとするかが今後の大きなキー開発技術となっている。

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インターフェースやコンポーネント、これらをシミュレーションする技術を開発している。宇宙研が提案した衛星設計の記法である SIB (Spacecraft Information Base) に関して、JAXA 標準 Definition of SIB2 (DSIB2) を執筆・制定すると共に SIB2 と国際標準である XTCE (XML Telemetric and Command Exchange) の書式を相互に変換に関するツールの開発を完了した。また、SIB2 に従って搭載機器のシミュレータを構築する技術が、汎用衛星試験運用ソフトウェア (GSTOS) の試験治具の製作に有用であることを実証した。さらに、搭載ネットワーク (SpaceWire) の技術分野では、ミッションデータの伝送に適したプロトコルとして、SpaceWire-R を JAXA 標準として制定した。

先進的な信号・画像処理技術を搭載系や地上データ処理に適用する研究を進めている。具体的には、イベントベースカメラとスパイキングニューラルネットワークを組み合わせた、非同期性、スパース性、低レイテンシ性に非常に優れた処理系を考究し、着陸機の地形照合航法や対スペースデブリへの航法への応用を検討した。地上のデータ処理としては、後段の干渉処理等に必須となる多時期合成開口レーダ画像群のレジストレーションについて、人工的特徴のない分布ターゲット領域（森林等）に適した手法を考究した。

将来の衛星・探査機の搭載系への適用を目指し、生物の脳神経のふるまいを模倣したニューロモーフィックなプロセッシング（スパイキングニューラルネットワークなど）や、視神経を模したニューロモーフィックなセンサ（対象の輝度変化を非同期的に出力するイベントカメラなど）について、高速応答性や低消費電力におけるメリットを観点として、研究を進めている。

2.6 センサ・半導体デバイス

宇宙機に搭載する半導体デバイスについて、基礎研究から開発まで行っている。基礎研究としては、先端 Si デバイス、無線送信機の電力変換効率の改善を目的としたダイヤモンド半導体、MEMS 多機能デバイス、待機電力不要システム、等があげられる。

宇宙機搭載に向けた開発としては、次世代の宇宙用マイクロプロセッサの開発（研究開発本部と協力）、MEMS ジャイロスコープを搭載した慣性航法装置の開発、火星衛星探査計画 (MMX) 搭載レーザ高度計の光パルス検出専用 IC の開発、月惑星着陸機の障害物検出センサ等の開発を行っている他、月着陸実証機 SLIM 搭載の着陸レーダも行っている。

次世代の宇宙用マイクロプロセッサ (MPU) の開発は、研究開発本部と一体となって行なっている。現行の JAXA

認定宇宙用 MPU に対して、処理性能で 10 倍上り、内蔵メモリを付加した次世代宇宙用 MPU のフライトモデル (QM 品) の設計は 2021 年度に完了した。処理性能と消費電力性において世界最先端レベルのものである。研究開発の過程では放射線耐性にかかわる新しい発見をし、学術的にも大きな成果をあげた (2022 年度ハイライト参照)。2022 年 6 月にテープアウトして、その後 12 月より QM ウェーハと QM パッケージ品の詳細評価に着手した。並行して QM パッケージ品は衛星システムメーカへ提供され衛星搭載に向けて評価が進んでいる。2023 年度に開発完了を予定している。今後、本 MPU の設計資産を、研究開発本部の“支える研究”で進めている高速数値演算が可能なナノブリッジ・フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ (NB-FPGA) にソフトコアとして実装することで、次世代 MPU の高信頼性回路、OS、開発環境を流用可能な、FPGA の特徴を生かしたインターフェース部等の自由度が向上したソフト MPU を実現することも視野にいれている。

光パルス検出 IC LIDARX と Flash LIDAR 用 3D イメージセンサ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 IC で、火星衛星探査計画 MMX 搭載 LIDAR の受信機用デバイスとして FM 開発を完了した。3D イメージセンサは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センサで、耐放射線性の高い InGaAs を使った 3D イメージセンサを開発中である。

MEMS デバイスは機械構造であることから熱や放射線に対して高い耐性を持つ。そのため宇宙用機器の小型化だけでなく耐環境性能の向上にも寄与すると期待できる。

通信系の無線送信機の電力変換効率の改善、EIRP の向上を目的として、次世代パワーデバイスの候補の 1 つであるダイヤモンド半導体プロセスに着目し、RF 電力増幅器や電源等の宇宙応用に向けた技術検討を進めている。また超小型衛星や CubeSat を活用した低リソース深宇宙探査、衛星コンステレーションといったニーズから、信頼性と低コスト化を両立する搭載通信系開発の必要性が高まっていることから、SiGe 混載プロセスを用いた搭載トランスポンダの SoC 化 (1 チップ化) の研究を開始し、リソース低減効果の大きい受信フロントエンド設計に着手した。

2.7 エネルギーシステム

蓄電技術として、深宇宙探査や惑星表面探査に必要な技術の検討や超小型衛星での深宇宙探査を想定したときに搭載を前提とする電池及びバッテリーの試作・試験を進めた。

特に、電池においては正極ハーフセルの試作試験等を通じて、 -40°C 環境での電池容量維持性の評価を実施するなど、過酷環境を模擬した検討を進めている。

小型衛星「れいめい」は打上げから 17 年を経て運用を継続している。搭載リチウムイオン電池は、軌道上実運用を長期にわたり維持している貴重な実施例であり、リチウムイオン二次電池の終末期性能評価についてドイツ航空宇宙センター（DLR）や、国内大学／企業の協力等を受けつつ進めている。

発電技術として、ペロブスカイト太陽電池の Cubesat 搭載機会を得たため、BBM を製作して搭載方法の検討や熱サイクル耐性評価等を行った。

JAXA 内部部門間協力として、これまでの燃料電池／再生型燃料電池研究成果を活用し、地上応用として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研究等を行っている。当該技術は、宇宙生命維持技術と地上の再生可能エネルギー利用に貢献する他、将来の惑星探査における地産地消エネルギー生成にも利用可能である。なお、当該技術は、NEDO グリーンイノベーション基金事業としての採択を受け、宇宙と地上のデュアルユース化に向けた研究を加速させることとなった。

太陽発電衛星に関して、テザー型太陽発電衛星に関する、システム検討、発送電一体パネルの概念検討を継続して実施している。また、上記成果を使用し、km 程度の地上での送電実験の検討も開始した。発送電一体パネルにおいては、送電アンテナ素子と太陽電池アレイの混載構造の採用を検討している。薄膜太陽電池を組み込んだアンテナ構造を検討し、電磁界解析、熱構造解析を実施した。高効率化に関しては、GaN HEMT デバイスを用い高調波処理による高効率アンプとそれに最適化した前段アンプを試作し、耐宇宙環境性評価を行っている。また、テザー型太陽発電衛星の発電特性に応じて、高効率動作を維持する RF 増幅システムの開発を開始した。また、パネル変形を補正するためのスマートアクチュエータとして CNT アクチュエータの開発を継続して実施している。変形および発生力の解析手法の検証を行っている。

無線送電の研究に関して、JAXA 部門間研究として、従来のソフトウェアレトロディレクティブ方式とレトロディレクティブ機能のデジタル処理によるソフトウェア制御化を採用した新しい制御方式を搭載する 100W クラスの送電システムを開発している。

太陽発電衛星や合成開口レーダの大電力マイクロ波機器における放電現象の抑制に関して、解析と実験による評価結果をもとに、400W 以上の出力を有する X 帯パルス増幅器を開発した。高出力増幅器の出力を電力合成することで 3kW 出力の大電力増幅器の開発を進めている。

更には、今後期待される月惑星探査を鑑み、月におけるエネルギーシステムの検討を行い、月周回軌道の検討、システム規模の検討を実施した。また、深宇宙探査において見込まれる無線電力伝送技術の動向調査を行い、宇宙機への応用では重要となるアルミニウムコア+

CFRP スキンパネル越しの電力伝送の研究に着手した。

2.8 観測ロケット支援技術

観測ロケットの機能強化に関する研究を行っている。観測ロケットシステムが観測機器に提供できるサービス機能の強化を図るオプション機器の試作・開発である。

2022 年度の活動は 2 項目あり、一つはペイロード機器とロケットアビオニクスとの間のデータ通信（テレメトリを含む）方式に TCP/IP（イーサネット/WIFI）を追加にする PDC（PI Data Collector）の提案・開発、もう一つは実験・観測装置のためのプラットフォームをインフレータブル構造物により伸展式で実現させる PI 機器設置用プラットフォーム IEP（Inflatable Extensible Platform for PI instruments）の開発である。これらは 2023 年度に予定されている観測ロケット S-520-33 号機において実宇宙実証が行われる。2022 年度に PDC/IEP ともに宇宙実験に向けて FM 設計・製造を行った。また、2022 年 12 月には仮組みされたロケットに PDC/IEP を搭載してのフィッティング確認（計器合わせ）試験を行い、2023 年 2 月にはロケットと PDC/IEP を機械的・電氣的に結合させての確認試験（事前かみ合わせ試験）を実施した。2023 年度は、ロケットとの「かみ合わせ試験」（機械環境試験、ダイナミックバランス調整など）の一連の試験を行い、その後打上げに臨む予定である。

3. 研究項目

3.1 宇宙機システム

3.1.1 小型科学衛星

3.1.2 小型衛星高速通信システム

3.1.3 小型衛星用マイクロ波合成開口レーダ

3.1.4 搭載機器の小型軽量・低消費電力化

3.2 宇宙機制御

3.2.1 宇宙機の姿勢決定・制御

3.2.2 月惑星探査機の航法誘導制御

3.2.3 惑星探査機の航法センサ

3.3 ロボティクス

3.3.1 月惑星探査ロボティクス

3.3.2 小天体探査ローバ

3.4 軌道決定・航法

3.4.1 DDOR 技術

3.4.2 オープンループ受信機による軌道決定

3.5.1 通信技術

3.5.1.1 搭載深宇宙/近地球 RF 通信技術

3.5.1.2 電波伝搬計測

3.5.1.3 Ka 帯運用技術

3.5.1.4 光通信技術

3.5.1.5 RF デバイス技術

3.5.2 データ処理技術

3.5.2.1 衛星データ処理アーキテクチャ

3.5.2.2 モデル化技術の衛星開発への応用

- 3.5.2.3 月惑星着陸機の画像航法
- 3.5.2.4 着陸航法用センサフュージョン
- 3.6 センサ・半導体デバイス技術
- 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 エネルギーシステム
- 3.7.1 極端環境における宇宙用太陽電池の特性評価
- 3.7.2 宇宙用蓄電デバイス
- 3.7.3 太陽発電衛星システム
- 3.7.4 薄膜発電システム
- 3.7.5 大電力システムと宇宙環境
- 3.8 観測ロケット支援技術

- 3.8.1 6DOF モーション・ステージ
- 3.8.2 インフレータブル・ストラクチャー
- 3.8.3 小型プローブバス（無線通信・電力伝送）
- 3.8.4 通信プロトコル・コンバーター

4. 研究ハイライト (p.2~22)

- ・尾崎 直哉 小天体マルチフライバイを実現するための『小天体フライバイサイクラー軌道』～機械学習による軌道設計とその展望～
- ・小林 大輔 「魔法の方程式」で「びっくりするコンピュータ」の問題を解決!～IEEE NSREC 優秀会議論文賞受賞～

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19名で、2023年3月末現在は計2名のフェローが在籍している。

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。

2023年3月末時点での在籍フェロー

氏名	前所属機関	研究テーマ	期間
O'DONOGHUE James	NASA Goddard Space Flight Center	Ground-based observations of Gas Giant ionospheres	2019年5月～
兵頭 龍樹	東京工業大学 地球生命研究所	Formation of small bodies, planetesimals, and planets: Bridging theoretical studies and JAXA's planetary explorations	2019年10月～

ITYFによる主な研究成果 (2022年度)

O'DONOGHUE James

- J. O'Donoghue *et al.*, Remote Sensing, Vol.14(24), 6326 (2022)
<https://doi.org/10.3390/rs14246326>

HYODO Ryuki

- R. Hyodo *et al.*, The Astrophysical Journal Letters, Vol.937(2), L36 (2022)
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac922d>
- R. Hyodo *et al.*, The Planetary Science Journal, Vol.3(8), 204 (2022)
<https://doi.org/10.3847/PSJ/ac88d2>

- Y. Liang *et al.*, Icarus, Vol.391, 115335 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115335>
- N. Ozaki *et al.*, Journal of Guidance, Control, and Dynamics, Vol.45(8), pp.1496-1511 (2022)
<https://doi.org/10.2514/1.G006487>
- A. Okuya *et al.*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol.519(2), pp.1657-1676 (2023)
<https://doi.org/10.1093/mnras/stac3522>
- T. Nakamura, *et al.*, Science, Vol 379, Issue 6634 (2022)
<https://doi.org/10.1126/science.abn8671>
- G. Madeira *et al.*, Icarus, Vol.394, 115428 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2023.115428>

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. プロジェクトの意義とカテゴリー

宇宙科学は、宇宙空間でのその場観察や探査、及び宇宙空間からの宇宙観測により、地球と太陽系の起源、宇宙の物質と空間の起源、宇宙における生命の可能性探求に新しいパラダイムをもたらすような人類の知の資産創出を目指し、同時に探査機・輸送システム等の宇宙工学技術をパラダイムシフト的な革新を目指して先導する。宇宙科学プロジェクトはその主要な手段として、宇宙科学の大きな目的達成の一部を担う。

プロジェクトの実行にあたって、プロジェクトを戦略的中型計画、公募型小型計画、戦略的海外共同計画に加え、小規模計画の4つのカテゴリーに区分している。これに対して、観測ロケット実験、大気球実験は定常的な事業として実施している。

2. プロジェクトの実施方針

宇宙科学プロジェクトでは、図1に示すように、プロジェクトフェーズは大きく4つに分けられる。

- (1) ミッション探求段階（アイデア創出プロセス Pre-phase A1a, およびアイデア実現加速プロセス Pre-phase A1b),
- (2) ミッション定義段階（概念検討 Pre-phase A2),
- (3) プロジェクト準備段階（概念設計および計画決定 Phase A),

- (4) プロジェクト開発実行段階（基本設計 Phase B, 詳細設計 Phase C, 製作・試験・射場運用 Phase D, 初期運用・定常運用・後期運用 Phase E).

理工学委員会の下にあるワーキンググループが、理工学委員会によるミッションコンセプトの公募・審査を経て、提案元のワーキンググループにより、ミッション探求段階のアイデア実現加速プロセス Phase A1b を実行する。ミッション定義段階の Pre-Phase A2 は、プリプロジェクト候補移行審査を経て、プリプロジェクト候補チーム（旧称所内準備チーム）によりプリプロジェクト候補として実行される。この段階で、複数のプリプロジェクト候補からのダウンセレクションが行われ、打上げ機が決定される。プロジェクト準備段階の Phase A は、ミッション定義審査 (MDR) およびプロジェクト準備審査を経て、プリプロジェクトチームによりプリプロジェクトとして実行される。プロジェクト実行段階のうち、Phase B から Phase E の定常運用までがプロジェクトとして認められた段階であり、プロジェクト移行審査を経て、プロジェクトチームにより実行される。Phase E のうちの後期運用は、プロジェクト終了審査の後、後期運用チームにより実行される。

なお、宇宙理工学委員会において、「ミッション立ち上げ実施方法検討タスクフォース」を設置し、戦略的中型ミッションにおいて、従来の公募型選定方式を改め、GDI

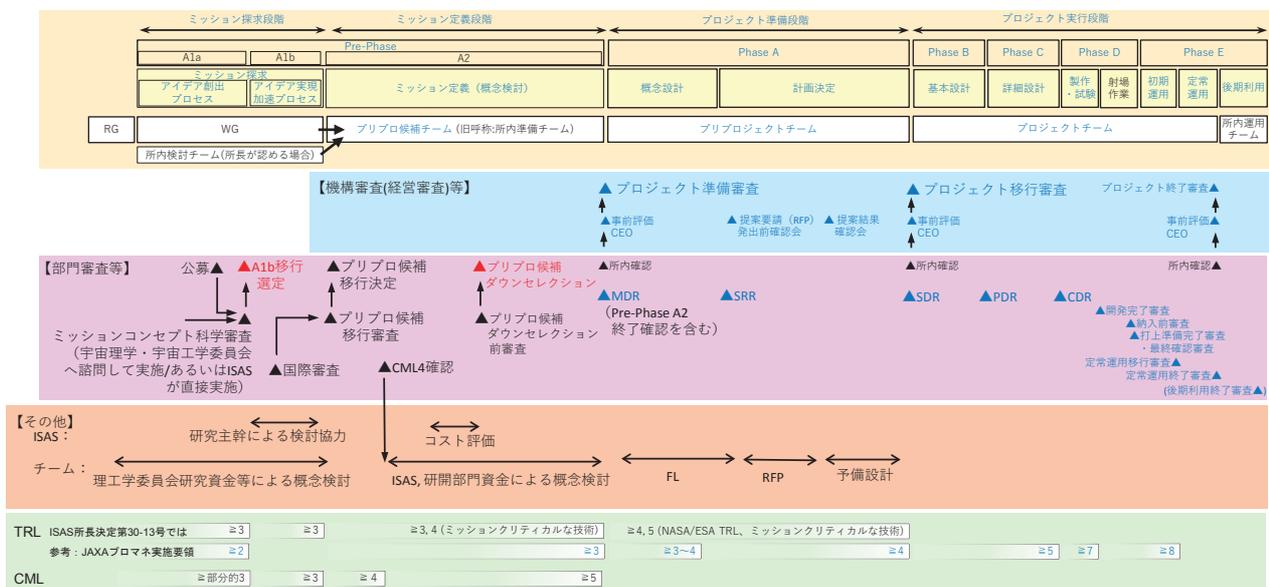


図1 宇宙科学プロジェクトのフェーズ (2019年12月10日版)

(Groupe de Discussion Intensive を設置し、戦略的中型に相応しい提案をする、また公募型小型ミッションにおいて、「公募の多様化」を図る、という提言を受けた。これを受け、宇宙研では公募型小型の長期的公募計画を策定し、2022年5月に公募発出し、評価を行っている。

3. ミッション探求段階のワーキンググループ

HiZ-GUMDAM (ガンマ線バーストを用いた初期宇宙・極限時空探査計画) は、2017年度の公募型小型4、5号機候補ミッションコンセプト公募で Solar-C EUVST とともに採択され、2021年2月および11月にプリプロジェクト候補移行審査を受審し、プリプロジェクト候補チームを結成し、ミッション定義フェーズ (PrePhaseA2) へ移行することとなった。

SILVIA (Space Interferometer Laboratory Voyaging towards Innovative Applications) は、2019年度の公募型小型5、6号機候補ミッションコンセプト公募において採択された。現在、アイデア実現加速プロセスを実施しており、2022年11月にプリプロ候補移行審査を受審した。

HiZ-GUMDAM と SILVIA は、公募型小型5号機のダウンセクションに向けて検討を進めている。

4. ミッション定義段階のプリプロジェクト候補

LiteBIRD (宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星) は、2014年度戦略的中型2号機のミッション候補として選定され、2019年5月にダウンセクションを実施し、戦略的中型2号機として選定され、概念検討を進めている。NASA が焦点面検出器等で協力予定であったが、2020年3月に NASA AstroPhysics の MoO で不採択になったため、仏 CNES 及び高エネルギー加速器研究機構 (KEK) が NASA からの提供を想定していた焦点面検出器を分担する計画を検討している。2021年9月には、世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI) 「量子場計測システム国際拠点 (QUP)」が KEK において発足し、LiteBIRD に貢献する体制が構築され、早期の MDR を目指して検討を進めている。

Solar-C EUVST (高感度太陽紫外線分光観測衛星) は、2017年度の公募型小型4、5号機候補ミッションコンセプト公募で採択された後、2019年3月のプリプロジェクト候補チーム移行を経て、2020年4月のダウンセクションで公募型小型4号機のプロジェクト候補として選定された。2020年12月には NASA HerioPhysics の MoO で採択された。2023年7月にミッション定義審査を受審し、プロジェクト準備段階へ移行した。

JASMINE (赤外線位置天文観測衛星) は、2015年度公募型小型3、4号機候補ミッションコンセプト公募で選定された後、2019年5月にダウンセクションで公募型小型3号機のプロジェクト候補として選定された。USNO (米海軍天文台) が検出器で協力予定であったが、2020年3

月に NASA AstroPhysics の MoO が不採択となったため、技術のフロントローディングの枠組みを活用し、国立天文台主導での検出器国内開発の計画を纏めている。

5. プロジェクト準備段階のプリプロジェクト

DESTINY+ (深宇宙探査技術実証機) は、公募型小型2号機として概念検討を行ってきたが、2017年8月の所内プロジェクト準備審査後の大幅なコスト超過のため、2020年1月にデルタミッション定義審査、4月にプロジェクト準備審査を受審し、プリプロジェクト移行して概念設計を進めた。7月に SRR を実施、8月に RFP を発出し、予備設計結果を踏まえて2021年3月に SDR を実施、2021年4月にプロジェクト移行した。2022年12月に JAXA 総括 PDR を実施した。

6. 開発段階のプロジェクト

XRISM (X線分光撮像衛星) は、2018年6月にプロジェクトに移行し概念設計を進め、2019年3月より詳細設計フェーズに移行して詳細設計を進め、詳細設計審査を実施した。NASA と Joint Systems Engineering Team を設置し、SE 活動の結果、オンボード異常対策を追加することとし、打上げ年度を2022年度に延期した。しかし、2020年3月にデュアに He リークが発生したが、改修作業を行い、キャッチアップすることができた。2022年4月には詳細設計審査 (CDR) を実施、XRISM 開発は製作・試験フェーズを実施し、2023年3月に開発完了審査を行い、打上げを待つ段階となった。

SLIM (小型月着陸実証機) は、公募型小型1号機として、2016年4月よりプロジェクト移行し、2019年3月の PDR を経て詳細設計フェーズへ移行、2021年3月に CDR を受審して、製作・設計フェーズを進め、探査機のシステム PFT 試験を実施し、2023年に開発完了審査を受審し、打上げを待つ段階となった。

MMX (火星衛星探査計画) は、戦略的中型1号機として、2019年12月にプロジェクトへ移行し、JAXA 総括 CDR (2022年5月) に向けて詳細設計を推進している。

7. 運用段階のプロジェクト

BepiColombo/MMO (水星探査計画/水星磁気圏探査機) は、2018年10月の打上げの後、2019年度中に初期チェックアウト運用を終了し、順調に航行中である。

小惑星探査機「はやぶさ2」は、2014年12月3日に打ち上げられ、2018年6月に小惑星リュウグウに到着し、2回のタッチダウンと衝突装置 (SCI) の運用を行った後に、2019年11月にリュウグウから出発し、地球帰還を目指した。2020年11月から地球帰還運用を実施、12月6日にカプセルを豪州ウーメラにて回収した。カプセルは、キュレーション設備の中でサンプルの回収・初期分析中である。また、探査機本体は、拡張ミッションとして新たな深宇宙飛行を行っている。

8. 後期運用段階

あらせ（ジオスペース探査機，2016年度打上げ），ひさき（惑星分光観測衛星，2013年度打上げ），あかつき（金星探査機，2010年度打上げ），ひので（太陽観測衛星，2006年度打上げ）はいずれも順調に観測を実施した。GEOTAIL（磁気圏尾部観測衛星，1992年度打上げ）は，2022年11月に停波，運用を終了した。

9. 戦略的海外共同計画

JUICE は，ESA の大型木星氷衛星探査計画 JUICE (Cosmic Vision L1, 2022年打上げ予定) に参加するものであり，プロジェクト実行段階にあり，2023年の打上げを目指して搭載観測機器の開発を進めている。

Roman (旧 WFIRST) は，NASA の Nancy Grace Roman 宇宙望遠鏡 (2025年打上げ予定) へ協力するものであり，プリプロジェクト候補チームとして光学素子 EM の開発を進めていたが，2021年2月に MDR を受審して所内プリプロジェクトチームへ移行し，2022年3月から4月にかけて SRR 兼 SDR および部門内プロジェクト移行審査を受審中であり，2025年打上げを目指して開発を進めている。

Hera は，ESA の小惑星探査計画 Hera (2024年打上げ予定) と NASA の小惑星衝突機 DART (2021年打上げ予定) で構成する国際共同 Planetary Defense ミッション AIDA に参画するものであり，所内検討チームとして活動してきたが，2020年11月に MDR 兼所内プロジェクト準備審査を実施，2021年7月に SDR 兼部門内プロジェクト移行審査を実施し，所内プロジェクトとして，2024年打上げを目指して開発を進めている。

WSO-UV は，ロシアの国際紫外線天文衛星 WSO-UV (2025年打上げ予定) に参加するものであり，2021年1月に MDR 兼所内プロジェクト準備審査を実施し，所内プリプロジェクトチームとして 2025年打上げを目指して開発を進めてきたが，2022年2月のロシアのウクライナ侵攻により，計画は一旦停止している。

Comet Interceptor は，ESA の Comet Interceptor (Cosmic Vision F1, 2028年頃打上げ予定) に参加するものであり，

2020年8月に所内検討チームに移行が認められて検討を進めており，2021年2月に科学レビューを実施した。2022年7月に MDR 兼 SRR およびプロジェクト準備審査を実施した。

Dragonfly は，NASA の土星衛星タイタン離着陸探査 Dragonfly (New Frontiers 4, 2027年打上げ予定) に参加するもので，2021年2月に所内検討チームへの移行が認められた。2022年3月から4月にかけて MDR/SRR/SDR/部門内プロジェクト移行審査を受審中である。

Athena は，ESA の X 線天文衛星 Athena (Cosmic Vision L2, 2020年代後半打上げ目標) に参加するもので，所内検討チームとして検討を進めている。X-IFU 用の 2K/4K 冷凍機を分担する計画であり，CC-CTP 所内チーム (2016年2月設置) として対応している。

10. 小規模プロジェクト・その他

小規模計画として，2020年度公募を実施し，FOXSI-4 (日米共同「太陽フレア」X 線集光撮像分光観測ロケット実験) を採択，GEO-X (GEOspace X-ray Imager) を打上手段が確定させるという条件付きで採択した。一方，これまでに採択したテーマとして，2016年度公募の DUST (日欧および日米協力ロケット無重力実験)，GAPS (Sub GeV エネルギー領域の宇宙線反重陽子の国際南極周回長時間気球実験による探索)，小規模太陽観測プログラム (SUNRISE-3 国際大気球太陽観測実験)，2018年度公募の PheniX-2 (日欧協力微小重力環境での燃料液滴列の冷炎ダイナミクス解明)，XL-Calibur (硬 X 線集光偏光計 XL-Calibur 気球実験)，2019年度公募の CLASP2 再飛翔計画 (日米欧共同・太陽観測ロケット実験)，紫外線時間領域天文学のための超広視野探査衛星を実施した。

これらに加えて，NASA の SLS (Space Launch System) 試験機への搭載が採択された OMOTENASHI (超小型月着陸機) および EQUULEUS (超小型探査機) の開発を進めている。SLS により，2022年11月に打ち上げられた。SLS からの切り離し後，EQUULEUS は正常に飛行を続けたが，OMOTENASHI は第一可視の後，搭載機との通信ができない状態が続いている。

2. 運用中の科学衛星・探査機

a. 磁気圏観測衛星 (GEOTAIL)

齋藤義文 (プロジェクトマネージャ) 長谷川洋 (プロジェクトサイエンティスト) 【GEOTAIL プロジェクトチーム】
 藤本正樹 中村正人 高島 健 浅村和史 山崎 敦 市川 勉 (ISAS/JAXA) 横田勝一郎 (阪大) 松本 紘 (国際高等研究所) 白井仁人 (一関高専) 小原隆博 笠沼康正 (東北大) 中川朋子 (東北工大) 星野真弘 吉川一朗 関華奈子 今田晋介 西野真木 (東大) 坪内 健 (電通大) 長谷部信行 (早大) 上野玄太 (統数研) 門倉 昭 (極地研) 村田健史 長妻 努 (NICT) 松本洋介 (千葉大) 三宅 互 坂田圭司 (東海大) 杉山 徹 (JAMSTEC) 塩川和夫 平原聖文 家田章正 梅田隆行 三好由純 堀 智昭 北村成寿 (名大) 宮下幸長 (韓国天文研究院) 三宅壮聡 高野博史 石坂圭吾 (富山県大) 成行泰裕 (富山大) 笠原禎也 八木谷聡 井町智彦 (金沢大) 中村 匡 (福井県大) 大村善治 小嶋浩嗣 上田義勝 田口 聡 能勢正仁 深沢圭一郎 松岡彩子 (京大) 中村雅夫 (大阪府大) 臼井英之 (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) 河野英昭 羽田 亨 松清修一 (九大) 向井利典 上杉邦憲 橋本正之 西田篤弘 中谷一郎 井上浩三郎 齋藤 宏 林 幹治 寺澤敏夫 菊地 順 村上浩之 柳町朋樹 江尻全機 永田勝明 國分 征 萩野瀧樹 木村磐根 賀谷信幸 橋本弘蔵 櫻井 亨 遠山文雄 宗像一起 岡田敏美 長野 勇 湯元清文 早川 基 川口淳一郎 齋藤 宏 町田 忍 筒井 稔 利根川豊 長井嗣信 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ロケットで打ち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。

2022年6月末までに二系統搭載されていた搭載データレコーダーが両系とも動作停止し、十分な観測データが取得できなくなったため、観測運用を終了することとし、2022年11月28日に宇宙機の運用停止・停波を行った。その後、2023年3月28日から31日の4日間、東大本郷キャンパスの小柴ホールで、30年間に渡る GEOTAIL の成果を総括した上でその成果を将来につなげることを目的としたシンポジウム Symposium on the Future of Heliospheric Science: From Geotail and Beyond を宇宙科学研究所と名大・太陽圏サイエンスセンターとの共催で開催し、実体参加とオンライン参加を合わせて100名を超える国内外の研究者からの参加登録があった。

実績：

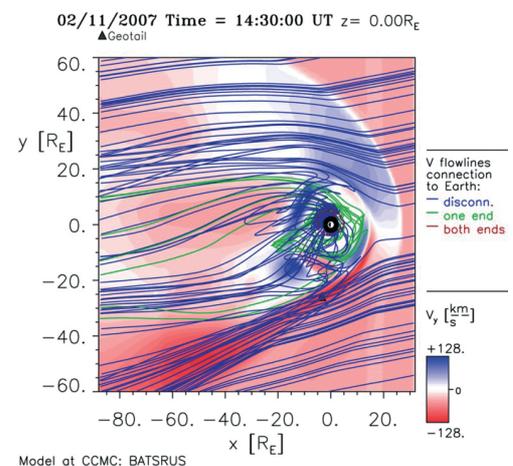
- ① 打上げから2022年11月28日の停波まで、30年以上にわたり、太陽活動周期(約11年)の2周期を超えて均質な地球周辺の外部磁気圏の観測データを取得した。
- ② 2022年11月28日の停波まで、NASAのMMS衛星との共同観測を実施し、磁気圏尾部で磁気リコネクションに関わる同時観測データを取得した。
- ③ 2022年11月28日の停波まで、地球周辺宇宙空間プラズマの国際共同観測網の中で、NASAのTHEMIS衛星との共同観測を実施し、日米双方から観測データを公開。ジオスペース探査衛星「あらせ」(ERG)との共同観測も実施した。

効果：

- ① 2022年度査読付き論文数：19編

査読付き論文の累計数：1309編

【研究成果】太陽風密度の低下によって太陽風のマッハ数が低くなった状況下における地球磁気圏の変形(朝夕非対称な磁気圏の大規模構造)を、GEOTAILとESAのCluster衛星による同時観測とグローバル電磁流体力学シミュレーションを組み合わせることによって実証した成果などが得られた。本研究によって得られた知見は、上流のプラズマ流のマッハ数が低くなることのある水星や系外惑星や、マッハ数が定常的に低い外惑星(木星や土星)の衛星の周辺宇宙環境を理解するためにも役立てることができる。(Earth Planets Space 令和4(2022)年12月号に掲載。) (下図)



2007年2月11日のGEOTAIL観測時の地球磁気圏と太陽風の相互作用をグローバル電磁流体シミュレーションによって模擬した結果。色は赤道面におけるプラズマ速度の夕方向き(V_y)成分、線は流線を示す。GEOTAIL衛星は黒三角(▲)の場所に位置。

b. 小型高機能科学衛星「れいめい (INDEX)」

曾根理嗣 (所内プロジェクトチーム長) 坂井真一郎 (ISAS/JAXA) 福島洋介 (ISAS/JAXA) 香河英史 (ISAS/C-SODA) 細野英司 (産総研) 朝倉大輔 (産総所) 梅田 実 (長岡技大) 白仁田沙代子 (長岡技大) 板垣昌幸 (東京理科大) 河村政昭 (帝京大) 鶴田佳宏 (帝京大) LATZ Arnulf HORSTMANN Birger BOLAY Linda (DLR ドイツ)

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72kgの高機能な小型3軸衛星であり、オーロラの科学観測および小型衛星技術の軌道上実証を目的としていた。現在では、オーロラ観測は終了し、打上げ後16年を経過した搭載リチウムイオン電池の軌道上データを取得しつつ(図1)、軌道上で生じているスピンドルト擾乱についてメカニズム解明のための運用試験を実施している(図2)。

実績：

「れいめい」衛星は、当初の工学実証テーマや、オーロラ観測を完了し、現在は後期運用段階にある。

その中では、特に寿命末期を迎えつつある搭載されているリチウムイオン電池の健全性確認を図るべく、最新の電気化学や解析技術を導入しつつ評価を続けている。

特に、国内大学や国立研究機関と連携して、電池内部の交流インピーダンスの再現や、電池反応パラメータの安全性との因果関係を精査する研究協力を受けている。また、これからの情報は衛星開発を志す大学等と共有しつつ、特に民生電池を使用した今後のバッテリー開発につながるべき設計情報の抽出などを進めている。更に、国際間協力としてドイツ宇宙機関(DLR)とは、DLRのシミュレーション技術を活用しつつ、軌道上データから推測される内部反応状態の可視化や充電状態予測を試みているところである。

特に電池の健全性として留意されるべき点として、内部ショートを生じさせる電池内での金属リチウムの析出過程が挙げられる。この傾向を統計的に理解するべく、宇宙科学研究所 C-SODA グループがセック社と連携して進めている解析技術の導入を図っている(図3)。

特に、2022年度には、電池の放電末期電圧の低下傾向が著しく進行しつつ(図1)、これまで増加傾向を示していた内部ショート傾向が減衰する傾向を示した。

これらは総合的に、電池の容量低下や充電状態の低下が進行していることを示唆しており、「れいめい」搭載バッテリーの寿命が末期に近づいていることを示唆するものであった。

スピンドルト変動については、ひきつづき傾向はあくを実施し、原因究明のための基礎データ取得に動いている(図2)。

効果：

学術論文1件、国内学会発表1件、

宇宙科学研究所特別公開にて番組作成、

授業教材としての紹介。

産総研-長岡技大-DLR-JAXA 間共同研究契約は継続。

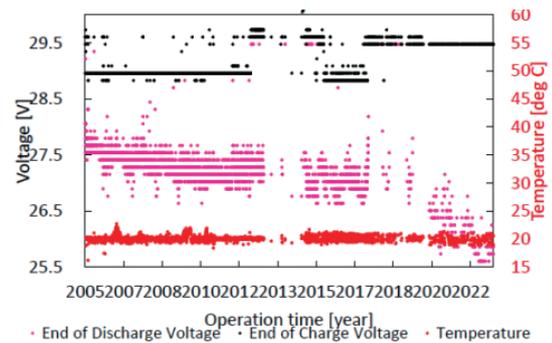


図1 放電末期電圧のトレンドデータ
17年を経て、放電末期電圧が著しく低下しつつある



図2 スピンドルト変動のトレンド

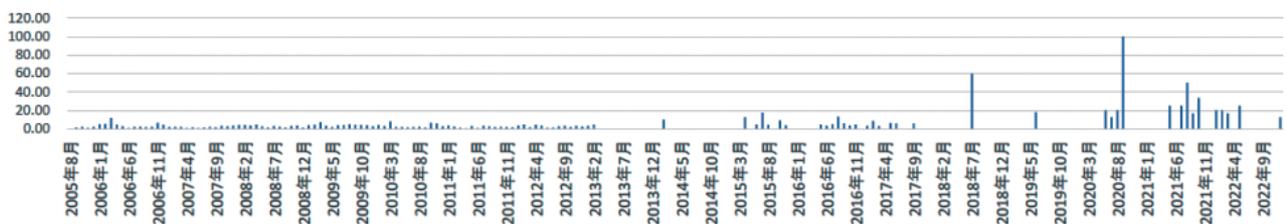


図3 電池内部での金属リチウム析出傾向の統計的処理

c. 太陽観測衛星「ひので (SOLAR-B)」

清水敏文 (プロジェクトマネージャ; ~11月) 坂尾太郎 (プロジェクトマネージャ; 12月~) 松崎恵一【SOLAR-Bプロジェクトチーム】

鳥海 森 鄭 祥子 岡本文典 橋本樹明 坂井真一郎 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 高木亮治 (ISAS/JAXA) 阿部旬也 松田郁未 池田沙織 秋山恭平
 菅野浩一 領木萌子 他 (JAXA 統合追跡 NW) 舛分宏昌 (JAXA 研究開発部門) 渡邊鉄哉 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 大場崇義 森田 諭 常田佐久
 川畑佑典 伊丹 潔 (国立天文台) 一本 潔 横山央明 永田伸一 浅井 歩 西田圭佑 (京大) 草野完也 増田 智
 石橋和紀 松本琢磨 伴場由美 (名大) 飯田佑輔 (新潟大学) 川手朋子 (核融合科学研究所) 渡邊恭子 (防衛大)
 BROOKS David (ジョージメイソン大学) 今田晋亮 (東大) 石川遼太郎 (総合研究大学院大学) 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氣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氣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 打上げ後軌道上科学運用を実施し、満16年を迎えた。X帯通信異常と可視光磁場望遠鏡(SOT)フィルタ観測系観測停止以外は大きな問題はなく、順調に観測を継続した。
- ② 国際コミュニティから観測提案29件を採択し、観測を実施。IRIS衛星(NASA)との連携観測に加え、Parker Solar Probe(NASA)の太陽接近時観測との連携観測、Solar Orbiter(ESA/NASA)の太陽接近時観測との連携観測、地上天文台との連携観測等が実施された。
- ③ 飛翔体や地上観測による様々な新しい観測の取り組みに対して、観測的観点からの支援を行った。
- ④ 観測データについて世界への完全公開を継続した。
- ⑤ キーパラメータ的な観点で使用されるデータを定期的に取得した。例:1日1枚X線全面画像はSolarMonitor.org等で太陽活動状況を示す画像として一般に公開。光球面ベクトル磁場(SOT/SP)は、新たな観測装置の精度較正の標準データとして利用。

効果:

- ① 令和4(2022)年度査読付き論文数:65編
査読付き論文の累計数:1712編
(令和5(2023)年3月時点)

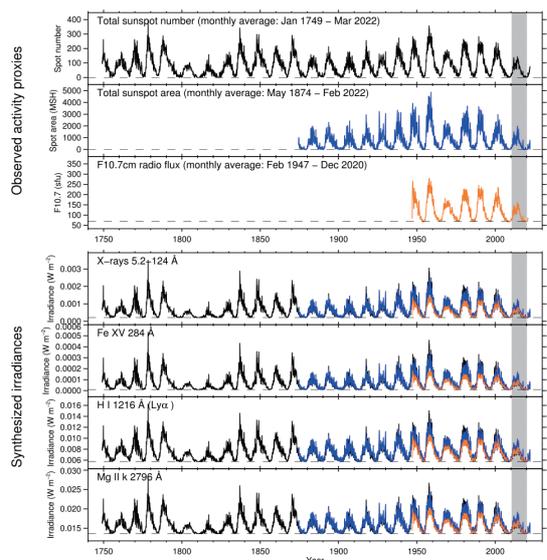
② 【研究成果】

太陽からの種々の波長帯域での放射強度に基づいて、太陽や他の晩期型星の活動指標を導出することを旨とした研究が活発に進められている。Toriumi et al. (*The Astrophysical Journal Supplement Series* 令和4(2022)年10月)では、「ひので」搭載X線望遠鏡(XRT)が毎日定期的に太陽全面画像を取得していることを利用し、5–60 Åの波長帯で2010年から2020

年までの10年間分の太陽全面からの総X線放射強度のデータを取得した。このデータや、米国のGOES衛星、SORCE衛星などが取得したX線やUV波長帯での太陽総放射計データについて、太陽活動の指標となる各種パラメータ(総磁束強度、総黒点数、黒点の総面積、波長10.7 cmの電波フラックス[黒点数と非常に高い相関を示す])との対応を調べ、太陽活動指標と総放射強度との間の、Scaling Lawと呼ばれる関係式を導いた。

このように、「ひので」は、他衛星や地上観測設備との共同観測を実施することで、過去の太陽放射強度や他の晩期型星の活動度を推計する手段を提供しつつある。

- ③ 「ひので」の画像データは、小中~高等学校教科書に様々に登場する。特に、中学校理科(3年)では、5社中4社で記載され、日本における重要な成果として学校教育にて扱われている。



上図:太陽の各種活動指標の長期変化。上から総黒点数、黒点の総面積、波長10.7 cmの電波フラックス。下図:導出したScaling Law関係式を用いて再現した、太陽の様々な波長帯での総放射強度の長期変化。(Scaling Law関係式は、図中の灰色で示した期間のデータから導出。)

d. 金星探査機「あかつき (PLANET-C)」

中村正人 (リーダー) 石井信明 佐藤毅彦 阿部琢美 山崎 敦 竹前俊昭 戸田知朗 市川 勉 村上真也

【あかつき後期運用チーム】

川勝康弘 山本善一 富木淳史 豊田裕之 廣瀬和之 太刀川純孝 中塚潤一 吉川 真 加藤隆二 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 上野宗孝 (ISAS/JAXA) 田口 真 亀田真吾 (立教大) 渡部重十 佐藤隆雄 (北海道
 情報大) 笠羽康正 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 佐藤光輝 高木聖子 (北大)
 高木征弘 安藤紘基 小郷原一智 今井正堯 (京産大) 林 祥介 樫村博基 (神戸大) 松田佳久 佐藤尚毅 (東芸大)
 杉本憲彦 (慶応大) 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)
 今村 剛 (東大) 杉山耕一朗 (松江高専) LEE Yeon Joo (基礎科学研究所) Javier Peralta (セビリア大学) 奥泉信克 (室
 蘭工業大学) 岩上直幹 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 科学観測を休止している IR1, 2 以外のセンサでの観測を順調に実施した。
- ② NASA Planetary Data System (PDS) のピア・レビューをパスし、UVI, IR1, IR2, LIR, RS データセットの正式版をリリースした。これらのデータは NASA PDS Atmospheres Node から配布されている。
- ③ 2022年度は、2020年12月から2021年12月までのデータを DARTS より公開した。

効果：

- ① 令和4(2022)年度査読付き論文数：8編
査読付き論文の累計数：95編
(令和5(2023)年3月時点)
- 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 NASA と Memorandum of Understanding を結び、データの公開、深宇宙局の運用を続けている。コロナ禍の中、日本に派遣される米国科学者が来日し共同研究を進めている。
- ④ 現在金星を観測する探査機、衛星は日本の「あかつき」「ひさき」だけであり、最新の知見を得つつある。

この成果を基に米国・欧州・ロシアで2030年頃の探査を目指す金星ミッションが計画され米国では2機、欧州では1機のミッションが選定され、「あかつき」チームとの共同研究が進んでいる。

- ⑤ 2023年度までの運用延長が承認されている。
- ⑥ 【研究成果】2022年度の Scientific Reports 誌に掲載された研究成果は、「あかつき」プロジェクトが目指してきた金星気象の連続観測データを数値モデルと一体化する「データ同化」研究の先駆けであり、本格的に始動したことを示すものとなった。風速データを同化しているためスーパーローテーション構造の再現性が高まるとともに、熱潮汐波の構造やそれに伴う角運動量輸送の効果もより現実大気に近いものが得られるようになったことが特筆すべき成果である。地球気象では当たり前に行われるようになった「データ同化」手法を、金星気象に対して初めて本格的に行い、その有用性を示すことができた。手法の改善・データの蓄積は、金星気象の本質を解き明かすと同時に、地球気象との相違点をより深く理解することに資すると期待される。また、大気をもつ天体への将来ミッションを計画する上で、何をどのように測定すべきかの重要な指針を与えるものとなる。【研究ハイライト参照】

e. 小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」

森 治 (チーム長) 竹内 央 富木淳史 津田雄一 佐伯孝尚【IKAROS 運用チーム】
尾川順子 三桝裕也 市川 勉 吉川 真 加藤秀樹 (JAXA) 中条俊大 (東工大) 谷口 正 (富士通)

小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」は2010年5月21日に打ち上げられ、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年以降は推葉がほぼ枯渇し姿勢制御できないため、冬眠と冬眠明けを繰り返している。現在は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 ISAS 軌道決定グループが保持している IKAROS のデータを ISAS 固有の軌道 format (obdf 等) から国際標準フォーマットである CCSDS OEM (軌道歴),

CCSDS TDM (レンジ・レンジレート追跡データ) に変換して公開した。

- ・ 通常運用期間 (2010年5月～2011年11月) のドップラーおよびレンジデータ
- ・ 探索フェーズ (2011年12月～2015年9月) の追跡データ
- ・ 通常運用期間と探索フェーズの軌道歴

効果：

- ① 査読付き論文の累計数：110 編
- ② 世界初のソーラーセイルミッションの軌道データを世界の研究者と共有できるようになった。

f. 惑星分光観測衛星「ひさき (SPRINT-A)」

山崎 敦 (プロジェクトマネージャ) 村上 豪 【惑星分光観測衛星プロジェクトチーム】

益永 圭 澤井秀次郎 福田盛介 坂井真一郎 竹内伸介 豊田裕之 坂井智彦 小川博之 久木田明夫 岡崎 峻
 宮澤 優 藤本正樹 (JAXA) 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 (東京理科大) 北 元 (東北工大) 桑原正輝 (立教大) 古賀亮一 (名大)

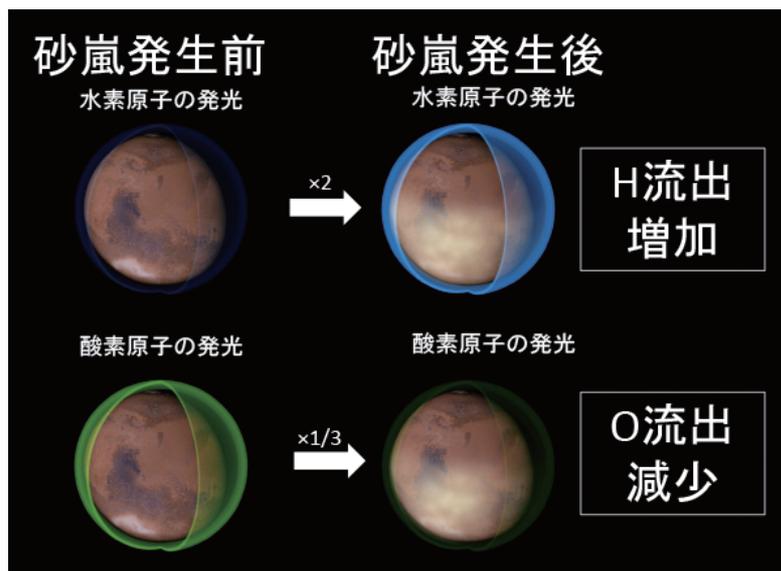
惑星分光観測衛星「ひさき (SPRINT-A)」(2013年9月14日打上げ)は、地球周回軌道から惑星の大気や磁気圏プラズマを極端紫外光で分光撮像観測するユニークな世界初惑星観測用宇宙望遠鏡である。高分散の極端紫外分光装置を搭載し、史上最高の時間分解能と観測継続時間を武器に木星磁気圏内のエネルギーとプラズマの輸送、及び地球型惑星の大気進化を解明することが目的である。

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 2016年7月からの木星探査機 (JUNO) の木星内部磁気圏観測に合わせた木星協調観測を継続中。特に、JUNO 近木点での直接プラズマ観測に合わせて集中的に木星観測を実施した。
- ③ 今年度は木星・火星を中心に連続モニタリング観測を実施した。長期間にわたる極端紫外線スペクトルデータは、太陽系科学研究において貴重な観測データの蓄積となる。

効果：

- ① 2022年度査読付き論文数：2編
 査読付き論文の累計数：57編
- ② 木星磁気圏観測に関わる国際的な共同研究が継続され、今後推進される本格的な木星探査の国際計画に参画する礎となっている。
- ③ 一ヶ月間にわたる火星高層大気観測から、大規模な砂嵐 (ダストストーム)発生時に、高層大気中では水素ガスが増加し酸素ガスが一時的に減少することが分かった。砂嵐期間には水素ガス流出が促進される一方で酸素ガス流出が抑制されることを意味し、砂嵐は酸素を温存し火星の大気を酸化する役目を担っていることが示唆される。言い換えると、過去の火星は現在に比べて還元的な大気を有し、生命の生まれやすい環境であった可能性が示唆される (Masunaga *et al.*, 2022, Nat. Commun.). 将来、火星衛星サンプルリターンミッション: Martian Moons Exploration (MMX) が持ち帰るであろう火星衛星フォボスのサンプルには、火星から流出した大気成分が含まれると考えられており、持ち帰ったサンプルの分析結果には本研究成果が重要な知見を与えることが期待される。



砂嵐発生前後の水素ガス・酸素ガスの増減のイメージ (ISAS web リリース 「研究成果」 から抜粋)

g. 「はやぶさ2 拡張ミッション (Hayabusa2#)」

津田雄一 (拡張ミッション所内プロジェクトチーム長) 三桝裕也 (運用チームリーダー) 佐伯孝尚 (プロジェクトエンジニア) 田中 智 (プロジェクトサイエンティスト) 吉川 真 中澤 暁 坂本拓史 下村純人 【はやぶさ2 拡張ミッション所内プロジェクトチーム】

佐藤広幸 【科学成果ビジビリティの増強】 臼井寛裕 【キュレーション設備の整備】 橋 省吾 (東大) 【Bennu サンプル分析活動】

坂谷尚哉 (JAXA) 神山 徹 (産総研) 北里宏平 (会津大) 鎌田俊一 (北大) 平林正俊 (Auburn 大) はやぶさ2#サイエンスチーム

「はやぶさ2 (Hayabusa2)」は、C型小惑星リュウグウの探査およびサンプルリターンを行うミッションである。原始太陽系における鉱物・水・有機物の相互作用を解明することにより、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。特に、小惑星に人工クレータを作り、その付近からサンプルを採取する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世界をリードしていくことも目指している。

「はやぶさ2」は、2014年12月3日に打ち上げられ、2018年6月に小惑星に到着した。約1年5ヶ月小惑星に滞在し、リモートセンシング機器による観測、ランダー・ローバによる観測、人工クレータ生成、2回のタッチダウンによるサンプル採取を実施した。2019年11月にリュウグウを出発し、2020年12月6日に再突入カプセルが地球に帰還した。

リュウグウのサンプルは約5.4g取得され、キュレーション作業に続いて初期分析の作業が行われた。また、リュウグウ滞在時に取得されたサイエンスデータについても解析が進められた。

探査機は、カプセルを分離した後地球を離れ、拡張ミッション (Hayabusa2#) として運用が継続された。拡張ミッションでは、小惑星2001 CC21のフライバイ探査と小惑星1998 KY26のランデブー探査を目指す。2022年度の成果は以下のとおりである。

実績：

- ① 2022年4月にプロジェクト終了審査を実施し、同年7月から拡張ミッション (所内プロジェクトチーム) へ体制移行した。
- ② 探査機は2026年に到達予定の小惑星2001 CC21に向け、巡航運用を継続しており、2022年度中は、5月～11月にイオンエンジンによる軌道制御を軌道計画に従い、計画通り実施した。また、長期に渡る弾道飛行期間を活用し、搭載されているカメラで、黄道光観測、及び系外惑星のトランジット観測を計画通り実施し、良好な観測データを得た。その他、地上での活動として、今後起こり得るコンテインジェンシーケースに対応するため、AOCSソフトウェアの軌道上書き換えのための準備・開発をシステムメーカーと進行中。さらに、小惑星2001 CC21のフライバイ運用に向けたインハウスでの予備検討を進めている。

- ③ OSIRIS-REx (O-REx) サンプル分析リハーサルに分析チームメンバーが参加した他、O-REx サンプル分析会議ではリュウグウ分析からの Lessons learned の共有と議論を行った。物性分析チームが新たにBennu 分析チームメンバーとして参加した。
- ④ O-REx 帰還試料専用のクリーンルーム (CR) を新設し、液体窒素コールドエバポレータ設置、CR への窒素ガス供給を開始した。O-REx 帰還試料専用のクリーンチャンバ (CC) の製造に着手した。
- ⑤ ONC や TIR データを用いた各種高次処理プロダクト (ONC 最高解像度分布マップ、および高解像度画像を用いた全球モザイク、高精度化した衛星軌道・姿勢データ) の作成に着手し、一部完成した。はやぶさ2 データ配信システム開発のための技術検証として、NIRS3 データの検索・表示・配信機能の実装試験を行った。

効果：

- ① FY2022 論文数：47 編
査読付き論文の累計数：298 編
- ② 設計寿命を超えた探査機の各機器について、状態のモニタを続け、劣化等、性能変遷の評価を継続し、得られた知見を開発中の別プロジェクトとも共有し、将来ミッションにも貢献している。また、新人研修や学生・若手職員の運用当番、若手メンバーのチームへの参画など、若手・新メンバーの運用チーム活動への参加を積極的に受入れ、JAXA 内外の人材育成の場を提供している。
- ③ Bennu サンプル分析計画に対し、リュウグウ分析で得た知見や経験について、OSIRIS-REx サンプル分析会議やリュウグウ分析論文 (論文リスト参照) を通じて提供した。
- ④ Goldschmidt 会議 (ハワイ・2022/7/11-15) において、Hayabusa2# と O-REx の両ミッションのメンバーが共同でセッションを開催し、リターンサンプル分析に関する議論を分析コミュニティでおこなった。
- ⑤ 特別公開で帰還試料受入施設整備の状況を公開した。
- ⑥ 将来的にデータ配信システムに搭載する高次処理プロダクトの種類や精度が向上し、今後の理学研究においてより精密な測定や科学的検証が出来るようになった。

h. ジオスペース探査衛星「あらせ (ERG)」

篠原 育 (後期運用チーム長) 三好由純 (プロジェクトサイエンティスト/名古屋大) 高島 健 浅村和史 三谷烈史 川越弓恵 山下美和子 【あらせ後期運用チーム】
 東尾奈々 中村揚介 福田盛介 仁田工美 小川恵美子 梯 友哉 竹内伸介 馬場満久 丸 祐介 坂井真一郎
 清水成人 SOKEN Halil Ersin 宮澤 優 豊田裕之 坂井智彦 小川博之 柴野靖子 廣瀬史子 武井悠人 太田方之
 三田 信 牧謙一郎 松本晴久 長井嗣信 野村麗子 藤本正樹 齋藤義文 長谷川洋 早川 基 阿部琢美 (JAXA)
 堀 智昭 小路真史 JUN Chae-Woo 中村紗都子 北原理弘 瀬川朋紀 塩川和夫 平原聖文 能勢正仁 大塚雄一
 西谷 望 梅田隆行 町田 忍 家田章正 増田 智 新堀淳樹 北村成寿 惣宇利卓弥 (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) 笠原 慧 桂華邦裕 関華奈子 天野孝伸
 星野真弘 今田晋介 (東大) 小嶋浩嗣 大村善治 海老原祐輔 栗田 玲 上田義勝 松岡彩子 谷森 達 家森俊彦
 (京大) 横田勝一郎 (阪大) 笠原慎也 八木谷聡 後藤由貴 尾崎光紀 松田昇也 (金沢大) 石坂圭吾 三宅壯聡
 岡田敏美 (富山県立大) 中川朋子 (東北工大) 湯元清文 河野英昭 吉川顕正 阿部修司 (九大) 北村健太郎
 藤本品子 寺本万里子 (九工大) 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 齊藤慎司
 高橋直子 (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) 樋口知之 (中央大学) 上野玄太 中野慎也 (統数研) 松本洋介 (千葉大) 田所裕康 (東京工科大)
 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 (千葉工大) 藤井良一 (情報システム研究機構) WANG Shiang-Yu
 風間洋一 (台湾 ASIAA) WANG Bo-Jhou (台湾中央大学) TAM Sunny CHANG Tzu-Fang (台湾国立成功大学)
 小笠原桂一 (米国 SWRI) 宮下幸長 (韓国 KASI)

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(ヴァン・アレン帯)の高エネルギー電子の加速・消失メカニズムや太陽風擾乱に伴って発生する宇宙嵐など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。放射線帯の高エネルギー電子の生成・消失にプラズマの波が大きな役割を果たしていることを明らかにする等、ジオスペース変動メカニズムの飛躍的な理解の進展に貢献している。

太陽活動は、第24太陽活動サイクルから太陽活動極小期を経て、現在、第25太陽活動サイクルの上昇期にあるが、既に第24太陽活動期の太陽黒点数の最大値を超えている。「あらせ」はますます活発化する太陽活動における内部磁気圏領域を観測している。

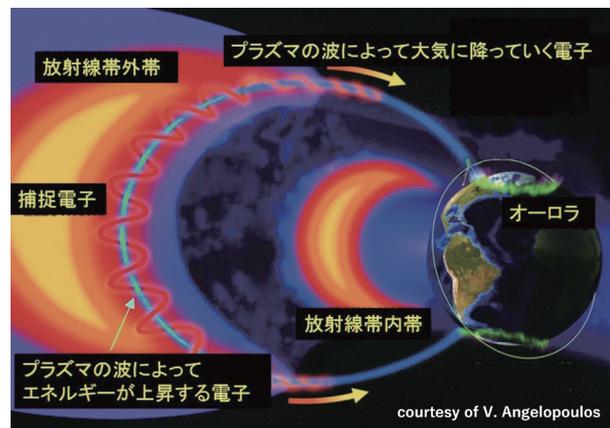
実績：

- ① 観測運用を順調に継続し、南極昭和基地や、国際的な地上観測ネットワーク網(地磁気、オーロラ、SuperDARN, EISCAT や PANSY 等のレーダー観測)との国際共同観測を実施した。

効果：

- ① 2022年度査読付き論文の受理数：31編(累積258編)(令和5(2023)年1月末時点)

- ② 太陽-地球惑星系科学分野の国際学術誌に加えて、テレビ番組(NHKサイエンスZERO)や新聞に成果が取り上げられるなど注目される科学成果が得られている。



「あらせ」の観測成果から「放射線帯の高エネルギー電子の増減にはプラズマの波が大きく関わっている」というジオスペース変動の新しい描像が得られているが、これまでの太陽活動極小期前後の観測に加え、太陽活動極大期の観測を行うことで、放射線帯変動が太陽活動の長期的な変動に伴ってどのように変化するかを明らかにしようとしている。

i. 水星探査計画/水星磁気圏探査機 (BepiColombo/MMO)

小川博之 (プロジェクトマネージャ) 村上 豪 中澤 暁 関 妙子 小川美奈 峯杉賢治 藤本正樹 尾崎正伸
山下美和子 戸田知朗 【BepiColombo プロジェクトチーム】

高島 健 志田真樹 太刀川純孝 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 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 西野真木 田中 智 浅村和史
長谷川洋 早川雅彦 春山純一 矢野 創 山崎 敦 今泉 充 松本晴久 早川 基 (JAXA) 出村裕英 平田 成
大竹真紀子 (会津大) 白井仁人 (一関高専) 南 繁行 武智誠次 (大阪市大) 横田勝一郎 佐伯和人 佐々木晶 (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) 笠原禎也 八木谷聡 井町智彦 松田昇也
(金沢大) 松永恒雄 (環境研) 湯元清文 河野英昭 吉川顕正 高橋太 (九大) 筒井 稔 (京産大) 松岡彩子 大村善治
山路 敦 能勢正仁 小嶋浩嗣 上田義勝 (京大) 岡田雅樹 田中良昌 (極地研) 渋谷秀敏 (熊本大) 本田理恵 (高知
大) 白井英之 中村昭子 山本哲生 (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) 井田 茂 綱川秀夫 長井嗣信 本蔵義守 松島政貴 片岡龍峰
(東工大) 渋谷真人 (東京工芸大) 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) 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) 石坂圭吾 三宅壮聡 高野博史
(富山県大) 藤井良一 (情報・システム研究機構) 小島正宣 渡辺誠一郎 町田 忍 平原聖文 三好由純 家田章正
海老原祐輔 (名大) 中野久松 (法政大) 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) 長谷部信行 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「みお」(BepiColombo/Mio) は、ESA と JAXA による初の本格的な日欧共同計画 (2018 年 10 月打上げ) 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 2022 年 6 月 23 日 (日本時間) に 2 回目の水星スイングバイを実施し、「みお」搭載装置を用いた水星磁気圏の科学観測に成功した。1 回目の水星スイングバイ時と異なる活発な磁気圏プラズマ現象を捉えた。惑星間空間航行中にも科学観測を複数回実施し、特に太陽高エネルギー粒子イベントを捉えた。2023 年度の水星スイングバイおよび惑星間航行中の科学観測計画の策定を進めた。
- ② 定期的な探査機および搭載装置の健全性確認運用を実施し、問題ないことを確認した。
- ③ 運用検討と運用文書・手順の整備を引き続き進めた。2025 年度に予定されている水星軌道投入、分離・伸展・定常観測運用に向けた探査機シミュレータおよび計画作成・検証ツールの整備を進め、特に分離・伸展運用の訓練を継続的に実施した。

- ④ 国際サイエンスチームによるリモート会合を月 1 回程度の頻度で開催したほか、2022 年 11 月に神戸で 3 年ぶりに国際科学チーム会合を対面開催した。また国際学術誌 Space Science Review における BepiColombo 特集号の出版を進めた。

効果：

- ① 2022 年度査読付き論文数：37 編
査読付き論文の累計数：194 編
- ② 当初の計画を超える科学観測を実施した。着実な業務運営が行われた。



2022 年 6 月の水星スイングバイ時に探査機搭載カメラで撮影された水星の姿 (©ESA/BepiColombo/MTM)

j. SLS 搭載超小型探査機 (OMOTENASHI, EQUULEUS)

橋本樹明 (チーム長) 船瀬 龍 (副チーム長) 山田哲哉 菊池隼仁 三好航太 吉光徹雄 富木淳史 鳥居 航
堀 恵一 大槻真嗣 池永敏憲 小林雄太 森下直樹 丹野英幸 中島晋太郎 坂東信尚 森本 仁【SLS 搭載超小型
探査機プロジェクトチーム】

豊田裕之 矢野 創 石毛康夫 徳永 翔 尾崎直哉 (ISAS/JAXA) 廣瀬史子 永松愛子 平澤 遼 (JAXA 研究開発部
門) 小泉宏之 吉川一朗 五十里哲 川端洋輔 石川晃寛 吉岡和夫 関根北斗 野村俊一郎 (東大) 阿部新助
布施綾太 (日大) 柳沢正久 (電通大) 平井隆之 (千葉工大) 桑原正輝 (立教大) CAMPAGNOLA Stefano (NASA/JPL)

米国 SLS (Space Launch System) ロケット Artemis-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技術の実証、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・月系ラグランジュ点への軌道変換技術の実証を行うミッションである。

各探査機の総質量は 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、両探査機の提案代表者である、橋本樹明、船瀬龍の所属する宇宙科学研究所が中心となり実施している。

実績：

- ① 両探査機ともに、2022 年 11 月に Artemis-1 により打ち上げられ、ロケットからの分離、通信の確立が確認された。
- ② OMOTENASHI は、推進系の不具合から初期姿勢捕捉が完了せず、バッテリーが枯渇して通信断となった。月着陸は断念したが、太陽周回軌道上で固体モータ点火実験などの着陸技術の一部の実証を目指し、探索運用を継続している。なお軌道上での放射線環境測定には成功している。
- ③ EQUULEUS は、新規開発の水レジストジェット推進装置を含む探査機バスと、観測機器のチェックアウトを行った。精密軌道決定・軌道制御による打上げ直後の月スウィングバイに成功した後、複数回の軌道変換運用・軌道修正運用を実施し、現在、ラグランジュ点に向けた軌道を航行中である。

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 EQUULEUS の低リソース軌道変換技術により、深宇宙有人拠点が建設予定であるラグランジュ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。
- ③ OMOTENASHI の不具合事例等を超小型衛星コミュニティと情報共有し、今後の超小型探査機の発展に資する。



©EQUULEUS Project Team
EQUULEUS が打上げ後の月フライバイ中の月最接近時付近に取得した月裏面の昼夜境界領域の写真

3. 開発中の科学衛星・探査機

a. 小型月着陸実証機 (SLIM)

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 (プロジェクトサイエンティスト) 福田盛介 (ファンクションマネージャ) 大竹真紀子 (パイロッドマネージャー, 会津大学) 齋藤宏生 友枝久夫 古川克己 仲内悠祐 石田貴行 伊藤琢博 植田聡史 狩谷和孝 河野太郎 道上啓亮 宮澤 優 【SLIM プロジェクトチーム】

大槻真嗣 佐藤広幸 佐藤泰貴 白石浩章 戸部裕史 富木淳史 豊田裕之 牧謙一郎 松崎恵一 丸 祐介 水野貴秀 吉光徹雄 (ISAS/JAXA) 秋月祐樹 金谷周朔 金城富宏 後藤健太 小林雄太 澤田健一郎 白鳥弘英 大門 優 内藤 均 長田泰一 中塚潤一 中村徹哉 羽森仁志 藤井 剛 安田 進 横田健太郎 (研開部門/JAXA) 勝又雄史 安光亮一郎 (国際宇宙探査センター/JAXA) 上野誠也 (横浜国大) 鎌田弘之 (明大) 北園幸一 (首都大) 小島広久 (首都大) 佐伯和人 (大阪大) 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) 本田親寿 (会津大)

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。

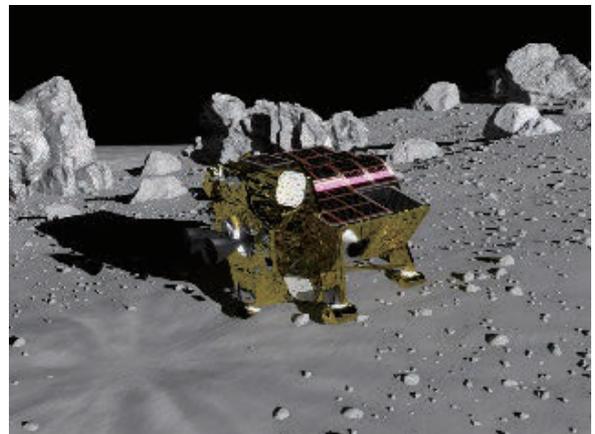
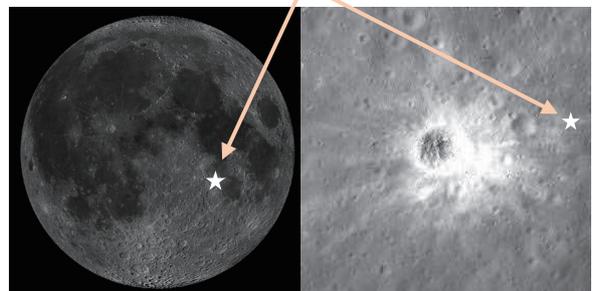
実績：

- ① 2021 年度に引き続き製作・試験フェーズの活動を進め、フライトモデルを用いたシステム試験を実施した。機械環境試験・熱真空試験及び各種の機能試験などを実施し、所定のシステム試験を完了した。
- ② システム試験と並行して、EndToEnd 試験と呼ばれる JAXA による独立検証を実施し、設計の妥当性を補完的に確認した。
- ③ 一連の試験結果を踏まえて開発完了審査会が開催され、射場作業の開始が妥当と判断された。その後、探査機を種子島宇宙センターへと輸送し、射場作業を開始した。
- ④ これらの作業と並行して、関係部署・機関と連携しながら運用へ向けた準備を進め、各種検討や試験検証、訓練などを実施した。

効果：

- ① 2022 年度査読付論文数：6 編
査読付論文の累計数：54 編
- ② 我が国初となる小型で軽量の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と評価する。

着陸目標候補地点
(南緯13.3°/東経25.2°)



月面着陸後の SLIM 探査機 (予想)



システム試験において機械環境試験を実施中の SLIM 探査機フライトモデル

b. X線分光撮像衛星 (XRISM)

前島弘則 (プロジェクトマネージャ) 戸田謙一 (サブマネージャ) 田代 信 石田 学 辻本匡弘 山口弘悦
 渡辺 伸 富田 洋 竹井 洋 夏莉 権 堀内貴史 荒井美孝 佐藤理江 飯塚 亮 石崎欣尚 寺田幸功
 藤本龍一 森 浩二 星野晶夫 吉田鉄生 林 克洋 米山友景 【X線分光撮像衛星プロジェクトチーム】
 堂谷忠靖 海老沢研 山崎典子 前田良知 菅原泰晴 (~6月) 石川久美 (~9月) 峯杉賢治 尾崎正伸 小川美奈
 中村英斗 篠崎慶亮 石丸貴博 已谷真司 佐々木貴広 岡本 篤 安田 進 柳瀬恵一 志田真樹 佐藤洋一 (JAXA)
 村上弘志 (東北学院大) 久保田あや (芝浦工業大) 玉川 徹 中島真也 北口貴雄 GU Liyi 佐藤寿紀 澤田真理
 榎戸輝揚 (理研) 佐藤浩介 勝田 哲 (埼玉大) 松下恭子 幸村孝由 萩野浩一 小林翔悟 (東京理科大) 馬場 彩
 小高裕和 谷本 敦 (東大) 坪井陽子 (中央大) 北本俊二 山田真也 一戸悠人 (立教大) 藤田 裕 江副祐一郎
 瀬田裕美 石川久美 (10月~) (都立大) 中嶋 大 (関東学院大) 内山秀樹 (静岡大) 宇野伸一郎 (日本福祉大)
 中澤知洋 三石郁之 山岡和貴 (名大) 古澤彰浩 (藤田医科大) 鶴 剛 内田裕之 上田佳宏 水本岬希 (京大)
 山内茂雄 太田直美 (奈良女子大) 信川正順 (奈良教育大) 信川久実子 (近畿大) 常深 博 松本浩典 野田博文 (阪大)
 田中孝明 鈴木寛大 (12月~) (甲南大) 平賀純子 (関西学院大) 深沢泰司 水野恒史 高橋弘充 大野雅功
 内田悠介 (広島大) 栗木久光 寺島雄一 志達めぐみ (愛媛大) 江口智士 (福岡大) 甘日出勇 山内 誠 西岡祐介 (宮崎大)

X線分光撮像衛星 (XRISM) は、「ASTRO-H」が目指していたサイエンスの早期回復を目指すミッションである。本衛星は、X線超精密分光による高感度観測を実現し、現代宇宙物理の基本的な課題である宇宙の構造と進化にかかる数々の謎の解明に挑む。また、宇宙の包括的理解には様々な波長での観測が必要であり、現在、大型地上天文台 ALMA (ミリ波・サブミリ波)、JWST (可視・近赤外) 衛星、Fermi 衛星 (ガンマ線) が稼働、2020年代後半から2030年代にかけては、地上の TMT 天文台に加えて、Roman 宇宙望遠鏡 (可視)、Athena (X線) などの次世代軌道上衛星が計画されており、本衛星はX線領域においてこれらと共同、あるいは将来の計画に対しては先導する能力と規模を有している。

実績：

- ① 2018年7月にプロジェクトチームを設置し衛星及び地上システムの開発を開始した。
- ② 2019年度は詳細設計を進め、各サブシステム/システムの詳細設計審査 (CDR) を実施した。
- ③ 2020年度は開発完了した機器の衛星構体への取り付けを進めた。また、PV PhaseのTarget Listを決定、公開した。
- ④ 2021年度は軟X線分光装置 Resolve 及び軟X線撮像装置 Xtend の開発を進め、後者の開発を完了し衛星システムへ引渡した他、衛星インテグレーションを開始した。また、地上系整備、運用準備を進めた。

⑤ 2022年度は Resolve の開発を完了し衛星システムへ引き渡した。衛星システムプロトフライト試験を終えて開発完了審査を経て射場作業を開始した。追跡管制隊を編成し運用訓練・リハーサルを進めた。また PV 観測の成果をさらに充実させるため、開発にたずさわったチームメンバー以外からも広く公募によってゲストサイエンティストを募り、観測計画と観測後のデータ解析準備を進めた。

効果：

- ① 「ASTRO-H」の教訓を踏まえて共同プロジェクトの相手方である NASA と Joint Systems Engineering Team を設置し、要求/検証管理、リスク管理等の SE 活動を推進している。オンボード異常対策追加によるロバスト性向上の成果があった。
- ② 2022年度査読付き論文数：4編



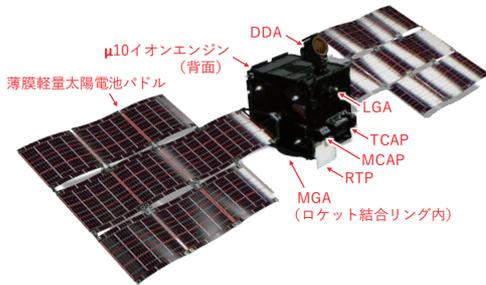
X線分光撮像衛星 (軌道上イメージ)

c. 深宇宙探査技術実証機 (DESTINY+)

高島 健 (プロジェクトマネージャ) 今村裕志 (サブマネージャ) 餅原義孝 (ファンクションマネージャ) 岡橋隆一 奥平俊暁 高橋純子 西山和孝 豊田裕之 山本高行 宮原 剛 太田方之 尾崎直哉 永松弘行 須崎祐多 徳留真一郎 藤原卓也 【DESTINY+プロジェクトチーム】

竹内 央 小川博之 竹内伸介 戸田知朗 三浦政司 坂本勇樹 月崎竜童 今井 駿 田畑那佳 三樹裕也 荒川 聡 竹前俊昭 矢野 創 吉川 真 春山純一 (ISAS/JAXA) 中村徹哉 澤田健一郎 金城富宏 秋月祐樹 金谷周朔 小野稜介 森下直樹 志田真樹 柳沢俊史 黒崎裕久 (JAXA 研究開発部門) 荒井朋子 小林正規 石橋 高 木村 宏 洪 鵬 岡本尚也 平井隆之 奥平 修 山田 学 千秋博紀 和田浩二 (千葉工大) 吉田二美 (産業医科大学) SRAMA Ralf (シュツツツガルト大) KRUGER Harald (マックスプランク) 渡部潤一 伊藤孝士 大坪貴文 (国立天文台) 大塚勝仁 (東京流星観測網) 細沼貴之 船瀬 龍 (東大) 長野方星 金田英宏 (名大) 藪田ひかる (広大) 石黒正晃 (ソウル大) 亀田真吾 (立教大) 三河内岳 橘 省吾 諸田智克 (東大) 鍵谷将人 中村智樹 (東北大) 阿部新助 (日大) 佐々木晶 (阪大) 野口高明 (九大) 中村 Messenger 圭子 MESSENGER Scott (NASA) 小松陸美 (総研大) 廣井孝弘 (ブラウン大) 小松吾郎 (ダヌンツィオ大/千葉工大) 浦川聖太郎 (日本スペースガード協会) 木下大輔 (台湾国立中央大学) 関口朋彦 (北海道教育大学) 平田 成 出村裕英 (会津大) LAURETTA Dante (アリゾナ大)

深宇宙探査技術実証機 DESTINY+は、Demonstration and Experiment of Space Technology for INterplanetary voYage with Phaethon fLyby and dUst Science の略で、将来の高頻度な深宇宙探査を実現するための工学技術実証と、ふたご座流星群の母天体である小惑星 Phaethon のフライバイ探査や惑星間空間でのダスト観測等の理学観測の両方を実行する公募型小型計画である。本プロジェクトは JAXA 宇宙科学研究所が主導し、千葉工業大学、ドイツ航空宇宙センター、ドイツ Stuttgart 大学と連携して進めており、イプシロン S ロケットにキックステージを追加した形態で 2024 年度に打ち上げられる予定である。



探査機の外観と主な外部搭載機器

探査機の主要諸元

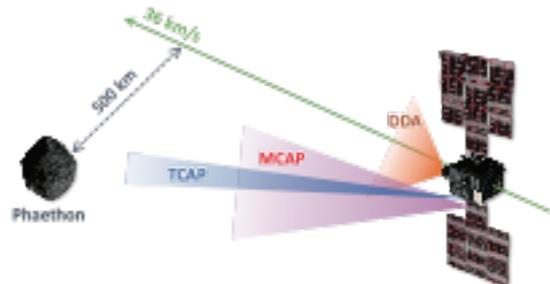
構造・質量	構体部寸法 X 1.3 m × Y 1.08 m × Z 1.33 m 質量 480 kg (Wet), 404 kg (Dry)
設計寿命	6.2 年
打ち上げロケット	イプシロン S ロケット + キックステージ
軌道	初期投入 (230km × 37000km, 軌道傾斜角 30°) ~ 月高度 (30 万 km) ~ Phaethon 遷移軌道 ~ 地球遷移軌道
姿勢制御	ゼロモーメント方式, MPC Type-S RW 4 基
通信	X 帯, LGA 2 基 + 2 軸ジンバル付き MGA 1 基
電源	薄膜軽量太陽電池パドル: BOL 約 4.7 kW, EOL 約 2.7 kW (太陽距離 1 au) バッテリ: GYT 製宇宙用 Li-ion, 42 Ah, 11 直列, 1 系統
推進	μ10 イオンエンジン × 4 台 (ΔV 4 km/s, 最大推力 40 mN, 比推力 3000 秒), RCS × 4 基
熱制御	LHP によりイオンスラスターの発熱を輸送し排熱実証機器として RTP を搭載
科学観測機器	DDA, TCAP, MCAP

実績:

- ① 探査機システムおよび搭載機器の基本設計を進め、11 月までに基本設計審査会(PDR)を完了、12 月に JAXA 総括 PDR を通過して詳細設計フェーズに移行した。
- ② 基本設計結果に基づいて探査機システムや地上局の制約を整理し、軌道設計および運用計画の詳細化検討を行った。
- ③ Phaethon 以外のフライバイ探査対象天体の検討を、観測の科学的意義と、軌道設計上のフィージビリティの両面から進めた。
- ④ ダスト分析機 (DDA) のテレコマシミュレータをドイツの開発チームより受領し、ミッションデータプロセッサ(MDP)との噛み合わせ試験を実施した。
- ⑤ モノクロ望遠カメラ (TCAP) とマルチバンドカメラ (MCAP)の撮像素子の陽子線照射試験を行い、劣化が観測に与える影響の検討を進めた。また駆動鏡 BBM3 の評価を進め、指向精度が要求を満たす目処を得た。

効果:

- ① 2022 年度査読付き論文数: 7 編
査読付き論文の累計数: 39 編
- ② 探査機システム PDR を通過し、基本設計および詳細設計フェーズの活動を着実に進めることができた」と評価する。



小惑星 Phaethon フライバイ観測のイメージ
DDA による Phaethon イジェクタの分析, TCAP と MCAP による Phaethon 表面の撮像を行う。

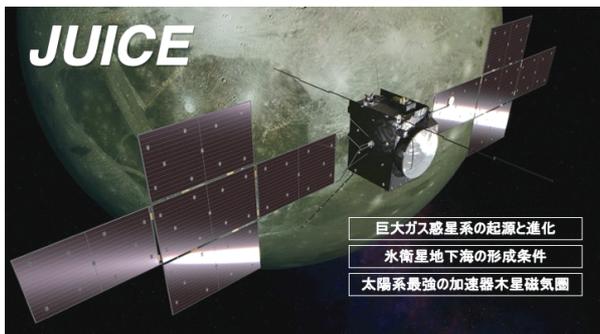
d. 木星氷衛星探査計画 (JUICE)

齋藤義文 (所内プロジェクト長) 浅村和史 (所内副チーム長) 関根康人 (所内プロジェクトサイエンティスト: 東工大)

塩谷圭吾 春山純一 【JUICE 所内プロジェクト】

東原和行 阿部琢美 水野貴秀 尾崎正伸 (~12月) 竹内伸介 小川博之 岩田隆浩 押上祥子 高島 健 長谷川洋
 篠原 育 三谷烈史 庄司大悟 杉山耕一郎 藤本正樹 (ISAS/JAXA) 池田 人 小川恵美子 (JAXA) 大家 寛
 笠羽康正 土屋史紀 三澤浩昭 熊本篤志 加藤雄人 堺正太郎 中川広務 寺田直樹 鍵谷将人 坂野井健
 齋藤幸碩 安田陸人 佐藤晋之祐 (東北大学) 青山雄一 奥野淳一 尾崎正伸 (1月~) 並木則行 野田寛大
 荒木博志 田澤誠一 松本晃治 鹿島伸悟 花田英夫 生駒大洋 葛原昌幸 (国立天文台) 中村勇貴 新谷昌人
 杉田精司 笠原 慧 関華奈子 寺澤敏夫 天野孝伸 清水久芳 宮本英昭 吉川一朗 (東京大学) 三好由純
 小路真史 徳丸宗利 梅田隆行 渡邊誠一郎 西野真木 家田彰正 平原聖文 (名古屋大学) 倉本 圭 鎌田俊一
 高橋幸弘 佐藤光輝 (北海道大学) 八木谷聡 尾崎光紀 笠原禎也 松田昇也 井町智彦 福士圭介 (金沢大学)
 荒川政彦 三宅洋平 平田直之 銭谷誠司 (神戸大学) 松島政貴 黒川宏之 井田 茂 丹秀也 (東京工業大学)
 小嶋浩嗣 大村善治 海老原祐輔 栗田 怜 松岡彩子 (京都大学) 深沢圭一郎 高橋 太 中島健介 (九州大学)
 平田 成 小川佳子 山田竜平 (会津大学) 小林正規 石橋 高 千秋博紀 (千葉工業大学) 木村 淳 佐々木晶
 横田勝一郎 (大阪大学) 田中康之 長沼 毅 (広島大学) 長妻 努 埜 千尋 (NICT) 青山雄一 奥野淳一 (国立極地
 研究所) 渋谷岳造 西澤 学 (海洋研究開発機構) 木村智樹 (東京理科大) 大坪俊通 (一橋大学) 今井一雅 (高知高専)
 江副祐一郎 (東京都立大学) 芳原容英 (電通大) 三宅 互 (東海大学) 寺本万里子 (九州工業大学) RIABOV Vladimir B
 (函館未来大) 中城智之 (福井工大) 渡部重十 (北海道情報大学) 田所裕康 (武蔵野大学) 北 元 (東北工業大学)
 堀 安範 (アストロバイオロジー研究センター) 下山 学 二穴喜文 (スウェーデン IRF-Kiruna) 諸岡倫子 (スウェー
 デン IRF-Uppsala) 風間洋一 (Academia Sinica) 中村琢磨 (オーストリア IWF-OeAW) 西村幸敏 (Boston Univ.)
 日置幸介 (上海天文台) 宇都宮真

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の観測 (磁気圏の観測、木星大気の観測、エウロパ・カリストのフライバイ観測) 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の精査を実施する。ISAS は、10 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-Investigator として参加する。



木星氷衛星探査計画「JUICE」の想像図

実績：

- ① ハードウェアの一部を開発提供する、3 つの機器 (電波・プラズマ波動観測装置、高速中性粒子観測装置、ガニメデレーザ高度計) については 2022 年末までに全機器フライトモデル・フライトスペアモデルの欧州への出荷を完了した。
- ② サイエンス参加の 2 機器 (カメラシステム (JANUS)、磁力計 (J-MAG)) についても欧州の機器チームと協力して、それぞれ観測計画や、観測機器較正方法の検討などに貢献した。
- ③ 2023 年 4 月に予定されている打上げに向けて、欧州で実施された打ち上げ準備作業の支援を行なった。
- ④ 打上準備完了審査・最終確認審査兼計画変更審査を受審した結果、次フェーズ (打上・初期運用フェーズ) への移行が妥当であると判断された。

効果：

- ① 2022 年度査読付き論文数：9 編
査読付き論文の累計数：44 編
- ② 2023 年 4 月に予定されている打上げに向けた活動を着実に進めることができた。

e. 火星衛星探査計画 (MMX)

川勝康弘 (プロジェクトマネージャ) 倉本 圭 (主任研究者) 大嶽久志 (サブマネージャ) 白井寛裕 馬場 肇
 峰松拓毅 木下貴博 戸梶 歩 小川和律 尾崎正伸 岩田隆浩 宮崎理紗 永峰健太 澤田弘崇 佐藤泰貴
 山田和彦 中山大輔 菅原春菜 深井凌太 今田高峰 安光亮一郎 嶋田貴信 柳澤拓也 馬場満久 牧謙一郎
 山本幸生 伊島正直 池田 人 尾川順子 藤田和央 大槻真嗣 戸田知朗 坂東信尚 丸 祐介 TASKER Elizabeth
 【火星衛星探査機プロジェクトチーム】

藤本正樹 鈴木俊之 下田孝幸 塩谷圭吾 水野貴秀 松崎恵一 中島晋太郎 菊地 紘 梶谷伊織 村上真也
 山田善彦 春山純一 三谷烈史 (ISAS/JAXA) 加藤裕基 吉川健人 谷嶋信貴 菊地隼仁 足立寛和 小澤宇志
 高柳大樹 中尾達郎 大木優介 巳谷真司 大野 剛 竹尾洋介 松本裕樹 岡田尚基 根岸秀世 大門 優
 中台光洋 中村徹哉 田中洸輔 岩田直子 剣持伸朗 松本康司 長田泰一 中塚潤一 藤井 剛 奥村哲平
 石濱直樹 (JAXA 研究開発部門) 村田直史 (JAXA 環境試験技術ユニット) 和田浩二 (千葉工大) 亀田真吾 (立教大)
 千秋博紀 小林正規 (千葉工大) 横田勝一郎 (阪大) 中川広務 (東北大) 佐々木晶 (阪大) 寺田直樹 (東北大)
 中村智樹 (東北大) 長岡 央 (早大) 今村 剛 (東大) 玄田英典 (東工大) 平田 成 (会津大) 松本晃治 (国立天文台)
 宮本英昭 諸田智克 橘 省吾 (東大) 渡邊誠一郎 (名大) STATLER Thomas (NASA) DUDZINSKI Leonard (NASA)
 ZAVODSKY Bradley T. (NASA) FALKNER P. (ESA) BAYON S. (ESA) COLANGELI L. (ESA) LE DU Michael (CNES)
 GREBENSTEIN M. (DLR) LANGE S. (DLR) ULAMEC S. (DLR) LAWRENCE D.J. (JHU/APL) BARUCCI A. (LESIA)
 MARY S. (CNES) ZACNY K. (HBR)

火星衛星探査計画 (Martian Moons eXploration: MMX) は火星衛星からの世界初のサンプルリターンミッションである。原始太陽系における「有機物・水の移動、天体への供給」過程の解明に貢献するため、火星衛星に含まれる含水鉱物・水・有機物などを解析することにより、水や有機物の存在を明らかにするとともに、火星衛星の由来を解明する。我が国が培ってきた探査技術を継承しつつ、将来の火星本星における有人探査の拠点候補として火星衛星の調査を進める。戦略的中型計画1号機として、2024年度打上げを目指して開発を進めている。

実績：

- ① 2022年度は一連のメーカ審査結果を階層的に踏まえ、JAXA 総括詳細設計審査 (総括 CDR) を2022年6月と12月の2回に分けて実施、製造・試験を進めるためのシステム・運用設計を示し、総合システム要求への適合性を確認した。残された重要課題についても識別し、適切に対応していくことを示したことから、一次噛み合わせ試験および製造・試験フェーズへの移行は可能と判断した。



MMX 探査機のイメージ

- ② 詳細設計と並行して各種試験モデル及び一部フライトモデルの製作を進め、それらを用いたシステムレベルの試験 (一次噛み合わせ試験, 他) を行った。
- ③ 開発進捗に伴い国際協力相手方との協定締結・改訂を進めた (DLR との IA 改訂: 6月)。

効果：

- ① 2022年度査読付き論文数：4編
査読付き論文の累計数：60編
- ② 2029年度の人類初の火星圏からのサンプルリターン実現に向け、2024年度に火星衛星探査計画 (MMX) の探査機を打ち上げるべく、着実な業務運営が行われたと評価する。



一次噛み合わせ試験

探査機バスシステムと各ミッション機器 (エンジニアリングモデル (EM) またはフライトモデル (M)) を接続させて、お互いが機械的・電気的および通信インタフェース仕様を満足する事を確認することで、続く組立段階でのインタフェース齟齬発生リスク低減を目的とする、一次噛み合わせ試験を国内 (三菱電機鎌倉製作所) にて実施した。

f. 二重小惑星探査計画 (Hera)

岡田達明 (チーム長) 田中 智 坂谷尚哉 鴫生有理 石崎拓也 吉川 真 竹内 央 山本幸生 和田武彦
安部正真 三梶裕也 津田雄一 池永敏憲 (ISAS/JAXA) 荒井武彦 (前橋工大) 千秋博紀 菊地翔太 (千葉工大)
出村裕英 北里宏平 金野龍史 斎藤啓仁 (会津大) 関口朋彦 (北海道教育大) 神山 徹 (産総研) 佐々木晶 (阪大)
荒川政彦 中村昭子 (神戸大) 杉田精司 宮本英昭 金丸仁明 李 正林 古川聡一郎 (東大) 阿部新助 (日大)
浦川聖太郎 (日本スペースガード協会) 野口高明 (京大) 藪田ひかる (広大) 渡邊誠一郎 (名大) 巽 瑛理 (カナリア
天体物理研究所) 小松吾郎 (ダヌンツィオ大) 【Hera 所内プロジェクトチーム】

二重小惑星探査計画 Hera は、ESA の小惑星探査計画であり、S 型の二重小惑星 Didymos と衛星 Dimorphos のランデブー探査を行う。日本からは「はやぶさ 2」で史上初の小惑星熱撮像で成果を挙げた TIR を性能向上させ、多波長分光機能を付加した熱赤外カメラ TIRI の提供とそれをを用いた熱物性・物質の観測、「はやぶさ 2」の実績に基づく小惑星の衝突科学や小惑星地形学、ダイナミクスの知見や解析技術で貢献する。

Hera の主目的は、プラネタリ・ディフェンス (小惑星の地球衝突によって人類社会に与える甚大な被害を回避する手段として、探査機衝突による小惑星の軌道修正をする技術実証) であるが、小天体の物性・物質の特徴や地形、衝突現象、ダイナミクスに関する観測データを用いた惑星形成過程や太陽系初期進化過程の解明にむけた科学探査も重要な目的である。

Hera は、NASA の小惑星衝突機 DART (Double Asteroid De-direct Test) と連携し、史上初の国際共同プラネタリ・ディフェンス計画 AIDA (Asteroid Impact & Deflection Assessment) を構成する。DART が 2022 年 9 月 26 日に Dimorphos への衝突に成功し、その結果生じた軌道変化 (公転周期が 11 時間 55 分から 11 時間 23 分に 32 分間短縮) の効率を評価するために、Hera は 2024 年 10 月に打ち上げ、2027 年 1 月に二重小惑星にランデブーし、約半年間に渡って観測を実施する。

実績：

- ① 2022 年 4 月に JAXA 総括 PDR を実施し、詳細設計フェーズへの移行が承認された。
- ② 2023 年 2 月に TIRI 電子回路系確認会を先行して実施して設計の妥当性が確認され、PFM の電子回路系の製造・試験着手が承認された。
- ③ 2023 年 3 月にテレコマ I/F チェッカ (PIFC) による TIRI 機能確認試験を ESA と共に実施し、PFM の FPGA 設計に向けた詳細確認の妥当性が確認された。
- ④ 惑星科学用熱物理モデル会議 (TherMoPS4) の主催者メンバとして次回開催を主導した (実施は 2023 年 4 月)。

成果：

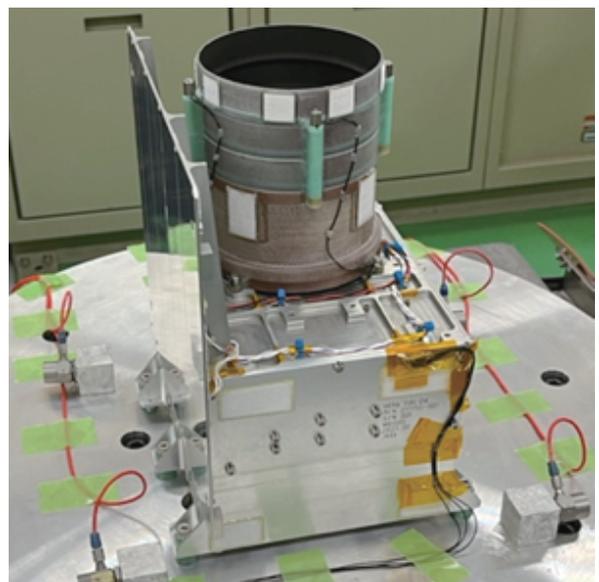
P. Michel *et al.*, (2022), The ESA Hera mission: Detailed characterization of the DART impact outcome and of the binary asteroid (65803) Didymos. Planet. Sci. J., 3, 160.

効果：

- ① 2022 年度査読付き論文数：1 本
査読付き論文の累計数：3 本
- ② 史上初の国際共同プラネタリ・ディフェンス計画に参加し、かつ機能向上した熱赤外カメラの開発を進めた。



二重小惑星近傍の Hera 主衛星と 2 機の子機 (ESA 提供)



熱赤外カメラ TIRI EM の振動試験

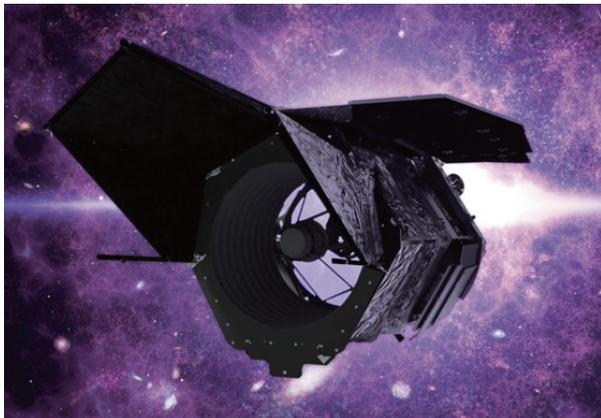
g. Roman 宇宙望遠鏡

山田 亨 村田泰宏 田村隆幸 宮崎翔太

NASA が推進する Nancy Grace Roman 宇宙望遠鏡計画は、口径 2.4m の主鏡を持つ望遠鏡と広視野観測装置により、宇宙の加速膨張と暗黒エネルギーの解明に挑む宇宙論研究、および冷たい惑星まで惑星分布の全貌を明らかにする太陽系外惑星研究を中心とし、さらに様々な近赤外広視野天文学を行うための衛星計画で、2026 年の打上予定である。また、技術実証装置としてコロナグラフ装置を搭載し本格的なスペース高コントラスト観測を実現する。本プロジェクトは、この Roman 宇宙望遠鏡計画に、日本が (1) コロナグラフ装置光学素子 (偏光光学素子およびコロナグラフマスク基板)、(2) JAXA 地上局によるデータ受信協力、(3) すばる望遠鏡による協調観測、(4) マイクロレンズ協調観測、をもって参加し、併せて、科学推進・科学協力を行うためのものである。

実績：

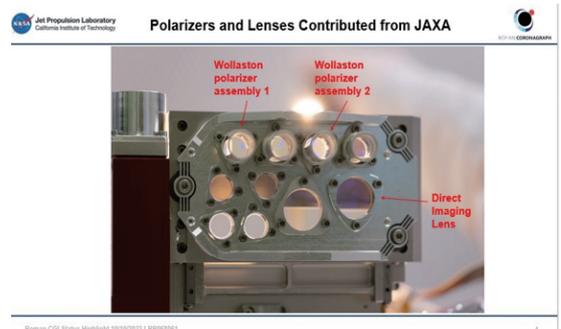
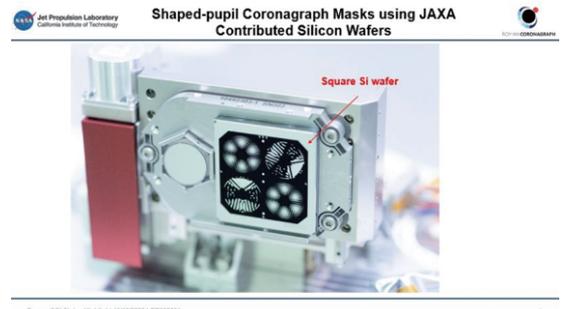
- ① 2022 年 4 月にシステム要求審査・システム定義審査・部門プロジェクト移行審査を行い、Roman プロジェクトとしての活動を開始した。
- ② 2022 年度中に美笹新宇宙探査局 K 帯受信システムの機能整備について冷却低雑音増幅器、および K 帯受信サブシステムについて企業 PDR (基本設計審査) を実施した。



Roman 望遠鏡概念図 (NASA)

効果：

- ① Roman 望遠鏡への参加計画をすすめる、着実な業務運営が行われたと評価する。



コロナグラフ装置 (フライトモデル) に搭載された光学素子。上中段、JAXA 提供マスク基板によるコロナグラフマスク、下段は偏光光学素子。(画像は NASA より提供)

h. 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星 (LiteBIRD)

堂谷忠靖 (チーム長) 関本裕太郎 海老沢研 辻本匡弘 鈴木仁研 小栗秀悟 マツダ フレドリック 小田切公秀 永田 竜 吉原圭介 綿貫一也 (ISAS/JAXA) 篠崎慶亮 (JAXA) 羽澄昌史 (PI) 長崎岳人 長谷川雅也 DE HAAN Tijmen (KEK) 片山伸彦 松村知岳 GHIGNA Tommaso 長谷部孝 (Kavli IPMU) 小松英一郎 (PS/MPA) 鹿島伸悟 満田和久 (国立天文台) 大崎博之 寺尾 悠 (東京大) 川崎健夫 (北里大) 石野宏和 STEVER Samantha 桜井雄基 (岡山大) 小木曾望 (大阪公立大) 中村正吾 (横浜国大) 辻 正敏 (香川高専) 【LiteBIRD プリプロジェクト候補チーム】

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の検証を目的とする衛星である。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、インフレーションの直接的証拠を得ることを目指す。そのため、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、太陽-地球のラグランジュ点 (L2) からの全天サーベイによる精密観測で検出する。

観測にあたっては、宇宙マイクロ波背景放射以外の原因による B-mode 偏光を除去するため、34-448 GHz を 15 バンドに分け、低周波望遠鏡 (LFT, JAXA 担当) と中高周波望遠鏡 (MHFT, CNES 担当) でカバーする。LFT は反射望遠鏡 1 台、MHFT は屈折望遠鏡 2 台構成とする。これらの望遠鏡は偏光変調器を搭載し、半波長板を 46 rpm (LFT) および 39/61 rpm (MHFT) で回転させることで 1/f ノイズを低減する。検出器としては 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 LFT および MHFT は、冷凍機で 0.1-4 K に冷却する。

LiteBIRD は、広範な国際・国内協力に基づく計画であり、海外では欧州およびカナダと協力している。欧州は CNES リードのもと、8 カ国が協力して MHFT 及び sub-K ADR (断熱消磁冷凍機) を開発する。今後、ESA の参加も想定している。カナダは、常温読み出し系を担当する。

国内では、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) に新たに発足した「量子場計測システム国際拠点 (QUP)」が米国の技術を導入して焦点面検出器 (LFT 用) および焦点面センサ (MHFT 用) を開発し、同じく KEK 素粒子原子核研究所が LFT の極低温試験を担当する。また、東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構 (IPMU) が LFT 用偏光変調器を担当し、岡山大学が系統誤差解析で貢献している。他にも、多くの大学等が協力している。

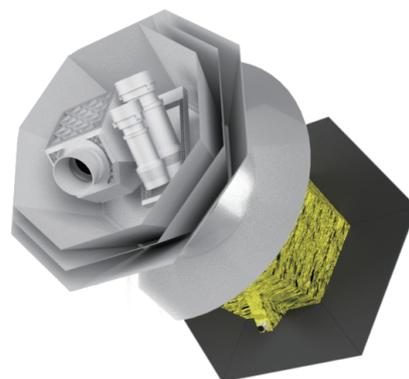
LiteBIRD は、2019 年に戦略的中型計画の 2 号機に選定され、H3 ロケットによる 2020 年代後半の打上げを目指している。

実績：

- ① CNES との協力覚書。KEK 素核研及び QUP との三者協定に続き、2023 年 2 月にはカナダ宇宙庁と協力覚書を締結した。
- ② 2022 年度も継続して、ミッション要求のフローダウンによる各構成要素の要求仕様の決定と、それに基づく概念検討、インタフェース調整を進めた。その際、モデルに基づくシステムズエンジニアリング (MBSE: Model-Based Systems Engineering) を活用した。主な進捗は、(1) 剛性要求と 4K 級ジュールトムソン冷凍機 (4K JT) への熱負荷要求を両立させた Payload module の熱構造設計、(2) V-groove パラメータの最適化、(3) LFT 反射鏡の光学設計の改善と軽量化、偏光の高精度測定のための開発、(4) 低温アライメント測定の予備実験、などを進めた。また、バス系の概念検討をシステムメーカーと協力して進めた。
- ③ 技術のフロントローディングの枠組で、2K 級ジュールトムソン冷凍機 (2K JT) ドライバ、2 段スターリング冷凍機 (2ST) 信頼性向上、能動擾乱制御の開発を進めた。
- ④ 国内協力では、KEK QUP と協力して LFT 焦点面検出器に係る概念検討やインタフェース調整を進めた。また、東大 IPMU にて LFT 偏光変調器の開発を進め、KEK 素核研および岡山大でも各々検討を進めた。

効果：

- ① 2022 年度査読付き論文数：27 編
査読付き論文の累計数：92 編
- ② 概念検討段階で行うべき検討・調整、キー技術の開発を着実に進め、リスク低減を計ることができた。



LiteBIRD 衛星のイメージ図

i. 赤外線位置天文観測衛星 (JASMINE)

片坐宏一 磯部直樹 白井文彦 河原 創 (7月～) 和田武彦 郷田直輝 (国立天文台) 鹿野良平 (国立天文台)
山田良透 (京都大学) 河田大介 (ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン) 【赤外線位置天文観測衛星 JASMINE プリプロ
ジェクト候補チーム】

上田暁俊 大澤 亮 鹿島伸悟 末松芳法 辰巳大輔 辻本拓司 馬場淳一 宮川浩平 三好 真 矢野太平 (国立天文台)

赤外線位置天文観測衛星 JASMINE (Japan Astrometry Satellite Mission for INfrared Exploration) は、超高精度位置天文観測およびトランジット法による系外惑星探索を目的とする衛星である。

位置天文観測については、ESA の可視光位置天文観測衛星 Gaia (2013 年打上げ、最終カタログ公開は 2028 年頃の予定) では観測できなかった銀河系中心方向について、JASMINE は近赤外線による 3 年間の観測から銀河系中心方向の 10 万個の恒星の位置と運動を数万分の一秒角という高精度で測定し、年周視差や固有運動といった位置天文パラメータを決定してカタログとして提供する。このカタログを用いた天の川銀河全体の形成史の研究により、太陽系の過去の移動を含む銀河構造の進化の過程を明らかにする。この JASMINE の成果は、2045 年頃に計画されている ESA の赤外線全天位置天文観測衛星 GaiaNIR へとつながっていく。

系外惑星探査については、JASMINE で達成される高精度な測光能力を活かして、太陽より小さい恒星である中期 M 型星の周りの地球型惑星をトランジット観測によって検出する。中期 M 型星は半径が太陽の 0.2 倍程度、表面温度が 3000K 程度の恒星で、太陽系近傍にも多く存在し、トランジット観測における光度曲線の減光率が相対的に大きい。この観測においては、NASA のトランジット系外惑星探査衛星 TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite, 2018 年打上げ) に対して、口径が大きく近赤外線の波長域を用いた JASMINE に大きな優位性がある。JASMINE によって発見された地球型惑星に対しては、大型宇宙望遠鏡を用いて詳細な惑星大気探査を行うことで、生命の兆候を探る新たな展開が拓かれる。

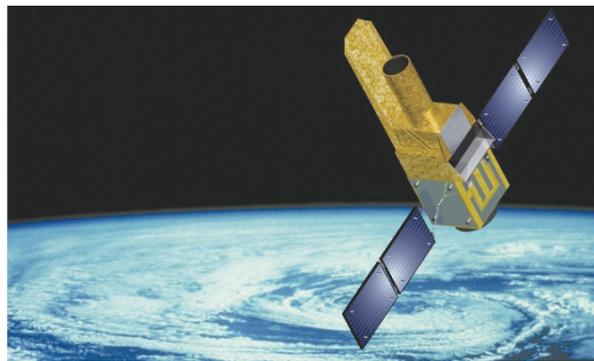
実績：

- ① 望遠鏡とミッション部構造について、画像歪みを含む光学性能が軌道上で安定であることを保証するために、その方法論と実現性を確立する検討を進めた。光学設計・熱構造設計を行い、実現可能な組立手順の確立および地上での検証試験の条件を設定した。
- ② JASMINE の要求に適う検出器サブシステムの概念検討を進めた。これには、赤外線センサーチップ・熱構造冷却系・駆動エレクトロニクスが含まれる。特に、赤外線センサーチップは技術のフロントローディングの活動の一環として地上望遠鏡用に開発されたセンサーチップの宇宙用化を進めた。

- ③ 現実的な誤差においても、位置天文パラメータの導出に要求される精度が達成されることを示すためのシミュレーションの構築を研究者コミュニティ有志の協力を得て進めた。これには、光学設計や熱構造数学モデル、赤外線センサーチップの実データ、観測運用を考慮した衛星要因の誤差などを反映させている。
- ④ チームの「総点検」として、望遠鏡口径および観測波長域の最適化のために③で述べた観測シミュレーションソフトウェアを用いた系統的な調査を行った。その結果、望遠鏡口径は 40cm から 36cm に縮小、カットオン波長を $1.1\mu\text{m}$ → $1.0\mu\text{m}$ に広げて観測波長域は $1.0\text{-}1.6\mu\text{m}$ とすることとした。
- ⑤ 国内・海外の大学研究機関、開発担当候補企業との調整を行い、開発体制の確立に向けた検討を進めた。
- ⑥ 日本天文学会 2022 年秋季年会、新潟大学 (オンラインとのハイブリッド) において企画セッション「JASMINE が切り拓く近赤外時系列位置・測光天文学」を 1.5 日間にわたり開催した。JASMINE が提供する観測データをより多くのサイエンスに有益なものにするための議論が行われた。

効果：

- ① 2022 年度査読付き論文数：12 編
査読付き論文の累計数：68 編
- ② 主要な技術課題の実現性検討および衛星システムの概念検討を実施し、現時点で解決が難しい大きな技術課題はなく、次の開発フェーズへ移行する目途を立てた。また開発リスクおよびコストの低減の検討も進められた。



軌道上の JASMINE の想像図

j. Dragonfly

田中 智 (プロジェクトリーダー) 白石浩章 三谷烈史 (ISAS/JAXA) 川村太一 (パリ地球物理学研究所) 村上英記 (高知大) 辻 健 小野寺圭祐 西田 究 (東大地震研) 山田竜平 (会津大) 鎌田俊一 (北大) 木村 淳 (阪大) 関根康人 黒川宏之 (東工大) 浅利一善 (国立天文台)

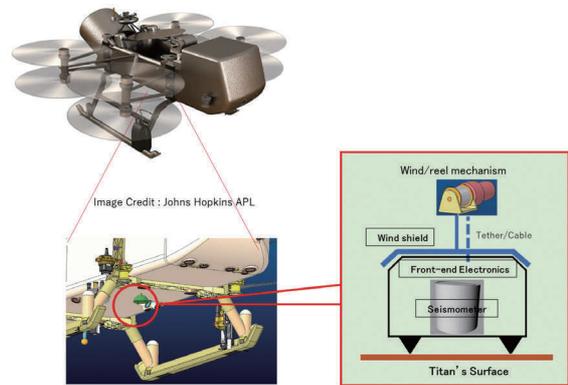
Dragonfly はドローン型探査機が動力飛行と着地を繰り返しながら様々な搭載機器により土星衛星タイタンの大気・表層・地中を観測する。探査機には「DraGMet」と呼ばれる気象・地球物理観測パッケージがあり、その検出器の1つとして JAXA は地震計サブシステムの一部の開発を担当する。2021年4月から所内検討チームが設置され、2022年7月に所内プロジェクトとして承認され本格的な活動をスタートさせた。

実績：

- ① 2023年1月までに評価用地震計を用いた試験を APL にて断続的に実施し、仕様、動作確認が行われた。
- ② 2027年度の打上げに向けて、2022年8月に機器基本設計 (APL)、2023年2月にシステム基本設計 (NASA) を完了した。現在はフェーズC移行にむけて準備が進められている。
- ③ JAXA 開発分については2022年4月にミッション定義審査 (MDR) /システム要求審査 (SRR) およびシステム定義審査 (SDR) を実施し承認された。2023年2月から JAXA における基本設計審査を開始し2023年度前半で完了し EM 製造、試験フェーズに移行することを予定している。
- ④ 機器開発と並行して科学検討チームを組織し浅部-深部構造探査で得られるサイエンスや観測運用方法についての検討を実施している。

効果：

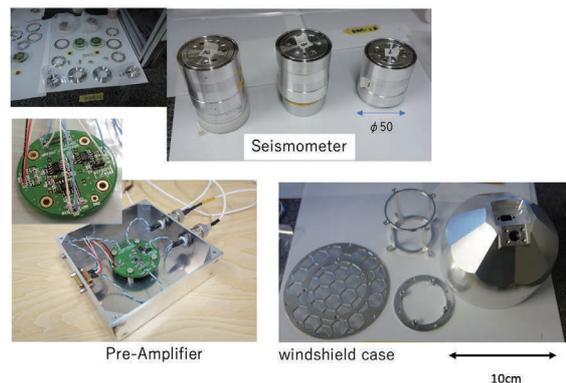
- ① 2022年度国内外学会発表数：5
- ② 極限環境 (-180°C, 1.5気圧下での地震計や電子回路の動作確認、タイタン表層の風を模擬した環境実現など地震計開発に向け、着実な試験環境 (装置) 開発が行われたと評価する。
- ③ これまでに惑星科学会、地震学会など複数の関連学会での発表を通してサイエンス活動の拡大化、活性化が進められたと評価する。



全長約4m、総重量約800kgのドローン本体の下部に地震計パッケージが搭載され、ウインチリール機構 (APL 担当) を用いて表面に設置される。



Dragonfly 探査機のイメージ (@APL)



JAXA 開発中の地震計パッケージ外観。地震計センサー、プリアンプ回路、風除けカバーで構成される。

k. 高感度太陽紫外線分光観測衛星 (SOLAR-C)

清水敏文 (チーム長) 加藤秀樹 (副チーム長) 内山瑞穂 鳥海 森 松崎恵一 原 弘久 坂尾太郎 鄭 祥子【高感度太陽紫外線分光観測衛星プリプロジェクトチーム】

備後博生 峯杉賢治 宮崎康行 後藤 健 小川博之 太刀川純孝 福田盛介

村上 豪 山崎 敦 豊田裕之 曾根理嗣 橋本樹明 坂井真一郎 冨木淳史 澤井秀次郎 竹内 央 小林大輔

石和基寛 生田歩夢 生田ちさと 中坪俊一 加賀亨 (以上 ISAS/JAXA) 木本雄吾 山中理代 宮崎英治 小原新吾

伊藤琢博 (以上 JAXA 研究開発部門) 今田晋亮 (東京大学) 末松芳法 納富良文 都築俊宏 浦口史寛 川畑佑典

勝川行雄 小原直樹 成影典之 田村友範 岡本文典 石川遼子 久保雅仁 篠田一也 大場崇義 下条圭美 (以上国

立天文台) 渡邊恭子 (防衛大学校) 増田 智 草野完也 (名古屋大学) 横山央明 永田伸一 一本 潔 浅井 歩 (京

都大学) 飯田祐輔 (新潟大学) 津野克彦 (理化学研究所) 藤本正樹 齋藤義文 (以上 ISAS/JAXA) WARREN Harry (NRL)

DE PONTIEU Bart (LMSAL) PLUNKETT Simon (NASA) SAVAGE Sabrina (NASA) SASAMOTO Washito (NASA)

BURROUGHS Jonathan (NASA) SHORTT Brian (ESA) FAVATA Fabio (ESA) ANDRETTA Vincenzo (INAF)

STANGALINI Marco (ASI) AUCHERE Frédéric (IAC) LORFEVRE Eric (CNES) TERIACA Luca (MPS) GRITZNER Christian

(DLR) HARRA Louise (PMOD/WRC) KOLLER Valerie (Swiss Space Office)

宇宙に如何にして高温プラズマが作られ、太陽が如何にして地球や惑星に影響を及ぼしているのかという命題を探求するため、高感度太陽紫外線分光観測衛星 (SOLAR-C) は、太陽表面から太陽コロナ・惑星間空間までのエネルギーと質量の輸送を理解し、宇宙プラズマの中で普遍的に起きている基礎物理過程を検証する。太陽の磁気活動は、基本となる微細な構造間で受け渡される磁気エネルギーを源泉とし、彩層やコロナという高温の大気を形成し、太陽面の大規模爆発現象から惑星間空間を乱す擾乱を生み出すと考えられている。これらの成因を理解するため、基本となる磁気構造を広範な温度領域で追跡し、それらの運動や相互作用を通して、磁気エネルギーの輸送過程や散逸過程を定量化することを目的としている。SOLAR-C は、極端紫外線域の高分散撮像分光器である観測装置 (EUV high throughput Spectroscopic Telescope: EUVST) を搭載し、太陽を長時間観測できる太陽同期極軌道から、太陽大気の彩層から太陽コロナに至る温度領域を隙間なく観測する。太陽大気全体にわたり、プラズマのダイナミックな現象に追従するため、観測装置は以前に飛翔したものに比べておよそ1桁以上の性能 (空間・時間分解能、波長範囲) 向上を見込む。公募型小型4号機として、2028年度打上げを目指し、日本を中心に米国・欧州諸国の参加を得て開発する国際ミッションである。

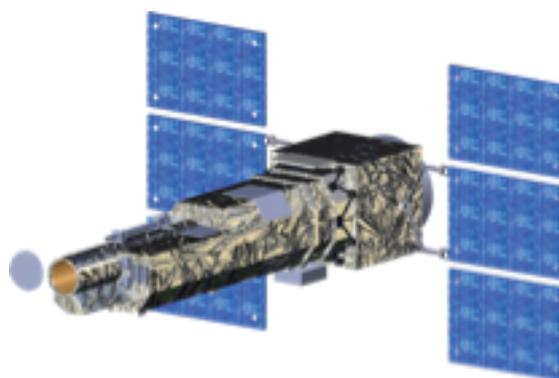
実績：

- ① 2028年度の打上げに向けて、2022年7月にミッション定義審査 (MDR)、2022年9月にプロジェクト準備審査を経て、2022年11月に高感度太陽紫外線分光観測衛星 (SOLAR-C) プリプロジェクトチームが設置された。
- ② 2022年12月にシステム要求審査 (SRR) を完了し、プロジェクト計画決定フェーズに移行した。

- ③ EUVST の概念設計を進め、各種インターフェースの調整、EUVST 主鏡傾動機構の試作モデル (BBM) 開発等によるキー技術成立性の評価を進めた。
- ④ 国際協力の体制が確定し、国際協力相手方との協定締結を進めた。ハードウェア提供に関する協定を結ぶ国際協力相手方は NASA, ESA, ASI, CNES, DLR である。International Steering Committee (ISC) および Science Working Group (SWG) の役割に関する明確化が図られ、活動を開始した。

効果：

- ① 2022年度査読付き論文数：0編
査読付き論文の累計数：10編
- ② 2028年度打上げに向け、SOLAR-C プリプロジェクトチームによる業務運営が着実に行われ、国際的な開発体制の構築および概念設計検討が進んだ。



SOLAR-C 衛星のイメージ

I. Comet Interceptor

船瀬 龍 (チーム長) 笠原 慧 (東大) 中島晋太郎 尾崎直哉 【Comet Interceptor 所内プリプロジェクトチーム】
 伊藤大智 宇佐美尚人 佐々木貴広 佐藤泰貴 宮崎康行 白鳥弘英 秋月祐樹 三好航太 金谷周朔 小野陵介
 矢野 創 (ISAS/JAXA) 石橋之宏 (法政大) 新井和吉 (法政大) 生田歩夢 寫生有理 坂谷尚哉 亀田真吾 (立教大)
 吉岡和夫 (東大) 松岡彩子 (京大) 村田直史 原田裕己 (京大) 杉田精司 (東大) 新中善晴 (京産大) 河北秀世 (京産大)

Comet Interceptor は、欧州宇宙機関 (ESA) が主導する長周期彗星探査計画であり、彗星の中でも特に始原的とされるカテゴリーに属する長周期彗星を人類として初めて直接探査することを目指している。母船とそこに搭載された2機の超小型機 (子機) の複数機構成で長周期彗星をフライバイし、同時多点観測を行う。日本は、3機の探査機のうち子機1機を提供し、そこに搭載した可視カメラ、水素コロナ撮像器、プラズマ計測パッケージ (イオン質量分析器と磁力計) により欧州の2機と共同で観測を行う。

本ミッションでは、長周期彗星の核表面・コマを多角的に撮像・分光して形状、構造、コマの組成等を明らかにするとともに、同時多点観測により彗星周囲のプラズマ-太陽風相互作用を明らかにする。その結果、太陽系における生命生存可能環境の形成の理解、宇宙ガスを支配する普遍的な法則の解明という太陽系科学コミュニティの掲げる2大テーマに対して、他の太陽系天体探査では得られない重要な知見を獲得する。また、短期・低コスト・効率的な探査機開発方式をシステムメーカーと協同して実施・獲得することにより、日本がこれまで培ってきた小型・超小型探査機技術を本ミッションを通じて高めていくことも狙っている。

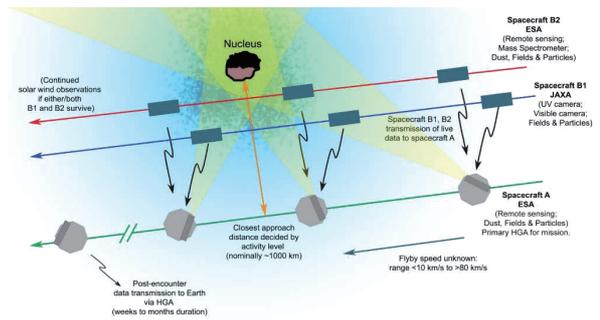
本計画は、戦略的海外共同計画として、2028年度打上げを目指して開発を進めている。

実績：

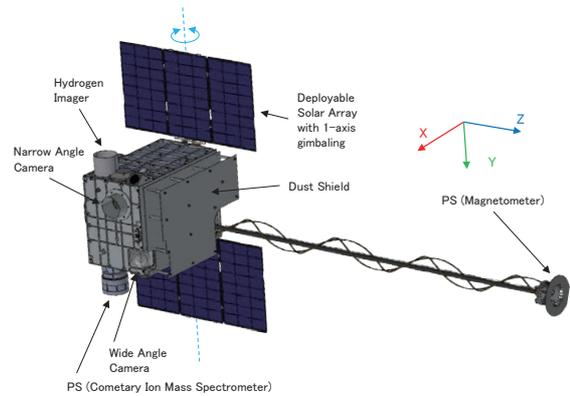
- ① 2028年度の打上げに向けて、2022年5月～7月にミッション定義審査 (MDR)・システム要求審査 (SRR)・部門内プロジェクト準備審査を実施し、所内プリプロジェクトチームを発足した。
- ② その後、超小型探査機バスシステムの開発に関してRFPを実施し、システム開発メーカーを選定、予備設計を実施し、次年度に予定しているシステム定義審査 (SDR) および部門内プロジェクト移行審査の準備を進めた。

効果：

- ① 人類初の長周期彗星の直接探査の実現に向けて、探査機開発についての検討を着実に進めることができた。



3機の探査機による同時多点フライバイ観測のイメージ



検討中の超小型探査機 (子機) のイメージ

4. その他のプロジェクト

a. 宇宙用冷凍機 (CC-CTP) 研究開発

山崎典子 (チーム長) 中川貴雄 【CC-CTP 研究開発プロジェクトチーム】
 篠崎慶亮 佐藤洋一 (JAXA 研究開発部門)

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。段階的な実証の第一ステップとして、日本からジュールトムソン冷凍機 (4K, 1K), スターリング式冷凍機 (4K 冷凍機の予冷機として) を持ち込み、ヨーロッパ側のクライオスタット、予冷機、1K 以下のソープションおよび断熱消磁冷凍機を組み合わせ、50mK 環境を構築する。2017-2018 年度にほぼ実験を終了し、論文として公表済みである。引き続き、この Cryo-chain で低雑音検出器を冷却し、Athena X-IFU Demonstration model を兼ねつつノイズ環境他を評価する実証試験を計画している。これらは、Athena/X-IFU, 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。

実績：

- ① センサと組み合わせる第 3 段階のクライオスタットを用いた実験に関し、フランス CNES/CEA と協力し

設計を行なっている。日本から供給する冷凍機については、改造箇所はないものの、冷却能力が所定の要求を満たしていること、I/F および組立手順について確認、調整を行ない、詳細設計レビューに参加した。

- ② 第 3 段階試験で使用しない 4K 級ジュールトムソン冷凍機については、日本へ返送し、機能確認試験を行った。
- ③ 戦略的コンポーネントとしてのジュールトムソン冷凍機は 3 年以上の寿命を要求として開発された。より長寿命化に向け、寿命を律速する要因の検討を進め、原因の特定および必要な改良の検討を行なった。設計寿命としては 10 年を目指し、無摺動化した圧縮機 2 台の製造を行い、評価作業に着手した。

効果：

- ① 組み合わせ試験により獲得した技術は、Athena/X-IFU, 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。Athena/X-IFU については、この実績をもとに日本からのジュールトムソン冷凍機の供給を前提とした Phase-B 活動をおこなっている。

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：上野史郎（室長） 紀伊恒男 加藤秀樹（～10月） 臼井文彦 綿貫一也 寫生有理（8月～） 伊藤大智
福吉美由子 一村小太郎（～8月） 岩渕頌太 杉本 諒 徳永 翔 備後博生 吉原圭介 内山瑞穂
奥平俊暁 村田直史 松下将典

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、初期には相対的に少人数のチーム体制で構成され、挑戦的なミッションを創出している。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も対応するプログラム戦略的な活動が重要となる。そのための支援組織である「宇宙科学プログラム室（PO）」の主な業務は以下の通りである。

(1) プロジェクト支援

- ・ 検討中のプロジェクトに対して、SE（システムズエンジニアリング）/PM（プロジェクトマネジメント）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職員が検討を支援
- ・ 多様な小規模計画の進行管理
- ・ SE/PM支援メンバによるプロジェクト支援

(2) 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）

(3) SE/PM 基盤整備

- ・ 科学衛星/探査機の特質に合わせたプロジェクト実施方法検討

(4) 新規ミッション提案公募/選定の準備支援

- ・ ミッション提案作成支援
- ・ 公募/選定委員会の準備支援

(5) 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

(6) CEO（チーフエンジニアオフィス）の活動への協力

フェーズでの問題発生の最小化などに不可欠である。そこで、PO職員が協働し、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、プロジェクト化の促進を目指している。

2022年度に支援を行った主な対象は、戦略的中型宇宙科学ミッションを目指す「LiteBIRD（宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星）」（戦略的中型2号機）、「JASMIN（赤外線位置天文衛星）」（公募型小型3号機）、「Solar-C_EUVST（高感度太陽紫外線分光観測衛星）」（公募型小型4号機）、「HiZ-GUNDAM（ガンマ線バーストを用いた初期宇宙・極限時空探査計画）」、「SILVIA（革新的応用に向けて航行する宇宙干渉計実験室計画）」である。この内、SILVIAが11月にプリプロ候補移行審査を終了し、ミッション定義段階を開始した。戦略的中型、公募型小型に次ぐ規模のカテゴリである、戦略的海外共同ミッションのプロジェクト化のため、Comet Interceptor（長周期彗星探査計画）、Dragonfly（土星衛星タイタン離着陸探査機計画）、Athena（大型国際X線天文衛星計画）、Roman（ローマン宇宙望遠鏡）の各ミッションに対する支援を行い、Athenaを除く3計画については、所内プロジェクトチームが発足した。

またプロジェクト化前の計画については、主要な審査に先立ち、コスト推算の妥当性確認を実施した。

2022年度公募型小型の公募および選定の支援を実施し、宇宙理工学委員会から推薦されたLAPYUTA（惑星科学、生命圏科学、および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡計画）について、所内チーム設置前確認を実施した。

(2) 開発中のプロジェクトに対する支援

SLS搭載超小型探査機（OMOTENASHI, EQUULEUS）について、2022年11月16日の打ち上げに向け、追跡管制I/F調整業務を実施した。OMOTENASHIについては不具合発生後の探索運用を、EQUULEUSについては初期運用を支援した。Hera（二重小惑星探査計画）についてはEMとFMの開発を支援した。

(3) 多様な小規模計画の進行管理

海外の飛翔機会等を活用した小規模な科学計画について、各計画の進行状況等を一元的に管理した。

2. 2022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、宇宙科学プロジェクトの経験が少ないメンバ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

2.2 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所内幹部が把握すること、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。

「プログラム会議」は、宇宙科学プログラムディレクタと基盤・技術統括と宇宙科学プログラムディレクタのもと、所内外での試験・実験等の実務的な連絡調整と、プロジェクト共通課題等の連絡調整を実施している。

2.3 SE/PM 基盤整備

「科学衛星/探査機の特質に合わせたプロジェクト実施方法」として、2018年度に制定した新規ミッション提案からプリプロジェクト候補に至る「初期フェーズ」の実行ガイドラインに基づき運用している。2022年度は、引き続き初期フェーズにおける活動のガイドラインの整備を進めるとともに、新たに宇宙科学プロジェクト ミッション保証要求ガイダンスの更新を行った。

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ための検討を進めた。

2. S&MA 総括

2017年7月以降、独立評価体制の強化に関する組織変更を受けて、S&MA 総括は信頼性統括の指揮下に移った。組織変更後におけるS&MA 総括の業務は主として、宇宙科学研究所と独立してプロジェクト・所内プロジェクトの各設計審査における第三者評価と宇宙研安全審査会の審査支援である。このうち、第三者評価は2022年度中にXRISM, SLIM, MMX, DESTINY+などのプロジェクトを中心に合計66回の審査会に対応し、19回見解を表明した。

また、宇宙研安全審査会は宇宙科学研究所のS&MA業務として残っているため、S&MA 総括は宇宙研安全審査会の審査委員として、その他のS&MA 所属メンバは宇宙

研安全審査会事務局として宇宙研安全審査会を進めた。

宇宙研安全審査会は、大規模な実験を対象とする宇宙研安全審査会と小規模かつ専門性を有する実験を対象とする安全検討確認会の2つの審査会がある。2022年度は、観測ロケット実験、固体推進剤の燃焼試験、液体水素供給試験など宇宙研全来の業務量増加に伴い、11回の宇宙研安全審査会を開催するとともに、能代ロケット実験場等で行う小規模な燃焼実験などを対象とした19回の安全検討確認会を実施するなど、過去最大規模の合計30回にも及ぶ安全審査を実施し、宇宙研の実験における地上安全、飛行安全を確実なものとした。

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：野中 聡（グループ長）阿部琢美 木内真人 寫生有理（～7月）下田孝幸 鈴木直洋 長谷川直
前田良知 和田武彦 森吉貴大

大学共同利用に供される、スペースチャンバー、超高速衝突実験施設、各種宇宙放射線実験設備、高速気流総合実験設備、惑星大気突入環境模擬装置、惑星環境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実験への実験機会の提供と研究成果の最大化のための支援を行った。

2. 専門・基盤技術グループ

教職員：福田盛介（グループ長）鈴木俊之 生田歩夢 今井 駿 八木邑磨 森下貴都（6月～）津田雄一 石井信明
竹内 央 吉川 真 佐伯孝尚 尾崎直哉 坂井真一郎 田村 誠 橋本樹明 水野貴秀 吉光徹雄
大槻真嗣 三浦政司 坂東信尚 福島洋介 宇佐美尚人 小林大輔 豊田裕之 廣瀬和之 尾崎正伸（～12月）
田中孝治 曾根理嗣 三田 信 和田武彦 牧謙一郎 松崎恵一 富木淳史 鳥居 航 山本善一
戸田知朗 澤井秀次郎 徳留真一郎 香河英史 白杵智章 嶋田 徹 堀 恵一 船木一幸 小林弘明
西山和孝 羽生宏人 丸 祐介 月崎竜童 森 治 坂本勇樹 小川博之 山田和彦 下田孝幸 藤田和央
大山 聖 高木亮治 野中 聡 山田哲哉 小田切公秀 永田靖典 峯杉賢治 後藤 健 岩瀬頌太
宮崎康行 竹内伸介 奥泉信克（～11月）佐藤泰貴 戸部裕史（～9月）伊藤文成 鈴木直洋 川原康介
入門朋子 北井保夫（～1月）太刀川純孝 荒川 聡 志田真樹 八木下剛 浅村和史 芳仲敏成 餅原義孝
太田方之 永松弘行

専門・基盤技術グループは、宇宙科学ミッションに必要な専門技術の研究開発を組織的に推進するため、従来からこれを担ってきた各サブシステムの教育職・一般職の専門的な技術を有する研究者／技術者と、各種の試験技術や設備の開発・運用等を担当してきた基盤技術グループを集約し、2021年4月に発足した。グループ内に専門技術領域と基盤技術領域を組織し、研究開発やプロジェクト・実験支援を行っている。

専門技術領域では、以下に挙げる技術分野について、研究開発部門等と協働でプロジェクト支援や研究開発を実施している。また、そこでの技術活動を有機的な人材育成の場として機能させることを目指している。

- ・ 軌道
- ・ 航法・誘導・制御
- ・ 電子部品・デバイス・電源
- ・ 通信・データ処理
- ・ 推進
- ・ 熱・流体
- ・ 構造・機構・材料

これらの技術分野における技術活動は、グループ併任のメンバを含めて非常に広範に実施されている。以下で

は、そのトピックを数例示す。

熱防御の分野では、MMX プロジェクトにおけるサンプルリターンカプセル（SRC）のヒートシールド開発を主導しつつ、将来に向けたヒートシールド材料の研究開発として、JAXA 開発のポリイミド樹脂の適用、破壊試験による機械物性値獲得、非破壊品質評価、アーク風洞における耐熱試験、X線CT耐熱性能の定量的評価、NF5 CAESAR SRC に向けての新アブレータ研究開発や、傾斜機能型アブレータの開発、アブレーション熱防御システム評価解析手法の高精度化などを進めている。

電気推進系の分野では、「はやぶさ2」のイオンエンジン運用、DESTINY+用イオンエンジンの開発を行うと共に、将来電気推進機に向けたマイクロ波放電式中和器のプラズマ物理解明・寿命評価に関する研究を行なった。また、ホールスラストの競争力強化に向け研究開発部門と協働し、ホールスラスト用中和器の大電力化・長寿命化に向けた劣化メカニズム解明に関する研究を行った。

電子部品・デバイス分野では、品質・信頼性保証のための技術蓄積に努めており、MMX や Destiny+ といった宇宙研内の探査機に対する電子部品の選定・試験等で開発支援をしつつ、先進的な酸化半導体を用いたメモリ

素子の重粒子照射試験を実施し先進技術の開発も進めている。また、Comet Interceptorの部品プログラムや放射線環境条件の作成を実施し、超小型探査機での部品の品質・信頼性保証の検討をした。

基盤技術領域では宇宙機組立試験設備(機械環境試験, 構造機能試験, 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, クリーンルーム)に関わる技術開発および設備の維持管理・運用を行うとともに, 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った。実績と効果を以下に示す。

実績:

- ① 宇宙機組立試験設備エントリ手法の整理整備
- ② 観測ロケットプロジェクト試験支援
- ③ 研開ロケットプロジェクト試験支援
- ④ イプシロン6号機, イプシロンS 機械環境・構造機能試験支援
- ⑤ イプシロンS 地上燃焼試験の支援(クエンチ)

- ⑥ RV-X, イプシロンS (E-31とE-21), LTP-135 地上燃焼試験等にむけた試験準備作業(推力較正及び推力計測に関する機材の設計製作及び運用の為の各種スタンド機材の改修)
- ⑦ DESTINY+, SDX, CRD2の熱試験支援
- ⑧ 再使用ロケット実験機(RV-X)の試験支援
- ⑨ RV-Xのアンビリアルシステム開発試験
- ⑩ DESTINY+(キックステージを含む)用拡散筒設計
- ⑪ 宇宙機組立試験設備の更新・保全校正・試験技術開発
- ⑫ 科学衛星開発環境の整備支援

効果:

- ① 宇宙機組立試験設備のエントリのミエル化及びISASプログラム会議との連携。
- ② 各試験設備の効率的運用と試験計測技術の向上をもって各プロジェクトの試験支援を行い, プロジェクトの開発と進捗に貢献。
- ③ 科学衛星の開発環境整備のため, クリーンルームを含む飛翔体環境試験棟の施設設備改修に貢献。

3. 先端工作技術グループ

教職員: 中坪俊一(グループ長) 稲富裕光 山崎典子 三田 信 和田武彦 月崎竜童 正光義則 加賀 亨
大西 広 八幡直樹 高瀬直樹

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。

実験に必要な治具の製作をはじめ, BBM・EM・FM 開発を研究者や技術者が一緒に取り組み「インハウス」での「ものづくり」を実現していく。

各種精密工作機械を保有する新工作室に加え, 研究者自らが加工できる環境を整備している 3F 工作室やエレクトロニクスショップ, 2016 年度より ISO クラス 1 の清浄度の高いクリーンルームである宇宙ナノエレクトロニクスクリーンルームも同一グループとして機能させ, デバイス開発研究から回路設計, NC 工作機械による高度な機械加工を実現し, 萌芽的研究のスタートアップ, 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。

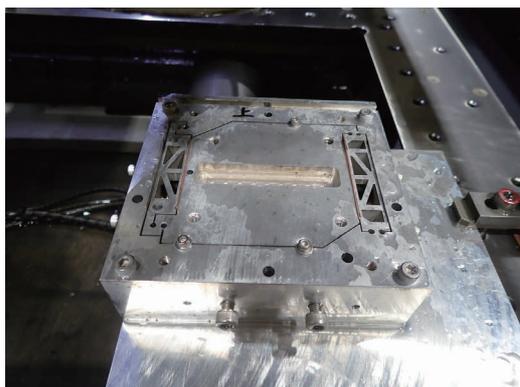
実績:

- ① 2022 年度の工作室(新工作室・3F 工作室)への依頼件数: 244 件(所内 222 件, 他事業所 22 件)
* 下記, 製作案件例
 - ・折り畳み振り子の製作(宇宙物理学研究系)
 - ・ATR エンジン 出口ケーシング&タービン出口ケーシングの追加工
 - ・RV-X 地上インターフェイス関連部品の製作
- ② 他機関との共同研究・連携協定を活発化し, 供試体等の製作を協力しながら実施している。主な製作物

- ・HiZ-GUMDAM 光学フレームの設計・製作
 - ・MEMS 技術を用いた X 線望遠鏡と X 線検出器の開発
 - ・ガンマ線用 TES 型マイクロカロリメータの開発研究
- ③ 連携協定先他との技術交流会開催
(於: 岩手大学理工学部 17 名)
 - ④ 宇宙ナノエレクトロニクス延べ利用者: 4,394 人
 - ⑤ 利用報告書(宇宙ナノエレクトロニクス): 5 件
 - ・先端のプロセスをつかった新たな光検出器, 光学素子の創出
 - ・MEMS 技術を用いた X 線望遠鏡と X 線検出器の開発
 - ・X 線用 TES マイクロカロリメータの開発研究
 - ・ガンマ線用 TES 型マイクロカロリメータの開発研究
 - ・宇宙用マイクロ及びナノメカニカルデバイスの研究開発
 - ⑥ 多様な実験, 試験ニーズへの対応などプロジェクトや萌芽的な研究開発を支援し, 実験・試験用治具など緊急性の高い工作依頼にも対応している。これらの活動にて宇宙科学のフロントローディングに貢献している。
 - ⑦ 2022 年度入社新人研修現場実習の受け入れ: 4 名
- 効果:
- ① 機械設計・製作加工・計測評価・結果のフィードバックを行う工作室として活動し, 技術集団として実績を示している。
 - ② 「ものづくり」に関する技術相談, 加工指導に対応し

研究者や学生の人材育成に貢献している。

- ③ 他機関との技術交流・人事交流を推進し、共同開発など JAXA での「ものづくり」を通して、技術レベルの向上に貢献している。
- ④ 世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI) の一つとして KEK の量子場計測システム国際拠点 (QUP) のサテライトとして宇宙ナノエレクトロニクスルームの利用されている。



折り畳み振り子加工中の様子



加工指導 (3F 工作室)



新工作室



エレクトロニクスショップ



宇宙ナノエレクトロニクス クリーンルーム

4. 大気球実験グループ

教職員：福家英之 (グループ長) 飯嶋一征 池田忠作 江崎玲央 斎藤芳隆 田村 誠 水越慧太 水村好貴
森 英之 山谷昌大 吉田哲也

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 2022 年 5 月 16 日より大樹航空宇宙実験場における 2022 年度気球実験を開始した。3 年連続で新型コロナウイルス感染拡大 (いわゆるコロナ禍) のなかで

の実施となったが、入念な感染拡大防止策を施し、地元など関係者の理解も得て、実験準備を進めた。その結果、工学実証「新パラソク搭載法の飛翔試験」を主目的としつつ「高精度変位計測装置の実証」、「極限環境 DNA の成層圏曝露による耐性評価」、「分散配置 9 軸姿勢ロガー群による気球各部挙動測定」をそれぞれ目的とした計 3 つのピギーバック実験を混

載した大型気球実験1機、ならびに工学実証「新型大気圏突入カプセルの飛行試験」を目的とした小型気球実験1機を実施した。

- ② 2018 年末頃から日本国内でのヘリウムガスの入手困難が顕在化している。そこで、2021 年度に引き続き 2022 年度もヘリウムガスの調達に十分な期間を確保しガス販売会社の負担軽減を図ることで必要量のヘリウムガスを確保した。
- ③ 国内では実現が困難な実験の実施機会としてオーストラリア気球実験の実施準備を進めた。国内での事前準備の後、2023 年 2 月から現地での最終準備を行い、同年 4 月～5 月の実施に備えた。

効果：

- ① 国内実施予定の実験については、当初計画した 3 実験のうち 1 実験は、高層風等の気象条件が気球飛行に適合する機会を実験期間中に得られなかったため、実施できなかった。一方、残る 2 実験は実施でき、飛行高度・滞空時間ともに要求値を満たすフライトを実現できた。いずれも一定の成果が得られており、学術発表も行われている。
- ② 今後もヘリウムガス供給懸念が継続する恐れがあることから、引き続きガス供給会社に協力を求めて可能な限りヘリウムガスの確保に努めている。水素ガスを代替利用する場合のリスク検討も行っている

が、放球した気球の回収時に皮膜内に一定量のガスが残留し得ることをヘリウムガスで確認しており、水素ガスの代替使用には安全面で解決すべき課題が残されている。

- ③ ジェット気流の蛇行など近年の異常気象により気球飛行に適した機会が減少している。こうした状況下でも飛行機会を確保するため、放球や実験運用の諸条件の緩和策の検討を進めている。また、2022 年度に実施した大型気球実験 1 機は、4 つの実験を相乗りすることで、飛行機会が限られる状況の中でも科学成果の最大化を図ることができた。
- ④ 限られた飛行機会における成果をさらに最大化する検討も進めている。2022 年度は、特に、老朽化した無線送受信系（通信回線）の高速化・高信頼化の技術検討を進めた。
- ⑤ 2015 年と 2018 年にオーストラリア気球実験を着実に実施したことで、オーストラリア側関係者との信頼関係をより醸成でき、国内実験とは相補的な実験として今後も継続的にオーストラリア気球実験を実施する基盤を固めることができた。それを踏まえ、オーストラリア側担当者とともに 2023 年オーストラリア気球実験の実現に向けた最終準備を日本および現地にて進めた。

2022 年度気球実験における実験一覧

実験番号	気球種類	実験目的	担当者	備考
B22-06	B100A	火星探査用飛行機の高高度飛行試験	JAXA 宇宙科学研究所 大山 聖	気球飛行に適した高層風を得られなかったため実施見送り
B22-07	B15C	気球工学実験（新バラスト搭載法の飛行試験）	JAXA 宇宙科学研究所 福家英之	6/6 放球、最高高度 27.8km、飛行時間 2 時間 35 分
BS22-07	ゴム気球	新型大気圏突入カプセルの飛行試験	北海道大学工学研究院 高橋裕介	7/1 放球、最高高度 28.7km、飛行時間 1 時間 18 分

5. 観測ロケット実験グループ

教職員：羽生宏人（グループ長）阿部琢美 野中 聡 竹内伸介 峯杉賢治 佐藤英一 山田和彦 福島洋介 三田 信 竹前俊昭 小川博之 稲富裕光 田中孝治 齋藤義文 浅村和史 荒川 聡 増田純一 加藤洋一 前原健次 白杵智章 餅原義孝 太刀川純孝 志田真樹 川原康介 入門朋子 山本高行 河野太郎 岩城拓弥 佐藤峻介 中尾達郎 伊藤文成 伊藤琢博 向吉義博 木村 恵 川久保実咲

観測ロケット実験グループは、観測ロケット専門委員会を通じて宇宙科学研究として意義価値が認められた実験提案を部内でプロジェクト化し、それぞれ計画的に遂行している。1 計画あたり 2～3 年を要する。採択提案については、打上げ希望時期に合わせた開発計画を策定し、搭載系を含む観測ロケットの開発、打上げ運用を行っている。また、付随する搭載システムの飛行前試験や打上げ運用に係る設備の保守保全を行い、着実な打上げが実

施できる盤石な体制を維持している。

○2022 年度の打上げ実績

(1) S-520-32 号機：中規模伝搬性電離圏擾乱（MSTID）の研究（奈良高等専門学校 芦原佑樹）

2022 年 8 月 11 日 23:20 に S-520-32 号機を打上げ、GNSS をはじめとする搭載観測機器は予定通りに動作し、データを取得した。

○その他特記事項

昨今人材育成への関心が集まっているところ、観測ロケット実験グループは所内関係部署と連携して実践的な教育活動となる人材育成プログラムの実行プラットフォームの構築を推進している。2022年度は、昨年度と同様にISASに所属する大学院生を公募により3名選抜し、内之浦宇宙空間観測所における打上げ運用現場に参加させた。打上げ運用の現場体験を通じた実践教育を実施した。

(詳細ウェブサイト)

あいさす GATE：現場で学ぶプロジェクトの進め方！
「2022年度宇宙科学人材育成プログラム」参加学生・観測ロケット実験グループ長インタビュー

<https://www.isas.jaxa.jp/home/research-portal/people/2023/0322/>

○観測ロケット実験グループ

<https://www.isas.jaxa.jp/home/kansoku/>

観測ロケットユーザハンドブックを公開している。

今後の打上げ計画一覧

計画名(時期)	実験目的	代表者
S-520-33号機 2023年冬期予定	宇宙工学技術の実証実験	三田 信(宇宙科学研究所)

6. 能代ロケット実験場

教職員：竹崎悠一郎 鈴木直洋 八木下剛 入門朋子 佐藤峻介 荒川 聡 川原康介 谷本圭亮 竹前俊昭

野中 聡 徳留真一郎 芳仲敏成 石井信明

能代ロケット実験場：小林弘明(所長) 杉野伸也 小野寺英之 平川美沙都 鈴木 徹 岡村克之

能代ロケット実験場(NTC)は宇宙科学研究所の附属研究施設の一つとして、1962年に設立され、観測ロケットや宇宙探査機の打上げに使用されてきたMロケット等の推進システム開発のために、飛翔実験に先立って地上での性能確認試験を行ってきた。試験要請を実現するために、最大推力450トンの大型ロケットモータ燃焼試験設備や真空燃焼試験設備が整備されてきた。

また、液酸・液水ロケットエンジンや、液体水素を燃料とするジェットエンジンの研究開発を実施するために、極低温推進剤供給設備が整備された。近年では、極低温推進剤供給設備を活用し、水素エネルギー利用技術に関する研究開発も盛んに実施されている。

実績：

① 水素エネルギー技術の研究

能代ロケット実験場では、様々な外部機関と連携しながら、産業用のエネルギー技術分野と宇宙技術分野に共通する水素、特に液体水素の研究開発を行っている。ここで得られた成果は、水素社会の実現に貢献するほか、液体水素を使用するロケットの機器性能向上や安全性向上に寄与すると期待されている。2022年度は、大規模水素供給技術実証用試験設備において関係機関との共同研究契約および受託試験契約に基づく液体水素供給技術試験(HSD)を同年で実施した。実施した試験は、バルブ、ポンプ、圧縮機、超電導機器、船陸間水素継手、安全基準整備など多岐にわたる。

② 再使用型宇宙輸送システムの研究

宇宙科学研究所の輸送系研究は、地上から深宇宙を

つなぐ軌道間輸送ネットワークの構築を目指す活動を推進している。特に、低軌道への高頻度輸送を実現する再使用ロケットの実現は喫緊の課題であり、再使用ロケット実験機RV-Xの飛行実験に向けた準備が能代ロケット実験場で進められている。また、大気利用(エアブリーザー)による再使用ロケットの高性能化に関する研究開発も実施されている。2022年度はRV-Xの飛行試験に向けた飛行前準備作業と、エアターボロケット(ATRIUM)エンジンの地上燃焼試験が実施された。

③ ロケットモータ燃焼試験

2022年度は、イプシロンSロケット用固体モータ地上燃焼試験が延期となり、実施されなかった。

効果：

大型ロケットモータ燃焼試験設備や真空燃焼試験設備、大規模水素供給技術実証用試験設備など、日本ではNTCにしかないという特徴的な設備があるとともに、実験実施時の管制や計測に必要なインフラが整備されている。さらに1kmに渡る保安距離を確保できるという安全面での優位性が多方面で認識されるようになり、これによって、NTCでしかできない種類の実験の数が年々増加傾向にある。これらの成果も宇宙関連だけでなく、色々な分野で公表され、活用されている。下表に示すように、実験場の試験設備は通年で稼働状態にある。各実験における安全講習や環境教育の徹底、実験環境の改善に継続的に取り組むことで、事故等の発生を未然に防止するよう努めている。

能代ロケット実験場における実験一覧（2022年度）

実験名	実験担当者	作業期間
液体水素供給技術試験（HSD）	小林 弘明・谷本 圭亮	通年
固体設備系定期点検・高圧ガス設備定期自主検査	竹崎 悠一郎・鈴木 直洋	2022年5月16日～6月3日
能代銀河フェスティバル（宇宙イベント）	杉野 伸也・平川 美沙都	2022年8月14日
高圧ガス保安検査	小林 弘明	2022年6月30日
エアターボロケット燃焼試験（ATRIUM-2）	徳留 真一郎	2022年8月9日～8月17日
観測ロケット協力会、地元説明会	小林 弘明	2023年3月20日

7. あきる野実験施設

教職員：後藤 健（施設所長）田口鉄也 芳仲敏成 羽生宏人 徳留真一郎 堀 恵一 嶋田 徹 鈴木直洋
JAXA 他本部職員：八木下剛 森下直樹

あきる野実験施設は、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に必要な設備を保守運用し安全確実な実験を実施する。

実績：

昨年複数回の燃焼試験を実施した高空性能試験設備の点検と水漏れ修理を実施した。昨年に引き続き火星衛星探査計画（MMX）で開発している火星衛星のサンプルを地球に持ち帰るためのカプセルの機能試験が実施された。MMX で開発しているサンプルリターンカプセルは「はやぶさ」、「はやぶさ2」のヘリテージを活用した相似形状であり、減速用パラシュートも同様の機構の採用を予定している。今回の試験は、昨年の試験結果を受けて、計測された背面ヒートシールドダミーの排出速度不足を解消するために、カプセルの取り付け手法を改善し取り付け構造の剛性不足を改善し所定の排出速度を満足することを確認した。小型衛星の軌道離脱用ハイブリッドスラスタの燃焼実験を真空燃焼試験設備で実施した。再使用観測ロケットへの搭載を目指すガス水素・ガス酸素による姿勢制御スラスタの燃焼試験を実施した。イプシロンSロケットの残留推力の推定に必要な低圧での燃焼速度の計測試験を実施した。高エネルギーイオン液体（EILs）を使用したスラスタの地上燃焼試験を実施した。

効果：
サンプルリターンカプセルの背面ヒートシールドダミ

一の排出試験では、カプセルの取り付け構造の剛性不足を解消することで、所定の背面ヒートシールドの排出速度が達成されていることが確認された。MMX の背面ヒートシールドの設計が妥当であることが確認できた。小型衛星の軌道離脱用ハイブリッドスラスタの大气および真空での燃焼試験を実施した。これまでに着火特性は取得していたため、スラスタとしての燃焼試験は今回が最初である。短秒時（5 秒）の大气燃焼試験、短秒時の真空燃焼試験を実施した。今後の設計に有用な燃焼特性を取得することができた。再使用観測ロケット向けにこれまで開発してきた姿勢制御用水素・酸素スラスタは、機体システムの計画変更に伴い、推力をこれまでの半分の70Nにしたスラスタシステムの燃焼特性を取得した。高エネルギーイオン液体を使用したスラスタの燃焼試験では、これまでのものからスケールアップした推力5Nのスラスタの燃焼試験を実施した。高エネルギーイオン液体燃料の流量特性などのデータを取得した後に、スラスタの燃焼試験を実施した。今回は2回の燃焼支援を実施したが、着火することができなかつたため、次年度以降スラスタの燃焼条件を見直し再度試験を計画することとなった。イプシロンSロケットで使用する推進薬の低圧での燃焼速度を計画通り取得し、ロケットの設計に役立てた。このように本年度も高性能試験設備をはじめとした試験設備を最大限に使用し、各種研究開発に貢献することができた。

あきる野実験施設での実験等（2022年度）

実験名	実験担当者	実施時期
高空性能試験設備の点検及び修理	後藤 健	2022年6月8日(水)～6月10日(金)
背面ヒートシールドダミー飛ばし試験	高柳 大樹	2022年6月27日(月)～6月29日(水)
小型衛星軌道離脱用ハイブリッドスラスタB M燃焼試験	長田 泰一	2022年11月14日(月)～12月9日(金)

第11回 GH2/GO2-RCS スラスタ燃焼試験 (RDT11)	志田 真樹	2023年1月30日(月)～2月6日(月)
イプシロンS 推進薬低圧燃焼試験	木下 昌洋	2023年2月6日(月)～2月17日(金)
ガス検知器定期点検	後藤 健	2023年2月9日(木)
第1次 EILs スラスタ地上燃焼試験	羽生 宏人	2023年3月13日(月)～3月23日(木)

8. 科学衛星運用・データ利用ユニット

篠原 育 (ユニット長) 長木明成 小川美奈 小林 悟 長谷川晃子 中平聡志 宮野喜和 福本訓士 吉野良子
西山万里 三村恭子 海老沢研 山村一誠 松崎恵一 高木亮治 山本幸生 戸田知朗 富木淳史 三浦 昭
高須 徹 鈴木 達 山本伸一郎 森井幹雄 真鍋友林 増田敬史 有川裕介 内田ヘルベルト陽二

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、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、運用中の衛星・探査機へのコマンド送信・データ受信を行う地上局のサインや運用を支援する。

実績：

- ① 打上げ予定のミッションの地上系システムの整備および運用中の衛星・探査機の運用を支援した。また、SLS の打上げ・初期運用を支援した。
- ② 地上系インフラ設備の維持・保全活動を通して、プロジェクトによる衛星・探査機運用に貢献した。
- ③ プロジェクトインタフェース窓口業務の対象を WG レベルや運用中の衛星・探査機にも拡大し、科学ミッションの開始から終了までを通して C-SODA 全体のサービス向上に繋げる取り組みをはじめた。
- ④ 福井工業大学のアンテナに於ける EQUULEUS の運用の実現に向けて、ネットワーク整備を開始し、WAN 回線の接続までを予定通り完了した。
- ⑤ 科学衛星・探査機の運用を行う統合化衛星管制ソフトウェア (GSTOS) について、科学衛星等通信設計基準テンプレート対応を実施し、MMX のシステム試験に投入できるように開発を進めた。
- ⑥ 各種システムのコンフィギュレーション情報を一元的に管理できるシステム (COSMS) の開発を進め、第一期整備を予定通り完了した。
- ⑦ 美笹局第二期工事に対応するために、データ伝送システムや GSTOS の改修および単体試験・系内試験を予定通り完了した。
- ⑧ 管制室や衛星運用設備が設置されている B 棟の無停電電源装置の更新を完了した。

効果：

- ① 既存衛星・探査機が正常に運用されるように各衛星・探査機チームを支援することで、それぞれのミ

ッションの成果創出を下支えしている。

- ② GSTOS が科学衛星等通信設計基準テンプレートに対応することで、汎用化が深まり、今後の多様な衛星プロジェクトへの対応がより容易になる。
- ③ 電源需要に最適化し、総容量の低減や省スペース化・冗長化を実現し、今後の安定した電源供給や信頼性・安全性を確保できた。

2. 観測データ等の蓄積・提供

科学衛星・探査機の宇宙科学データ及び工学データベースの運用・開発を進め、宇宙科学データを永続的に保存すると共に利用者のデータ利便性を増進した。

実績：

- ① SIRIUS (科学衛星テレメトリデータベースシステム) の維持管理業務及び衛星時刻校正システム、LITSD (レベル1時系列データ処理用ソフトウェア) の維持管理業務を実施した。
- ② EDISON (科学衛星運用工学データベースシステム) の維持管理業務を実施した。
- ③ DARTS (宇宙科学データアーカイブシステム) は、これまでに引き続き、運用中の衛星・探査機のデータを随時公開するとともに、大学等と協力して過去の科学衛星データを利用できるように整備・公開する活動を実施した。
- ④ クラウドが提供する SaaS (Software as a Service) を利用することで、DARTS の提供するデータ公開サービスを効率的に高度なサービスを開発することのできるかどうかを検討するために、既存アプリケーションのクラウド移行や新規アプリケーションの試行開発を実施し、クラウド化に係る課題を評価した。

効果：

- ① プロジェクトや国内の研究機関との協力によるシステムティックな科学データ整備により、データの保全・長寿命化や利用性を向上することで、科学成果の最大化に貢献している。

9. 月惑星探査データ解析グループ

役職員：佐藤広幸（グループ長）宮崎理紗 梶谷伊織 村上真也 菊地 紘 押上祥子 横田康弘 庄司大悟
山田義彦 宇野 亘 本田和広 山本幸生 田中 智 三浦 昭

当グループは、月惑星探査によって得られた観測データの解析、および解析技術の開発・継承を専門に行う組織である。JAXAの探査計画立案に必要なデータ解析や、新しい月惑星科学の研究を支える高精度データプロダクトの提供、データ利用者拡大を促すサービス提供等を通じて、月惑星探査の成果最大化を目指す。

実績：

- ① MMXの着陸地点検討に資する、Phobosの各種マップを提供した。また着陸地点選定訓練や地上処理系システム構築においてデータ作成の観点から活動のサポートを行った。複数の月着陸ミッションについても、着陸・移動等の運用計画に必要な日照・通信可否解析を行った。
- ② 月の高緯度～極域における世界最高精度の地形データ、およびカラーマッププロダクトを作成した。また、はやぶさ2搭載の光学航法カメラ（ONC）データから高次処理プロダクト（高解像度版全球マップ、解像度マップ等）を作成した。
- ③ 新規観測データのアーカイブ処理を専門とする体制を構築し、各プロジェクトへのサポートを開始した。運用中の探査機では、はやぶさ2・あかつき・みお、また打ち上げ前の探査機では、SLIM・MMX・LUPEX搭載の各機器データのアーカイブ化処理サポート（国際フォーマット準拠化、位置・姿勢情報を格納するSPICEカーネル作成、国際レビュー対応など）を行っている。
- ④ 月惑星探査データをウェブブラウザ上で容易に検索・閲覧できるシステムを開発している。ONC画像用サービス（JADE）では、不具合修正や機能追加が進み、個々の観測データを検索できるだけでなく、3次元立体表示したリュウグウの表面に画像を張り付け表示できるようになった。次年度初頭に一般公開予定である。かぐやデータ用サービス（Virtual Planet）では、月の巨大なデータを閲覧出来るだけでなく、簡易解析やユーザー独自の表示設定ができる。システム本開発は完了し、公開前の準備を現在進めている。
- ⑤ 探査データの認知・利用者拡大を目的としたアウトリーチ活動を行っており、立体模型とプロジェクションマッピング（PM）を組み合わせた、SLIM着陸予定地点の月面模擬装置（図参照）を作成した。ま

た初学者向けの惑星データ処理ソフトウェアの利用講習会を実施した。

効果：

- ① 新しいプロダクト作成技術の開発により、より高精度な地形データを用いた着陸地点解析が可能となった。また、海外月着陸ミッションからのデータ提供依頼を受けるなど、国際宇宙探査において価値のあるデータを生み出せるようになった。
- ② JADEによって画像データへのグラフィカルなアクセス手段が初めて提供され、閲覧が著しく容易になったことにより多様なユーザがデータを利用できるようになった。MMXなど次の小惑星探査でも活用できるシステムであり、先行的な技術獲得に繋がった。
- ③ アーカイブ化処理のサポートおよび機器チームへの情報提供により、プロジェクトが機器開発に専念する時間が増え、業務効率化に繋がっている。
- ④ SLIM着陸地点のPMは、今後探査交流棟などで一般公開される予定であり、来場者が探査データによってより深い理解と関心を得るきっかけとなるだろう。



図. SLIM着陸予定地点の月面模擬装置。実際の月面画像を投影した立体模型と共に、SLIMの着陸シーケンスや周囲の地質を解説。

10. 地球外物質研究グループ

教職員：白井寛裕（グループ長） 橘 省吾 安部正真 岡田達明 鈴木志野 菅原春菜 深井綾汰 矢田 達
西村匡洋 坂本佳奈子 与賀田佳澄 宮崎明子 長島加奈 金丸 礼 田原瑠衣 中野有紗 小嶋智子
石崎拓也

探査機が回収した試料の処理、保存及び活用を推進するとともに、地球外物質の試料の分析技術の研究開発及び試料の分析に基づく研究を行う。また、地球外物質の回収計画の策定に向けた研究活動の支援に関する業務を行う（プロジェクトチームの所掌に属するものを除く）。次世代の惑星探査を志向した研究と開発を行う。

上記に係わる人材育成を行う。また、業務実施に必要な施設及び設備に関する業務を行う。

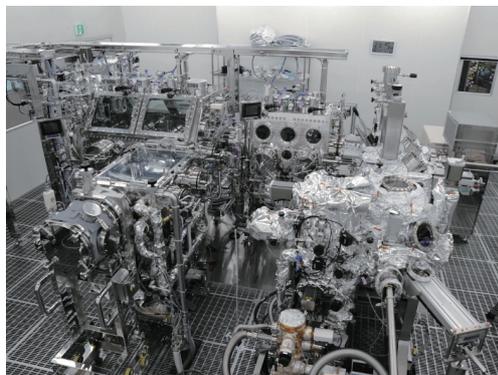
実績：

- 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 「はやぶさ2」が地球に持ち帰った小惑星リュウグウの試料について、試料の回収・記載・保管作業を実施した。
- ③ イトカワ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（JAXA-SP-22-005E, 令和5（2023年2月）。カタログ掲載試料総数は1344。
- ④ リュウグウ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（JAXA-SP-22-004E, 令和5（2023年1月）。カタログ掲載試料総数は1807。
- ⑤ イトカワ試料について、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。これまでの国際研究公募の採択件数は68件、252粒子。
- ⑥ リュウグウ試料について、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。これまでの国際公募研究の採択件数は78件、137試料 447mg。
- ⑦ リュウグウ試料の初期分析期間終了に伴い、返却試料の受入とデータベース登録を行い、国際公募研究の分配対象とした。
- ⑧ コロナ禍以降はじめて対面（ハイブリッド）形式で、11月に国際シンポジウム（宇宙物質科学シンポジウム）を開催した。リュウグウ試料で得られた詳細分析成果発表など活発な議論と情報交換が行われた。参加者数は208人（うちオンラインが80人）であった。
- ⑨ OSIRIS-RExが2023年に地球に持ち帰る予定の、小惑星ベンヌ試料の受入施設の整備を開始した。新規クリーンルームは2022年度に完成し、クリーンチャンバーは製造に着手した（納品は2023年度予定）。
- ⑩ MMXが2029年に地球に持ち帰る予定の、火星衛星フォボス試料受入施設の仕様検討を開始した。

- ⑪ コンタミネーションコントロール技術の向上と、将来のサンプルリターンミッションに備えた開発研究を実施した。
- ⑫ 関連する施設・設備の維持運用を行った。
- ⑬ 共同研究員および大学院生などの受け入れを行い、地球外試料分析研究を含む活動を通して、研究者育成などを積極的に進めた。

論文成果：

- ① 2022年度は、昨年度実施したサンプルの初期記載作業及び非破壊的分析に加え、本格的な初期分析（サンプルの破壊的分析を含む）を行い世界最高水準の成果を創出した。具体的には、初期記載およびキュレーションにかかわる研究成果が Nature Communications 誌・Nature Astronomy 誌などに15編掲載された。初期分析研究における成果が Science 誌・Nature Communications 誌などに23編掲載された（内 Science 誌に5編掲載された）。主要3編を以下に記す。
 - i. Yokoyama *et al.* “Samples returned from the asteroid Ryugu are similar to Ivuna-type carbonaceous meteorites”, Science (2022).
doi.org/10.1126/science.abn7850
 - ii. Nakamura T. *et al.* “Formation and evolution of carbonaceous asteroid Ryugu: Direct evidence from returned samples”, Science (2022).
doi.org/10.1126/science.abn8671
 - iii. Naraoka *et al.* “Soluble organic molecules in samples of the carbonaceous asteroid (162173) Ryugu”, Science (2023),
doi.org/10.1126/science.abn9033



「はやぶさ2」帰還試料受入れ作業およびリュウグウ試料の初期記載に用いているクリーンチャンバー

アウトカム：

- ① 小惑星リュウグウのサンプル（試料）からは、炭酸を含む液体の水やアミノ酸などの有機物が発見されており、小惑星がスノーラインの外側の太陽系の外縁部の物質を取り込み、太陽系の内側へ運ばれ、水質変成や有機物の合成などの物質深化が進んだのちに、地球へ運ばれたことが分かってきた。つまり、以上の成果は、彗星や小惑星等が地球の水や有機物の材料物質を運んできた、という「太陽系の形成モ

デル」に対して、特に「小惑星」が地球の水や有機物の材料物質を運んだことを強く示唆する結果となり、「太陽系の形成モデル」に対して、一石を投じる成果となった。

※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】の項を参照したい。

11. 深宇宙追跡技術グループ

教職員：竹内 央（グループ長）吉川 真 市川 勉 川原康介 戸田知朗 富木淳史 鳥居 航 水野貴秀
村田泰宏 杉本理英

1. 運用中の深宇宙ミッションの追跡支援

運用中の衛星・探査機の追跡支援として、「はやぶさ2」、「あかつき」、「GEOTAIL」、「BepiColombo」、「EQUULEUS」、「OMOTENASHI」、「ORION」のミッションのための作業を行った。

実績：

- ① 「はやぶさ2」については、拡張ミッションのための追跡・軌道決定を行った。DDOR 計測を担当した。
- ② 「はやぶさ2」の NASA/DSN における追跡に関しては、拡張ミッションについての DSN の利用の調整を DSN 側担当者で行った。さらに、2023 年の「はやぶさ2」拡張ミッション運用について、DSN 局の利用方法に関する基本的な方針について調整した。
- ③ 「あかつき」については、定常的な軌道決定を実施した。
- ④ 「GEOTAIL」については、定常的な軌道決定及び停波運用向けのアンテナ予報値作成等の作業を実施した。
- ⑤ 「BepiColombo」に関連しては、対 ESA 対応およびアンテナ予報値の作成を行った。
- ⑥ 「OMOTENASHI」、「EQUULEUS」については軌道決定及び DDOR 観測を対応した。また、通信系業務を担当とした。
- ⑦ 「ORION」については臼田、内之浦局を用いた 3-way ドップラデータのリアルタイム伝送サービスを NASA に提供した。

効果：

現在運用中の衛星・探査機については、順調に追跡支援を行うことができ各プロジェクトに貢献できた。

2. 将来の深宇宙ミッション支援

打上げ前の将来ミッションに関して、軌道決定や通信関連の作業を行った。

実績：

- ① 将来ミッションである SLIM、火星衛星探査計画（MMX）、DESTINY+ の軌道決定に関連する検討を進

めた。

- ② OMOTENASHI, EQUULEUS の FM 搭載通信系や地上系についての打上げ前試験及び軌道決定に関連する事前検討を行った。
- ③ NASA の ORION に関して、JAXA 局での追跡支援についてインターフェースを確立し LRO を用いて追跡支援の事前準備を行った。
- ④ LUPEX、与圧ローバ等の月面着陸機の精密位置決定手法の検討を行った。

効果：

将来ミッションについて、その軌道や通信関係についてサポートすることで、各ミッションの実施に向けて貢献した。

3. 深宇宙局に関する作業

国内の深宇宙局に関する作業として、臼田局および美笹局の運用支援、将来の深宇宙局の体制についての検討を行った。

実績：

- ① 臼田 64m 局、内之浦 34m 局、美笹 54m 局に関する諸作業を行い、衛星・探査機の運用を支えた。
- ② 内之浦後継局も含めて今後の深宇宙局の整備についての検討を行い、ユーザ要求に関連してとりまとめを行い、問題点を整理した。この検討や取りまとめの作業は、追跡ネットワーク技術センターおよび国際宇宙探査センターと協力して行った。
- ③ Malargüe 局を JAXA で利用する可能性について、ESA との協議を継続して行った。
- ④ アンテナのアレー化については、今後の方針についての議論を行った。

効果：

臼田局および美笹局での運用に貢献した。また、今後の深宇宙局を JAXA としてどのように整備していくのがよいかについて、具体的な情報を整理し議論の土台

となるものを提示することができた。

4. その他の事項

その他、深宇宙探査機の追跡に関連する以下の作業を行った。

実績：

- ① 追跡データをテキスト形式の TDM に変換するシス

テムを実運用環境で稼働開始した。

- ② NASA との Generic cross support agreement の議論を追跡ネットワークと行い、JAXA 内の調整を終えた。

効果：

これらの作業で、今後、データの汎用性が高くなり、小型ミッションの追跡サポートが得やすくなった。

12. 研究開発部門（相模原）

ISAS と研開部門の協力基本計画に沿った 2015 年 10 月の組織改正により、旧 ISAS 専門技術（DE）グループは発展的に解消し、研開部門（第一研究ユニットおよび第二研究ユニット）に統合された。これにより、旧 ISAS 専門技術グループに属する一般職職員の多くは研開部門に移籍したが、相模原在勤として引き続き宇宙科学プロジェクトに参画する体制となった。一方、教育職職員の DE 活動は組織としては長らく未定義となっていたが、2021 年度に発足した ISAS 専門・基盤技術グループにより再組織化された。このような枠組みを通して、ISAS の一般職

職員および教育職職員と研開部門に属する一般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と、それらを通じた人材育成を推進している。今後もこの協働体制を維持・強化することが重要である。

以下、各ユニットの成果等について記載する。

a. 第一研究ユニット

教職員：福田盛介 廣瀬史子 植田聡史 池田 人 佐藤峻介（～8月）大野 剛 坂本拓史 伊藤琢博 吉川健人
石田貴行 三好航太 菊池隼仁 中尾達郎 平澤 遼 金谷周朔 岩城拓弥 小野稜介 横田健太朗（6月～）

1. 概要

研究開発部門の第一研究ユニット（相模原）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・探査ミッションに対し、軌道解析、航法、誘導制御、ロボティクス、電子部品、デバイス、電源、通信、データ処理、地上局運用など多岐にわたる技術分野において、主体的に貢献している。またそれらの活動を通じて、上記分野の専門技術の向上を図り、将来のミッションに必要な研究開発を、宇宙研の専門・基盤技術グループをはじめとした内外の関係部署と連携して進めるとともに、人材の育成を行っている。

2. プロジェクト支援

- ・「はやぶさ2」では、引き続き、システム、航法誘導制御を担当しつつ、拡張ミッションの運用に参画し、省力化された探査機運用や人材育成など、多様な観点での支援を行った。
- ・小型月着陸実証機（SLIM）では、ピンポイント着陸を実現するための画像航法系（航法カメラの開発を含む）や航法誘導制御系、軌道計画系の各担当として、FM・製作試験フェーズの開発活動を担当し、システム試験、射場作業を支援するとともに、運用性総合試験や End

to End 試験など、地上設備を含め、運用条件を反映した統合的検証を進めた。並行して、運用訓練計画立案および実施を担当した。電源系では、電源制御系に対する独立検証等を行った。また、搭載小型ローバ LEV の開発を担当した。

- ・SLS 搭載超小型探査機（OMOTENASHI/EQUULEUS）では、システム、軌道計画、熱、電気の各担当として、打上げ準備及び運用に精力的に取り組んだ。OMOTENASHI は探索運用が必要となったため、想定される探査機モードや探索方法を網羅的に検討し、日々の運用に携わっている。
- ・火星衛星探査計画（MMX）では、軌道計画・決定、航法誘導制御、システム、ローバ開発、サンプリング装置、カプセル等の各担当として、詳細設計フェーズの作業に貢献した（ミッション運用設計や GNC 検証の取りまとめ、コアラ装置やサンプルリターンカプセルの開発・検証など）。
- ・2021 年度にプロジェクト移行した DESTINY+ では、スパイラル上昇中の発生電力の評価や、SAP の熱衝撃試験や極低温サイクル試験・評価を行う等、詳細設計フェーズの作業に貢献した。
- ・再使用ロケット RV-X では、航法・誘導制御系の取り

まとめとして、モーションテーブル試験を完了し、飛行安全審査通過に貢献した。また、能代ロケット実験場にて各種試験を実施し、必要なデータを取得・評価することで次年度に予定されている飛行試験の準備を進めた。

- ・超精密フォーメーションフライト技術実証機（SILVIA）では、システムの取りまとめ、航法誘導制御の担当としてプリプロジェクト準備フェーズ（Pre-Phase A2）への移行を目指し、衛星のシステム設計や開発方式の調整や、ミッションのキー技術である高精度相対航法に関する技術検討を進めた。
- ・HTV-Xによるゲートウェイ補給ミッション、月極域探査機 LUPEX、中型ランダ、月探査促進ミッション LEAD 等、多岐に渡る探査ミッションの軌道計画、誘導制御、システム検討に参画した。

3. 基盤技術研究、要素技術開発

- (1) 連続ダイナミクスを表現可能な深層学習“Neural ODE”によるミッション設計の技術革新
- (2) 宇宙機間の通信制約を考慮した編隊飛行制御アーキテクチャ検証手法の研究

- (3) 太陽条件変化に強い特徴点検出法の研究
- (4) 月面探査ローバの自己位置推定技術における Visual SLAM 手法の適用検討
- (5) ペロブスカイト太陽電池の放射線耐性評価、大気球搭載実証
- (6) スケーラブル完全孤立系燃料電池の研究開発
- (7) SpaceWire の高度化研究
- (8) ホッピングローバの研究開発
- (9) フォーメーションフライトの研究
- (10) EDL&R 研究（ドローンによるカプセル探索技術等）
- (11) 柔軟エアロシェルを用いた観測ロケット小型実験データ回収システム（RATS）
- (12) 月面着陸用インフレータブル構造の研究開発
- (13) 小惑星サンプルリターンに向けた超小型ロボットによる探査・掘削技術の研究

4. 研究設備の維持管理

軌道解析サーバ類、推進系地上試験装置、小型飛翔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. 第二研究ユニット

職員：松本康司 小川博之 大川恭志

1) 推進系グループ

職員：志田真樹 八木下剛 渡邊裕樹 松永芳樹 道上啓亮 張 科寅 後藤健太 竹崎悠一郎 森下直樹 大川恭志

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おり、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)、「はやぶさ 2」, 「あらせ」(ERG), 「みお」(BepiColombo/MMO) 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。
- ・「SLIM」, 「XRISM」, 「MMX」, 「DESTINY+」 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。SLIM, XRISM はシステム組立および試験を完了し、一部の射場作業を進めた。

- ・「ソーラー電力セイル探査機」(OKEANOS)「OPENS」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。
- ・「1 段階再使用化に向けた飛行実験」(RV-X) はフェーズ 1 で実証を目指す小型実験機の飛行実験について、推進系及び運用に関わる検討を実施した。
- ・「ETS-9」では、電気推進（ホールスラスタ）の開発において、ホールスラスタモジュール（PM）の耐久試験やパワープロセッシングユニット（EM）とのかみ合わせ試験などを通し、課題解決を支援した。また、これまでの成果を受け、第一部門では国産ホールスラスタの CDR2-2 が 6 月に開催され、完了した。
- ・「OMOTENASHI」では、推進系を中心に開発・運用を支援し、初期運用の異常原因究明を実施した。
- ・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、開発を継続して実施。

3. JAXA 横断的な連携活動

・「ホールスラスタの競争力強化の研究」, 「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」, 「再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究」, 「新世代小型ロケット(S1)」, 「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)」, 「固体ロケット用レーザ点火システムの研究」, 「デブリ除去電気推進技術の研究」, 「イプシロンロケットプロジェクト 固体ロケットのスラグ低減研究」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

- ・燃料電池統合型二液推進系の研究
- ・酸水素補助スラスタの開発
- ・水素エネルギー基盤技術の研究
- ・2液推進系酸化剤と推進系配管の長期接液による酸化剤劣化の研究
- ・2液推進系の着火衝撃メカニズム解明の研究
- ・セラミック金属接合スラスタの研究開発
- ・小型飛翔体の機能向上に関する研究開発

2) 熱・流体グループ

職員：太刀川純孝 篠崎慶亮 澤田健一郎 西城 大 金城富宏 秋月祐樹 小澤宇志 高柳大樹

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」(PLANET-C), 「はやぶさ 2」, 「BepiColombo/MMO」, 「あらせ」(ERG), 「XRISM」, 「火星衛星探査計画(MMX)」, GAPS, イプシロンロケット, 観測ロケット, 「SLIM」, 「DESTINY+」, 「SOLAR-C」, 「LiteBIRD」, 「JASMINE」, 「JUICE」, 「CAESAR」, 「Comet Interceptor」, 「Athena」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(RT-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
- (16) 機能性白色コーティングの研究開発
- (17) 3D printing を用いた高性能蓄熱デバイスの研究
- (18) 耐衝撃高性能断熱技術の研究
- (19) 濡れ性制御を適用した熱拡散・熱輸送一体型デバイスの研究
- (20) ヒートポンプの研究
- (21) 傾斜機能型アブレーション熱防御システムの研究
- (22) デブリ除去及びセミコントロールドリエンタリに向けた大気突入技術応用研究
- (23) 希薄空気力学の研究
- (24) エアロシェル周りの輻射の研究
- (25) 放射率測定装置の開発
- (26) 高断熱材の熱伝導率測定手法の開発
- (27) パラシュートの研究
- (28) 放射率の推算に関する研究
- (29) エレクトロクロミック型放射率可変デバイスの開発
- (30) メタサーフェスを利用した極低温ラジエータの開発
- (31) 指向性ラジエータの開発
- (32) 飛行環境計測技術の研究開発
- (33) 空中捕獲用パラフォイルの研究開発
- (34) 大気突入機の空力安定性の研究

3) 構造・機構・材料グループ

職員：河野太郎 馬場満久 西城 大 岩淵頌太 羽森仁志 白鳥弘英

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。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、打上げに至ったプロジェクト（「BepiColombo」）開発中のプロジェクト（「SLIM」, 「火星衛星探査計画（MMX）」, 「DESTINY+」）, プリプロジェクト, 実験グループ（大気球, 観測ロケット）に、構造系担当その他として参加している。また、技術のフロ

ントローディングや、「Comet Interceptor」などの所内プロジェクト, 「LAPYUTA」などのワーキンググループの活動に、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
- (5) 観測ロケット実験用データ回収システムの構造開発
- (6) サンプルリターン用カプセル搬送機構の開発
- (7) 探査機の運用に伴うレゴリス飛散予測技術
- (8) 薄層化 CFRP の極低温下での漏洩特性に関する研究
- (9) 宇宙機搭載用伸展式 CFRP ブームの長期収納性に関する研究

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、宇宙環境利用専門委

員会、大気球専門委員会、国際宇宙探査専門委員会、宇宙科学の将来フレームワーク検討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、宇宙輸送系専門委員会が宇宙工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。2022年度は第10期の2年目としての活動を行なった。

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：ミッションの創出・提案の充実を図るため、宇宙理学委員会としてワーキンググループ (WG) 活動・リサーチグループ活動を推進し、戦略的開発研究経費の配分 (1.2 項) により、各段階で必要な開発研究を進めるよう促した。

昨年度のミッション立ち上げ実施方法検討タスクフォースの提言に基づき、戦略的中型創出グループ (Groupe de Discussion Intensive: GDI) として、太陽系科学 GDI、宇宙物理学 GDI の設置を行った。GDI メンバは理学委員、対応研究系、および理学委員長選出メンバからなり、研究系と協力しつつ、戦略的中型ミッションの創出にむけ活動を行っている。活動の一環として、時限付 WG の提案がなされた。GDI が勧奨する時限付 WG の設置に関しては、活動経費も含め迅速な対応を行うべく、評価小委員会を設置して対応した。

また公募型小型計画公募が宇宙科学研究所より 2022 年 5 月に発出された。8 月末の締め切り後、所の諮問に対応し、宇宙工学委員会と合同で評価委員会を設置、審査を行い、「惑星科学、生命圏科学、および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡計画 (LAPYUTA)」をミッション候補とする答申を行った。

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、ミッションコンセプト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。時限付 WG 設置による活動に伴い、従来から若干異なる進め方で進めた。WG を対象に 2022 年度活動に対する研究提案を公募し、ヒアリングを含む審査を経て、

8 つの WG に対して総額約 9,100 万の研究資金を配分した (うち 960 万分は 1WG の再評価結果による追加配分)。提案書およびヒアリングにより注力すべき技術課題を WG と共有し重点的配分をおこなっている。成果報告書はコミュニティで共有され、また理学委員によって確認、必要に応じフィードバックが行われる。また、年度途中に設置された時限付 WG の活動に対して、約 3,500 万を配分した。

ワーキンググループ：

2022 年度に活動を行った WG は以下の通りである。

{時限付 WG (戦略的中型)}

GDI での議論、推薦に基づき、3 つの時限付 WG が設置された。

- ・銀河進化・惑星系形成観測ミッション
- ・広帯域 X 線撮像分光ミッション
- ・次世代小天体サンプルリターンミッション

[公募型小型]

以下の 5WG は、2022 年度の公募型小型に応募をした。

- ・編隊飛行による地球電磁気圏・熱圏探査衛星計画 (FACTORS) WG
- ・磁気リコネクション・粒子加速 (PhoENIX) WG
- ・広帯域 X 線高感度撮像分光衛星 FORCE WG
- ・惑星科学、生命圏科学、および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡計画 (LAPYUTA) WG
- ・月の縦孔・地下空洞直接探査 (UZUME) WG

以下の MACO WG に関しては、戦略的海外共同計画を副カテゴリーとしているが、国際 Marc Ice Mapper への協力も含め検討をおこなった。

- ・周回・探査技術実証機による火星宇宙天気・気候・水環境探査 (MACO) WG

[小規模]

- ・FUJIN WG
- ・K-EUSO (JEM 曝露部搭載機器、国際ミッション対応) WG

[小規模（戦略的海外協同計画）]

- ・LISA WG
スコープの変更が説明，承認された。
- ・系外惑星赤外分光 WG

2022 年度中にステータスが変わったもの

- ・STORM WG 戦略的海外共同ミッションとして，NASA MIDEX 候補の STORM（Solar-Terrestrial Observer for the Response of the Magnetosphere）に極端紫外線観測機を搭載すべく開発を行っていたが，STORM 計画が Phase B に選出されなかったために，WG 活動を終了した。

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。提案書の内容に関し，審査委員会と提案者間でメール質疑を行なう，継続課題については前年度報告書について進捗や重点事項を確認する，などの丁寧な審査を通じて将来の宇宙ミッションに展開可能な技術開発となるようなガイドを行なう。

実績と効果：2022 年度向けの新規提案 7 件を含む 18 件の提案に対し，15 件の提案を採択し総額 3,000 万円を配分し，大学研究者との共同研究として実施された。採択の内訳は，X 線技術 5，紫外線技術 1，赤外線技術 4，地球・惑星観測技術 4，共通技術 1 とバランスがとれたものであった。成果報告書は年度末までに提出され，計画と実績，国内宇宙コミュニティとの関係も含め評価し，2023 年度への継続申請課題では，評価結果も参考としている。

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

2022 年度は，COVID-19 対応のためにすべてオンライン

開催であったが，5 回の理学委員会開催とともに，宇宙工学委員会と合同での理工学合同委員会を合計 5 回開催し，理工合同・連携を踏まえた活動を行った。理学委員会としてはミッションの創出・ミッションの定義・ミッションの実行の各段階における宇宙理学委員会の役割を踏まえ，GDI 活動および公募型小型の選定に協力した。これらの活動については，適宜委員会でも状況が共有された。

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，各種実験の評価や進行中のミッションに関する科学的評価を行なった。運用中の「ひさき」，「あらせ」GEOTAIL に関する後期運用延長審査をおこなった。また，GEOTAIL に関しては，運用延長が認められた後に運用継続条件であったデータレコーダに不具合が生じたため，プロジェクト終了を行うこととなり，それに伴う科学評価にも協力した。また，「ひので」に関しては，SOLAR-C プロジェクト化予定に伴いプロジェクト終了を行うことになり，ひので成果・教訓を適切に引き継ぐために科学的総括と評価，および 2024 年度以降の運用延長に関する科学的評価を実施した。

また，ESA M-class mission (M7) 参加検討 RG が新設され，また X 線ガンマ線偏光観測リサーチグループ，MeV ガンマ線観測検討 RG，着陸機による火星環境探査 RG の延長が認められた。

宇宙理学委員会の下に設置された専門委員会は，それぞれ活動を進めた。キュレーション専門委員会は「はやぶさ 2」のサンプル受入，解析を行なうキュレーション設備や活動について評価や助言を行った。観測ロケット・宇宙環境利用・大気球の各専門委員会は，各インフラを利用した実験の公募審査や研究計画の審議を行った。国際宇宙探査専門委員会は，月近傍ゲートウェイ計画などに対し，宇宙科学の観点から助言・提言を行った。宇宙科学の将来フレームワーク検討委員会は，2040 年頃を念頭に，宇宙科学探査のあるべき将来像とそこに至る方策についての検討・提言を行った。

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。

2022 年度は第 10 期の活動を行った。

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：

- ・デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証
- ・再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究
- ・トランスフォーマー宇宙機の実現とその応用に関する研究
- ・超小型宇宙機による外惑星探査実証
- ・次世代小天体サンプルリターン

運用：

- ・「れいめい」衛星による工学研究

要素技術研究：

- ・火星探査航空機の研究開発
- ・惑星表面の極限地形へ到達するための小型移動体の技術開発
- ・月惑星探査機向け 1 Way 測距装置に関わる研究開発
- ・冷却光学系のアライメント測定法
- ・深宇宙サンプルリターン計画にむけた先進的サンプルリターンカプセル技術に関する研究
- ・展開型柔軟エアロシエル大気圏突入システムの技術実証
- ・合成開口レーダによる超小型衛星太陽系探査ミッションのための形状安定性に優れた CFRP 製展開型平面アンテナ
- ・将来深宇宙探査に向けた革新的超小型推進システム技術実証
- ・光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合
- ・衛星搭載ネットワーク・ソフトウェアアーキテクチャの創生
- ・インフレータブル部材で構成する一時利用構造 (TIS) の研究開発
- ・将来宇宙輸送システム構築のための飛行実証に向けた要素技術研究
- ・高比推力・高推力を両立する高効率多層ヒータによる電熱型電気推進
- ・電気推進機における昇華性推進剤の検討
- ・極低温における熱制御技術
- ・深宇宙・表面探査用ワンチップ無線機
- ・木星以遠天体の周回探査を実現する深宇宙固体キックモータの研究
- ・探査機用機構部品のための樹脂系固体潤滑剤の開発としゅう動部の寿命予測法の構築
- ・小型飛翔体の機能向上に関する開発研究
- ・3D 積層造形を用いた多機能部材の研究開発
- ・深宇宙ランデブードッキング技術の研究
- ・カプセル型再突入飛翔体の信頼性向上 ～はやぶさ 2 における重要インシデントの有無の解析と解明～
- ・実宇宙機プロジェクトにおける高精度指向制御達成に向けたモーションコントロール技術の研究開発
- ・超小型ソーラー電力セイルの開発研究
- ・重力天体の地下探査とその場資源利用に向けた深部掘削技術に関する研究
- ・気球への応力を減らした放球方法の開発

実績と効果：外部発表の実績は、学術論文 68 件、国際学会発表 122 件、国内学会発表 305 件、受賞 16 件、招待講演 18 件、特許 5 件、その他（プレスリリース等）

30 件。代表的な成果は以下のとおり。

- ①「デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証」WG では、2024 年度に打ち上げ予定の観測ロケット S-520-34 号機実験用液体推進剤デトネーションエンジンの作動に成功した。液体推進剤（エタノール-N2O）に対し、デトネーション伝播の撮影に成功し、最大 3 秒の試験に成功して理想的な推力を得た。また、作動特性実験において最大 15 秒の燃焼を達成し、燃焼器-供給系の相互作用を理解した。S-520-34 号機用デトネーションエンジンシステム 2 (DES2) PFM 基本設計を完了し、BBM の設計が完了した。
- ②「再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究」WG では、宇宙科学研究所の持つエアプリーザー・再使用ロケット技術を中核とする独自の観測ロケットを提案し、主要 4 課題（①システム研究、②エンジン試作研究、③空力要素研究、④エンジン燃焼試験）を計画通り遂行した。昨年度試作が完了した ATRIUM エンジンの特性評価を目的に二次燃焼器を含む総合燃焼試験を実施した。また、小型 FTB の機体設計とコンポーネントの部分試作にも着手した。
- ③「トランスフォーマー宇宙機の実現とその応用に関する研究」WG では、ロバスタな軌道遷移を実現できる軌道生成を行い、高忠実度モデルによる軌道制御成立性、移動制御を実現する平衡形態・姿勢の最適化、平衡姿勢の安定化制御の検討を行った。サブシステムについて、ヒンジの設計更新や試験環境構築、全パネル搭載状態の構造機構設計、ヒンジの熱試験結果による熱解析制度の向上、パネル間無線通信の成立性検討のためのモデル構築を行った。理学観測機器について、仕様検討と姿勢擾乱の影響評価や、BBM による実証試験を実施した。
- ④「次世代小天体サンプルリターン」WG では、ミッション検討として、工学検討とともに理学検討を積極的に進め、本年度の目標としていた対象天体とミッション範囲の整理を実施した。探査システム検討として、提案してきた往還機-着陸機の複数機システムの検討を進め、接近方法やサンプル受け渡し方式案の検討、および往還機構成検討を予定通り実施した。キー技術の獲得として、重要技術と設定した往還機-着陸機の I/F 等について、軽量ドッキング機構、サンプル受け渡し機構、RF センサ等の試作・評価を予定通り実施した。

2.2 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

2022 年度は、第 10 期（2 年目）宇宙工学委員会として、所内 14 名、所外 15 名（JAXA 職員 1 名を含む）の 29 名に、理学委員長を加えた 30 名の委員により、6 回

の工学委員会開催とともに、宇宙理学委員会と合同での理工学合同委員会を合計5回開催し、理工合同・連携を踏まえた活動を行った。工学委員会としてはミッションの創出・ミッションの定義・ミッションの実行の各段階における宇宙工学委員会の役割を踏まえ、より多くのミッションの創出につながるための戦略的開発研究費によるWG/RG活動の支援（WG主査会議の開催、年度末評価による研究成果の評価、ミッション提案にむけた準備進捗の確認とWG活動へのフィードバック、ISASが実施する各審査への参加）を実践した。「超小型ソーラー電力セイルによる航行技術実証WG」の設置申請を受け、宇宙工学委員から評価員を選定し、審議プロセスを経てWG設置が承認された。

また、理工合同での活動として、昨年度のミッション立ち上げ実施方法検討タスクフォースの提言に基づき、戦略的中型創出グループ（Groupe de Discussion Intensive: GDI）として、太陽系科学GDI、宇宙物理学GDI、宇宙工学GDIの設置を行った。宇宙工学GDIは宇宙工学委員からなり、運営委員会と3つのサブ委員会（探査、科学衛星、輸送）にて構成され、2040年代までの中長期を見通して実施されるべきミッション群を議論し、戦略的中型ミッションの創出活動、および、今後の宇宙科学・探査ミッションに向けて研究の加速が必要な重点技術の整理・更新を行っている。そして、活動の一環として、GDIから戦略的中型ミッション#3に向けた時限付WGの提案がなされた。時限付WGの設置に関しては、活動経費も含め迅速な対応を行うべく、評価委員会を設置して対応した。GDIでの議論、推薦に基づき、以下の3つの時限付WGが設置された。

- ・銀河進化・惑星系形成観測ミッション
- ・広帯域X線撮像分光ミッション
- ・次世代小天体サンプルリターンミッション

また、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、各種実験の評価や進行中のミッションに関する科学的評価を行なった。公募型小型計画公募が宇宙科学研究所より2022年5月に発出された。8月末の締め切り後、所の諮問に対応し、宇宙理学委員会と合同で評価委員会を設置、審査を行い、「惑星科学、生命圏科学、および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡計画（LAPYUTA）」をミッション候補とする答申を行った。なお、宇宙工学委員会のWGからは、「超小型ソーラー電力セイルによる航行技術実証WG」が公募型小型に応募をした。

2.3 専門委員会の活動

観測ロケット・宇宙環境利用・大気球の各専門委員会は、各インフラを利用した実験の公募審査や研究計画の審議を行った。国際宇宙探査専門委員会は、月近傍ゲートウェイ計画などに対し、宇宙科学の観点から助言・提言を行った。宇宙科学の将来フレームワーク検討委員会は、2040年頃を念頭に、宇宙科学探査のあるべき将来像とそこに至る方策についての検討・提言を行った。宇宙輸送系専門委員会は、宇宙科学コミュニティが実施する宇宙輸送系に関する研究計画の立案等を行った。

注) 宇宙輸送系専門委員会以外は理学委員会と共同所管

VIII. 外部資金・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、千葉工業大学惑星探査研究センター（PERC）の惑星探査基盤技術開発・人材育成拠点、東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構（Kavli IPMU）の硬 X 線・ガンマ線イメージング連携拠点が、それぞれの成果創出に向けて活動しており、採択時に定めた実施計画に則り順調に研究開発を進めている。東京大学の開発拠点については 2022 年度末にて拠点協定が終了を迎えたが、大学からの予算処置、

外部資金獲得、大学発ベンチャー企業との連携により、拠点事業終了後も様々な形で研究活動を継続することとなった。また大学との協力事業として、過去に大学共同利用連携拠点として連携協力していた名古屋大学宇宙地球環境研究所（ISEE）との連携により、太陽圏サイエンスセンターを設立し、統合解析ツールや標準化されたデータの活用にもとづく融合研究によって、太陽圏システム科学を推進している。

一方、分野別の協力として、岩手大学（先端工作技術）、金沢大学（先端工作技術）、会津大学（データ解析）、埼玉大学（X 線）、東京大学（赤外線観測）、立教大学（人材育成）、岡山大学（キュレーション）の各大学と協定等の下での連携活動を行っている。

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）、使途特定寄付金（寄付金）、その他（補助金等）がある。

2022 年度の外部資金の詳細については以下のとおり。

a. 科研費による研究

	研究種目	研究課題	所属	研究代表者	2023年度交付額計 (直接+間接) 単位:円
1	学術変革領域研究(A)	X線領域の観測技術の革新によるダークマター探索	宇宙物理学研究系	山崎 典子	20,280,000
2	学術変革領域研究(A)	超秩序構造物質のマクロスケール物性と局所電子状態の計測	学際科学研究系	石川 毅彦	55,900,000
3	学術変革領域研究(A)	生物班:CO環境で成立する生物圏の解明	学際科学研究系	鈴木 志野	53,820,000
4	学術変革領域研究(B)	革新的超小型衛星による機動的で高頻度な深宇宙探査領域の開拓	学際科学研究系	船瀬 龍	3,380,000
5	学術変革領域研究(B)	高頻度な深宇宙探査のための準自律的な軌道決定・計画手法に関する研究	宇宙機応用工学研究系	尾崎 直哉	520,000
6	基盤研究(S)	宇宙機用次世代ホールスラスト技術の検証と超高速プラズマジェット生成機構の解明	宇宙飛行工学研究系	船木 一幸	22,100,000
7	基盤研究(A)	革新技術による固体ロケットの高機能化と低コスト化に関する実証的研究	宇宙飛行工学研究系	森田 泰弘	10,140,000
8	基盤研究(A)	太陽フレア秒角硬 X線撮像分光観測で探る宇宙プラズマと宇宙高エネルギー現象の研究	宇宙物理学研究系	渡辺 伸	10,270,000
9	基盤研究(A)	蛍光顕微鏡を用いた宇宙生命体探査法の構築	太陽系科学研究系	塩谷 圭吾	22,520,000
10	基盤研究(A)	ディフューズオーロラ現象が放射線帯高エネルギー電子降下に与える影響の解明	太陽系科学研究系	浅村 和史	12,090,000
11	基盤研究(A)	高精度ゴッサマー宇宙構造物システムの実現に向けた解析・設計理論構築と実験検証	宇宙飛行工学研究系	宮崎 康行	13,780,000
12	基盤研究(A)	南極周回気球による超高感度宇宙線反粒子観測で拓く暗黒物質探索の新展開	学際科学研究系	福家 英之	7,670,000
13	基盤研究(A)	光格子時計の宇宙応用による標準理論を超えた物理学の開拓	宇宙物理学研究系	国分 紀秀	28,860,000
14	基盤研究(A)	超新星残骸・銀河団・実験室プラズマの精密X線分光で探る「宇宙の標準光源」の多様性	宇宙物理学研究系	山口 弘悦	11,830,000
15	基盤研究(A)	高分散コロナグラフによる系外惑星大気の探索	宇宙物理学研究系	河原 創	1,136,771
16	基盤研究(B)	宇宙機搭載用低温作動型推進系統合燃料電池及び水素キャリア新方式の産業応用の研究	宇宙飛行工学研究系	川口 淳一郎	3,250,000
17	基盤研究(B)	原始重力波の直接観測に向けた波形干渉を用いたレーザー干渉計の実験実証	宇宙物理学研究系	和泉 究	2,080,000
18	基盤研究(B)	惑星磁気圏 in-situ 多点観測を目指した小型高エネルギー電子分析器の軌道上実証	太陽系科学研究系	篠原 育	130,000
19	基盤研究(B)	太陽系外における地球型惑星大気の検出に向けた紫外線観測技術の新展開	太陽系科学研究系	村上 豪	1,430,000
20	基盤研究(B)	高信頼性 LSI の開発コスト削減に向けたソフトエラー耐性スクリーニングの実現	宇宙機応用工学研究系	小林 大輔	2,990,000
21	基盤研究(B)	超小型惑星探査機の実現にむけた展開型エアロジェル技術の先進的応用に関する研究	宇宙飛行工学研究系	山田 和彦	2,600,000
22	基盤研究(B)	軽ガス銃による実飛行等価環境で検証された高精度・高信頼度の輻射加熱予測手法の開発	学際科学研究系	藤田 和央	2,600,000
23	基盤研究(B)	熱スイッチング機能を有する宇宙機用放熱材料のふく射特性向上に関する研究	研究基盤・技術統括付	太刀川 純孝	5,330,000
24	基盤研究(B)	高加熱燃焼場のガス計測と反応解析に基づくハイブリットロケット燃料の高性能化	宇宙飛行工学研究系	堀 恵一	4,290,000
25	基盤研究(B)	精密X線分光時代の高統計光子データを使った再構成による新分野の開拓	宇宙物理学研究系	前田 良知	6,630,000
26	基盤研究(B)	炭酸塩の硫黄化学種解析・揮発性元素同位体分析に基づく火星水環境の実証的研究	太陽系科学研究系	白井 寛裕	4,680,000
27	基盤研究(B)	岩相の特徴量自動認識による火山性露頭その場調査手法の研究	太陽系科学研究系	春山 純一	3,380,000
28	基盤研究(B)	遠方天体表面マルチアクセス技術の実現 - 自在な宇宙探査のための探査工学	宇宙飛行工学研究系	津田 雄一	4,810,000

	研究種目	研究課題	所属	研究代表者	2023年度交付額計 (直接+間接) 単位:円
29	基盤研究(B)	波数空間から読み解く金属材料強度	宇宙飛翔工学研究系	松永 哲也	11,125,218
30	基盤研究(C)	未知の突発的質量放出現象の解明	宇宙物理学研究系	山村 一誠	690,439
31	基盤研究(C)	ひさき衛星惑星間空間ヘリウム分布の光学観測による太陽圏と星間ガスに関わる研究	太陽系科学研究系	山崎 敦	603,643
32	基盤研究(C)	核物質の状態方程式解明を目指した中性子星からのスペクトル構造の探索	宇宙物理学研究系	堂谷 忠靖	1,667,207
33	基盤研究(C)	銀河系中心近傍 1pc 内での中間質量ブラックホールの探査	宇宙物理学研究系	坪井 昌人	1,133,660
34	基盤研究(C)	月南極域における地質解析	月惑星探査データ解析グループ	佐藤 広幸	811,330
35	基盤研究(C)	ドップラーLIDARのためのガイガーモードAPDを用いた高感度検出器の研究	宇宙機応用工学研究系	水野 貴秀	682,685
36	基盤研究(C)	コロナ電波放射から探る銀河中心ブラックホールの系統的研究	宇宙物理学研究系	土居 明広	2,729,320
37	基盤研究(C)	分化小惑星上の水から読み解く太陽系衝突の歴史	大学共同利用実験調整グループ	長谷川 直	544,845
38	基盤研究(C)	電圧反転とサージ電圧を併用した高性能振動エネルギーハーベスト手法の確立	宇宙飛翔工学研究系	小野田 淳次郎	1,945,588
39	基盤研究(C)	電磁流体制御技術を用いた新しい大気圏突入機の機体制御に関する研究	宇宙飛翔工学研究系	永田 靖典	1,858,541
40	基盤研究(C)	キャビテーション着火仮説の検証	宇宙飛翔工学研究系	小林 弘明	1,430,000
41	基盤研究(C)	高精度プラズマ観測と革新的解析手法を用いた地球磁気圏マイクロ乱流の発生機構の研究	太陽系科学研究系	長谷川 洋	1,622,091
42	基盤研究(C)	数 MeV 核ガンマ線のイメージング分光による低エネルギー銀河系内宇宙線の研究	学際科学研究系	水村 好貴	1,458,720
43	基盤研究(C)	重力レンズポテンシャル全天地図作成の研究	宇宙物理学研究系	永田 竜	300,516
44	基盤研究(C)	プラズマ降着流からのX線放射を用いた強磁場激変星の質量及び半径の同時決定法の確立	大気球実験グループ	森 英之	929,528
45	基盤研究(C)	活動銀河核ジェットにおける乱流による加速の赤外線による研究	宇宙物理学研究系	磯部 直樹	1,125,579
46	基盤研究(C)	再使用型ロケットの垂直着陸における空力特性と運用性の研究	宇宙飛翔工学研究系	野中 聡	2,210,000
47	基盤研究(C)	境界層の吸込を考慮した、機体適合三次元インテーク形状最適化と全機エネルギー効率改善	宇宙飛翔工学研究系	丸 祐介	2,470,000
48	基盤研究(C)	深探査変光サンプルに基づく高赤方偏移の低光度活動銀河核とブラックホール形成の研究	宇宙物理学研究系	山田 亨	1,690,000
49	基盤研究(C)	外気圏トリバー手法を用いた火星外気圏大気と火星衛星フォボスの相互作用の研究	太陽系科学研究系	益永 圭	1,300,000
50	基盤研究(C)	無人航空機を用いた極地対応型長距離無人搬送-設置技術の開発と南極域での実証	太陽系科学研究系	田中 智	1,950,000
51	基盤研究(C)	コンテンツ制作に宇宙科学データを用いるための技術的な枠組みの検討	学際科学研究系	三浦 昭	1,300,000
52	挑戦的研究(萌芽)	分光・偏光・撮像の3大観測能力を高いレベルで備えた新しいX線望遠鏡の開発	宇宙物理学研究系	前田 良知	1,353,321
53	挑戦的研究(萌芽)	空に浮かぶ人工電波源ドローンを用いた原始重力波探索の高精度化	宇宙物理学研究系	小栗 秀悟	2,461,055
54	挑戦的研究(萌芽)	メタサーフェスを用いた極低温用放射デバイスに関する研究	研究基盤・技術統括付	太刀川 純孝	509,017
55	挑戦的研究(萌芽)	AIを用いた巡回自律決定式UAVによる地域インフラ監視及び災害情報収集の研究	研究基盤・技術統括付	長谷川 克也	3,544,078
56	挑戦的研究(萌芽)	重力天体着陸探査用小型ガスクロマトグラフ質量分析計による有機物その場分析への挑戦	太陽系科学研究系	齋藤 義文	2,340,000
57	挑戦的研究(萌芽)	宇宙探査の惑星保護信頼性向上に向けた高速衝突による微生物不活性率定量化の研究	学際科学研究系	藤田 和央	4,926,759
58	若手研究	宇宙用大型膜の初期変形を用いた展開の高信頼性化と展開形状の高剛性化	宇宙飛翔工学研究系	佐藤 泰貴	517,161

	研究種目	研究課題	所属	研究代表者	2023年度交付額計 (直接+間接) 単位:円
59	若手研究	確率微分動的計画法の不確定性モデルの一般化とロバスト軌道設計への応用	宇宙機応用工学研究系	尾崎 直哉	650,000
60	若手研究	リボソーム試験管内再構成系による生合成過程の追究	学際科学研究系	網蔵 和晃	1,773,953
61	若手研究	地面反射光の侵入を抑制するCMB望遠鏡用リングパッパルの開発研究	宇宙物理学研究系	MATSUDA Frederick	3,065,371
62	若手研究	太陽系に寄与した超新星爆発のメカニズムと太陽系重元素の起源に関する研究	太陽系科学研究系	深井 稜汰	1,637,432
63	若手研究	小惑星表層熱物性の衝突進化に関する実験的研究	大学共同利用実験調整グループ	寫生 有理	1,332,936
64	若手研究	小惑星赤外観測データを用いた微惑星の熱進化・内部構造進化史のモデル化	太陽系科学研究系	坂谷 尚哉	935,545
65	若手研究	光化学反応による有機硫黄化合物の分子進化と同位体的進化	太陽系科学研究系	菅原 春菜	757,645
66	若手研究	極低温液体中の気泡崩壊が誘発する爆発現象の解明	宇宙飛翔工学研究系	坂本 勇樹	990,626
67	若手研究	分光観測で解き明かす彩層ジェットの環境依存性と生成機構	太陽系科学研究系	鄭 祥子	854,120
68	若手研究	大規模膜面展開構造物上の多点センシングを可能にする宇宙用RF-SOFの実現	宇宙機応用工学研究系	宇佐美 尚人	1,300,030
69	若手研究	宇宙線反粒子の超高感度観測計画 GAPS によるダークマター探索	大気球実験グループ	山谷 昌大	2,860,000
70	若手研究	速度計測型レーザー干渉計による量子計測を用いたベクトルダークマターの高精度探査	宇宙飛翔工学研究系	長野 晃士	761,403
71	若手研究	進化する原始惑星系円盤における微惑星形成の理論研究	太陽系科学研究系	兵頭 龍樹	1,040,000
72	研究活動 スタート支援	新たな観測的手法・観測機器で迫る宇宙最強の磁石・中性子星	X線分光撮像衛星(XRISM)プロジェクトチーム	米山 友景	2,365,266
73	研究活動 スタート支援	ダストストーム及び大気波動が火星の大気流出へ果たす役割の解明	太陽系科学研究系	益永 圭	1,775,558
74	研究活動 スタート支援	南極周回気球実験のための短寿命核を用いた飛翔中のX線エネルギー較正手法の開発	大気球実験グループ	水越 慧太	1,430,000
75	研究活動 スタート支援	深宇宙航行に向けた高比推力型マイクロ波放電式イオンエンジンの実現	DESTINY+プロジェクトチーム	田畑 邦佳	1,430,000
76	国際共同研究強化(B)	医療・材料から宇宙探査へ: 単発微粒子低速・高速・超高速衝突機構の構築	学際科学研究系	矢野 創	2,752,307
77	国際共同研究強化(B)	超大型太陽望遠鏡 DKIST で迫るプラズマ加熱の新たな物理的描像	太陽系科学研究系	鳥海 森	6,701,472
78	国際共同研究強化(B)	国際共同南極気球実験 GAPS で宇宙粒子線直接観測分野と暗黒物質探索の次代を拓く	学際科学研究系	福家 英之	6,890,000
79	特別研究員奨励費	超小型衛星を用いた小型宇宙レーザー干渉計による巨視的量子力学理論の高精度検証	宇宙飛翔工学研究系	長野 晃士	1,690,000
80	特別研究員奨励費	光触媒による軌道上汚染処理システムの開発	宇宙物理学研究系	下迫 直樹	1,560,000
81	特別研究員奨励費	宇宙機ミッション軌道への準解析的モデルの応用	宇宙飛翔工学研究系	川勝 康弘(CARDOSO DOS SANTOS JOSUE)	1,200,000
82	特別研究員奨励費	水星における磁気圏-外気圏-表層カップリングの研究	太陽系科学研究系	相澤 紗絵	1,560,000
83	特別研究員奨励費	銀河中心領域の短周期惑星の新たな検出手法の開発・惑星形成の銀河系環境依存性の解明	宇宙物理学研究系	宮崎 翔太	1,173,538

(分担者)

	研究種目	研究課題	所属	研究分担者	2023年度交付額計 (直接+間接) 単位:円
84	基盤研究(A)	岩石・氷・ガス惑星の衛星形成の総合的モデル: 太陽系、系外惑星系	太陽系科学研究系	兵頭 龍樹 (代表者: 井田 茂)	1,040,000
85	基盤研究(C)	日本中の4年生が星の観察ができる指導法の開発-星座カメラ i-CANを活用して-	太陽系科学研究系	佐藤 毅彦 (代表者: 石井 雅幸)	767,000

	研究種目	研究課題	所属	研究分担者	2023年度交付額計 (直接+間接) 単位:円
86	学術変革領域研究(A)	超秩序構造科学のプラットフォームの構築による総括と研究支援	学際科学研究系	石川 毅彦 (代表者:林 好一)	520,000
87	基盤研究(B)	南極域における先進的気球・レーダー観測を用いた大気重力波の三次元特性の解明	学際科学研究系	齋藤 芳隆 (代表者:富川 喜弘)	260,000
88	基盤研究(B)	宇宙帯電解析に基づく電気推進機放出プラズマ環境中の宇宙機表面損耗現象の解明	宇宙飛行工学研究系	西山 和孝 (代表者:村中 崇信)	1,560,000
89	学術変革領域研究(B)	長期の深宇宙ミッション遂行能力を有する超小型探査機システムの研究	学際科学研究系	中島 晋太郎 (代表者:船瀬 龍)	23,620,000
90	基盤研究(A)	火星衛星の形成過程を解明する	太陽系科学研究系	兵頭 龍樹 (代表者:玄田 英典)	845,000
91	基盤研究(A)	可変形状機能を用いた姿勢軌道制御技術の体系化研究による宇宙システムの革新	宇宙飛行工学研究系	宮崎 康行 (代表者:松永 三郎)	636,400
92	基盤研究(A)	可変形状機能を用いた姿勢軌道制御技術の体系化研究による宇宙システムの革新	学際科学研究系	森 治 (代表者:松永 三郎)	1,278,825
93	基盤研究(A)	可変形状機能を用いた姿勢軌道制御技術の体系化研究による宇宙システムの革新	宇宙科学プログラム室	松下 将典 (代表者:松永 三郎)	1,950,000
94	基盤研究(A)	可変形状機能を用いた姿勢軌道制御技術の体系化研究による宇宙システムの革新	宇宙飛行工学研究系	佐藤 泰貴 (代表者:松永 三郎)	608,444
95	基盤研究(B)	水天体の表層・内部進化の解明に向けた長期プラズマ宇宙風化の再現	SLIM プロジェクトチーム	仲内 悠祐 (代表者:木村 智樹)	130,000
96	国際共同研究強化(B)	日仏国際共同融合研究による火星衛星の起源と形成過程の解明	太陽系科学研究系	兵頭 龍樹 (代表者:玄田 英典)	390,000
97	国際共同研究強化(B)	日仏国際共同融合研究による火星衛星の起源と形成過程の解明	太陽系科学研究系	白井 寛裕 (代表者:玄田 英典)	690,000
98	基盤研究(A)	活動銀河核構造の全波長域新パラダイムの確立	宇宙物理学研究系	中川 貴雄 (代表者:和田 桂一)	390,000
99	国際共同研究強化(B)	小惑星リュウグウ試料の多元素同位体分析:C型小惑星の起源と形成史の解明	太陽系科学研究系	深井 稜汰 (代表者:横山 哲也)	559,192
100	基盤研究(C)	膜面-ケーブル複合構造物を対象としたIGA/FEMハイブリッド解析法の開発	学際科学研究系	齋藤 芳隆 (代表者:中篠 恭一)	2,330,000
101	新学術領域研究	ニュートリノ質量和測定・TeVを超える物理の探索を実現する次世代CMB観測	宇宙物理学研究系	小栗 秀悟 (代表者:日下 暁人)	16,369
102	基盤研究(A)	水天体探査のための次世代理学測器の基礎開発	太陽系科学研究系	齋藤 義文 (代表者:杉田 精司)	130,000
103	基盤研究(A)	水天体探査のための次世代理学測器の基礎開発	太陽系科学研究系	塩谷 圭吾 (代表者:杉田 精司)	130,000
104	基盤研究(B)	衝突残留磁化を用いて探る惑星磁場の初期進化史	大学共同利用実験調整グループ	長谷川 直 (代表者:佐藤 雅彦)	13,000
105	基盤研究(B)	火星表面環境に影響を及ぼした「窒素の循環と進化」の実証的研究	太陽系科学研究系	白井 寛裕 (代表者:小池 みずほ)	650,000
106	新学術領域研究	負ミュオンビームによる原子分子物理の精密検証と宇宙物理観測への展開	宇宙物理学研究系	渡辺 伸 (代表者:東 俊行)	3,640,000
107	基盤研究(A)	情報学を融合した移動速度論に基づく半導体バルク結晶成長技術の革新	学際科学研究系	稲富 裕光 (代表者:岡野 泰則)	975,000
108	基盤研究(S)	気球太陽望遠鏡による精密偏光観測:恒星大気における磁気エネルギー変換の現場に迫る	太陽系科学研究系	清水 敏文 (代表者:勝川 行雄)	1,560,000
109	基盤研究(B)	中性子星の磁気圏物理から迫る Repeating FRB の解明	宇宙物理学研究系	村田 泰宏 (代表者:木坂 将大)	1,105,000
110	特別推進研究	自律圧縮型デトネーション推進機の物理解明:高次統合化観測ロケット宇宙飛行実証展開	宇宙飛行工学研究系	船木 一幸 (代表者:笠原 次郎)	5,200,000
111	特別推進研究	自律圧縮型デトネーション推進機の物理解明:高次統合化観測ロケット宇宙飛行実証展開	宇宙飛行工学研究系	羽生 宏人 (代表者:笠原 次郎)	5,200,000
112	基盤研究(B)	衛星多点観測とシミュレーションに基づくジオスペース酸素イオンの輸送と分布の解明	太陽系科学研究系	浅村 和史 (代表者:能勢 正仁)	195,000
113	基盤研究(B)	世界初の宇宙遠赤外線干渉計による観測の実現に向けて	宇宙物理学研究系	和田 武彦 (代表者:金田 英宏)	390,000
114	基盤研究(B)	あらゆる方策を一つの機構で表現する衝撃応答制御機構と天体着陸探査への応用	宇宙機応用工学研究系	大槻 真嗣 (代表者:原 進)	130,000
115	基盤研究(A)	恒星対流層から惑星間空間までを包括した太陽面爆発現象の理解と先進予測の実現	太陽系科学研究系	鳥海 森 (代表者:草野 完也)	481,000

	研究種目	研究課題	所属	研究分担者	2023年度交付額計 (直接+間接) 単位:円
116	基盤研究(A)	宇宙探査における生命維持のための CO ₂ からの O ₂ 回収:燃料電池システムの適用	宇宙機応用工学研究系	曾根 理嗣 (代表者:梅田 実)	1,300,000
117	基盤研究(B)	あらせ衛星-地上連携観測とレイトレイシングを用いた熱的プラズマの特性解析	太陽系科学研究系	浅村 和史 (代表者:笠原 禎也)	455,000
118	基盤研究(B)	惑星探査機搭載望遠鏡を用いた深宇宙における光赤外線天文学の創成	宇宙物理学研究系	和田 武彦 (代表者:佐野 圭)	130,000
119	基盤研究(B)	惑星探査機搭載望遠鏡を用いた深宇宙における光赤外線天文学の創成	太陽系科学研究系	岩田 隆浩 (代表者:佐野 圭)	130,000
120	基盤研究(S)	Mapping Habitable Planetary Environments with Exoplanet Imaging	宇宙物理学研究系	河原 創 (代表者:Guyon Olivier)	910,000
121	特別推進研究	X 線で挑む地球磁気圏のグローバル撮像	学際科学研究系	船瀬 龍 (代表者:江副 祐一郎)	115,230,000
122	国際共同研究強化(B)	木星氷衛星と宇宙プラズマとの相互作用:氷衛星本格探査の国際協力に向けた布石	太陽系科学研究系	村上 豪 (代表者:土屋 史紀)	910,000
123	基盤研究(A)	地下凍土融解地域の地質・微生物調査及び機械学習に基づく火星水環境の理解	月惑星探査データ解析グループ	庄司 大悟 (代表者:関根 康人)	650,000
124	新学術領域研究	水惑星学の創成	太陽系科学研究系	白井 寛裕 (代表者:関根 康人)	650,000
125	基盤研究(B)	高速自転小惑星の探査:特異な力学系における軌道設計と航法誘導	宇宙科学プログラムディレクタ付	三桝 裕也 (代表者:菊地 翔太)	1,690,000
126	新学術領域研究	宇宙観測検出器と量子ビームの出会い。新たな応用への架け橋。	宇宙物理学研究系	渡辺 伸 (代表者:高橋 忠幸)	390,000
127	基盤研究(A)	次世代半導体コンプトンカメラで革新する MeV ガンマ線宇宙・素粒子・原子物理学	宇宙物理学研究系	渡辺 伸 (代表者:高橋 忠幸)	910,000
128	特別推進研究	史上最大の CMB 望遠鏡群で解き明かす宇宙創成	宇宙物理学研究系	MATSUDA Frederick (代表者:田島 治)	975,000
129	基盤研究(A)	地球型惑星領域での鉄・岩石分別作用による水星の巨大金属コアと M 型小惑星の起源	大学共同利用実験調整グループ	長谷川 直 (代表者:荒川 政彦)	286,000
130	基盤研究(B)	専用装置による小天体衝突過程重力依存性の実証的研究	大学共同利用実験調整グループ	長谷川 直 (代表者:中村 昭子)	13,000
131	基盤研究(B)	専用装置による小天体衝突過程重力依存性の実証的研究	大学共同利用実験調整グループ	木内 真人 (代表者:中村 昭子)	13,000
132	基盤研究(B)	その場測定による高分子材料の宇宙軌道上紫外線劣化に関する基礎的研究	研究基盤・技術統括付	太刀川 純孝 (代表者:岩田 稔)	260,000
133	挑戦的研究(開拓)	赤外高次高調波による力学材料評価と力学特性発現機構の解明	宇宙飛翔工学研究系	松永 哲也 (代表者:片山 郁文)	2,600,000
134	基盤研究(B)	地下圏における炭素循環:微生物によるリグニン様物質からのメタン生成プロセスの解明	学際科学研究系	鈴木 志野 (代表者:石井 俊一)	390,000
135	学術変革領域研究(A)	CO 環境の生命惑星化学	学際科学研究系	鈴木 志野 (代表者:上野 雄一郎)	650,000
136	学術変革領域研究(A)	超温度場スーパーチタン創成科学	宇宙飛翔工学研究系	松永 哲也 (代表者:戸田 佳明)	390,000
137	基盤研究(A)	大型国際 X 線天文衛星計画 Athena の科学成果最大化	宇宙物理学研究系	山口 弘悦 (代表者:松本 浩典)	390,000
138	基盤研究(A)	大型国際 X 線天文衛星計画 Athena の科学成果最大化	宇宙物理学研究系	前田 良知 (代表者:松本 浩典)	1,040,000
139	挑戦的研究(萌芽)	日本発の異種半導体常温接合による広帯域 X 線ガンマ線・光赤外線一体型撮像素子の開発	宇宙物理学研究系	和田 武彦 (代表者:鶴 剛)	585,000
140	基盤研究(A)	地球と宇宙の時空計測の地平を拓く超広帯域大気スペクトル計測システムの開発	宇宙機応用工学研究系	竹内 央 (代表者:氏原 秀樹)	351,000
141	国際共同研究強化(B)	電磁力ヒートシールドの確立とスノーライン以遠深宇宙探査機への展開	宇宙飛翔工学研究系	永田 靖典 (代表者:嶋村 耕平)	1,040,000
142	国際共同研究強化(B)	電磁力ヒートシールドの確立とスノーライン以遠深宇宙探査機への展開	宇宙飛翔工学研究系	山田 和彦 (代表者:嶋村 耕平)	130,000
143	国際共同研究強化(B)	北欧における宇宙と地上からの総合観測と数値実証によるオーロラ降下電子特性の解明	太陽系科学研究系	浅村 和史 (代表者:三好 由純)	650,000
144	国際先導研究	太陽系に広がる惑星環境における前生命化学進化と分子システム誕生の多様性の解明	太陽系科学研究系	白井 寛裕 (代表者:廣瀬 敬)	1,300,000

b. 受託研究

	研究課題	委託者	研究代表者	契約額 (円)
1	岩石内地下水圏環境に生命は存続可能か？地球最古の地下水圏環境における微生物学的解析	大学共同利用機関法人自然科学研究機構	鈴木 志野	1,800,000
2	CMC 部材の性能劣化の予測と危険性判定	(国研) 科学技術振興機構	佐藤 英一	5,060,000
3	発送電一体型パネルの開発及び送電部の高効率化に係る研究開発	(一財) 宇宙システム開発利用推進機構	田中 孝治	24,596,000
4	液体水素冷却高温超電導発電機の開発	(国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	小林 弘明	13,513,500
5	航空機フライト試験を代替する近未来型設計技術の先導的実証研究	(国) 東北大学	高木 亮治	2,200,000
6	宇宙探査におけるフォワード汚染を低減する基盤技術の獲得：過酸化水素蒸気 (VHP) 滅菌	大学共同利用機関法人自然科学研究機構	木村 駿太	500,000
7	小型衛星搭載合成開口レーダーのサブメートル級高分解能化についての研究	総務省 関東総合通信局	田中 孝治	8,320,000
8	低温プロセスによる革新的メタン製造技術開発	(国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	曾根 理嗣	118,267,100
9	酸素水素燃焼タービン発電の共通基盤技術の研究開発	(国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	小林 弘明	25,635,500
10	全体システム検討及び月周辺軌道太陽光発電システム調査・検討支援	(一財) 宇宙システム開発利用推進機構	田中 孝治	5,500,000
11	超還元環境ゲノムの代謝・遺伝機能再現から紐解く初期生命進化	(国研) 科学技術振興機構	鈴木 志野	22,100,000
12	多細胞性シアノバクテリアの細胞分化調節物質の探索	(国研) 科学技術振興機構	木村 駿太	2,600,000
13	宇宙開発利用推進研究開発 (月面におけるエネルギー関連技術開発 (無線送電開発) 事業) に係る地球低軌道からの送電技術実証に向けた機器等の開発・検討	(一財) 宇宙システム開発利用推進機構	田中 孝治	6,000,000
14	液体水素用圧力センサの加圧試験及び浸漬試験	長野計器(株)	小林 弘明	2,028,638
15	超臨界極低温液体水素の性能試験	住友精密工業 (株)	小林 弘明	2,155,616
16	ロケットに関する知見と CSR-1 開発に関する技術的助言の提供 (その2)	キャノン電子 (株)	羽生 宏人	634,909

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	航空エンジンファン最適設計の計算時間短縮に向けた最適化手法の研究	(株) IHI	大山 聖	有償 (支出)
2	蓄電セルの電圧均等化が施された電源装置の研究	日本蓄電器工業 (株) (国) 茨城大学	豊田 裕之	有償 (支出)
3	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16	東海旅客鉄道 (株) (学) 東京理科大学	大山 聖	有償 (支出)
4	ターボ機械翼設計への多目的最適化手法適用に関する研究	(株) IHI	大山 聖	有償 (支出)
5	新規エアゾル消化薬剤の研究	ヤマトプロテック (株)	堀 恵一	有償 (支出)
6	自然地形走行車両の経路計画に関する研究	日本電気 (株)	久保田 孝	有償 (支出)
7	液化水素用バタフライバルブの技術開発	(株) サクラ	小林 弘明	有償 (支出)
8	大容量エネルギー無線送電に向けた構造物に関する研究	(株) 日立製作所	宮崎 康行	有償 (支出)
9	液化水素昇圧ポンプの技術開発	(株) 荏原製作所	小林 弘明	有償 (支出)
10	液化水素緊急離脱機構・船陸間接続継手の開発	TB グローバルテクノロジー (株)	小林 弘明	有償 (支出)

	研究課題	民間等	研究代表者	契約額 (円)
11	低温水素ガス圧縮機の開発	(株) IHI 回転機械エンジニアリング	小林 弘明	有償 (支出)
12	小型 SAR 衛星の大電力化を目指した搭載機器開発と軌道上実証	(株) Synspective	田中 孝治	有償 (支出)
13	超高压水素インフラ本格普及技術研究開発事業/国内規制適正化に関わる技術開発/本格普及期に向けた水素ステーションの安全性に関わる研究開発	(一財) 石油エネルギー技術センター	小林 弘明	有償 (支出)
14	液体水素用大型バルブの研究開発	(株) キッツ	小林 弘明	有償 (支出)
15	ラマン分光法による水素物性計測技術の開発 (その2)	European Spallation Source (ESS)	小林 弘明	有償 (支出)
16	液体水素用大口徑バタフライバルブの技術開発	(株) 中北製作所	小林 弘明	有償 (支出)
17	液体水素貯槽用防液堤および冷熱抵抗緩和材に関する研究開発	(株) 大林組 積水ソフランウイズ (株)	小林 弘明	有償 (支出)
18	液体水素ポンプの技術開発	(株) 荏原製作所	小林 弘明	有償 (支出)
19	月面における展開構造物の要件定義および無人設営検討の技術開発	(株) 大林組, (国) 室蘭工業大学, サカセ・アドテック (株)	宮崎 康行	有償 (支出)
20	機械学習を用いた運用データの解析による宇宙機の故障解析の向上	(株) セック (株) 大日光・エンジニアリング	西山 万里	無償
21	月・火星環境におけるその場資源利用技術に向けた非平衡プロセスプラズマの応用検討	(国) 東海国立大学機構	今井 駿	無償
22	深宇宙探査用サンプルリターンカプセルのヒートシールド材料の研究	(株) IHI エアロスペース	山田 和彦	無償
23	計算科学による有機無機ハイブリッドペロブスカイトの物性評価研究	(国研) 日本原子力研究開発機構 (学) 早稲田大学	廣瀬 和之	無償
24	将来深宇宙探査に向けた革新的超小型推進システム技術実証	東京都公立大学法人	月崎 竜童	無償
25	3次元形状地形図の差分解析からの異常検出の研究	(学) 早稲田大学 (学) 明海大学	長谷川 克也	無償
26	GAP 燃料による高エネルギーで高性能な小型推進系の研究開発	日油 (株) (学) 千葉工業大学	長谷川 克也	無償
27	将来深宇宙探査に向けた革新的超小型推進システム技術実証	(学) 福岡大学	月崎 竜童	無償
28	小型飛翔体の機能向上に向けた空力制御技術に関する共同研究	キヤノン電子 (株)	野中 聡	無償
29	燃焼実験トレンチ用耐熱材料の研究	JFE エンジニアリング (株)	野中 聡	無償
30	JAXA 深宇宙探査技術実証機 DESTINY+ と福井工業大学宇宙通信・宇宙観測地上局との連携による電気推進システムを用いた地球周回スパイラル軌道上昇の運用および月以遠探査機の運用に関する研究	(学) 金井学園 福井工業大学	山本 高行	無償
31	ダイヤモンドを用いたマイクロ波増幅器の研究	(国) 佐賀大学	富木 淳史	無償
32	ハイブリッドロケット用低融点熱可塑性樹脂燃料の高性能化に関する研究 - 大型エンジンへの適用を目指した検討	(学) 福岡大学 (株) 型善 (学) 千葉工業大学	堀 恵一	無償
33	半永久電源の研究	(国研) 日本原子力研究開発機構 (国研) 産業技術総合研究所	曾根 理嗣	無償
34	意匠性を考慮した空力性能向上のための自動車形状最適化技術の構築	マツダ (株) (国) 神戸大学 (国) 広島大学	大山 聖	無償
35	高速軌道による天体着陸環境模擬手法の構築	(国) 室蘭工業大学	津田 雄一	無償
36	宇宙機搭載用超高感度熱赤外線イメージセンサの開発	TDK (株)	岡田 達明	無償
37	衛星・探査機および地上観測データの解析と数値シミュレーション・モデリングの連携による太陽圏システム科学の融合研究	(国) 東海国立大学機構	篠原 育	有償 (支出)
38	太陽観測小規模プログラム	大学共同利用機関法人自然科学研究機構	清水 敏文	有償 (支出)

	研究課題	民間等	研究代表者	契約額 (円)
39	大学共同利用連携拠点(硬X線・ガンマ線イメージング連携拠点)の設置・運営に関する共同研究	(国) 東京大学	堂谷 忠靖	有償(支出)
40	大学共同利用連携拠点(惑星探査基盤技術開発・人材育成拠点)の設置・運営に関する共同研究	(学) 千葉工業大学	西山 和孝	有償(支出)
41	紫外線時間領域天文学のための超広視野探査衛星	(国) 東京工業大学	辻本 匡弘	有償(支出)
42	日米共同・太陽フレア X 線集光撮像分光観測ロケット実験 FOXSI-4	(国) 東海国立大学機構	坂尾 太郎	有償(支出)
43	日米共同・太陽フレア X 線集光撮像分光観測ロケット実験 FOXSI-4	(国) 東京大学	坂尾 太郎	有償(支出)
44	日米共同・太陽フレア X 線集光撮像分光観測ロケット実験 FOXSI-4	大学共同利用機関法人自然科学研究機構	坂尾 太郎	有償(支出)
45	極低温における熱制御技術	(国) 東海国立大学機構	小田切 公秀	有償(支出)
46	高温塑性変形技術を用いた高角度分解能で軽量な次世代シリコンX線望遠鏡の開発	東京都立大学法人 産学公連携センター	前田 良知	有償(支出)
47	高比推力・高推力を両立する高効率多層ヒータによる電熱型電気推進	(国) 東海国立大学機構	月崎 竜童	有償(支出)
48	極低温下における自由曲面鏡の形状評価のための高精度・高汎用干渉計の開発	(国) 東海国立大学機構	山村 一誠	有償(支出)
49	気相からの氷の核生成と宇宙ダスト	(国) 北海道大学	稲富 裕光	有償(支出)
50	極低温における熱制御技術	(国) 東北大学	小川 博之	有償(支出)
50	深宇宙サンプルリターン計画にむけた先進的サンプルリターンカプセル技術に関する研究	(国) 東北大学	山田 和彦	有償(支出)
51	ISS曝露部搭載型 生物 培養器 (BioCube Unit) エンジニアリングモデル (EM) の開発に向けた、試作機の機能検証試験	(国) 東北大学	橋本 博文	有償(支出)
52	ガスジェット浮遊法による溶融金属酸化物の熱物性値測定法の確立	(学) 五島育英会 東京都市大学	石川 毅彦	有償(支出)
53	「広帯域X線高感度撮像分光衛星 FORCE のシステム成立性検討」及び「広帯域X線撮像検出器用 SOI-CMOS シリコンピクセル素子の開発」	(国) 宮崎大学	石田 学	有償(支出)
54	「広帯域 X 線高感度撮像分光衛星 FORCE のシステム成立性検討」及び「広帯域 X 線撮像検出器用 SOI-CMOS シリコンピクセル素子の開発」	(国) 東海国立大学機構	渡辺 伸	有償(支出)
55	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	(学) 慶應義塾	船木 一幸	有償(支出)
56	Roman 宇宙望遠鏡のための偏光観測素子開発	(国) 東京大学	山田 亨	有償(支出)
57	高精度 DEM の作成技術の開発	(国) 東京大学	佐藤 広幸	有償(支出)
58	月惑星探査データの解析技術及びツール開発	公立大学法人 会津大学	佐藤 広幸	有償(支出)
59	将来深宇宙探査に向けた革新的超小型推進システム技術実証 RG	(国) 横浜国立大学	月崎 竜童	有償(支出)
60	深宇宙ランデブードッキング技術の研究	(国) 長岡技術科学大学	津田 雄一	有償(支出)
61	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究	(国) 岩手大学	小林 弘明	有償(支出)
62	LiteBIRD 衛星搭載低周波望遠鏡の極低温試験検討	大学共同利用法人 高エネルギー加速器研究機構	堂谷 忠靖	有償(支出)
63	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究	(学) 帝京大学	小林 弘明	有償(支出)
64	光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合	東京都立大学法人 産学公連携センター	後藤 健	有償(支出)
65	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	(国) 室蘭工業大学	船木 一幸	有償(支出)
66	高比推力・高推力を両立する高効率多層ヒータによる電熱型電気推進	(国) 室蘭工業大学	月崎 竜童	有償(支出)

	研究課題	民間等	研究代表者	契約額 (円)
67	深宇宙サンプリターン計画にむけた先進的サンプリターンカプセル技術に関する研究	東京都立大学法人 産学公連携センター	山田 和彦	有償 (支出)
68	電気推進機における昇華性推進剤の検討	東京都立大学法人 産学公連携センターおよび (国) 九州大学	船木 一幸	有償 (支出)
69	光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合	公立大学法人大阪	土居 明広	有償 (支出)
70	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究	(国) 静岡大学	小林 弘明	有償 (支出)
71	電場・ラングミュアプローブ一体型観測器の開発	(国) 京都大学	阿部 琢美	有償 (支出)
72	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	(国) 東海国立大学機構	船木 一幸	有償 (支出)
73	光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合	(学) 名城大学	後藤 健	有償 (支出)
74	深宇宙ランデブードッキング技術の研究	(国) 東京工業大学	津田 雄一	有償 (支出)
75	展開型柔軟エアロシエル大気圏突入システムの技術実証	(国) 東京大学	山田 和彦	有償 (支出)
76	汎用 X 線 CMOS センサーの基礎開発	(学) 東京理科大学	上野 宗孝	有償 (支出)
77	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト推進系の超音速インテーク試験と燃焼試験	(国) 東海国立大学機構	小林 弘明	有償 (支出)
78	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究	(国) 室蘭工業大学	小林 弘明	有償 (支出)
79	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究	(学) 早稲田大学 理工学術院総合研究所	小林 弘明	有償 (支出)
80	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	(国) 横浜国立大学	船木 一幸	有償 (支出)
81	衛星搭載ネットワーク・ソフトウェアアーキテクチャの創生～搭載ソフトウェア構成技術の研究～	(国) 東海国立大学機構	松崎 恵一	有償 (支出)
82	超小型プラズマ波動受信器の信号処理 FPGA モジュールの基礎開発	(国) 金沢大学	篠原 育	有償 (支出)
83	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	(国) 九州工業大学	船木 一幸	有償 (支出)
84	広帯域 X 線高感度撮像分光衛星 FORCE 広帯域 X 線撮像検出器用 SOI-CMOS シリコンピクセル素子の開発	(国) 京都大学	石田 学	有償 (支出)
85	太陽 X 線・集光撮像分光観測実現のための高精度 X 線ミラーの開発研究	(国) 東海国立大学機構	坂尾 太郎	有償 (支出)
86	日本発の異種半導体常温接合 (常温 SAB) による広帯域 X 線ガンマ線・光赤外線一体型撮像素子の開発	(国) 京都大学	鈴木 仁研	有償 (支出)
87	実宇宙機プロジェクトにおける高精度指向制御達成に向けたモーションコントロール技術の研究開発	(国) 福井大学	大槻 真嗣	有償 (支出)
88	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	(学) 埼玉工業大学	船木 一幸	有償 (支出)
89	実宇宙機プロジェクトにおける高精度指向制御達成に向けたモーションコントロール技術の研究開発	(学) 名城大学	大槻 真嗣	有償 (支出)
90	根系の三次元形態の評価を通じた低重力植物栽培条件の最適化	(国) 富山大学	橋本 博文	有償 (支出)
91	超小型ソーラー電力セイルの動特性解析	(国) 室蘭工業大学	宮崎 康行	有償 (支出)
92	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	(国) 広島大学	船木 一幸	有償 (支出)
93	衛星搭載の高密度半導体イメージャに対応する革新的なコンパクト放熱パスの開発	(国) 東海国立大学機構	渡辺 伸	有償 (支出)
94	LiteBIRD 搭載低周波望遠鏡偏光変調器の検討	(国) 東京大学	堂谷 忠靖	有償 (支出)
95	宇宙望遠鏡による超高精度測光観測を目指した検出器精密キャリブレーション法の開発	大学共同利用機関法人自然科学研究機構	河原 創	有償 (支出)
96	実宇宙機プロジェクトにおける高精度指向制御達成に向けたモーションコントロール技術の研究開発	(国) 静岡大学	大槻 真嗣	有償 (支出)

	研究課題	民間等	研究代表者	契約額 (円)
97	赤外線 CMOS センサの宇宙 X 線用応用の検討	(国) 東京大学	堂谷 忠靖	有償 (支出)
98	積層グラフェンを用いた高感度軟 X 線光学素子開発	(国) 東海国立大学機構	山崎 典子	有償 (支出)
99	実宇宙機プロジェクトにおける高精度指向制御達成に向けたモーションコントロール技術の研究開発	(国) 名古屋工業大学	大槻 真嗣	有償 (支出)
100	マルチパスレーザー吸収分光法を用いた膨張波管気流診断	(国) 静岡大学	山田 和彦	有償 (支出)
101	複合材製液体酸素タンクの研究開発	(学) 東京理科大学	野中 聡	有償 (支出)
102	深宇宙・表面探査用ワンチップ無線機に向けた研究	(国) 東京大学	宇佐美 尚人	有償 (支出)
103	テラヘルツヘテロダイン分光装置の火星用広帯域・高分散/低消費・小型の高速 FFT デジタル分光計の開発	公立大学法人大阪	山崎 敦	有償 (支出)
104	高精度姿勢制御 6U 衛星による宇宙可視光背景放射観測で探る天体形成史	(国) 九州工業大学	中川 貴雄	有償 (支出)
105	超小型衛星ミッション名: ARICA-2	(学) 青山学院 青山学院大学	土居 明広	有償 (支出)
106	美星スペースガードセンターにおける過去の観測データの整備・公開 (その2)	特定非営利活動法人 日本スペースガード協会	吉川 真	有償 (支出)
107	合金を用いた多層膜反射鏡の開発 その3 (Mg 合金との相性に関する研究)	(国) 東京大学	長谷川 洋	有償 (支出)
108	光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合	(学) 常翔学園 摂南大学	土居 明広	有償 (支出)
109	光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合	(学) 早稲田大学	後藤 健	有償 (支出)

*注: 上記「民間等との共同研究」には別途記載の「宇宙理工学委員会による共同研究」の情報も含む

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	熱制御デバイス用 Cu 系形状記憶合金板の曲げ変形挙動解明	(一社) 日本伸銅協会 日本銅学会	戸部 裕史	250,000
2	液相拡散接合/ロウ付け二段階接合法によるセラミックス/金属異材接合	(公財) 池谷科学技術振興財団	佐藤 英一	1,500,000
3	チタン合金の液相拡散接合	(公財) 軽金属奨学会	佐藤 英一	250,000
4	Cu-Ni 複層フィラー液相拡散接合を用いたセラミックス/金属異材接合	(一社) 日本伸銅協会 日本銅学会	佐藤 英一	250,000
5	チタン基合金の集合組織制御による超弾性特性改善 ('22)	(公財) 軽金属奨学会	戸部 裕史	150,000
6	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)	大山 聖	1,000,000
7	Plasma Structure and Non-Equilibrium Thermodynamics of Atmospheric Millimeter-Wave Discharge in Microwave Rocket	田畑 邦佳 (公益財団法人宇宙科学振興会国際学会出席旅費支援)	田畑 邦佳	300,000
8	Electron measurement in microwave cathode plume by incoherent Thomson scattering measurement	村田学術振興財団 (小磯拓哉氏に対する国際学会参加旅費支援)	西山 和孝	200,000
9	惑星保護方針を満たす宇宙農業を目指した陸棲シアノバクテリアの生活環の人為的な制御研究	木村 駿太 (前年度日本農芸化学会 第1回農芸化学研究企画賞新企画賞受賞)	木村 駿太	300,000
10	対話型モデリング手法「GBSP」におけるメカニクスのパターン化とシミュレーションへの接続	(公財) 中山隼雄科学技術文化財団	三浦 政司	1,200,000
11	電子論に基づいたチタン合金の固溶強化理論 ('22)	(公財) 軽金属奨学会	松永 哲也	5,000,000
12	Cu-Al-Mn 系形状記憶合金の圧延加工集合組織形成により方位制御した単結晶素材の創成	(公財) 天田財団	佐藤 英一	3,000,000
13	Ceramic Matrix Composites II: Science and Technology of Materials Design Applications Performance and Integration	(公財) 天田財団	佐藤 英一	350,000

3. 各種共同研究等

a. 大学共同利用設備を用いた大学共同利用実験

(1) スペースチェンバー実験施設を用いた大学共同利用実験

	所属	研究代表者	研究課題
大型スペースチェンバー（スペースサイエンスチェンバー）			
1	九州大学	山本 直嗣	電気推進機における中和現象の解明
2	九州工業大学	増井 博一	超小型衛星搭載用ラングミュアプローブの開発
3	筑波大学	横田 茂	アルゴン推進剤を用いたホールスラストの最適化
4	岐阜大学	宮坂 武志	ホールスラストシステムのブルーム干渉物理の解明
5	東北大学	熊本 篤志	インパルス・白色雑音方式インピーダンスプローブのプラズマ計測実験
6	中京大学	村中 崇信	軌道上で観測された小惑星探査機「はやぶさ 2」におけるイオンスラスト作動に伴う表面材料損耗現象の解明
7	宇宙科学研究所/JAXA	阿部 琢美	観測ロケット搭載用電離圏イオンドリフト速度測定器の開発
8	宇宙科学研究所/JAXA	阿部 琢美	超高層大気測定用真空計の開発
9	九州大学	小山 孝一郎	電子密度・温度測定器(TeNeP)の特性試験
10	京都大学	小嶋 浩嗣	ラングミュアプローブ用超小型電子回路の性能試験
中型・小型スペースチェンバー・大口径紫外線光源つきチェンバー			
11	宇宙科学研究所/JAXA	田中 孝治	大電力増幅器の放電抑制に関する研究
12	宇宙科学研究所/JAXA	丸 祐介	ポリイミドフォームの電子線環境における帯電特性評価
13	宇宙科学研究所/JAXA	阿部 琢美	超高層大気測定用真空計の開発

(2) 超高速衝突実験施設を用いた大学共同利用実験

	所属	研究代表者	研究課題
1	東北大学	楨原 幹十朗	デブリ除去のための伝導性テザーの構造形態に関する実験的研究
2	東北大学	長足 友哉	ダストアグリゲイトの衝突付着成長を模擬した実験的研究
3	研究開発部門/JAXA	藤田 淳一	CNT/STF 複合化による高耐衝撃吸収特性材料の開発
4	研究開発部門/JAXA	仁田 工美	宇宙機加圧タンクのデブリに対する破砕限界及び防護に関する研究
5	研究開発部門/JAXA	木本 雄吾	耐原子状酸素性ポリイミドフィルムの自己修復機能
6	千葉大学	関谷 優太	月面与圧ローバ/HTV-XG 与圧部軽量化に資する材料評価のための衝突試験データ
7	千葉工業大学	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
8	千葉工業大学	黒澤 耕介	粉体衝突実験による衝突雷発生の実証
9	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ダストセンサーの高機能化
10	千葉工業大学	平井 隆之	木星トロヤ群探査ソーラー電力セイル OKEANOS 搭載用ダスト計測器 ALADDIN2 の開発較正・実験

11	日本大学	阿部 新助	超高速衝突実験による月面衝突閃光と流星発光の解明
12	東京大学	佐藤 雅彦	惑星地殻に含まれる強磁性鉱物の衝突残留磁化に関する研究
13	東洋大学	鈴木 絢子	水平方向に強度不均一性のある標的における衝突クレーター形成
14	防衛大学校	川合 伸明	応力波伝播条件の制御による超高速衝突損傷の制御・抑制
15	宇宙科学研究所/JAXA	木内 真人	微小重力下での衝突クレーター形成実験
16	宇宙科学研究所/JAXA	佐藤 英一	無機ガラス材料の超高速衝撃破壊強度に関する体系的研究
17	宇宙科学研究所/JAXA	寫生 有理	衝突による高空隙率粗粒標的の熱物性変化に関する実験的研究
18	名古屋工業大学	西田 政弘	超高速衝突時に生成されるイジェクタが少ない軽金属複合材料の開発
19	神戸大学	中村 昭子	二次標的を用いた高速度エジェクタの観察
20	神戸大学	保井 みなみ	小惑星 Ryugu 上のクレーター形成と消失メカニズムの解明
21	近畿大学	道上 達広	炭素質隕石に対する衝突実験と小惑星リュウグウ粒子
22	産業医科大学	門野 敏彦	衝突によって放出される粉体のパターンとクレーターレイ
23	福岡工業大学	三田 肇	ISS 等での宇宙塵捕集有機物解析に向けたエアロゲルへの高速衝突実験

(3) 宇宙放射線装置を用いた大学共同利用実験

	所属	研究代表者	研究課題
1	神戸大学	中村 昭子	彗星や含水小惑星の高速度衝突による水の供給に関する実験的研究
2	愛媛大学	粟木 久光	非球面 X 線望遠鏡用基板の表面平滑化技術の確立
3	理化学研究所	榎戸 輝揚	超小型 X 線衛星 NinjaSat 搭載機器の熱真空試験
4	名古屋大学	松尾 太郎	気球搭載遠赤外線干渉計の熱真空試験と遠赤外線検出器の開発
5	関西学院大学	松浦 周二	ロケット実験 CIBER-2 の感度較正に用いる標準システムの較正
6	名古屋大学	國生 拓摩	「あかり」で見つけたデブリ円盤候補天体の近赤外線フォローアップ観測
7	国立極地研究所	海田 博司	月および近地球小惑星表面における宇宙風化作用の解明
8	九州工業大学	佐野 圭	可視光赤外線における宇宙観測用望遠鏡のコート方法の探求
9	中央大学	坪井 陽子	湾曲 Si 結晶を用いた X 線偏光計の開発
10	名古屋大学	杉田 聡司	全天 X 線モニタ用光学系の開発

(4) 高速気流総合実験設備（遷音速風洞・超音速風洞）を用いた大学共同利用実験

	所属	研究代表者	研究課題
1	宇宙科学研究所/JAXA	森吉 貴大	大気圏突入飛翔体の大迎角空力特性に関する研究
2	九州工業大学	平木 講儒	非定常衝撃波に関する研究
3	東北大学	野々村 拓	スティングを含むベース流れの非定常ダイナミクス計測 II

4	鳥取大学	酒井 武治	高温高速気流でのせん断力計測に向けた実験系の構築
5	龍谷大学	大津 広敬	柔軟構造を備えたバルトの変形と空力特性の関係評価に関する基礎研究
6	静岡大学	吹場 活佳	新観測ロケットの遷音速飛行時の空気吸い込み性能
7	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
8	宇宙科学研究所/JAXA	野中 聡	再使用ロケット実験機の空力特性研究
9	横浜国立大学	北村 圭一	突起の大きさによる細長物体空力特性への影響についての超音速風洞試験
10	航空技術部門/JAXA	小島 孝之	極超音速ラムジェットエンジンの抽気形態に関する研究
11	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横滑り角付与時の性能の調査
12	千葉大学	太田 匡則	飛翔体模型近傍領域の高精度密度計測
13	信州大学	中山 昇	ハイブリッドロケットの空力特性に関する研究
14	東海大学	山田 剛治	遷音速領域における惑星探査カプセル背面流れに関する研究
15	宇宙科学研究所/JAXA	山田 和彦	将来の深宇宙サンプルリターン計画用サンプルリターンカプセルの空力試験
16	龍谷大学	大津 広敬	双曲線形状再突入カプセルの空力特性に関する基礎研究
17	室蘭工業大学	溝端 一秀	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
18	東北大学	永井 大樹	次世代再突入カプセル型物体の動的不安定現象に関する研究
19	研究開発部門/JAXA	高柳 大樹	フライト試験用エア・データ・センサシステム校正試験
20	東京理科大学	藤川 貴弘	スペースプレーン最適形状の空力特性評価
21	宇宙科学研究所/JAXA	丸 祐介	境界層吸い込みを考慮した機体適合三次元インテークの特性評価

(5) 惑星大気突入環境模擬装置（アーク加熱風洞）を用いた大学共同利用実験

	所属	代表研究者	研究課題
1	鳥取大学	酒井 武治	アプレータのせん断試験とその評価法の開発（その1）
2	東京農工大学	小笠原 俊夫	低放射率を有する耐熱材料を適用した TPS の内部断熱に関する研究
3	東京理科大学	井上 遼	炭素繊維強化超高温セラミックス複合材料の損耗挙動評価
4	宇宙科学研究所/JAXA	山田 和彦	次世代サンプルリターンカプセル用のアプレータ材料の耐熱性能評価試験
5	北海道大学	高橋 祐介	エアフィルム効果による大気突入ブラックアウト低減化実験
6	宇宙科学研究所/JAXA	鈴木 俊之	傾斜機能型アプレータの耐熱基礎特性取得試験（その1）
7	日本大学	奥山 圭一	超小型大気圏再突入熱防御システムの開発
8	九州大学	木原 尚	静電探針を用いたアーク加熱気流の電子密度計測と電子密度低減
9	鳥取大学	酒井 武治	アプレータのせん断試験とその評価法の開発（その2）
10	鳥取大学	葛山 浩	電磁力による衝撃層増大効果を用いたエンタルピー計測法の開発
11	東京理科大学	向後 保雄 (新井 優太郎)	多孔質炭素を基材とするマルチマテリアル TPS の創成と損耗挙動評価

	所属	代表研究者	研究課題
12	宇宙科学研究所/JAXA	八木 邑磨	X線CTによる非破壊のアブレタ密度測定方法の確立
13	宇宙科学研究所/JAXA	鈴木 俊之	傾斜機能型アブレタの耐熱基礎特性取得試験（その2）

(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	九州工業大学	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
2	大阪大学	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
3	横浜国立大学	北村 圭一	再使用型細長物体の空力特性についての数値解析
4	愛媛大学	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
5	東北大学	大西 直文	プラズマアクチュエータを用いた気流制御に関する放電・流れの三次元連成数値解析
6	東北大学	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
7	沖縄工業高等専門学校	森澤 征一郎	低レイノルズ数・高マッハ数条件下での翼の流れ場、及び空力特性の検討
8	横浜国立大学	北村 圭一	超音速飛翔体の数値流体解析
9	横浜国立大学	北村 圭一	機体形状および突起が細長物体空力特性に及ぼす影響についての数値解析
10	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数値解析的研究
11	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
12	東京理科大学	犬伏 正信	機械学習による乱流の予測とモデリング
13	工学院大学	佐藤 允	火星ヘリコプターのローター空力特性に関する数値的研究
14	横浜国立大学	北村 圭一	低レイノルズ数領域でプロペラ後流の影響を受ける物体の数値解析
15	東海大学	水書 稔治	爆轟波伝播に関する基礎的な数値解析
16	岡山大学	小布施 祈織	回転球面上2次元乱流における大規模構造形成とロスビー波非線形相互作用
17	鳥取大学	松野 隆	マイクロプラズマアクチュエータの表面分布法の検討
18	東京理科大学	藤川 貴弘	再使用型宇宙輸送システムの複合領域設計最適化への高精度空力解析の適用
19	東北大学	野々村 拓	平板翼周りの低 Reynolds 数流れに対する圧縮性効果の研究
20	茨城工業高等専門学校	三宅 晶子	宇宙線電子望遠鏡 CALET による低エネルギー宇宙線観測における太陽変動の数値的研究
21	大阪公立大学	小川 泰一郎	直交格子積み上げ法を用いた航空宇宙用推進機関の内部流れ場の数値解析
22	東北大学	大西 直文	極超音速流の境界層における乱流遷移の物理とモデリングに関する研究
23	会津大学	平田 成	MMX 観測データからの高次サイエンスプロダクトの生成
24	東北大学	永田 貴之	高速流中の微粒子間の流体力学的干渉に関する研究
25	龍谷大学	大津 広敬	双曲線形状再突入カプセルの空力特性に関する研究
26	龍谷大学	大津 広敬	バルートを備えた再突入飛行体の空力特性に関する研究
27	東北大学	佐藤 慎太郎	ナノ秒パルス駆動プラズマアクチュエータにおける slow gas heating の影響の調査

	所属	研究代表者	研究課題
28	東京都立大学	金崎 雅博	低コスト回転翼評価手法と火星探査ドローン向けブレードの空力最適設計

b. ISAS 教育職職員申請による共同研究

	所属	氏名	研究課題	研究期間	申請教員
1	横浜国立大学大学院 環境情報研究院	上野 誠也 樋口 丈浩	月縦孔探査のための着陸シーケンスの研究	2020.12.23- 2023.3.31	春山 純一
2	大阪大学	大須賀 公一	月縦孔探査に向けた小型多足ロボットの研究	2020.12.23- 2023.3.31	春山 純一
	岡山理科大学	衣笠 哲也 林 良太 吉田 浩治			
	東北大学	石黒 章夫 大脇 大			
3	東京大学	小泉 宏之 鈴木 宏二郎 宮本 英昭 渡邊 保真	展開型柔軟エアロシェル利用した超小型惑星プローブに関する研究	2021.4.1- 2023.3.31	山田 和彦
	東京工業大学	秋田 大輔			
	日本大学	今村 宰			
	龍谷大学	大津 広敬			
	帝京大学	河村 政昭			
	大阪大学	莊司 泰弘			
	北海道大学	高橋 裕介			
	東海大学	中篠 恭一			
	東京農工大学	西田 浩之			
	名古屋大学	笠原 次郎 森 浩一			
早稲田大学	石村 康生 手塚 亜聖				
4	筑波大学	嶋村 耕平	将来の深宇宙サンプルリターン計画にむけた先進的サンプルリターンカプセル技術の研究	2021.4.1- 2023.3.31	山田 和彦
	静岡大学	松井 信			
	群馬大学	船津 賢人			
	早稲田大学	手塚 亜聖			
	山口大学	葛山 浩			
	東北大学	永井 大樹 野々村 拓			
	鳥取大学	酒井 武治			
	龍谷大学	大津 広敬			
北海道大学	高橋 裕介				

	所属	氏名	研究課題	研究期間	申請教員
5	東京大学	姫野 武洋	大型液化水素タンクの減圧特性に関する研究	2022.4.1- 2023.3.31	小林 弘明
6	九州大学	伊豫本 直子	TES 型マイクロカロリメータのガンマ線への応用, 位置検出方法の探求に関する共同研究	2022.4.1- 2023.3.31	山崎 典子
7	中央大学	國井 康晴	超小型月面探査ローバの移動メカニズムと自律化の研究	2022.4.1- 2023.3.31	吉光 徹雄
	東京農工大学	前田 孝雄			
8	和歌山大学	秋山 演亮	SLIM 搭載超小型月面探査ローバの運用に関する研究	2022.4.1- 2023.3.31	吉光 徹雄
9	京都大学	山田 良透	小型 JASMINE の衛星システム検討	2022.4.1- 2023.3.31	片坐 宏一
	国立天文台	郷田 直輝 鹿野 良平 矢野 太平 上田 暁俊 辰巳 大輔 三好 真 鹿島 伸悟			
	東京大学	河原 創			
	自然科学研究機構 アストロバイオロジー センター	小谷 隆行			
10	関東学院大学	中嶋 大	Athena 計画検討のための共同研究	2022.4.1- 2023.3.31	山崎 典子
	国立天文台	満田 和久			
11	東京都立大学	江副 祐一郎	MEMS 技術を用いた超軽量 X 線望遠鏡に関する共同研究	2022.4.1- 2023.3.31	三田 信
12	東京農工大学	関本 諭志	非定常流体変動を利用したプラズマアクチュエータによる流体制御の研究	2022.4.1- 2023.3.31	大山 聖
13	高エネルギー加速器 研究機構	羽澄 昌史 長谷川 雅也 Tijmen de Haan 長崎 岳人	LiteBIRD 計画のための共同研究	2022.4.1- 2023.3.31	堂谷 忠靖
	東京大学 カブリ数物連携宇宙 研究機構	片山 伸彦 松村 知岳 長谷部 孝 Ghigna Tommaso			
	東京大学 新領域創成科学研究科	大崎 博之 寺尾 悠			
	岡山大学	石野 宏和 Samantha Lynn Stever 桜井 雄基			
	北里大学	川崎 健夫			
	横浜国立大学	中村 正吾			
	国立天文台	鹿島 伸悟			
	大阪府立大学	小木曾 望			
	香川高等専門学校	辻 正敏			

	所属	氏名	研究課題	研究期間	申請教員
14	広島大学大学院	小池 みずほ	地球外物質研究における研究開発およびはやぶさ2 試料取り扱い	2022.4.1- 2023.3.31	安部 正真
	立命館大学	土山 明			
	横浜国立大学	癸生川 陽子			
	海洋研究開発機構	伊藤 元雄 高野 淑識			
	高輝度光科学研究センター	上相 真之			
	九州大学	岡崎 隆司 山本 大貴			
	東京大学	杉田 精司 宮本 英昭 諸田 智克 奥村 大河 長 勇一郎 日比谷 由紀 古屋 静萌 三浦 弥生 小野寺 圭祐			
	東北大学	中村 智樹 松本 恵 榎戸 祐馬			
	材料科学技術振興財団	高橋 実樹			
	北海道大学	塚本 尚義 馬上 謙一			
	大阪大学	青木 順			
東京工業大学	横山 哲也 石川 晃 伊佐 純子				
15	上智大学	中岡 俊裕	先端的プロセスをつかった新たな光検出器・光学素子の創出	2022.4.1- 2023.3.31	和田 武彦
16	国立天文台	伊藤 孝士	近地球小惑星の力学進化から探る惑星形成過程の観測的・数値的研究	2022.4.6- 2023.3.31	吉川 真
17	東京薬科大学	横堀 伸一	ISS を利用した窓なし微生物曝露によるアストロバイオロジー実験	2022.5.11- 2023.3.31	橋本 博文
18	東京工業大学	秋田 大輔	スーパープレッシャー気球の開発	2022.5.25- 2025.3.31	斎藤 芳隆
	湘南工科大学	加保 貴奈			
	長岡技術科学大学	山田 昇			
	北海道大学	藤原 正智			
	早稲田大学	石村 康生			
	国立極地研究所	富川 喜弘			
	東北大学	村田 功			
	東京大学	高麗 正史			
	東海大学	中篠 恭一			
	明治大学	松尾 卓摩			

	所属	氏名	研究課題	研究期間	申請教員
19	国立天文台	井口 聖	世界をリードする科学成果の月面活動からの創出(月面科学 FS)	2022.6.22-2023.3.31	佐伯 孝尚
	東京大学	諸田 智克 長 勇一郎 杉田 精司			
	東京大学地震研究所	新谷 昌人			
	立教大学	亀田 真吾			
	九州大学	辻 健			
	パリ大学	川村 太一			
20	産業医科大学	吉田 ニ美	木星領域以遠にある氷衛星への衝突天体の起源	2022.7.27-2023.3.31	吉川 真
21	東京大学	小森 健太郎	宇宙ミッションのための光検出器およびレーザー干渉計の開発	2022.7.27-2024.3.31	和泉 究
22	京都大学	山田 良透	赤外線位置天文観測衛星 JASMINE のデータ解析:位置天文パラメータ導出方法の開発 (JASMINE data reduction :development of an astrometric solution for JASMINE)	2022.11.1-2023.3.31	片埜 宏一
	国立天文台	大澤 亮			
	ドイツハイデルベルグ大学	Michael Biermann Wolfgang Loeffler Keith Hall Gerasimos Sarras			
23	横浜国立大学	伊里 友一朗	自己着火燃料の着火メカニズム解明に向けた研究	2022.12.7-2026.3.31	森 治
24	産業技術総合研究所	中村 良介 神山 徹 堤 千明 今井 正克 山本 聡	高精度月惑星データの応用研究	2020.11.25-2023.3.31	佐藤 広幸
25	山口大学	麻川 明俊	高度なその場観察を駆使した有機結晶の表面融解装置の開発	2022.6.8-2023.3.31	中坪 俊一
	静岡県立大学	本同 宏成			
	徳島大学	柳谷 伸一郎			
	北海道大学	勝野 弘康			
26	福井工業大学	中城 智之	JAXA 深宇宙探査技術実証機 DESTINY+と福井工業大学宇宙通信・宇宙観測地上局との連携による電気推進システムを用いた地球周回スパイラル軌道上昇の運用および月以遠探査機の運用に関する研究	2022.9.14-2024.3.31	山本 高行
27	千葉工業大学	大野 宗祐 三宅 範宗 前田 恵介 石橋 高	気球を用いた成層圏微生物採取実験	2022.12.7-2023.3.31	山谷 昌大

c. 理工学委員会による共同研究

(1) 宇宙理学委員会 戦略的開発研究費公募による共同研究

	契約相手方	研究課題	契約額 (円)
1	宮崎大学	「広帯域X線高感度撮像分光衛星 FORCE のシステム成立性検討」及び「広帯域X線撮像検出器用 SOI-CMOS シリコンピクセル素子の開発」	有償 (支出)
2	名古屋大学	「広帯域X線高感度撮像分光衛星 FORCE のシステム成立性検討」及び「広帯域X線撮像検出器用 SOI-CMOS シリコンピクセル素子の開発」	有償 (支出)

	契約相手方	研究課題	契約額 (円)
3	京都大学	広帯域 X 線高感度撮像分光衛星 FORCE 広帯域 X 線撮像検出器用 SOI-CMOS シリコンピクセル素子の開発	有償 (支出)
4	大阪公立大学	テラヘルツヘテロダイン分光装置の火星用広帯域・高分散/低消費・小型の高速 FFT デジタル分光計の開発	有償 (支出)
5	名古屋大学	太陽 X 線・集光撮像分光観測実現のための高精度 X 線ミラーの開発研究	有償 (支出)

(2) 宇宙理学委員会 搭載機器基礎開発研究費公募による共同研究

	契約相手方	研究課題	契約額 (円)
1	名古屋大学	衛星搭載の高密度半導体イメージャに対応する革新的なコンパクト放熱バスの 開発	有償 (支出)
2	京都大学	電場・ラングミュアプローブ一体型観測器の開発	有償 (支出)
3	東京大学	赤外線 CMOS センサの宇宙 X 線用応用の検討	有償 (支出)
4	名古屋大学	積層グラフェンを用いた高感度軟 X 線光学素子開発	有償 (支出)
5	金沢大学	超小型プラズマ波動受信器の信号処理 FPGA モジュールの基礎開発	有償 (支出)
6	京都大学	日本発の異種半導体常温接合 (常温 SAB) による広帯域 X 線ガンマ線・光赤 外線一体型撮像素子の開発	有償 (支出)
7	東京大学	合金を用いた多層膜反射鏡の開発 その 3 (Mg 合金との相性に関する研究)	有償 (支出)
8	名古屋大学	極低温下における自由曲面鏡の形状評価のための高精度・高汎用干渉計の開発	有償 (支出)
9	東京都立大学	高温塑性変形技術を用いた高角度分解能で軽量な次世代シリコン X 線望遠鏡の 開発	有償 (支出)
10	東京理科大学	汎用 X 線 CMOS センサーの基礎開発	有償 (支出)
11	自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター	宇宙望遠鏡による超高精度測光観測を目指した検出器精密キャリブレーション 法の開発	有償 (支出)

(3) 宇宙工学委員会 戦略的開発研究費公募による共同研究

	契約相手方	研究課題	契約額 (円)
1	東京都立大学	深宇宙サンプルリターン計画にむけた先進的サンプルリターンカプセル技術に 関する研究	有償 (支出)
2	静岡大学	マルチバスレーザー吸収分光法を用いた膨張波管気流診断	有償 (支出)
3	東北大学	深宇宙サンプルリターン計画にむけた先進的サンプルリターンカプセル技術に 関する研究	有償 (支出)
4	東京大学	展開型柔軟エアロシェル大気圏突入システムの技術実証	有償 (支出)
5	横浜国立大学	将来深宇宙探査に向けた革新的超小型推進システム技術実証 RG	有償 (支出)
6	大阪公立大学	光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合	有償 (支出)
7	東京都立大学	光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合	有償 (支出)
8	早稲田大学	光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合	有償 (支出)
9	名城大学	光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合	有償 (支出)
10	摂南大学	光学観測高度化に向けた高精度構造・材料システム統合	有償 (支出)
11	名古屋大学	衛星搭載ネットワーク・ソフトウェアアーキテクチャの創生～搭載ソフトウェア 構成技術の研究～	有償 (支出)

	契約相手方	研究課題	契約額 (円)
12	東京理科大学	複合材製液体酸素タンクの研究開発	有償 (支出)
13	早稲田大学	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究	有償 (支出)
14	名古屋大学	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト推進系の超音速インテーク試験と燃焼試験	有償 (支出)
15	静岡大学	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究	有償 (支出)
16	帝京大学	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究	有償 (支出)
17	岩手大学	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究	有償 (支出)
18	室蘭工業大学	再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究	有償 (支出)
19	名古屋大学	高比推力・高推力を両立する高効率多層ヒータによる電熱型電気推進	有償 (支出)
20	室蘭工業大学	高比推力・高推力を両立する高効率多層ヒータによる電熱型電気推進	有償 (支出)
21	都立産業技術高等専門学校 九州大学	電気推進機における昇華性推進剤の検討	有償 (支出)
22	東北大学	極低温における熱制御技術	有償 (支出)
23	名古屋大学	極低温における熱制御技術	有償 (支出)
24	東京大学	深宇宙・表面探査用ワンチップ無線機に向けた研究	有償 (支出)
25	名古屋大学	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	有償 (支出)
26	室蘭工業大学	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	有償 (支出)
27	慶應義塾大学	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	有償 (支出)
28	横浜国立大学	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	有償 (支出)
29	九州工業大学	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	有償 (支出)
30	埼玉工業大学	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	有償 (支出)
31	広島大学	デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証	有償 (支出)
32	長岡技術科学大学	深宇宙ランデブードッキング技術の研究	有償 (支出)
33	東京工業大学	深宇宙ランデブードッキング技術の研究	有償 (支出)
34	名城大学	実宇宙機プロジェクトにおける高精度指向制御達成に向けたモーションコントロール技術の研究開発	有償 (支出)
35	名古屋工業大学	実宇宙機プロジェクトにおける高精度指向制御達成に向けたモーションコントロール技術の研究開発	有償 (支出)
36	福井大学	実宇宙機プロジェクトにおける高精度指向制御達成に向けたモーションコントロール技術の研究開発	有償 (支出)
37	静岡大学	実宇宙機プロジェクトにおける高精度指向制御達成に向けたモーションコントロール技術の研究開発	有償 (支出)
38	室蘭工業大学	超小型ソーラー電力セイルの動特性解析	有償 (支出)

(4) 宇宙環境利用専門委員会 フロントローディング研究公募による共同研究

	契約相手方	研究課題	契約額 (円)
1	富山大学	根系の三次元形態の評価を通じた低重力植物栽培条件の最適化	有償 (支出)
2	東京都市大学	ガスジェット浮遊法による溶融金属酸化物の熱物性値測定法の確立	有償 (支出)
3	北海道大学	気相からの氷の核生成と宇宙ダスト	有償 (支出)
4	東北大学	ISS 曝露部搭載型 生物 培養器 (BioCube Unit) エンジニアリングモデル (EM) の開発に向けた、試作機の機能検証試験	有償 (支出)

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32回アストロダイナミクスシンポジウム (*)	2022.7.25-26	307	65	津田 雄一
2	太陽スペース研究シンポジウム	2022.8.17	78	12	清水 敏文
3	惑星探査ワークショップ	2022.9.28-30	165	36	村上 豪 白井 寛裕 尾崎 直哉 木村 駿太 久保 勇貴
4	International Heliophysics Data Environment Alliance (IHDEA)	2022.10.3-7	83	30	三好 由純 (名古屋大) Arnaud Masson (ESA) Shing Fung (NASA)
5	XRISM Core-to-core Science Workshop	2022.10.19-21	84	42	山口 弘悦
6	第66回宇宙科学技術連合講演会	2022.11.1-4	1604	1077	鈴木 俊之
7	大気球シンポジウム (*)	2022.11.7-8	198	43	水村 好貴
8	第9回宇宙物質科学シンポジウム (HAYABUSA2022)	2022.11.14-16	551	72	岡田 達明
9	惑星探査50年の発見の歩み	2022.11.19	70	3	寺内 康剛
10	第37回宇宙構造・材料シンポジウム (*)	2022.12.8	33	12	竹内 伸介
11	宇宙航行の力学シンポジウム (*)	2022.12.12-13	131	70	野中 聡
12	第23回宇宙科学シンポジウム (*)	2023.1.5-6	363	213	片坐 宏一 大槻 真嗣 鈴木 志野 浅村 和史 佐藤 泰貴
13	宇宙輸送シンポジウム (化学推進) (*) 宇宙輸送シンポジウム (非化学推進) (*)	2023.1.12-13	89 117	53 56	徳留 真一郎 小林 弘明 丸 祐介 佐藤 哲也 (早大) 北川 幸樹 (九工大) 西山 和孝
14	磁気圏・電離圏シンポジウム	2023.1.16-17	90	16	村上 豪
15	第37回宇宙環境利用シンポジウム (*)	2023.1.17-18	85	19	橋本 博文
16	第5回ハイブリッドロケットシンポジウム (*)	2023.2.14	53	16	嶋田 徹
17	宇宙科学情報解析シンポジウム (*)	2023.2.18	64	12	高木 亮治, 他
18	プラネタリーディフェンスシンポジウム	2023.2.20-21	193	21	吉川 真

	名 称	開催日	参加人数	発表件数	世話人
19	第5回観測ロケットシンポジウム (*)	2023.2.28-3.1	159	35	阿部 琢美
20	第7回重力天体（月火星）着陸探査シンポジウム	2023.3.1-2	468	24	春山 純一 白井 寛裕 倉本 圭（北大） 寺田 直樹（東北大） 中村 昭子（神戸大）
21	宇宙科学に関する室内実験シンポジウム (*)	2023.3.6-7	74	31	阿部 琢美 長谷川 直
22	第22回高宇速研究会	2023.3.6-8	163	39	中嶋 大 （関東学院大学）
23	衝撃波シンポジウム	2023.3.8-10	215	132	久保田 士郎（産総研） 山田 和彦
24	第42回宇宙エネルギーシンポジウム (*)	2023.3.22	56	12	田中 孝治 豊田 裕之
25	宇宙プラズマにおける粒子加速研究会	2023.3.23-24	30	12	坂尾 太郎 篠原 育
26	火星圏シンポジウム	2023.3.28-30	164	39	白井 寛裕
27	Symposium on the Future of Heliospheric Science: From Geotail and Beyond	2023.3.28-31	172	59	斎藤 義文
28	次世代高エネルギーX線天文衛星が描く新しい宇宙像（仮題）	中止	0	0	石田 學

(*) JAXA リポジトリにて電子版として公開.

b. 宇宙科学セミナー

ISAS Space Science Seminar

宇宙科学セミナーとは、宇宙科学研究所において、理工学・工学・宇宙環境利用の枠を超えた研究の交流及び研究活動の活性化のために実施するセミナーである。

回次	開催日	講演者	所属	テーマ
第23回	2022.11.30	Thomas Zurbuchen / Mark Clampin	NASA's Associate Administrator for the Science Mission Directorate / NASA's Astrophysics Division Di- rector in the Science Mission Direc- torate	NASA Space Science – Carpe Posterum: Achieve- ments and Future Plans

c. 宇宙科学談話会

ISAS Space Science Colloquium

宇宙科学談話会とは、宇宙科学研究所において、理工学・工学・宇宙環境利用の枠を超えた研究の交流及び研究活動の活性化のために実施するコロキウムである。

回次	開催日	講演者	所属	テーマ
第 191 回	2022.6.2	Vladimir Airapetian	NASA Goddard Space Flight Center and American University	Eruptions from Young Solar-like Stars and Impact of Habitable Environments of Rocky Exoplanets
第 192 回	2022.6.8	青木 和光	国立天文台	TMT science cases and the project status
第 193 回	2022.7.20	小藤 由太郎	東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 / 国立天文台	Imaging of the Supermassive Black Hole in Our Galaxy, Sgr A* with the Event Horizon Telescope
第 194 回	2022.8.1	PATANCHON Guillaume	Astroparticle and cosmology laboratory (APC), France	Measurements of the Cosmic Microwave Background polarisation: from Planck to LiteBIRD
第 195 回	2022.8.10	三好 真	国立天文台	EHTC の M87 ブラックホールの「リング」像は本物か? --- 観測データの独立解析の結果 ---
第 196 回	2022.8.17	塚田 怜央	The Pennsylvania state university, Postdoctoral Scholar	Low-latency detection of the gravitational waves from compact binary coalescences
第 197 回	2022.8.29	石川 遼子	国立天文台	Mapping Solar Magnetic Fields by Sounding Rocket Experiments CLASP2 and CLASP2.1
第 198 回	2022.11.28	Daniel J. Scheeres	Ann and H.J. Smead Department of Aerospace Engineering Sciences, The University of Colorado at Boulder	Missions to Binary Asteroids: A Pathway to Understanding the Morphological Evolution of Rubble Pile Asteroids
第 199 回	2022.12.22	郷田 直輝	国立天文台	JASMINE 計画の誕生と変遷
第 200 回	2023.1.18	Alexander Hayes, Michael Amato	Cornell University, Goddard Space Flight Center NASA	The role of the NASA's New Frontiers Program and Comet Surface Sample Return in Origins, Worlds, and Life: A Decadal Strategy for Planetary Science and Astrobiology 2023-2032.
第 201 回	2023.2.8	有松 亘	京都大学 白眉センター	小望遠鏡動画観測が解明する太陽系の影と閃光
第 202 回	2023.2.15	兵頭 龍樹	ISAS/JAXA 太陽系科学研究系	Planet Formation Theory Planetary Exploration
第 203 回	2023.3.8	James O'Donoghue	ISAS/JAXA 太陽系科学研究系	Observations of weather and climate in giant planet upper atmospheres

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、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効率的に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。

上述の意義を踏まえ、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。

2022年度は新型コロナウイルスの影響によるさまざまな制約が少しずつ緩和された中で、国際会議・バイ会合など直接的な対話を本格再開し、機関レベル、所レベルの協力や各ミッションの国際調整を推進した。

運用中のミッションのうち小惑星探査機「はやぶさ2」において「Ryugu」サンプル分析の国際協力活動が進められている。5月の日米首脳会談において日米宇宙協力の象徴としてサンプル粒実物を展示しバイデン米大統領に紹

介された。フランス国立宇宙センター（CNES）から提供され JAXA 地球外試料キュレーションセンターに設置されている赤外分光顕微鏡（MicrOmega）がキュレーション活動に大きく貢献しており、6月に東京で開催された CNES 創立 60 周年イベントで本協力の継続が確認・署名された。並行して米国航空宇宙局（NASA）のミッション OSIRIS-REx による小惑星「Bennu」のサンプルの受領に向けた準備が進められている。また、新たな天体の探査を目的とするはやぶさ2拡張ミッションにおいて、NASA 深宇宙ネットワークによる支援を継続して受けるとともに、米国研究者の参画等に向けた継続的な協力を調整している。2018年10月に南米ギアナのクールー宇宙センターよりアリアン5ロケットで成功裏に打ち上げられた日欧協力ミッションである水星探査計画「BepiColombo」について、ノミナルの運用期間および想定される延長ミッションならびにその後のデータ解析等に想定される期間を想定し、欧州宇宙機関（ESA）をはじめとする欧州の協力宇宙機関との覚書や取決め等を延長合意した。

NASA の新型ロケット（SLS）初号機である Artemis-1 によって 11月16日に2機の JAXA 超小型探査機（CubeSat）「EQUULEUS」および「OMOTENASHI」が相乗りで打ち上げられた。EQUULEUS は順調に軌道制御を行い月フライバイ時には月裏側の撮影に成功。目的地の月地球ラグランジュ点（EML2）に向けて航行している。OMOTENASHI は初期運用異常により月着陸は断念、NASA 深宇宙ネットワーク局の追跡支援の協力を得るなどして原因究明を行い、運用再開に向けた検討が進められている。

磁気圏尾部観測衛星「GEOTAIL」は搭載データレコーダ両系の停止を受けて運用終了を決定、11月末に NASA 等関係者の立会いのもと運用停止作業を行った。1989年に締結した協力取決めに基づき、1992年に NASA 提供のデルタ2ロケットで打ち上げられて以来多くの観測成果が創出されており、長きにわたる NASA との協力関係を象徴するものであった。

開発段階のミッションについては、X線分光撮像衛星（XRISM）においては開発・インテグレーションの最終フェーズとなり、4月の在日米国大使に続き、11月に NASA、科学局長及び ESA 科学局関係者、2月には NASA 長官、在日オランダ大使などによる機体視察を実施し、打上げに向けた協力を確認した。NASA とは開発状況の確認を適宜行いつつ実施責任者会合（JESG）の第3回を7月対面、第4回を3月にオンラインにて開催し、2023年度の

打上げに向けた最終段階での更なる協力が確認された。小型月着陸実証機 (SLIM) は 2021 年 11 月に締結した取り決めに基づき、NASA のレーザーフレクタ (LRA) の探査機への取り付け深宇宙局支援に向けた調整が行われ、2023 年度の XRISM 同時打上げに向けた最終準備を行った。

火星衛星探査計画 (MMX) においては、8 月に豪州を訪問しオーストラリア宇宙庁 (ASA) をはじめ豪政府関係各所にカプセル回収の協力を申し入れた。10 月の日豪首脳会談ではサンプル回収カプセルの豪州着陸とサイエンス協力を原則的に支持することが確認され共同声明として発表された。さらに NASA、CNES、ドイツ航空宇宙センター (DLR) と多角的な協力推進を行っている。DLR とは、さらなる検討、技術開発、ハードウェア開発、試験およびフライト運用にかかる活動を進めるため 7 月に新たに実施取決めを締結した。NASA とはハードウェア提供、打上げ、運用を含む協力の最終合意として了解覚書 (MoU) の協議を行った。また、CNES と DLR の共同開発による小型ローバの提供に向けても調整を継続した。

公募型小型ミッション 2 号機に位置づけられている深宇宙探査技術実証機「DESTINY+」については、2021 年に締結した実施取り決めに基づき DLR からのダストアナライザの提供を中心とした協力を推進し、海外機関による深宇宙通信支援の協力調整を支援した。

検討段階のミッションについて、戦略的中型計画 2 号機に選定されている宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星 (LiteBIRD) に関して、カナダ宇宙庁 (CSA) と検討段階の協力を対象とする取決めを締結した。CNES とは欧州リードとして中・高周波望遠鏡や冷凍機等の提供に関し、実施取決めにより検討フェーズの協力を推進している。

公募型小型ミッション 3 号機に選定された赤外線位置天文観測衛星：JASMINE においても国際協力を検討している。公募型小型ミッション 4 号機の高感度太陽紫外線分光観測衛星 (SOLAR-C) についても米国、欧州との協力調整を進め、具体的な協力内容を定めたイタリア宇宙機関 (ASI) との実施取決め、ESA との協力覚書 (MoU) を調整した。以降の候補ミッションについても検討に必要な海外協力が得られるよう支援を行っている。

戦略的海外共同ミッションについては、ESA 木星氷衛星探査機「JUICE」において、DLR、スウェーデン国家宇宙機関 (SNSA) への機器提供を通じて協力し、2023 年 4 月打上げに向けたハードウェア提供・搭載試験を進めた。

NASA の宇宙物理分野の次期旗艦ミッションである広視野赤外線サーベイ望遠鏡 (Nancy Roman Grace Space Telescope) は、NASA との協力として観測装置提供、地上望遠鏡観測、地上局受信などのミッション協力について、2021 年 4 月に締結した合意 (LOA) 実施取決めに基づき検討・開発を推進している。

米欧共同の小惑星衝突・観測ミッション AIDA 計画のうち、米 NASA の DART ミッションは 10 月に小惑星衝突に成功しており、その衝突後の観測を行う 2024 年打上げ予定の ESA の小惑星探査機 Hera ミッションには「はやぶさ 2」への搭載実績に基づく熱赤外カメラの提供やサイエンスによる参画に向けた検討を 2021 年 2 月に締結した協力協定に基づき進めている。

NASA のニューフロンティア 4 ミッション、土星衛星タイタン離着陸探査「Dragonfly」については、JAXA より地震計を提供してサイエンス参加すべく 2022 年 1 月に締結した合意 (LOA) に基づき NASA 協力し、2027 年度打上げに向けた開発が進められている。

ESA の長周期彗星探査計画「Comet Interceptor」については、彗星近くで展開される子機 2 つのうち 1 機を開発・提供することで協力内容を調整している。

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。2023 年 3 月より豪州連邦科学産業研究機構 (CSIRO) 及びニューサウスウェールズ大学との協力を得ながら豪州北部準州アリススプリングスで気球実験を実施している。

ノルウェー宇宙機関 (NOSA) と共同で計画していた観測ロケット SS-520-3 号機は 2021 年 11 月のニューオルスン射場からの打上げ実験の成功を受け、MOU は 2023 年 1 月期限で終了。サイエンス協力は継続していくことを合意した。

DLR とは複数燃料液滴の自動発火に関する観測ロケット実験 (PHOENIX-II) に向けた実施取決めを 7 月に締結した。現在 2024 年春の実施に向けて取り決めに基づき準備が進められている。

以上の国際協力を進めるにあたっては、新型コロナウイルスの影響が収束傾向の中、宇宙機関レベル、宇宙科学研究所レベル、担当間の対面での対話を積極的に行うことで、進行中の国際協力ミッションの確実な実施、新たな国際協力ミッションの創出などを推進した。米・欧の宇宙科学分野の動向を把握するとともに、日本の宇宙科学の計画を紹介することで更なる国際協力の可能性検討を推進している。

2. 機関間会合一覧

年月日	会合相手機関	会合区分	相手方トップ	会合場所
2022/4/21	駐日米大使	筑波宇宙センター視察（XRISM 機体視察含む）	米エマニュエル大使	JAXA 筑波宇宙センター
2022/6/30	駐日仏大使館/仏 CNES	CNES60 周年記念イベント	CNES バディスト総裁	日本科学未来館
2022/7/6	英 UKSA	機関間年次会合・視察	アネット国際担当理事	JAXA 相模原キャンパス
2022/7/8	米 NASA	XRISM マネジメント会合（JESG）、機体視察	ハーツ宇宙物理部長	JAXA つくば宇宙センター
2022/7/13	米 NASA	月探査に関する国際協力レビュー	ファージェダス監査局分析官	JAXA 相模原キャンパス
2022/7/17	米 NASA	ISAS-NASA 科学局会合	ズブーケン科学局長	アテネ（COSPAR 会場）
2022/7/18	伊 ASI	ISAS-ASI 宇宙科学会合	コスモ科学部長	アテネ（COSPAR 会場）
2022/7/18	米 JPL	ISAS-JPL 会合	ジェームズ副所長	アテネ（COSPAR 会場）
2022/7/20	独 DLR	ISAS-DLR 会合	ベルツァー理事	JAXA 東京事務所
2022/8/2	豪 ASA	はやぶさ2 協力御礼、MMX 協力会合	パレルモ長官	オーストラリア宇宙庁本部
2022/8/3	豪 南オーストラリア州政府	はやぶさ2 協力御礼、MMX 協力会合	ブライス チーフエグゼクティブ	南オーストラリア州政府本部
2022/8/4	豪 メルボルン大学	はやぶさ2 協力御礼、MMX 協力会合	ゾーベル 副総長	メルボルン大学
2022/8/5	豪 ASA、国防省、外務省等	はやぶさ2 協力御礼、MMX 協力会合	ヒュエット ゼネラルマネージャー他	オーストラリア宇宙庁キャンベラ
2022/8/5	豪 国立科学技術センター（Questacon）	日豪協力交換、展示視察	デュラント館長	クエスタコン
2022/8/5	在豪日本大使館	はやぶさ2 協力御礼、MMX 協力会合	在豪 山上大使	在豪日本大使館
2022/8/29, 9/3	米 NASA	アルテミス1 打上げ視察（延期）	NASA ネルソン長官	NASA KSC
2022/9/9	台北駐日経済文化代表処科学技術部	台湾協力説明	鄒幼涵 科学技術担当顧問	JAXA 相模原キャンパス
2022/9/19-22	NASA, ESA 等	IAC バリ	各宇宙機関長など	パリ
2022/9/23	英国科学博物館	はやぶさ2 展示協力	博物館長	ロンドン
2022/9/26	独 DLR	JAXA-DLR 戦略会合	ピッツァーラ長官	DLR ケルン
2022/10/26	独 経済産業省（BMWk）	日独宇宙協力	BMWk 次長	JAXA 筑波宇宙センター
2022/11/16	米 NASA	アルテミス1 打上げ視察	NASA ネルソン長官	NASA KSC
2022/11/28	欧 ESA	ESA 科学局会合	ファバタ対外調整部長	JAXA 東京事務所
2022/11/29	米 NASA、欧 ESA	XRISM 機体視察等	ズブーケン科学局長	JAXA つくば宇宙センター
2022/11/30	米 NASA	ISAS-NASA 科学局会合	ズブーケン科学局長	JAXA 相模原キャンパス
2022/12/16	米 NASA	追跡ネットワーク相互支援会合	NASA 運用局次長	JAXA 東京事務所
2022/12/21	伊 ASI	ISAS-ASI 科学局会合	コスモ科学部長	オンライン
2023/1/25	米 航空宇宙学会（AIAA）	AIAA SciTech 講演	米 航空宇宙学会（AIAA）	米メリーランド州
2023/1/26	米 NASA	NASA 科学局会合	クランピン天文部長	NASA 本部
2023/1/27	米 NASA ゴダード宇宙飛行センター（GSFC）	GSFC 会合	ミシェル所長代行	NASA GSFC

2023/1/27	JAXA ワシントン駐在員事務所	國中所長 セミナー基調講演	ワシントン関係者	JAXA ワシントン駐在員事務所
2023/2/28	駐日オランダ大使	筑波宇宙センター視察 (XRISM 機体視察含む)	駐日オランダ大使	JAXA 筑波宇宙センター
2023/3/2	伊 ASI	ISAS-ASI 科学局会合	コスモ科学部長	オンライン
2023/3/7	米 NASA	Solar-C プログラム会合	ライル アソシエイトディレクター	JAXA 相模原キャンパス
2023/3/30	伊 ASI	ISAS-ASI 科学局会合	コスモ科学部長	オンライン

3. 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 (2022年11月末運用終了)	「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。
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 (欧州宇宙機関), NOSA (ノルウェー宇宙機関)	「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。
金星探査機「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 (インド宇宙研究機関)	「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「Ryugu」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 (ドイツ航空宇宙センター)	「はやぶさ2」の追跡支援、微小重力実験支援。
			豪州宇宙機関 (ASA)、国防省 (DOD)、産業科学エネルギー資源省 (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。
CNES (仏)	MicrOmega を JAXA 地球外試料キュレーションセンターに提供。			

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)
(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。
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。
ジオスペース探査衛星 「ERG」	2016年12月20日	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 「BepiColombo」	2018年10月20日	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。
			SNSA (スウェーデン宇宙機関)	「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 (独)	「MMO」搭載のイオン質量分析器用の関連機器を提供。

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)
X線分光撮像衛星 「XRISM」	2023年度予定	ASTRO-H のミッションを引き継ぎ、「宇宙の構造形成と銀河団の進化」、「宇宙の物質循環の歴史」、「宇宙のエネルギー輸送と循環」を研究するとともに、「超高分解能 X線分光による新しいサイエンス」を開拓する。これらの科学目的を達成するために、これまでにない特長と性能で「宇宙の高温プラズマにおける物質循環・エネルギー輸送過程と天体の進化の解明」を進める。	NASA (米)	Resolve 検出器、望遠鏡、地上 SW 開発、ミッション SE、科学運用、サイエンス
			ESA (欧)	Resolve LHP 開発、STT 等調達、サイエンス
			SRON (蘭) (ESA 協力協定に含む)	Resolve FWM/E 開発、サイエンス

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)
小型月着陸実証機「SLIM」	2023年度予定	小型の探査機によって、月への高精度着陸技術の実証を目指す。従来に比べ軽量の月惑星探査機システムを実現し、月惑星探査の高頻度化に貢献する。	NASA (米)	レーザーリフレクタ (LRA) , 搭載、地上局支援、データ提供
深宇宙探査技術実証機「DESTINY+」	2024年度予定	惑星航行間のダスト捕集、ふたご座流星群母天体「フェイトン」のフライバイ観測を通じて、ダストの物理化学組成や「フェイトン」の実態を明らかにするとともに、将来の深宇宙探査を低コスト・高頻度で持続的に実施するための技術実証を行う。	DLR (独)	ダストアナライザ
火星衛星探査計画「MMX」	2024年度予定	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)	中性子ガンマ線分光計等
			CNES (仏)	近赤外分光計、小型ローバ等
			ESA (欧)	通信システム等
			DLR (独)	小型ローバ、試験設備等
			ASA (豪) (調整中)	サンプル帰還カプセル着陸・回収、サイエンス協力

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)
宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星「LiteBIRD」	2028年度予定	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、その痕跡が宇宙マイクロ波背景放射 (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。	ESA (欧) , CNES (仏) , CSA (加) 等	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」(所内チーム)	2023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) , SNSA (スウェーデン) 等	DLR: GALA (Ganymede Laser Altimeter) の一部を提供。 SNSA: RPWI (Radio & Plasma Wave Investigation) 及び PEP/JNA (Particle Environment Package /Jovian energetic neutral atomic analyzer) の一部を提供。

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)
広視野赤外線サーベイ望遠鏡「Nancy Grace Roman Telescope」(所内プロジェクト)	2026年予定	系外惑星観測における次の大きなステップである直接撮像。日本からの機器提供、観測協力(地上局含む)等により、世界でひとつの宇宙望遠鏡計画を実現。	NASA (米)	コロナグラフ構成機器提供、すばる地上観測、地上局受信
二重小惑星探査計画「Hera」(所内プロジェクト)	2024年予定	小惑星が地球に衝突するリスクに備え、太陽系探査における新展開であるプラネタリーディフェンスを、日欧米3極で協調して主体的に推進する。国際宇宙協力を強化し、広義の宇宙空間における安全保障の意義を有する。	ESA (欧)	熱赤外カメラ提供等
土星衛星タイタン離着陸探査ミッション「Dragonfly」(所内プロジェクト)	2026年予定	土星最大の衛星タイタンを探査する計画。地震計の提供や科学研究で参加し、ドローン型離着陸機を利用して大気中および表層物質の化学分析や気象観測・地中探査を多地点で行うことでタイタンの現環境と進化過程を明らかにすることを目標とする。	NASA (米)	地震計の開発・提供。
長周期彗星探査計画「Comet Interceptor」(所内プロジェクト)	2029年予定	親機1台と子機2台による同時多点フライバイ観測で、太陽系形成初期の始原的な特徴を残す「長周期彗星」を直接探査する	ESA (欧)	子機1台の開発・提供
高エネルギー天体物理学先進望遠鏡「ATHENA」(WG)	2030年代初旬	「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. 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)
量子力学的ハンレ効果を利用しライマン α 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「CLASP2」	2019年4月	観測ロケットを用いて観測装置を宇宙空間に打上げ、太陽の彩層中にある電離マグネシウムが出す紫外線を観測し、電離マグネシウム線における散乱偏光、ハンレ効果の有無に加え、ゼーマン効果を検出することで、磁場情報の取得を目指す。	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。
			フランス宇宙天体物理学研究所 IAS (仏)	回折格子の提供。
			カナリー天体物理観測研究所 IAC (スペイン)	ハンレ効果とゼーマン効果のモデル計算。
極域カスプ上空に発生する電離大気流出過程の研究	2021年11月	高緯度電離圏のカスプと呼ばれる領域に向けてロケットを打上げ、電子・イオン・電磁場観測装置および地上に設置されているレーダーやオーロラ撮像用カメラ等による観測を組み合わせ、カスプ領域に存在するプラズマ流出現象の解明を目的とする。	NOSA (ノルウェー)	実験で得られた科学データをJ提供し、必要に応じてデータ解析を共同実施

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)
複数燃料液滴の自動発火に関する観測ロケット実験「Phoenix 2」		観測ロケットによる燃焼科学分野での微小重力実験により化学反応速度が遅い自発点火限界近傍でのデータ取得を目的とする。	DLR (ドイツ)	観測ロケットを用いた微小重力実験の機会を提供、実験データの科学的分析を共同で実施

e. 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)
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行や陸上での実験機器回収を実現できる相補的な気球飛行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) ニューサウスウェールズ大学	実験場所の使用許可、及び実験支援等。

f. 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 m²
延面積 : 58,733 m²

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 m²
延面積 : 3,633 m²

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 m²
延面積 : 698 m²

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 m²
延面積 : 16,117 m²

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 m²
延面積 : 3,089 m²

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 m²
延面積 : 4,554 m²

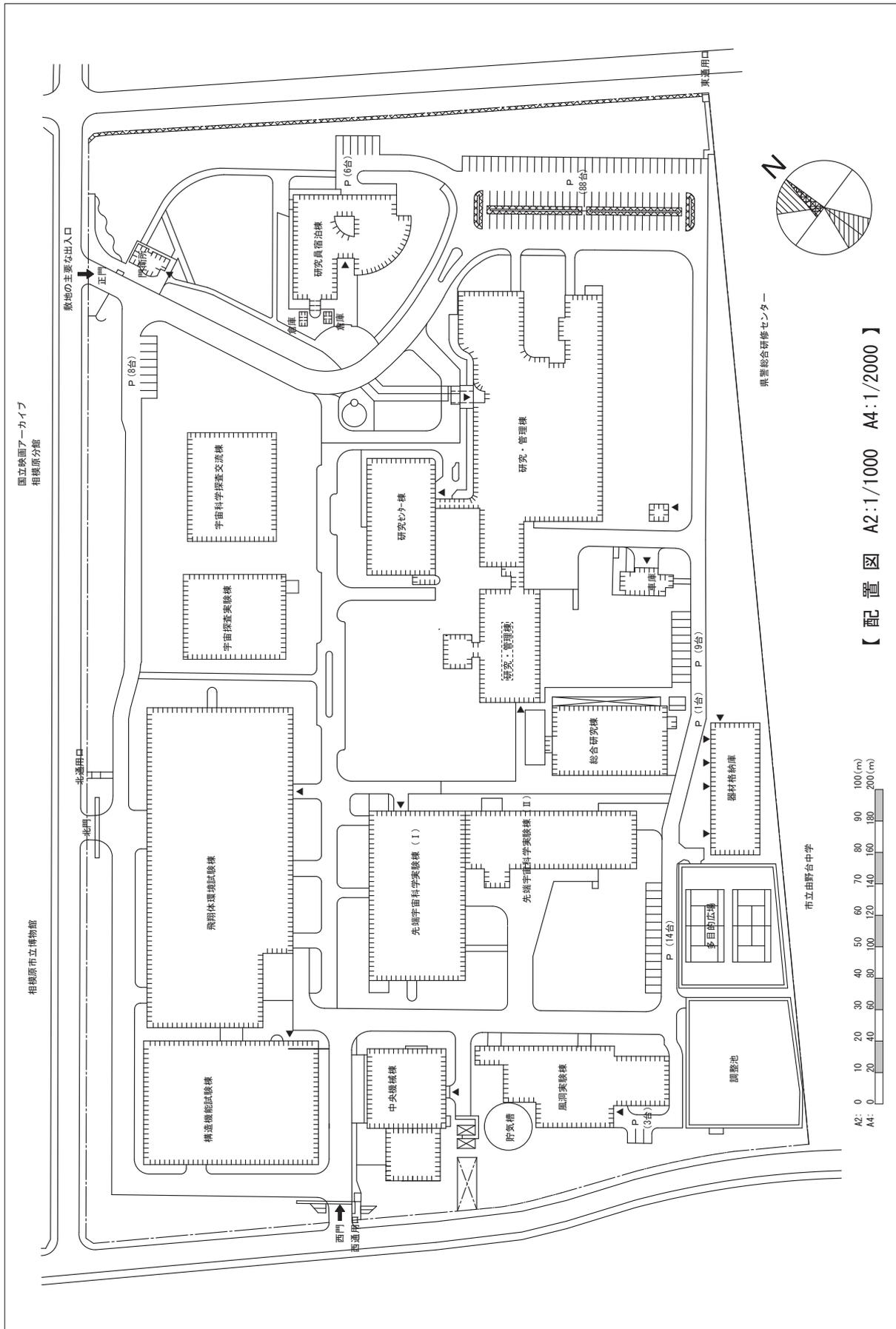
④ 筑波宇宙センター

位置

茨城県つくば市千現2丁目1番1号

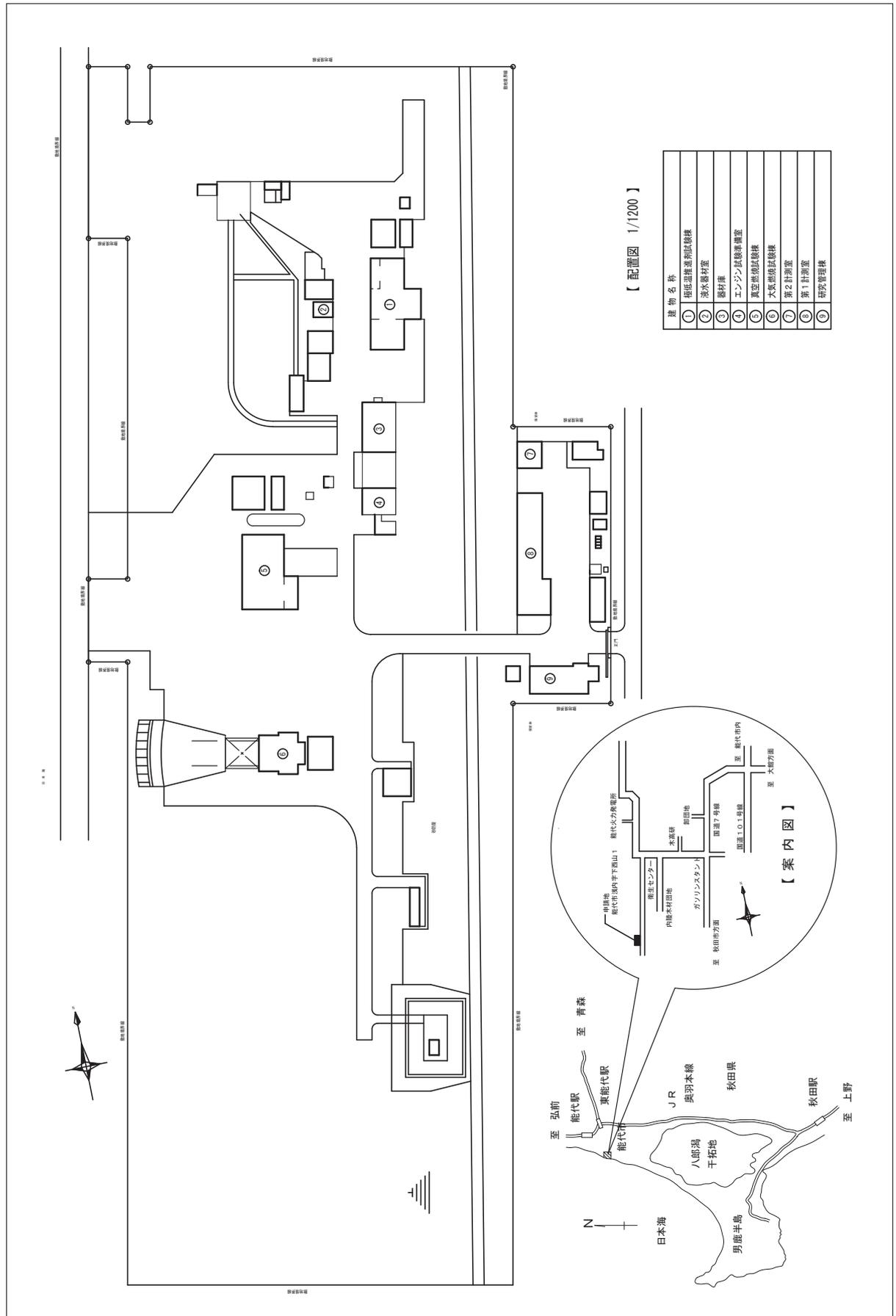


相模原キャンパス

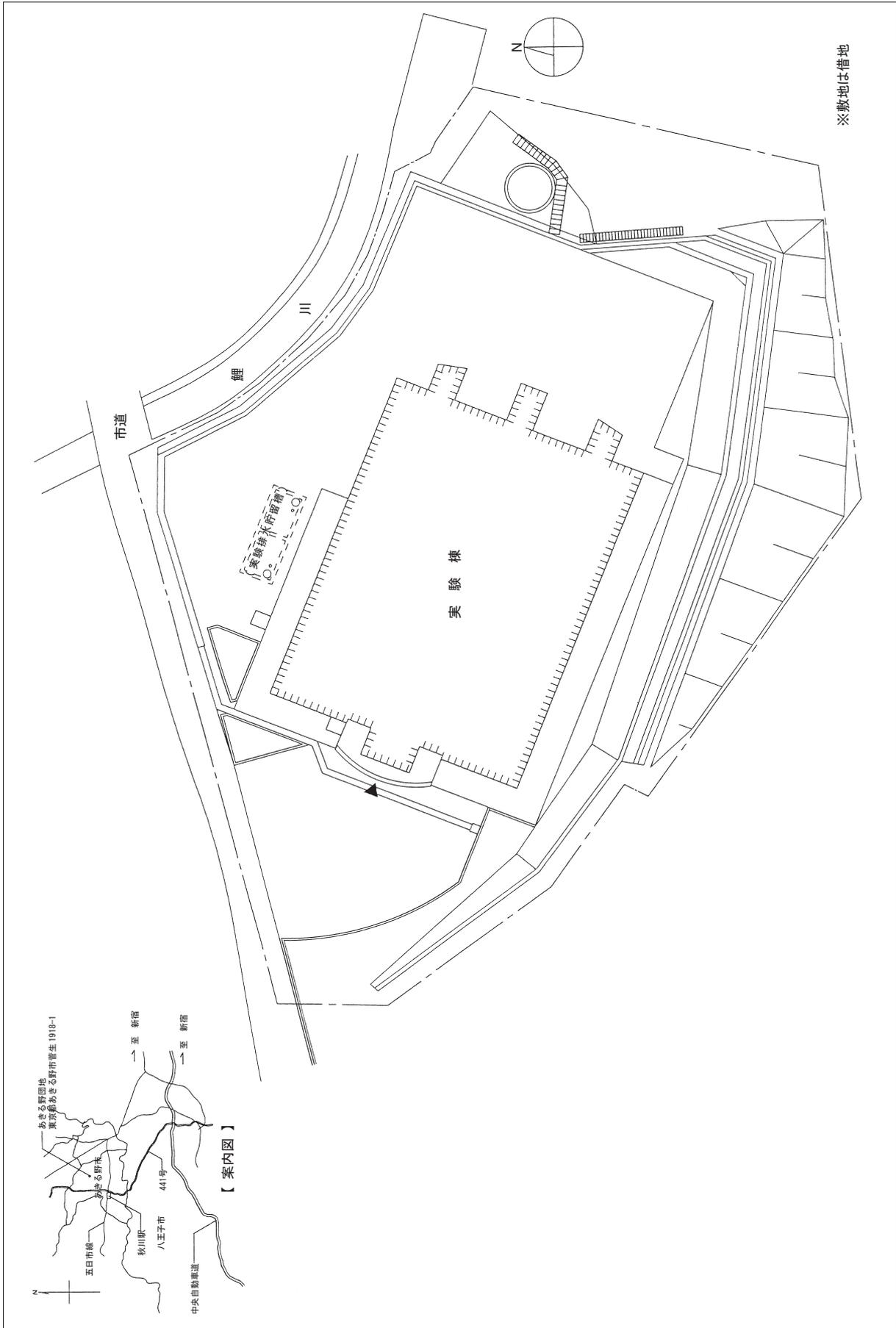


【 配置図 A2:1/1000 A4:1/2000 】

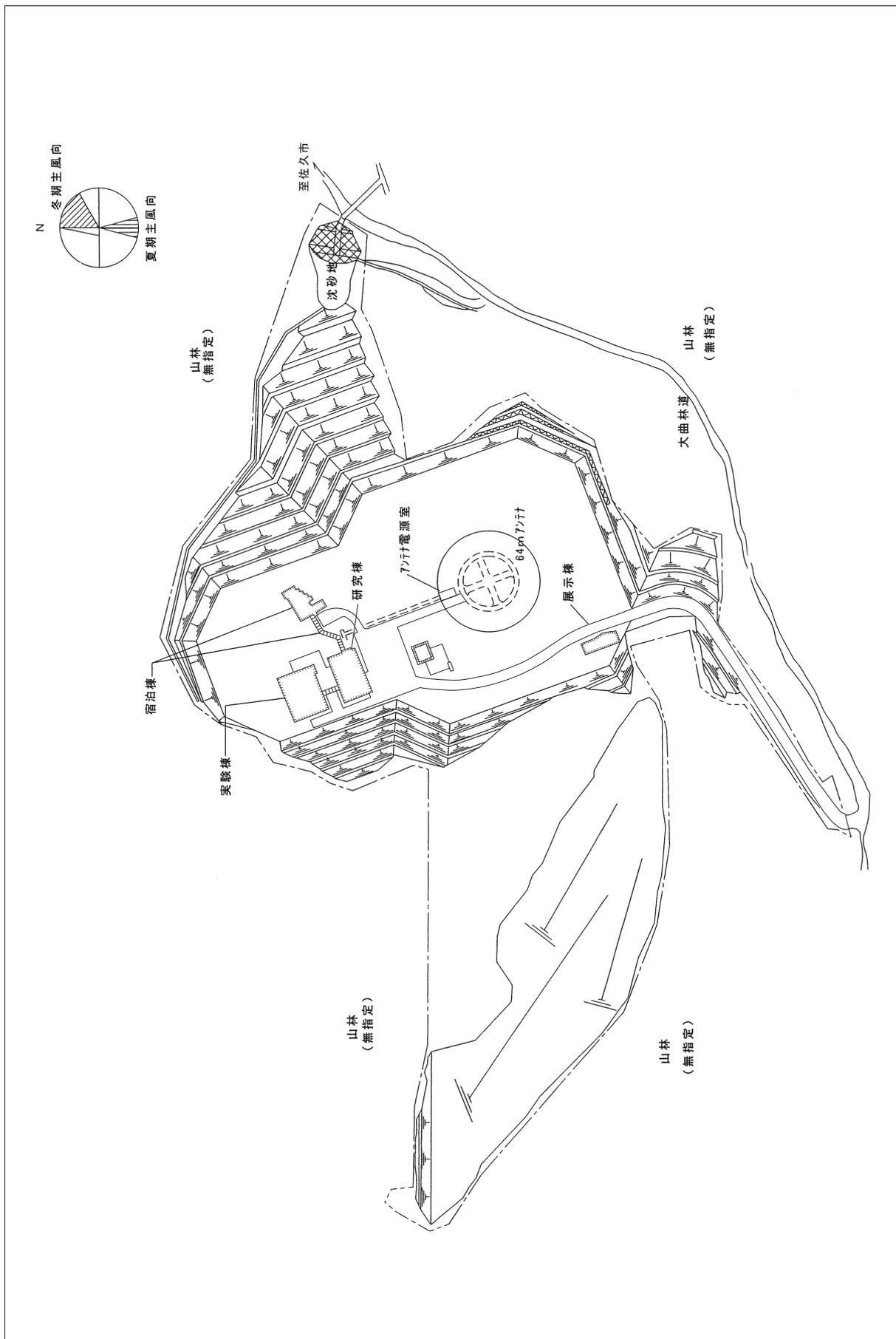
能代ロケット実験場



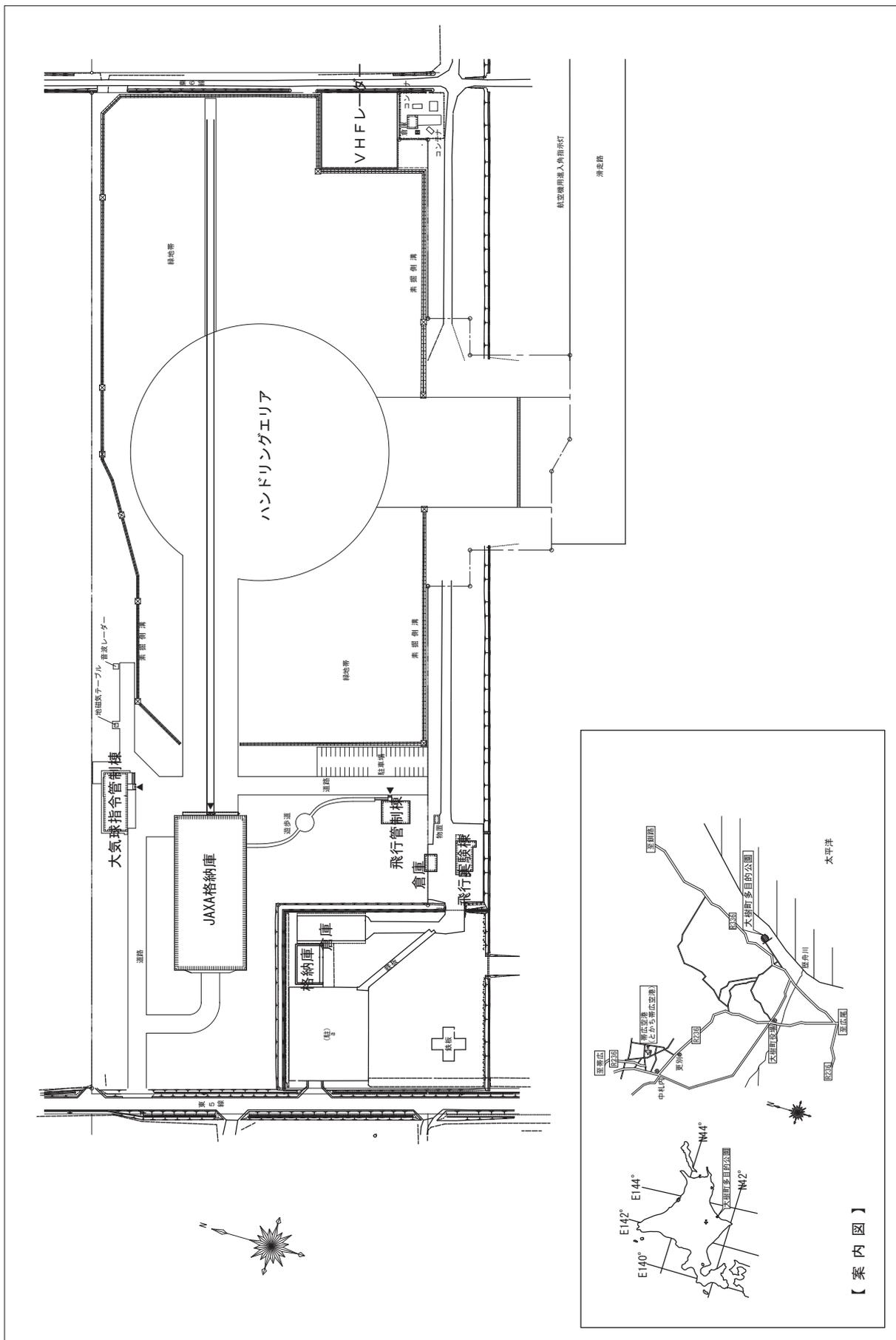
あきる野実験施設



白田宇宙空間観測所



大樹航空宇宙実験場



【案内図】

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ち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。秋田県能代市市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、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 (液水貯槽、液酸貯槽、極低温推進剤試験棟等) 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)

ここでは、長さ10m、直径3m、総重量30ton、推力150tonまでの固体モータの燃焼試験を行うことができる。棟内には、幅7.6m、高さ6m、長さ13.3m、内容積475m³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、槽天蓋を退避させた状態での大気燃焼試験、および真空槽に大気開放拡散筒を結合して行う真空燃焼試験の両方に対応する。主要付帯設備として、150m³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、様々な固体ロケットモータの燃焼試験が実施されてきた。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、試験準備作業中は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。

30m³液水貯槽／20m³液酸貯槽

1979年に設置された容量10m³の液化水素貯槽に代わり、2015年に容量30m³の大型液化水素貯槽が設置された。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か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。2017年には、老朽化のため休止していた液体酸素供給設備を更新し、容量20m³の液化酸素貯槽を設置し、再使用ロケット実験機RV-Xの地上燃焼試験に利用されている。2019年には液化水素貯槽を拡張して大規模水素供給技術実証用試験設備が整備され、様々な液体水素供給技術試験に活用されている。

極低温推進剤試験棟

推力7～10ton級液酸・液水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、液体水素の熱流動に関する基礎研究や、液体水素を冷媒とする超電導技術の研究に利用されている。

1989年にはエアターボラムジェットエンジン (ATREX

エンジン)を試験するためのテストスタンドが設置された。ここでは液化水素を最大 6MPa に加圧してジェットエンジンに供給することができる。テストスタンドには、試験準備作業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。1993年には高温高压空気供給設備(タンク最高圧力 1.5MPa、容量 6m³)が設置された。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大 1000℃の空気を 0.4kg/s の流量で、常温空気であれば 1.2kg/s まで、供給することができる。2022年には高温高压水蒸気供給設備が設置された。酸素水素燃焼および高压水添加により、最大 1400℃、2MPa の高温水蒸気を 1.2kg/s の流量で供給することができる。

ヘリウム回収・昇圧設備

使用済みの低压カードル(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 まで昇圧することができる。本設備は 554Nm³/day の回収・充填能力を有している。

超高压液化水素供給設備

液体水素をポンプによって 90MPa まで昇圧し供給する設備である。昇圧後に熱交換器で昇温した水素と低温水素を混合することで、常温以下の任意温度に調整して供

給する機能も有している。本設備は、水素ステーションの規制適正化に関する NEDO 事業実施のために 2017 年に設置されたもので、水素設備からの漏洩事故を模擬した微小な穴(ピンホール)から噴出する水素ガスの拡散挙動や着火した場合の火炎長、爆風圧、熱輻射等、事故や災害防止に向けた安全基準策定に必要な物理的な根拠等を取得した。NEDO 事業終了後、本設備は NEDO から JAXA に無償譲渡され、超高压水素機器(継手やバルブ、センサ等)の開発試験や、安全基準策定のための試験に活用されている。

計測設備

主要な建物間、部屋間に同軸(BNC)・多芯(6芯シールド多治見7ピン)・通信用の光ケーブルが敷設されていて、中継盤が用意されている。

各種試験に汎用的に使用される計測装置として、多チャンネル動歪みアンプ・直流アンプ、データ収録装置(電圧、温度計測システム)、風向風速計測システム、遠隔監視システム等が用意されている。

無線/有線指令電話設備、場内放送設備

スタンド点、プリアンプ室、第1、第2計測室、総務室など離れた建屋間の指示・指令として、有線指令電話、無線指令電話が活用されている。また、実験場全体への周知を目的として場内放送設備、個別内線電話によるページング機能が利用できる。

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、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付属施設として、1998年11月に開設された。施設には、東京都あきる野市菅生の自然林に囲まれた山間の約 2,000 m² の敷地に、建築面積約 500 m²、延床面積約 700 m² 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 260 m² 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
- ・触媒反応型亜酸化窒素スラスタに関する研究
- ・電気化学ハイブリッドスラスタに関する研究

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、OMOTENASHI の固体モータの機能試験、イプシロンロケット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、火星衛星探査機用ヒートシールドの機能試験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)

【宇宙輸送技術部門/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42、棟建屋延面積16,117m²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。



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)

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の各段を組み立てるM組立室及び、全段結合と発射を担うM型ロケット発射装置（イプシロン対応）が設置されている。一方、宮原地区には、発射管制や発射までの衛星の状態監視等を行うためのイプシロン管制センター（ECC）と、ECCでの作業支援のためのイプシロン支援センター（ESC）が設置されている。

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電気系射場点検取扱設備、ヒドラジンを取り扱うためのスクラバ・ベントスタック、作業者が着衣するスケープスーツなどへの空気呼吸器システム、電源遮断を含むガス検知器警報システム、高圧窒素ガス製造整備等が長坪地区に設置されている。

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、観測ロケット発射装置、中型ランチャ（休止中）のランチャ3機の他、KSロケット用天蓋閉閉式発射保護装置、半地下室に観測ロケット点火タイマ管制装置、コントロールセンター台地の計算機室に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、観測ロケットの飛翔経路の精密標定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（C帯）、並びに、観測ロケット、イプシロンロケット、H-IIA、H3 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。

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、地球周回軌道に打ち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 帯捕捉送信用 2m φ、X 帯捕捉送信用 1m φ、X 帯捕捉送信用 0.8m 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合わせ持つ。

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筑波宇宙センター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が設置されている。

d. 臼田宇宙空間観測所（Usuda Deep Space Center）



臼田宇宙空間観測所（臼田エリア、美笹エリア）

1. 臼田宇宙空間観測所

臼田宇宙空間観測所（UDSC）は、わが国最初の深宇宙探査機であるハレー彗星観測ミッション、「さきがけ」、「すいせい」を支援するために整備された 64m 地上局

（Usuda64）の建設とともに 1984 年 10 月に文科省宇宙科学研究所（当時）の元に当時の長野県臼田町（現在佐久市）に設置された観測所である。2021 年度で 64m パラボラアンテナは建設から 37 年が経過しており、その設計寿

命を大幅に超えている。その故障による探査機のミッションが途絶えることを避けるため、2015年度より、54mパラボラアンテナを持つ美笹深宇宙地上局（MDSS: Misasa Deep Space Station）の開発が開始された。MDSSは2020年度に完成・立ち上げ試験を終了し、2021年度からは探査機の実運用を開始している。臼田宇宙空間観測所は、2003年のJAXA発足により、現在のJAXA追跡ネットワーク技術センター所管となっている。UDSCにはほかに、世界初のスペースVLBIプロジェクトである「はるか」プロジェクトを支援した10mアンテナ、GNSS（Global Navigation Satellite System）用アンテナ、搭載用スターセンサ実験設備が設置されている。また、UDSCから南方の64m立ち上げ初期に使用されたコリメーション設備（アンテナ試験設備）が、観測所南方の佐久穂町にある八柱山の山頂に設置されている。（コリメーション設備は、現在使用されておらず、老朽化のため2023年度に撤去される予定である。）

2. 深宇宙用地上局の役割と特徴

宇宙機のプロジェクトを支援する地上局の主な役割は
a) 宇宙機との通信、つまり宇宙機に支持を送り、宇宙期から送られるデータを受信する。b) 宇宙機の軌道を推定するために必要な、天球上の位置、測距および相対速度のデータを取得する。宇宙機の時刻管理も含まれることがある。c) 地上局の通信設備を使った科学観測。（送信波を使った惑星大気を含む宇宙空間の測定、天文学など）である。支援するミッションは、要求される技術の違いから、深宇宙ミッションと近地球ミッションに分けられる。深宇宙ミッションは地球から、2,000,000km以遠で運用されるものを深宇宙ミッションと呼ぶ。月や、天文衛星で使われている、L2（太陽-地球系のLagrange point #2）やL1までは近地球ミッションとなる。深宇宙ミッションは典型的には惑星空間を飛行するものがほとんどで、実際には数天文単位（1天文単位=150,000,000km）の距離となる。たとえば、静止衛星の高度は36,000kmに対して、約2.4天文単位（3.6億km）の距離にある探査機は静止衛星より約1万倍遠い。電波の強度は距離の2乗で弱くなるので、送信する信号も受信する信号も、約1億分の1の弱さになる。そのために、できるだけ大きなアンテナで弱い電波を受信し、さらに高出力の電波で宇宙機に届くよう指令を送信しなければならない。また、遠距離にあるために、指示を送ってから応答を確認するまでに、数10分以上の時間がかかったり、遠距離で必要な軌道決定精度を得るために、測定装置の時刻精度が原子時計並みのものが必要となったり、さらにアンテナの設置精度がセンチメートル程度必要となったりと、近地球衛星の地上局に無い多くの性能要求がある。それらがUDSCの深宇宙用地上設備には整備されている。

3. UDSCに整備されている各装置

1) Usuda 64

Usuda64は、口径64mのビーム給電式カセグレン型パラボラアンテナである。宇宙機運用は、S帯（送信2.0GHz、受信2.2GHz）、X帯（送信7.145-7.235GHz、受信8.4-8.5GHz）に対応している。4つの給電部（ホーン）を持っており、宇宙機運用には、その中の1つのS帯X帯共用ホーンが使われている。残りの3つは、建設当初運用で使われていた実験用のS帯/X帯共用ホーンと、X帯受信専用ホーン、「はるか」プロジェクトで整備されたL帯（1.35-1.75GHz）、C帯（4.6-6.7GHz）の受信専用ホーンが整備されている。アンテナは駆動範囲が、方位角が北を0度として、-90~450度、仰角が7.5~90度の範囲で駆動し、駆動速度は1秒あたり0.3度である。指向精度は約0.003度rmsで、仰角軸支持部の重力、熱、日射による変形の影響を避けるために、マスターコリメータ方式を採用している。また、当初のUsuda64の試験のために、コリメーション設備が八柱山に整備され、そのエリアは、後述の10mアンテナの試験時にも使用された。



臼田64m地上局と研究棟、10mアンテナ

受信用の初段低雑音増幅器はガスヘリウム冷却式により物理温度約10K（-263℃）に冷却されたHEMT LNAを使用している。受信機（復調器）は、信号復調方式は、PCM/PSK/PMまたはPCM/PMで、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。また、高出力送信機は、X帯については、最大送信出力23kWであるクライストロン管を使った高出力増幅器（HPA）を使っている。HPAに必要な高出力電源装置および水冷による冷却システムも装備している。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。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±30km/secまで測定が可能である。また、探査機までの往復時間を必要な精度で測定するために、時刻周波数設

備において原子時計（水素メーザ）を採用し、周波数安定度約 10^{-16} の超高安定周波数基準信号を供給している。S 帯送受信測距設備については、深宇宙に対応した帯域が S 帯での廃止後も Usuda64 にはデジタル型 S 帯送受信測距設備が導入されている。S 帯は GEOTAIL 衛星運用で使われていたが、近地球衛星と定義される SLIM 等の将来の月ミッションにおいても使われる予定である。

64m アンテナの X 帯受信専用給電部には、運用で使われている S 帯/X 帯給電部より広帯域、低雑音を実現したヘリウム冷却の低雑音増幅器（LNA）が搭載されており、システム雑音温度 25K、観測帯域 8.2-8.7 GHz を実現している。また、L 帯/C 帯給電部には右旋、左旋の両円偏波同時受信可能な LNA が接続されている。これらは、世界初の本格スペース VLBI 衛星「はるか」と共同観測するために整備された LNA で、現在は主に天文観測に利用されている。2022 年度は実験用に、3.3GHz の受信システムも整備した。さらに L 帯、C 帯、3.3 GHz 帯に加え、運用で使える S 帯 X 帯も含めた各信号は共通の IF（Intermediate Frequency 中間周波数）に変換され、研究棟に送られ、VLBI 用の記録装置で A/D 変換後にデジタルデータとして記録することが可能となっている。この経路および VLBI 用の記録装置によって、軌道決定精度を向上のため行われている DDOR 測定や「あかつき」による電波科学観測（探査機からの送信信号を太陽コロナや金星の大気を通るタイミングで受信、記録し解析することにより、太陽プラズマや金星の大気を探ることができる。）が行われている。この記録装置で得られたデータは、信号の分光観測も可能で比較的簡単に高分散（たとえば R が、1,000,000 以上）分光観測可能であり、これら装置でパルサー観測、FRB（Fast Radio Burster）や、宇宙からのスペクトル線放射（1.6 GHz 帯 OH ラジカルからのスペクトルなど）の天文観測も行われている。L 帯/C 帯受信部、IF 系および VLBI 用記録装置は宇宙科学研究所によって維持管理されている。

64m アンテナは「さきがけ」、「すいせい」のハレー彗星探査ミッションに始まり、「ひてん」、GEOTAIL、「のぞみ」、「はやぶさ」、「かぐや」、Procyon、IKAROS の宇宙機運用を行ってきた。また、「はるか」計画では、送受信は後述の 10m アンテナで行っていたが、衛星と一緒に天体を観測する電波望遠鏡として Usuda64 が使われた。2022 年度は、引き続き運用されている金星探査機「あかつき」および小惑星探査機「はやぶさ 2」の運用に加え、OMOTENASHI、EQUULEUS の支援もおこなっているが、OMOTENASHI については 2022 年度にはその信号を受信できていない。頻度は多くないが、BepiColombo 計画により「みお」とともに水星へ向かっている MPO のデータの受信も行なわれている。



MDSS 54m 地上局

2) MDSS

MDSS は、宇宙科学研究所にて開発が行われていたが、2020 年度で開発は完了し、維持管理は追跡ネットワーク技術センターに引き継がれている。MDSS は設計寿命を大幅に超えた Usuda64 が長期運用停止に陥った時に深宇宙ミッションの中止の事態に起きることを回避するために Usuda64 の後継地上局として建設された。Usuda64 での性能、機能を維持できることが要求されており、X 帯については Usuda64 の機能を引き継いでいる。さらに、「はやぶさ 2」で搭載されている Ka 帯伝送システムに対応するため、Ka 帯（31.8-32.3GHz）の受信設備も整備されている。一方、S 帯は、当時 JAXA で想定されている深宇宙の宇宙機で使うミッションが無かったため整備されていない。

アンテナの口径は 54m と Usuda64 より小さいが、アンテナの最新光学系設計を取り入れ、鏡面精度の向上、システム雑音温度低下を図り、設計上は Usuda64 より同等の性能が得られる予定であったが、さらに良い性能のアンテナおよび低雑音 LNA が製作されたため、インテグレーション試験において計測した結果、X 帯において Usuda64 より、送信性能で同等以上、受信性能で 2 倍を超える性能の地上局となっていることが示されている。また、Ka 帯の性能も仕様値を大幅に上回る性能となっている。X 帯と Ka 帯は周波数選択鏡面によって、反射波は X 帯の給電部（ホーン）、透過波は、Ka 帯の給電部に導かれ、X 帯、Ka 帯の右旋円偏波、左旋円偏波それぞれが同時に受信できるようになっている。

アンテナの指向精度は、0.002 度 rms、駆動速度は、仰角方位角ともに 1 秒当たり 1 度の速度となっている。アンテナの局位置精度は、開発時は GNSS アンテナ+コロケーション方法で決定され、VLBI による測地観測により維持管理されている。S 帯が受信できないため、Usuda64 のように一般的な S/X 帯の測地 VLBI による測定ができないため、NASA と協力し、X/Ka 帯同時測定ができる NASA DSN34m 局との VLBI 観測により局位置を要求精度 3mm 以下にて維持管理していくこととしている。

高出力増幅装置は、新規に開発された SSPA（Solid State Power Amplifier）ベースの増幅装置が整備された。1 素

子あたり 125W 出力の GaN 半導体増幅器を 384 個使い、出力信号を導波管で合成して出力信号を作る。合成後の出力端では、30kW の出力が得られているが、給電部の I/F 点で約 20kW となっている。また、Ka 帯低雑音増幅器は、宇宙科学研究所内にて開発され整備された。

受信機（復調器）や、VLBI 観測装置も Usuda64 と同等のものが整備されている。Ka 帯については、一旦 X 帯に変換されたのち X 帯の復調器にて復調されるため、現在 X 帯、Ka 帯の同時復調はできない。VLBI 観測装置については、X、Ka 各低雑音増幅器から信号を分岐し、オープンループ記録装置系において VLBI 記録装置を接続している。

2022 年度は、主に「はやぶさ 2」の運用が行われているが、EQUULEUS の試験も行った。並行して、2021 年度から、信頼性を向上するための整備が追跡ネットワーク技術センターで進んでおり、2022 年度も引き続き冗長系の整備、補用品の確保、バックアップ電源（NAS 電池）の整備などが行われている。さらに、L2 ミッションからのデータ受信のための K 帯（25.5-27.0 GHz）での広帯域データ受信設備の整備も行われている。

3) 10m アンテナ

世界初の本格スペース VLBI 衛星「はるか」において、地上局として 1995 年に整備された。当時はアップリンク 15.3 GHz、ダウンリンク 14.2 GHz で運用され、128Mbps のスペース VLBI データの伝送や、位相リンク実験に成功した。その後、さまざまな宇宙科学の実験用の



白田 10m アンテナ

のアンテナとして使われており、2017 年度には気球 VLBI 実験のために、K バンド（19.5 – 23 GHz）の整備が行われ、地上局間での VLBI 実験には成功したが気球 VLBI 実験は放球時の条件がそろわず、2022 年度時点でまだ行

われていない。

また、2019 年 1 月に打ち上げられた革新小型衛星 1 号機（RAPIS-1）との実験のために X 帯冷却 LNA とその受信システムが整備され、2019 年度に X 帯広帯域データ伝送実験が行われた。その結果、256APSK 変調により、3.3Gbps のデータ伝送が X 帯で成功するという成果を上げている。

5) スタートラッカー試験設備

UDSC では星が良く見えるため、宇宙科学研究所時代に姿勢制御グループにより、宇宙機に搭載するスタートラッカーの開発のための試験設備が設置された。その設備は 2022 年度も研究開発本部により維持管理されている。

6) GNSS 受信設備

UDSC には、NASA が整備した受信装置が設置されており、IGS（International GNSS service, <https://igs.org/>）に登録されている。MDSS においても GNSS アンテナが JAXA の第一宇宙技術部門で整備され、IGS への登録も行われている。

4. 広報・施設見学

UDSC では、10:00 – 16:00 の時間帯で施設内の一部を公開している。また、見学者向けの展示館も設置されている。2021 年度は展示館については、コロナの対応ができていなかったために非公開としていたが、2022 年 4 月からは再開している。美笹エリアに関しては、施設内への公開は行っていないが、道路わきにある見学者用駐車場から MDSS を見ることができる。なお、冬季（11 月から 4 月）にはアクセス路は凍結した坂道になり危険であるために Usuda64 側の施設見学は休止しているため、冬季は JAXA の広報関係の HP での確認が必要である。また、美笹エリアへのアクセス路である蓼科スカイラインは佐久市により冬季（通常は 11 月から 6 月）は閉鎖されるので佐久市の HP で確認が必要である。

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



大樹航空宇宙実験場全景

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。

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技術部門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、観測器準備室、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1,200m²)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。

さらに、2017年度からは、大樹航空宇宙実験場敷地内に3式目のパラボラアンテナ(直径1.8m)ならびに関連諸設備を設置し、高高度を飛翔する大気球から供試体を切り離して降下中に実験を行うような理学観測、工学実証に対してもより優れた実験環境を整備した。

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3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ち上げるために、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。

スライダ放球装置は、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"> 1) ロケットやサンプルリターンカプセルなどの JAXA プロジェクトに関連する高速飛翔体の力設計ならびに開発試験。 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、「重力天体への大気突入・降下・着陸技術、地球帰還および目標天体における EDL 技術」ならびに「高頻度繰り返し運用が可能な再使用ロケット/サブオービタル飛行」研究。 3) 高速飛翔体研究における大学共同利用として、大学研究者が主体的に行う風洞計測技術等の基盤技術研究や将来型宇宙輸送システムのための萌芽的研究。
	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、今後計画されている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など惑星 EDL 技術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あり、真空排気装置により大気圧より低い圧力下の試験も可能であることが特徴である。本設備は、①イプシロン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再使用ロケットや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翔工学研究系の各研究室の流体力学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、「重力天体への大気突入・降下・着陸技術、地球帰還および目標天体における EDL 技術」、「再使用型軌道宇宙輸送技術」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科学衛星および惑星探査プロジェクトに密接に関連し、近未来のミッション用の搭載機器開発のための基盤となる設備である。</p> <p>近年では、超高層大気や電離圏および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> <p>小型振動試験機は飛翔体搭載用のコンポーネントレベルの比較的小さな供試体を振動試験・衝撃試験に供するための装置で、簡単に操作できる点が特徴である。</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	
	小型振動試験機	

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するための大学共同利用実験施設であり、基礎的な宇宙工学・理学の研究開発から実際の搭載機器開発のため実験・試験を行い、科学的成果を創出することを目的としている。本設備は遂行中のミッションのための機器開発（はやぶさ2・BepiColombo・EQUULEUSなど）に加え、将来計画として検討中の深宇宙探査（DESTINY+・火星衛星探査計画（MMX））の実現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ている。
	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となる。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 http://www.isas.jaxa.jp/researchers/application/radiation/ 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。
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) 本装置を白田64mアンテナ、内之浦34mアンテナ等と組み合わせて電波天文観測を行い天文学の研究を行う。2022年度は、この装置により、パルサーやFRB（Fast Radio Burst）、水酸基輝線からの電波の観測的研究が行われた。 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) この装置を使って国土地理院との協力のもと、測地VLBI観測を行うことにより、白田64mのアンテナの局位置（アンテナのAz軸、El軸直交点）を深宇宙探査の追跡データ取得のために十分な精度で決定する。 5) 64mの運用支援としてこの装置を使って、指向精度観測を行い、器差補正パラメータを決め直している。また、最近増加している外来波の64mアンテナへの影響についての調査を行う。 6) 内之浦34m、白田64mの性能の維持管理のための測定を行う。 7) 10mアンテナは、各種のアンテナを使った電波科学実験に利用する。気球VLBI計画の地上VLBI観測局として19,22GHzの受信系を整備していたが、2022年度の放球は見送られているために使用されていない。
	10mアンテナ	
	VLBI観測設備（内之浦）	
模擬宇宙実験システム	超電導マグネット	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。 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。 2) 28m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、その中で試料を自由落下させる。 3) 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。
	28m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】	「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、本設備から果立ち成果を取めた。
	プラズマ推進実験装置【D棟】	
電気推進耐久試験装置		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有数のものであり、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。
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段隔膜衝撃波管）	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）、サンプリリターン、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&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。
	ICP加熱装置	
	小型アーク風洞	
飛翔航法制御試験システム（モーションテーブル）		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。
小型吸込風洞	小型超音速風洞（真空チャンバー）	流体力学に関する基礎研究を行う設備である。本設備の実験の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。
	小型低速風洞	
	真空ポンプ	
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。将来の科学衛星に搭載するための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	

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 α 、赤外放射率 ϵ ）を複数の手法を使って高精度に測定する他、紫外線による熱光学特性の劣化を評価する、断熱材をはじめとする熱制御材料の熱伝導率測定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り、今後の様々なミッションからの測定要求に対応するため、測定手法を日々進化させている。
	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	
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)
	走査型電子顕微鏡 (SEM)	電界放射形走査電子顕微鏡 JSM-7100F (JEOL)、エネルギー分散型 X 線分析装置 (EDS) および電子後方散乱回折装置 (EBSP) 付属
	試料準備設備	光学顕微鏡、レーザー顕微鏡、無ひずみ切断機、クロスセクションポリリッシャ、ツイングジェット電解研磨装置、ディンプルグラインダ、イオンミリング装置等
集積回路設計シミュレーションシステム		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を研究したり、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することに使われている。
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。また、1/4 ソーラ程度の照射強度であれば連続光を照射可能であるし、面積の縮小と照度むらの増大を許容すれば 1 ソーラの連続光を得ることもできる。
	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。
ダイシング加工装置	ダイシング加工装置	シリコン等のウエハを高回転ブレードで切断し、チップ化などを行なうためのセミオートダイシング装置である。Φ6inch ウエハに対応している（切削可能範囲 160mm）
ナノエレクトロニクスクリーンルーム	薬品処理用ドラフト	ISO クラス 1 の高浄度クリーンルームで宇宙用マイクロ・ナノデバイスの作製が可能である。主な装置として露光装置、成膜装置、深掘りエッチング装置、EB 描画装置、原子層堆積装置などがあり、数十 nm から数 cm のデバイスが作製可能である。現在、宇宙用の X 線デバイスや赤外線デバイス、MEMS デバイスなどがこの設備で研究開発されている。
	深掘りエッチング装置 (ICP-RIE)	
	両面露光装置	
	プラズマ式気相堆積装置 (PE-CVD)	
	走査型電子顕微鏡 (SEM)	
	電子線描画装置	
	原子層成膜装置 (ALD)	
	マスクレス描画装置	
	酸化炉	

相模原 3.8m 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おいて小型衛星による高速データ通信の研究実証が行われている。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、工学実験衛星、6Uクラスの天体観測衛星などでの活用を想定している。
----------------	--	--

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	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。
	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	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。
	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
科学衛星・探査機運用及びデータ処理・利用促進向け設備	衛星・探査機管制装置(コマンド発行、状態監視、テレメ監視、共通QL・姿勢系QL等)	科学衛星運用・データ利用ユニット(C-SODA)は、各科学衛星・探査機プロジェクトチームと協力の下に、衛星・探査機の管制システムおよび衛星運用に必要な関連システムの開発・整備・維持やインフラの維持をしており、各衛星・探査機システムの打上げ前の試験フェーズから、運用終了まで使用される。 また、C-SODAは、科学衛星・探査機から取得されたテレメトリデータを処理し、科学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ためのシステムやソフトウェアを開発・提供している。(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)、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)、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L1TSD)、JAXAの科学衛星・探査機等による科学データを広く国内外の研究者にアーカイブ・公開するサイエンスデータアーカイブ(DARTS)、公開データ作成用データ処理に必要な計算機リソースを提供するサービス(Reformatter)、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)、等)
	科学衛星運用支援システム	
	衛星管制室向け無停電電源装置	
	衛星運用向け指令電話(OIS)	
	SINETアクセス回線	
	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)	
	科学衛星データベースシステム(SIRIUS)	
	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)	
	科学データ処理環境提供サービス(Reformatter)	
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い、地球物質による汚染を極力排除していることである。現在取り扱っている「はやぶさ」および「はやぶさ2」帰還試料は10ミクロン以下の微小サイズからcmサイズまで幅広いサイズレンジであり、さまざまなサイズ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。「はやぶさ2」帰還試料受入れを2020年末に無事完了し、現在は2024年にOSIRIS-RExによる帰還試料受入に向けて、クリーンルームの拡張とクリーンチャンバーおよびグローブボックスのさらなる整備を進めている。また各種記載装置を用いた記載作業と、地球外物質試料のデータベースの構築および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ている。
	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	
	FIB-SEM 複合装置	
	電子プローブマイクロアナライザー	
	X線CT装置	
安定同位体質量分析計		
各種岩石薄片作成器具		

f. プロジェクト・事業特化設備

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気燃焼試験設備。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、超高压液体水素製造設備を含む極低温推進剤供給・試験設備等を擁し、多種の固体モータ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、大規模な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。推進工学や安全工学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	クリーンルーム	科学衛星・ロケットなどの宇宙機・飛行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行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。
	宇宙環境試験設備	
	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	
	姿勢制御系試験設備	

工作室・エレクトロニクスショップ	工作室	研究・実験用機器類の製作および、設計、試作、改造、修理などを行なうための設備。専任スタッフにより、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など高精度な加工・測定機器を運用して試作開発を行なっている。また、許可を得た利用者には、汎用工作機械をはじめ、各種工具・測定器類の利用・貸し出しほか、各種金属材料、ボルトナット類、電気電子部品等の供給も行なっている。
	エレクトロニクスショップ	
SJ, RCS	IPA 洗浄装置	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 ₂ /He 供給装置	
	一液燃焼試験設備	
	二液スラスト用推進供給装置	
	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 ₂ 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)		
あきる野実験施設	高空性能試験設備	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	

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 (白田・内之浦)		深宇宙ミッション (はやぶさ2, あかつき等) の高精度軌道決定を行なうための 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 (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)。

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、教授等に任命された教育職職員を中心に、大学等からの要請に応じ受け入れた学生に対し、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等の学生受入に関する事項等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（2023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	24	38	14	76
東京大学大学院 理学系研究科/ 工学系研究科	9/10	4/4	6/7	19/21

2018年度からは、これまでの受入制度を整理し、新制度のもとで学生受入を行っている。現行制度は受入れの目的により大きく2つのカテゴリーに分け、更に指導内容や受入期間等の運用上の差異を反映しそれぞれ2つの方式、大学院生教育・研究指導制度（連携大学院方式・受託指導学生方式）、学生実習制度（技術習得方式・インターンシップ方式）に整理した。学生受入にあたって、共通的な、費用の考え方、保険・損害賠償、知財の取扱いなどの条件を明確にし、責任ある受入れを行うべく、いずれの方式による場合も受入元の大学等と組織間の協

定を締結することとした。また、受入後に責任を持って指導が行えるよう、JAXA 職員の資格を定めたほか、学生の安全確保や必要な研修・指導を行う JAXA 職員の義務を明確にした。

宇宙研の主な大学院生等の受入制度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を運用する宇宙研を基盤機関としている。宇宙研は2003年（平成15年）4月に参加し、数物科学研究科（当時）に宇宙科学専攻が設置された。数物科学研究科は2004年4月の改組で3つに分かれ、宇宙科学専攻は物理科学研究科に置かれた。宇宙研の教育職職員のうち、総研大担当教員が5年一貫制博士課程（3年次編入可）の学生への教育・指導を行っている。2023年度には総研大全体の改組が予定されている。

表2 2022年度入試状況（一般入試）

入学定員	志願者数	合格者数
5	0（10月入学）	0（10月入学）
（定員の内3名は 博士後期課程）	4（4月入学）	4（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（東大国際理学/工学講座）

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後期課程の学生の受入れ、教育・指導を行っている。

1.3 大学院生教育・研究指導制度

国内外の大学院生を対象として、大学からの要請に基づき、JAXA 職員が大学等から客員の委嘱を受け、大学

院教育（教育及び研究指導）の実施について協力する制度であり、以下の2つの方式により受入を行っている。

1.3.1 連携大学院方式

JAXA と大学の継続的・包括的な協定に基づき、JAXA 職員を大学の客員教授等に委嘱し、JAXA 職員が大学教員と同等の立場で、一定期間、学生を JAXA 内に受入れて大学院教育を行う。論文指導を含む教育・研究指導を行うほか、教員となった JAXA 職員が学位論文の指導教

員となる。

宇宙研では大学院生の受入れ、教育指導を 11 大学 12 研究科等と連携して行っている（2022 年度実績）。

1.3.2 受託指導学生

連携大学院方式に拠れない場合で、個別の学生の受入につき、JAXA と大学の協定に基づき、JAXA 職員を大学の客員等に委嘱し、特定のテーマによる大学院教育を行う。

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（東大大学院）	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
受託指導学生	機構法 18 条 9 号、業務方法書第 31 条 2 項
(参考) 技術習得	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研究指導状況 (2022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	18	24	0	24	1	1	2	0	2	1	4	5	0	5
東京大学大学院	47	30	77	0	77	5	4	9	0	9	3	2	5	0	5
理学系研究科	17	12	29	0	29	3	1	4	0	4	1	2	3	0	3
工学系研究科	30	18	48	0	48	2	3	5	0	5	2	0	2	0	2
連携大学院	46	4	50	-	50	0	0	0	-	0	6	1	7	-	7
北海道大学 大学院工学院	0	1	1	-	1	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
東北大学 大学院理学研究科	1	0	1	-	1	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	7	1	8	-	8	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
東京工業大学 大学院理学院	2	0	2	-	2	0	0	0	-	0	1	0	1	-	1
東京都立大学 大学院理学研究科	2	1	3	-	3	0	0	0	-	0	1	1	2	-	2
青山学院大学 大学院理工学研究科	3	1	4	-	4	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
東海大学 大学院工学研究科	9	0	9	-	9	0	0	0	-	0	2	0	2	-	2
東京理科大学 大学院理学研究科	3	0	3	-	3	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
東京理科大学 大学院先進工学研究科	5	0	5	-	5	0	0	0	-	0	2	0	2	-	2
法政大学 大学院理工学研究科	5	0	5	-	5	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
静岡大学 大学院総合科学技術研究科	6	0	6	-	6	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
関西学院大学 大学院理工学研究科	3	0	3	-	3	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
受託指導学生	11	5	16	-	16	1	2	3	-	3	4	1	5	-	5
主要大学名															
国立 東京工業大学 筑波大学	1	2	3	-	3	0	0	0	-	0	1	0	1	-	1
公立 東京都立大学	1	0	1	-	1	0	0	0	-	0	1	0	1	-	1
私立 帝京大学 法政大学 千葉工業大学 早稲田大学 金沢工業大学	8	1	9	-	9	0	0	0	-	0	2	0	2	-	2
海外	1	2	3	-	3	1	2	3	-	3	0	1	1	-	1
合計	110	57	167	0	167	7	7	14	0	14	14	8	22	0	22

※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

表5 学位取得状況 (2022年度実績)

	2022.9 取得者			2023.3 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	2	2	4	20	5	25	22	7	29
内, 理学系研究科	1	0	1	9	3	12	10	3	13
内, 工学系研究科	1	2	3	11	2	13	12	4	16
連携大学院	1	0	1	22	1	23	23	1	24
受託指導学生	0	0	0	9	0	9	9	0	9
計	3	3	6	51	10	61	54	13	67

2022 年度学位取得者一覧

(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 (工学) 2022 年 9 月	GUTIERREZ-RAMO N Roger	Phasing Methods for a Deep Space Orbit Transfer Vehicle	川勝 康弘
博士 (工学) 2023 年 3 月	柏岡 秀哉	Point Cloud Based Optical Navigation for Distant Small Body Exploration	澤井 秀次郎
博士 (工学) 2023 年 3 月	村山 裕輝	電磁流体解析による磁気プラズマセイルの推力拡大機構解明と磁気圏現象	船木 一幸
博士 (工学) 2023 年 3 月	坂岡 恵美	モデル予測制御による飛翔体の時間変化特性に対応可能なロバスト制御系設計	森田 泰弘
博士 (工学) 2023 年 3 月	大平 元希	遠方小天体探査のための自然地形および人工ランドマークを活用した天体相対航法	吉川 真

(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) 2022 年 9 月	王 昶欽	Mineralogy and Sulfur XANES Analysis of Bockfjord Volcanic Complex Carbonates: Implications for Formation Process and Potential as Martian Analog	白井 寛裕
修士 (理学) 2023 年 3 月	三平 舜	Origin of slope streaks and its relationship to hydrogen abundances and thermal inertia on Mars: a case of Medusae Fossae Formation	白井 寛裕
修士 (理学) 2023 年 3 月	栗原 明稀	XRISM 衛星搭載極低温検出器における電磁干渉の影響評価と低減	海老沢 研
修士 (理学) 2023 年 3 月	長塚 知樹	未同定 X 線突発現象の正体解明に向けた MAXI と NICER の即時連携システム開発	海老沢 研
修士 (理学) 2023 年 3 月	李 正林	Thermal infrared spectroscopy of meteorites and rocks and its application to multi-band imagery in the future planetary missions	岡田 達明
修士 (理学) 2023 年 3 月	正木 和馬	宇宙プラズマ測定用超小型エネルギー分析器の開発	齋藤 義文
修士 (理学) 2023 年 3 月	YANG Jingxuan	内部磁気圏における電子異方性に関するあらせ衛星観測による統計解析	篠原 育
修士 (理学) 2023 年 3 月	吉田 南	Which Components of the Solar Magnetic Field Produce Evolution of the Interplanetary Magnetic Field over a Solar Cycle?	清水 敏文
修士 (理学) 2023 年 3 月	中野 遼	ボロメータアレイ検出器搭載望遠鏡のアンテナパターン測定に向けたホログラフイー近傍界測定法の開発	関本 裕太郎
修士 (理学) 2023 年 3 月	宮川 陸大	オーバーハング吸収体による高効率 TES 型 X 線マイクロカロリメータの製作と性能評価	山崎 典子
博士 (理学) 2023 年 3 月	御堂岡 拓哉	Origin of the X-ray absorbers in Seyfert 1 galaxies	海老沢 研
博士 (理学) 2023 年 3 月	高倉 隼人	Antenna pattern and polarization angle measurements of a wide-field-of-view telescope for cosmic microwave background polarimetry (宇宙マイクロ波背景放射の偏光観測に向けた広視野望遠鏡のアンテナパターンと偏光角の測定)	関本 裕太郎
博士 (理学) 2023 年 3 月	高久 諒太	A Broadband Half-wave Plate for a Space-borne CMB Polarimeter Using Laser Ablation (レーザー加工技術を用いた宇宙用 CMB 偏光検出実験のための広帯域半波長板)	山崎 典子

(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) 2022 年 9 月	SICAT Maxime Marian Hadrien	Acoustics of Hybrid Rockets and Their Application to Ballistic Data Reconstruction (ハイブリッドロケットの音響特性とその弾道データ推定への応用)	嶋田 徹
修士 (工学) 2023 年 3 月	都甲 慶	環状型エアロスパイクノズルの多目的空力設計最適化	大山 聖
修士 (工学) 2023 年 3 月	森 穂高	目的関数評価の計算コストが大きい実問題のための無制限アーカイブベース多目的進化アルゴリズムの開発	大山 聖

修士 (工学) 2023年3月	玉井 亮多	再使用型ロケットの転回中の空力特性に関する研究	小川 博之
修士 (工学) 2023年3月	稲原 慶太	ミニズ型ロボットによる水衛星エンケラドスの内部探査に関する研究	久保田 孝
修士 (工学) 2023年3月	高橋 直也	Ti-4.5Al-3V-2Fe-2Mo 超弾性合金を用いた展開ノズルの新規折り畳み手法の開発	佐藤 英一
修士 (工学) 2023年3月	小磯 拓哉	非協同レーザトムソン散乱法による電気推進機プラズマ内電子の計測	西山 和孝
修士 (工学) 2023年3月	高木 公貴	超小型宇宙機のための低電力電気推進機の研究	西山 和孝
修士 (工学) 2023年3月	滝川 遼太郎	ペント型エアバッグを用いた探査機着陸システムの衝撃吸収・転倒防止法の研究	橋本 樹明
修士 (工学) 2023年3月	加藤 由高	放射線照射により SOI トランジスタに生じるバイポーラゲインの電氣的評価	廣瀬 和之
修士 (工学) 2023年3月	谷澤 涼太	X線光電子分光法による MoS ₂ の結晶相転移メカニズムの検討	廣瀬 和之
修士 (工学) 2023年3月	東 雄大	イベントベースカメラとスパイクングニューラルネットワークを用いた宇宙機着陸における地形照合航法に関する研究	福田 盛介
博士 (工学) 2022年9月	ONG Fei-Shen	SIMULATION-ASSISTED EXPERIMENTAL STUDIES ON STRUCTURAL DEGRADATION IN ADVANCED SiC/SiC CERAMIC MATRIX COMPOSITE COMPONENT DURING HIGH-TEMPERATURE FATIGUE	佐藤 英一
博士 (工学) 2022年9月	PATEL Amit	Optimization of brazed Ti-6Al-4V/Si ₃ N ₄ dissimilar joint for hybrid spacecraft thruster	佐藤 英一
博士 (工学) 2023年3月	谷口 翔太	A Numerical Study on Aerodynamic Interference between Propeller and Fixed-Wing and Propeller Layout for Improving Aerodynamic Characteristics of Electric Aircraft (電動航空機の空力特性向上に向けたプロペラ・固定翼間の空力干渉とプロペラ配置に関する数値的研究)	大山 聖
博士 (工学) 2023年3月	鈴木 大和	惑星表面探査のための知的経路計画に関する研究 Study on Intelligent Path Planning for Planetary Surface Exploration	久保田 孝

(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) 2022年9月	中間 洋子サラ	東京工業大学大学院 理学院	X-ray Studies of Photoionized Absorber in the Dipping Low Mass X-ray Binary EXO 0748-676	堂谷 忠靖
修士 (工学) 2023年3月	鈴木 基生	静岡大学大学院 総合科学技術研究科	月惑星着陸探査機に適用するリリーフバルブによる圧力制御型エアバッグシステムに関する研究	澤井 秀次郎
修士 (工学) 2023年3月	石川 建	静岡大学大学院 総合科学技術研究科	超高速飛翔体周りのファイバーアレイを使った発行分光計測	藤田 和央
修士 (工学) 2023年3月	天野 耕希	静岡大学大学院 総合科学技術研究科	SPT 型ホールスラストの高電圧作動限界に関する研究	船木 一幸
修士 (工学) 2023年3月	島崎 拓人	東京大学大学院 新領域創成科学研究科	Geometrical Analysis of Impulsive Transfers Between Libration Point Orbits (ラグランジュ点近傍における周回軌道間遷移の幾何学的解析)	川勝 康弘
修士 (工学) 2023年3月	田島 颯	東京大学大学院 新領域創成科学研究科	交流磁場を用いた複数衛星の近距離及びドッキング時の運動制御に関する研究	坂井 真一郎
修士 (理学) 2023年3月	今川 裕喜	東京大学大学院 新領域創成科学研究科	衝突月震を生成したクレータ及び未検出月震の探索 - Few-Shot Object Detection を用いたクレータ認識と短周期月震データを用いた月震検出の試み -	田中 智
修士 (工学) 2023年3月	板橋 恭介	東京大学大学院 新領域創成科学研究科	軽ガス銃による火星大気突入等価環境の再現と実在気体空力定数の定量化の研究	藤田 和央
修士 (理学) 2023年3月	星 篤志	東北大学大学院 理学研究科	可視変光選択された活動銀河核から迫る銀河とブラックホール共進化	山田 亨
修士 (理学) 2023年3月	宮本 明日香	東京都立大学大学院 理学研究科	Understanding the shock wave of stellar wind collision in the massive binary WR140 using X-ray spectroscopy	石田 学
修士 (工学) 2023年3月	神藤 淳志	青山学院大学大学院 理工学研究科	高温水蒸気環境下における酸化セラミックス複合材料の力学特性評価	後藤 健
修士 (工学) 2023年3月	杉浦 圭佑	青山学院大学大学院 理工学研究科	太陽-地球系 L2 点での干渉計観測のためのフォーメーションフライトにおける太陽輻射圧を用いた軌道姿勢同時制御	森 治

修士(理学) 2023年3月	猪 裕太	関西学院大学大学院 理工学研究科	小惑星探査機「はやぶさ2」リターンサンプルの弾性的性質 についての研究	岩田 隆浩
修士(工学) 2023年3月	梅岡 大貴	東海大学大学院 工学研究科	観測ロケット S-310-44 号機実験で観測された電子エネルギー 分布の特徴について	阿部 琢美
修士(工学) 2023年3月	肥後 雄大	東海大学大学院 工学研究科	超高層大気における電離圏擾乱の周波数特性について	阿部 琢美
修士(工学) 2023年3月	古田 竜也	東海大学大学院 工学研究科	皮膜に網を被せたスーパープレッシャー気球の部分膨張時 形状に関する研究	齋藤 芳隆
修士(工学) 2023年3月	松本 祐斗	東海大学大学院 工学研究科	高電圧作動を目指した狭チャンネル型ホールスラストの放 電特性	船木 一幸
修士(工学) 2023年3月	青沼 祐介	東海大学大学院 工学研究科	ドップラ LIDAR への Si-PM 検出器の適用研究	水野 貴秀
修士(理学) 2023年3月	星野 遼	東京理科大学大学院 理学研究科	金属-絶縁体相転移を使用した宇宙機用放射率可変素子 (SRD) の放射特性向上に関する研究 - 微少な組成比変化 に対する熱放射特性の変化 -	太刀川 純孝
修士(工学) 2023年3月	満野 真里絵	東京理科大学大学院 先進工学研究科	ペネトレータ型探査機の貫入挙動・衝撃に関する実験的研究	山田 和彦
修士(工学) 2023年3月	森 みなみ	東京理科大学大学院 先進工学研究科	ICP 加熱器による展開型柔軟エアロジェル用インフレータ ブル構造体の耐熱性能評価	山田 和彦
修士(理学) 2023年3月	内藤 隆人	法政大学大学院 理工学研究科	遺伝的アルゴリズムによるフォトレシーバ回路設計～重力 は望遠鏡への応用～	船木 一幸
修士(工学) 2023年3月	和久井 毅貴	法政大学大学院 理工学研究科	たんぽぽプロジェクト1および2の捕集パネルから導く微粒 子の衝突エネルギー推定と経年変化	矢野 創
博士(理学) 2023年3月	武尾 舞	東京都立大学大学院 理学研究科	X-ray study of hot plasma spatial distribution in dwarf novae in quiescence and outburst	石田 学

(受託指導学生)

※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(農学) 2023年3月	宮島 琴音	筑波大学大学院 理工情報生命学術院	火星衛星フォボスの探査に向けた衝突減菌過程の解析	藤田 和央
修士(工学) 2023年3月	松枝 里奈	東京都立大学大学院 システムデザイン研究科	展開ラジエータ用 Cu-Al-Mn 形状記憶合金における大変形曲げ モード	佐藤 英一
修士(工学) 2023年3月	稲塚 遥香	金沢工業大学大学院 工学研究科	打ち上げ日時の自由度を考慮した DESTINY+ スパイラル軌 道の多目的最適化	大山 聖
修士(工学) 2023年3月	吉田 圭一郎	千葉工業大学大学院 工学研究科	フロート型洋上発射装置の発射角制御に関する研究	三浦 政司
修士(理工学) 2023年3月	石垣 希	帝京大学大学院 理工学研究科	全翼機形状をした火星大気突入機の飛行探査時における旋回方 式に関する研究	永田 靖典
修士(工学) 2023年3月	小林 寧々	法政大学大学院 理工学研究科	宇宙望遠鏡へ向けた超伝導磁束ピンニング効果による非接 触微小振動擾乱抑制および指向方向制御機構の実験検証	坂井 真一郎
修士(工学) 2023年3月	岸田 祐輔	法政大学大学院 理工学研究科	太陽発電衛星における DC-RF 変換部の耐宇宙環境性評価と効 率特性最適化	田中 孝治
修士(理学) 2023年3月	大長 稜平	早稲田大学大学院 基幹理工学研究科	ドーパミン塩酸塩添加 FAPbI ₃ を吸光層に用いたペロブスカイ ト太陽電池の作製	廣瀬 和之

3. 学位取得者の進路・就職先

修士課程総数 54名

進学 12名

就職 38名うち、宇宙分野 12名

・公共機関 1名

・民間企業 11名

うち、非宇宙分野 26名

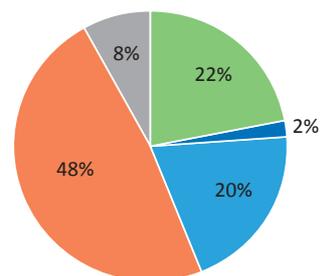
・公共機関 0名

・民間企業 26名

その他 4名

修士課程

■進学
■宇宙分野（公共機関）
■宇宙分野（民間企業）
■非宇宙分野（民間企業）
■その他



博士課程総数 13名

就職 12名うち、宇宙分野 5名

・公共機関 4名

・民間企業 1名

うち、非宇宙分野 7名

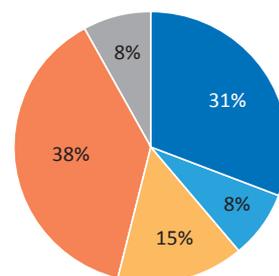
・公共機関 2名

・民間企業 5名

その他 1名

博士課程

■宇宙分野（公共機関）
■宇宙分野（民間企業）
■非宇宙分野（公共機関）
■非宇宙分野（民間企業）
■その他



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
伊藤 大智	川勝 康弘	総合研究大学院大学 物理科学研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
大平 元希	吉川 真	総合研究大学院大学 物理科学研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
大間々 知輝	辻本 匡弘	総合研究大学院大学 物理科学研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
大城 勇憲	山口 弘悦	東京大学大学院 理学系研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
高久 諒太	山崎 典子	東京大学大学院 理学系研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
高倉 隼人	関本 裕太郎	東京大学大学院 理学系研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
高倉 隼人	関本 裕太郎	東京大学大学院 理学系研究科	SPIE Student Conference Support
富永 愛侑	海老沢 研	東京大学大学院 理学系研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
御堂岡 拓哉	海老沢 研	東京大学大学院 理学系研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
楠本 哲也	津田 雄一	東京大学大学院 工学系研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
藤田 雅大	津田 雄一	東京大学大学院 工学系研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
近澤 拓弥	川勝 康弘	東京大学大学院 新領域創成科学研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
近澤 拓弥	川勝 康弘	東京大学大学院 新領域創成科学研究科	海外挑戦プログラム
青沼 祐介	水野 貴秀	東海大学大学院 工学研究科	科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
豊川 広晴	岩田 隆浩	総合研究大学院大学 物理科学研究科	国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の次世代研究者挑戦的研究プログラム（SPRING）事業（SOKENDAI 特別研究員（挑戦型））
金子 賢人	大山 聖	東京大学大学院 工学系研究科	国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の次世代研究者挑戦的研究プログラム（SPRING）事業（東京大学 グリーン・トランスフォーメーション（GX））

二村 成彦	大山 聖	東京大学大学院工学系研究科	国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の次世代研究者挑戦的研究プログラム（SPRING）事業（東京大学 グリーン・トランスフォーメーション（GX））
二村 成彦	大山 聖	東京大学大学院工学系研究科	JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム 自発的融合プロジェクト研究費
高澤 秀人	山田 和彦	北海道大学大学院工学院	国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の次世代研究者挑戦的研究プログラム（SPRING）事業（北海道大学 DX 博士人材フェローシップ制度）
平田 佳織	白井 寛裕	東京大学大学院理学系研究科	東京大学基金「地球惑星科学の研究教育支援基金 学生の研究教育プロジェクト支援」2022 年度第 1 回「Moon to Mars challenge」
平田 佳織	白井 寛裕	東京大学大学院理学系研究科	東京大学基金「地球惑星科学の研究教育支援基金 学生の研究教育プロジェクト支援」2022 年度第 2 回「共同研究プロジェクト」
古川 聡一郎	岡田 達明	東京大学大学院理学系研究科	東京大学 宇宙地球フロンティア国際卓越大学院プログラム（IGPEES）
三平 舜	白井 寛裕	東京大学大学院理学系研究科	東京大学 宇宙地球フロンティア国際卓越大学院プログラム（IGPEES）
小磯 拓哉	西山 和孝	東京大学大学院工学系研究科	公益財団法人村田学術振興財団 研究者海外派遣援助
小磯 拓哉	西山 和孝	東京大学大学院工学系研究科	GEC 2022 Student Travel Grant
武尾 舞	石田 学	東京都立大学大学院理学研究科	東京都立大学 多視座を涵養する「双対型」人材育成プロジェクト
高橋 勇多	坂井 真一郎	東京工業大学大学院工学院	国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の次世代研究者挑戦的研究プログラム（SPRING）事業

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学習実習制度による受入を行っている。受入方式は技術習得方式とインターンシップ方式がある。技術習得方式は大学等の要請に基づき、JAXA の技

術、知見等を学生が習得できるよう、JAXA に受入れて指導する。インターンシップ方式は学生のキャリア形成のための、JAXA の職場での就業又は研究開発業務の短期での体験をする。

表 6 宇宙研における技術習得の指導状況（2022 年度実績）

	技術習得						内、外国籍						内、女性					
	高専	学部	修士	博士	研究生	計	高専	学部	修士	博士	研究生	計	高専	学部	修士	博士	研究生	計
国立	0	17	13	3	0	33	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	6
公立	0	10	2	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
私立	0	38	24	1	0	63	0	0	0	0	0	0	0	7	3	0	0	10
海外	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
計	0	66	39	4	0	109	0	1	0	0	0	1	0	9	7	0	0	16

表 7 宇宙研におけるインターンシップの指導状況（2022 年度実績）

	インターンシップ						内、外国籍						内、女性					
	高専	学部	修士	博士	研究生	計	高専	学部	修士	博士	研究生	計	高専	学部	修士	博士	研究生	計
国立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
公立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
私立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
海外	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

※受入テーマを指定した公開公募による受入れは含まない。

3. 図 書

1. 図書室

宇宙科学研究所図書室は、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。2003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、2003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っている。2010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た。2018年3月より、JAXA Library Portal (<https://www-std01.ufinity.jp/jaxalib/>)にてサービスを提供している。2022年度は、引き続き感染症対策を実施しながら開室しサービスを継続した。また新着雑誌架を書架に変更した。



更新した新着雑誌架

なお、2023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	96,404冊 (増加内訳)
洋書	76,703冊 (図書38 製本雑誌77)
和書	19,701冊 (図書241 製本雑誌113)

所蔵雑誌種数	1,205種
洋雑誌	963種
和雑誌	242種

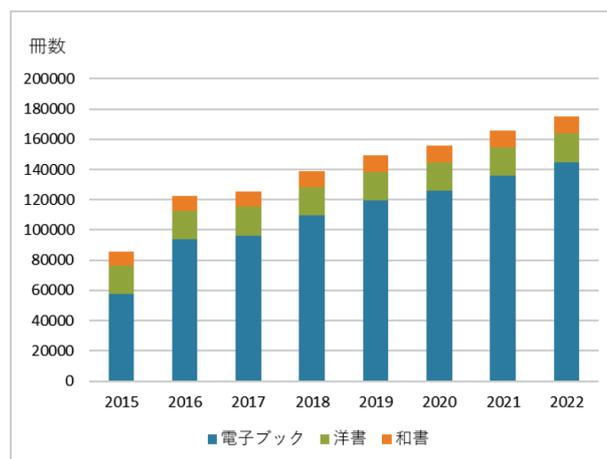
うち2022年受入雑誌種数	148種
洋雑誌	9種
電子ジャーナル	88種
国内欧文誌	5種
和雑誌	46種

電子ジャーナル	約4,100種
IEL Online	198種
IOP Journal	102種
Elsevier Science Direct	118種
Springer Journal	約1,600種
Wiley-Blackwell	約1,400種
JSTOR	約680種
その他	

電子ブック	
AGU Geophysical Monograph Series 他	620冊
AIAA Education Series	69冊
Cambridge Books Online	161冊
EBSCOhost (旧 Net Library)	585冊
Oxford Scholarship Online (Physics)	216冊
Springer eBOOK	約143,000冊
ProQuest Ebook Central	301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
- Japan Knowledge



蔵書冊数 (年別, 製本雑誌を除く)

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.	
Acta Astronautica.	1(1974)-18,20-76,88-119,122,127-137,141-157,159,162-176,178-197,199-200(2022)	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],119,120(2016)	オンライン購読中
Aerospace America.	22(1984)-59(2021)+	
AIAA Journal.	1(1963)-51(2013)	オンライン購読中
AIP Conference Proceedings.	(1970)+	オンライン購読中
American Ceramic Society Bulletin.	61(1982)-65,[66-82],83-100(2021)+	
Annual Review of Astronomy and Astrophysics.	1(1963)-4,6-7,10,16-17,22,24-60(2022)+	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 Express.	1(2008)-6(2013)	オンライン購読中
Applied Physics Letters.	1(1962)-9,[10-11],12-103(2013)	オンライン購読中
Astrodynamic.		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)-93,100,103-779(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 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],126-183(2021)+	
Bulletin of the Chemical Society of Japan. *	[53(1980)],54-92(2019)	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
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
Earth, Moon, and Planets.	30(1984)-113(2014)	オンライン購読中
Experimental Astronomy.	1(1989/91)-18,21-36(2013)	オンライン購読中
Experiments in Fluids.		オンライン購読中
Flow, Turbulence and Combustion.		オンライン購読中
Geophysical Research Letters.	1(1974)-40(2013)	オンライン購読中
IEL Online		オンライン購読中
IOP science extra		オンライン購読中
ISJ International. *	29(1989)-61(2021)+	
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 Hydrogen Energy.		オンライン購読中
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)	オンライン購読中
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],43-74(2021)+	
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 Low Temperature Physics.		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 the Physical Society of Japan. *	32(1972)-45,48-86(2017)	オンライン購読中

タイトル	所蔵巻号 []内は欠号あり.	
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 Propulsion and Power.	1(1985)-7,[8],9-29(2013)	オンライン購読中
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,[26],27(2013)	オンライン購読中
Materials Science & Engineering. A.	101(1988)-417(2006)	オンライン購読中
Materials Transactions.*	42(2001)-62(2021)+	
Metallurgical and Materials Transactions. A.	25(1994)-44(2013)	オンライン購読中
Microwave Journal.	6(1963)-10,[11],12-49,[50],51-62,64(2021)+	
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.	110(1950)-129,[131-229],230-436(2013)	オンライン購読中
Nature.	213(1967)-215,[216-452],453-504(2013)	オンライン購読中
Nature Astronomy.		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
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)-68(2016)	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 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,[29-30,33,38],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 Sources Science and Technology.		オンライン購読中
Proceedings of the Combustion Institute.		オンライン購読中
Progress in Aerospace Sciences.	11(1970)-33,[34(1998)]	オンライン購読中
Propellants, Explosives, Pyrotechnics.	7(1982)-38(2013)	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
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
Science.	[103(1946)-275],276-342(2013)	オンライン購読中
Scientific American.	[126(1922)-276],277-327(2022)+	
Scripta Materialia.	34(1996)-63(2010)	オンライン購読中
Shock Waves.		オンライン購読中
Solar Physics.	1(1967)-220,223-288(2013)	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)-62(2020)+	
Tech Briefs.	[15(1991)],16-31,33-37,39-45(2021)+	
Theoretical and Computational Fluid Dynamics		オンライン購読中
Transactions of the ASME. Journal of Heat Transfer.	104(1982)-135(2013)	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)-495,497-1210(2022/r.4)+	
分光研究	35(1986/s.61)-70(2021/r.3)+	
電気化学	86(2018/h.30)-89(2021/r.3)+	
電子情報通信学会誌	70(1987/s.62)-104(2021/r.3)+	
EXPLOSION	1(1991/h.3)-31(2021/r.3)+	
ふえらむ：日本鉄鋼協会会報	1(1996/h.8)-26(2021/r.3)+	
表面と真空	61(2018/h.30)-64(2021/r.3)+	
JIS（日本工業規格）W 航空	継続購読中	

JIS（日本工業規格）総目録	継続購読中
JIS 要覧（機械要素）	継続購読中
JIS 要覧（鉄鋼関係）	継続購読中
時刻表	継続購読中
情報処理	[11(1970/s.45)-25],26-62(2021/r.3)+
情報の科学と技術	継続購読中
科学	1(1931/s.6)-29,[30-70],71-91(2021/r.3)+
軽金属	10(1960/s.35)-18,[19-37],39-71(2021/r.3)+
計測自動制御学会論文集	22(1986/s.51)-57(2021/r.3)+
計測と制御	[8(1969/s.44)-24],25-60(2021/r.3)+
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],43-56(2021/r.3)+
まてりあ 日本金属学会会報	33(1994/h.6)-60(2021/r.3)+
Newton	[2](1982/s.57),3-14,17-41(2021/r.3)+
日経サイエンス	継続購読中
日本物理学会誌	1(1946/s.21)-76(2021/r.3)+
日本複合材料学会誌	6(1980/s.55)-46(2020/r.2)+
日本原子力学会誌	6(1964/s.39)-19,[20],21-63(2021/r.3)+
日本ゴム協会誌	1(1928/s.3)-53,[58-72],73-94(2021/r.3)+
日本機械学会誌	49(1946/s.21)-124(2021/r.3)+
日本金属学会誌	32(1968/s.43)-85(2021/r.3)+
日本航空宇宙学会誌	16(1968/s.43)-69(2021/r.3)+
日本航空宇宙学会論文集	47(1999/h.11)-69(2021/r.3)+
日本ロボット学会誌	[2](1984/s.59)-10],11-39(2021/r.3)+
応用物理	40(1971/s.46)-47,[48],49-90(2021/r.3)+
繊維学会誌	31(1975/s.50)-44,[45],46-77(2021/r.3)+
数理科学	21(1983/s.58),[22-24],25,[26-27],29,[30-31],32-59(2021/r.3)+
天文月報	77(1984/s.59)-114(2021/r.3)+
鉄と鋼	58(1972/s.47)-73,[74],75-107(2021/r.3)+
図書館雑誌	21(1927/s.2)-38,[40-90],91-115(2021/r.3)+
有機合成化学協会誌	1(1943/s.18)-13,15-21,23-79(2021/r.3)+
遊星人	1(1992/h.4)-30(2021/r.3)+
材料とプロセス	7(1994/h.6)-35(2022/r.4)+

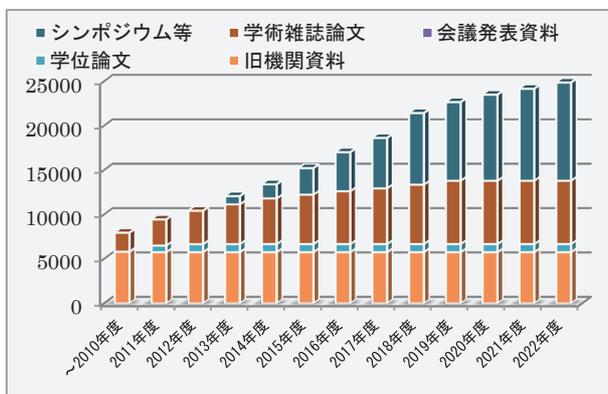
新聞

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

<https://jaxa.repo.nii.ac.jp/>



JAXA リポジトリ登録件数 (ISAS 分)

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ます。

4. 広報・普及

はじめに

「はやぶさ2」で大きな注目を集めた。この先にはMMXがある。また、今後は月探査が盛り上がるであろう。これらを踏まえれば、ISASにおける活動をこれまで以上に積極的に発信する必要がある。体制を整備し、それぞれが何をすべきかを明快なものとする組織変革を2020年夏に行った上で活動を展開してきた。新しい体制下での最初の大仕事が、2020年12月、「はやぶさ2」サンプル帰還カプセルの豪州ウーメラにおける回収事業の広報を実施することだった。2022年度では、はやぶさ2帰還カプセルの全国巡回展示、リュウグウから帰還させたサンプルの展示等を継続し、サンプルを海外の科学博物館においても展示すべく、その調整を進めた。また、月探査が盛り上がることも見据えて、発信力の強化も継続して行っている。

1. 新しい広報体制

広報活動をあらためて、事業広報、科学広報、交流棟運営の三本柱で整理することとした。事業広報とは、プロジェクトの進捗状況の報告といった、研究所としての事業に関して発信を行うものであり、報道対応の側面が強い。科学広報とは、ISASが研究所であることを象徴するもので、宇宙科学への理解を広め深めるため、ISASからの研究成果や世界の研究動向に関する説明を行うものである。交流棟運営とは、文字通り相模原キャンパスにある宇宙科学交流棟の運営のことであるが、そこを通じての地元との交流や協力、市立博物館との協力ということも含む。あらためて整理した上で、事業広報においてはJAXA本部と協調して進めること、科学広報においては発信力強化を行うこと、交流棟運営においてはシビックプライドという観点、具体的には「ISASが相模原にあって嬉しい」と市民の方々に思ってもらいたいことという基準に照らして行動すること、この三点に力点を置くことを確認した。

2022年度も、この三本柱を意識して活動を行ってきた。

2. はやぶさ2

2022年度においても、事業広報におけるハイライトのひとつは「はやぶさ2」であった。帰還後に進められてきたサンプルの初期分析が完了し、グランドフィナーレとしての記者会見を開催した。

一方で、はやぶさ2ミッションが進行中であった頃のミッションそのものへの興味と比較して、サンプル分析成果への一般からの興味は低いという課題が見えてきた。これは、世の中における「何に興味を持つか」ということの分布を考えれば当然の結果ではあるものの、ISASとしては何の努力もせずに受け入れるべき結果で

はなく、模索するところである。この一環として、海外の科学博物館においてサンプルを展示することに向け、2023年度での展示開始を見据えて調整を行った。

3. 発信力の強化

以前から、より研究所らしい発信をすべきではないか、という議論が研究所執行部であったことを受け、以下の対応を行った：科学広報に、記事のライターとして、広報活動の経験があり、英語を母国語とする教育職メンバーを追加した。さらに、英語能力のある推進部メンバーのエフォートの一部を記事作成（具体的には、英→日翻訳）のために投入してもらうようアレンジした。これによりISAS発の記事を効果的に発信できる体制が整った。具体的には、(1) 研究成果のプレスリリースの文面に対して、研究者自身が執筆する際にISAS観点から述べて欲しいポイントを事前に示唆すること、(2) 研究者ごとの、ではなく、ISASの観点から記事を書く活動を活性化したこと、(3) 日英同時発信を原則とすること。「ISASが何を考えているか」という軸をしっかりと入れた上での記事発信としたこと。これらにおいては、広報主幹が執行部メンバーでもあり、ISASの論点ということを確認に把握している要素も効いている。

並行して、研究者自身による発信も強化すべきであるという議論となった。そこで、研究情報の収集及び管理、そのインフラの整備、そして研究情報発信強化を目的とし、2020年6月にISAS所内委員会である図書・出版委員会を研究情報委員会に改組した。2021年2月には宇宙科学研究所 研究者総覧「あいさす map」を立ち上げ、研究者が自ら研究情報を発信できる仕組みの構築を行っている。

2022年度では、これらの枠組みに乗る形で、積極的に発信を行った。特に、ISASからのプレスリリースにおいては、研究者側との事前調整の形が確立しつつある。加えて、「ミッションにおいて何があったか」ということだけでなく、「その時、当事者は何を考えていたのか」を共有することを狙うウェブ記事には注目していただきたい。

4. 交流棟の魅力増大へ

交流棟は、保有物が醸し出す「ここだけ」感によるポテンシャルは高く、さらに魅力的な場所にできるはずである、という意見が複数寄せられている。一方で、予算とマンパワーには限りがあるため、効率的に運用をすること、外部の力を借りること、(外部の力を引き出す程度には予算増をすること)を検討している。これを踏まえ、様々な相手との意見交換を開始した。教材的な「展示物を見る」場とするだけでなく、それほど宇宙科学に興味のない層がたまたま来館してみたら「宇宙で活動するこ

とのワクワク感」が共有され、そこから「宇宙科学のことが何だか気になる」ようにできないだろうか？前者は交流棟で、後者はウェブの記事で引き受けるといった多層的な対応も、体制をあらためて整理した今、組織的に進む方向で進めている。

5月ゴールデンウィーク中の一日、相模大野のグリーンホールを貸し切りでアウトリーチイベントを開催してきたが、コロナ禍で中断していた。2022年度は、それを復活させたが、そこでは改善ポイントの見出しもあった。従来の最新成果や新規計画に関する講演会だけでは、それに興味のある親に連れられてきたキッズには苦痛でしかないということである。キッズを対象としたアクティビティブースも併設し、講演会を楽しみに来場する親世代、それだけでは退屈してしまう子供世代、それら両方を満足させることを狙ったものを2023年度から試行すべく、準備を開始した。

相模原市立博物館とのイベント共催を通じてNASA主催 International Observe the Moon Nightへ共同参加する等、協力関係を強化している（写真）。今後のARTEMISによる盛り上がりを考えれば、月探査がキーコンテンツとなっていくであろう。

5. 2022年度の特別公開

実地開催を一日、オンライン開催を一日という形で実施した。実地開催は、「心地よく見学」していただくことを意識していくつかの工夫を行った。オンライン開催を運用する若手を中心とするチームの手際の良さには、もはや安定感すら漂う。これは、今後のISAS発信活動に若手チームが活躍する場を広げるべきという議論を強化するものである。実際、年度内に開催されたオンライン講演会（複数回）の運営は、このチームに任されている。



相模原市立博物館「国際月見イベント」でのひとコマ

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掲載数	Nature 1 編, Science 5 編 (2022 年 4 月-2023 年 3 月)	
2) 査読付き学術誌掲載論文	340 編 (2022 年 1 月 - 12 月)	図 1
3) 高被引用論文数 (共著者に ISAS 所属の著者を含む)	49 編 (過去 10 年間における高引用論文数)	図 2
2. JAXA 出版物 (ISAS 出版分)	9 件 (RR : 5 件, RM : 1 件, SP : 3 件)	XII-2 (p.172)
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	11 件	XII-3-a (p. 173~)
b. 査読付き学術誌に発表のもの	369 編	XII-3-b (p. 173~)
4. 外部の国内, 国際会議等に発表のもの	電子版に掲載	XII-4 (p. 191~)
5. 表彰・受賞	32 件	XII-5 (p. 206~)
6. 特許権等	出願公開 13 件, 特許登録 26 件	XII-6 (p. 209~)

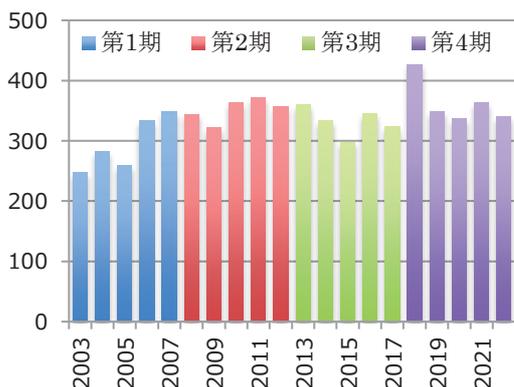


図1 論文数の推移 (注1)
Number of papers (Web of Science)

(注1) ISAS の研究者を共著者に含む論文の中で, Web of Science (WOS) が調査の対象としている学術誌に掲載された論文のみの数。従って, 全査読付き論文数よりも少ない。また, 集計は年度ではなく暦年。(各年 1 月~12 月)

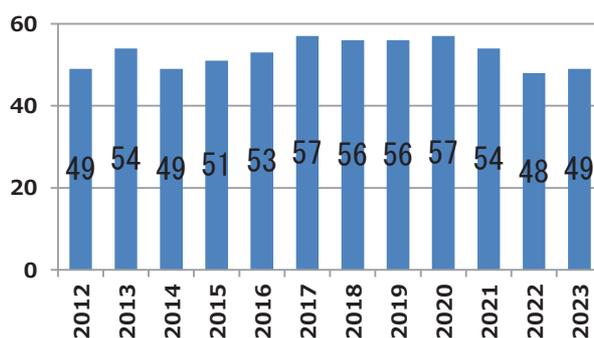


図2 高被引用論文の推移
(2023 年 3 月に更新された ESI (Essential Science Indicators) データに基づく) (注2)

(注2) 過去 10 年間における高被引用論文数。クラリベイト・アナリティクス・ジャパン株式会社のデータベースである Essential Science Indicators (ESI) において, 科学全体を大きく 22 の研究分野に分類しており, それぞれの分野において被引用数が上位 1% の論文を高被引用論文(Highly Cited Papers)と定義している。

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。現在「RR」には DOI (Digital Object Identifier) を付与している。

研究開発報告 (JAXA Research and Development Report) (2022/4~2023/3)

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-22-004

池谷広大, 春山純一: 月の縦孔内部の光環境の推定

RR-22-005E

野澤仁史, 春山純一, 熊本篤志, 岩田隆浩: Method for detecting subsurface echoes in LRS data by surface scattering simulation

RR-22-006

松永浩貴, 伊東山登, 塩田謙人, 松本幸太郎, 伊里友一朗, 勝身俊之, 羽生宏人: 高エネルギー物資研究会; 令和4年度研究成果報告書

RR-22-008

大気球研究報告

RR-22-009

宇宙科学情報解析論文誌: 第12号

研究開発資料 (JAXA Research and Development Memorandum) (2022/4~2023/3)

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-22-007

三田 信, 坂井真一郎, 福田盛介, 吉田幸久, 市村 聡, 鈴木カレブ, 中尾秀高: MEMS-IRU の開発報告

特別資料 (JAXA Special Publication) (2022/4~2023/3)

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-22-004E

YADA Toru, *et al.*: Hayabusa2 Asteroid Sample Catalog 2022

SP-22-005E

KANEMARU Rei, *et al.*: Hayabusa Asteroid Sample Catalog 2022

SP-22-006E

HITOMI Yuya, *et al.*: Contamination analyses of clean rooms and clean chambers at the Extraterrestrial Sample Curation Center of JAXA in 2021 and 2022

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

- JAXA 宇宙大航海時代検討委員会 (編): 宇宙大航海時代: 「発見の時代」に探る、宇宙進出への羅針盤: 誠文堂新光社: (2022) 97844416522714
- 久保勇貴 (著): ワンルームから宇宙をのぞく: 太田出版: (2023) 9784778318567
- Edited by Masatoshi Hirabayashi, Yuichi Tsuda: Hayabusa2 Asteroid Sample Return Mission: Technology Innovation and Advances: Elsevier: (2022)
<https://doi.org/10.1016/C2020-0-01651-8>
- 久保田孝 (分担執筆): ロボット工学ハンドブック 第3版, IV-10.6: [事例] 小惑星探査機: pp.822-823: コロナ社: (2023)
- 大槻真嗣 (分担執筆): ロボット工学ハンドブック 第3版, IV-10.2 宇宙探査ロボット: pp.813-816: コロナ社: (2023)
- 坂尾太郎 (分担執筆): リモートセンシング事典, 10-52 太陽の観測ミッション: pp.600-601: 丸善: (2022) 9784621307762
- 中村正人 (分担執筆): リモートセンシング事典, 10-50 金星の観測ミッション: pp.596-597: 丸善: (2022) 9784621307762
- 春山純一 (分担執筆): リモートセンシング事典, 10-48 月の観測ミッション: pp.592-593: 丸善: (2022) 9784621307762
- 久保田孝 (分担執筆): 「機械工学年鑑 2022」電子版, 11.3 宇宙探査: 日本機学会: (2022)
<https://www.jsme.or.jp/kikainenkan2022/chap11/>
- Kanya Kusano, Shin Toriumi, Daikou Shiota, Takashi Minoshima (分担執筆): Solar-Terrestrial Environmental Prediction, 10. Prediction of Solar Storms: Springer: (2023) 10.1007/978-981-19-7765-7
- Y. Mimasu, T. Okada, T. Saiki, Y. Tsuda, T. Yoshimitsu, S. Watanabe, *et al.* [MASCOT team] (分担執筆): Space Operations: Beyond Boundaries to Human Endeavours, pp.555-575, MASCOT – a Mobile Lander on-board Hayabusa2 Spacecraft – Operations on Ryugu: Springer: (2023) 9783030946302

b. 査読付き学術誌に発表のもの

- T. Osawa *et al.*, Development of Nondestructive Elemental Analysis System for Hayabusa2 Samples Using Muonic X-rays. *ACS Earth and Space Chemistry*, Vol.7(4), pp.699-711 (2023)
<https://doi.org/10.1021/acsearthspacechem.2c00303>
- N. Ozaki *et al.*, Mission design of DESTINY+: Toward active asteroid (3200) Phaethon and multiple small bodies. *Acta Astronautica*, Vol.196, pp.42-56 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.03.029>
- N. Shimosako *et al.*, Long-term change of transmission spectra of quartz glass contaminated with oleamide in vacuum. *Acta Astronautica*, Vol.202, pp.617-624 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.11.016>
- Y. Kawakatsu *et al.*, Preliminary design of Martian Moons eXploration (MMX). *Acta Astronautica*, Vol.202, pp.715-728 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.09.009>
- M. Trisolini *et al.*, Target selection for Near-Earth Asteroids in-orbit sample collection missions. *Acta Astronautica*, Vol.203, pp.407-420 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.12.012>
- K. Sugiura *et al.*, Formation flying along artificial halo orbit around Sun–Earth L2 point for interferometric observations. *Acta Astronautica*, Vol.208, pp.36-48 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2023.03.040>
- P. Machuca *et al.*, Dust impact and attitude analysis for JAXA's probe on the Comet Interceptor mission. *Advances in Space Research*, Vol.70(2), pp.1189-1208 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.asr.2022.05.070>
- K. Nakashino *et al.*, Analytical study on the inflated shape of a super pressure balloon covered with a diamond-shaped net. *Advances in Space Research*, Vol.71(1), pp.705-719 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.asr.2022.08.074>
- H. Noda *et al.*, Demonstration of deep-space synchronous two-way laser ranging with a laser transponder aboard Hayabusa2. *Advances in Space Research*, Vol.71(10), pp.4196-4209 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.asr.2022.12.057>
- Cuevas del Valle *et al.*, Relative Dynamics and Modern Control Strategies for Rendezvous in Libration Point Orbits. *Aerospace*, Vol.9(12), 798 (2022)
<https://doi.org/10.3390/aerospace9120798>
- S. K. Saha *et al.*, Fluid-structure interaction characteristics of inflatable reentry aeroshell at subsonic speed. *Aero-*

- space Science and Technology*, Vol.133, 108112 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.ast.2023.108112>
- K. Nakata *et al.*, Supersonic Exhaust from a Rotating Detonation Engine with Throatless Diverging Channel. *AIAA Journal*, Vol.60(7), pp.4015-4023 (2022)
<https://doi.org/10.2514/1.J061300>
- Y. Satou *et al.*, Visco-Elasto-Plastic Behavior of Creased Space Membrane. *AIAA Journal*, Vol.60(8), pp.4934-4942 (2022)
<https://doi.org/10.2514/1.J060442>
- H. Asada *et al.*, FFVHC-ACE: Fully Automated Cartesian-Grid-Based Solver for Compressible Large-Eddy Simulation. *AIAA Journal*, Vol.61(8), pp.3466-3484 (2023)
<https://doi.org/10.2514/1.J062593>
- H. Shibata *et al.*, A novel method to predict current-voltage characteristics of positive corona discharges based on a perturbation technique. II. Global analysis and applications to electrohydrodynamic thrusters. *AIP Advances*, Vol.12(10), 0105120 (2022)
<https://doi.org/10.1063/5.0105321>
- W. Sun *et al.*, Dayside magnetopause reconnection and flux transfer events under radial interplanetary magnetic field (IMF): BepiColombo Earth-flyby observations. *Annales Geophysicae*, Vol.40(2), pp.217-229 (2022)
<https://doi.org/10.5194/angeo-40-217-2022>
- T. Shimoda *et al.*, Coherent angular signs amplification using an optical cavity. *Applied Optics*, Vol.61(13), pp.3901-3911 (2022)
<https://doi.org/10.1364/AO.455485>
- Y. Inoue *et al.*, Development of an epoxy-based millimeter absorber with expanded polystyrenes and carbon black for an astronomical telescope. *Applied Optics*, Vol.62(5), pp.1419-1427 (2023)
<https://doi.org/10.1364/AO.480162>
- H. Nakagawa *et al.*, Mid-infrared laser heterodyne spectrometer by hollow optical fiber and its newly designed coupler. *Applied Optics*, Vol.62(6), A31-A36 (2023)
<https://doi.org/10.1364/ao.475426>
- K. Yoshida *et al.*, Thermophysical properties of molten Ga₂O₃ by using the electrostatic levitation furnace in the International Space Station. *Applied Physics Express*, Vol.15(8), 085503 (2022)
<https://doi.org/10.35848/1882-0786/ac7fdd>
- M. Hirata *et al.*, Effect of evaporator preheating on the startup characteristics of capillary pumped loop. *Applied Thermal Engineering*, Vol.219(Part C), 119573 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.119573>
- M. A. Meyer *et al.*, Final Report of the Mars Sample Return Science Planning Group 2 (MSPG2). *Astrobiology*, Vol.22(S1), S5-S26 (2022)
<https://doi.org/10.1089/ast.2021.0121>
- T. Haltigin *et al.*, Rationale and Proposed Design for a Mars Sample Return (MSR) Science Program. *Astrobiology*, Vol.22(S1), S27-S56 (2022)
<https://doi.org/10.1089/ast.2021.0122>
- K. Tait *et al.*, Preliminary Planning for Mars Sample Return (MSR) Curation Activities in a Sample Receiving Facility (SRF). *Astrobiology*, Vol.22(S1), S57-S80 (2022)
<https://doi.org/10.1089/ast.2021.0105>
- N. J. Tosca *et al.*, Time-Sensitive Aspects of Mars Sample Return (MSR) Science. *Astrobiology*, Vol.22(S1), S81-S111 (2022)
<https://doi.org/10.1089/ast.2021.0115>
- M. A. Velbel *et al.*, Planning Implications Related to Sterilization-Sensitive Science Investigations Associated with Mars Sample Return (MSR). *Astrobiology*, Vol.22(S1), S112-S164 (2022)
<https://doi.org/10.1089/ast.2021.0113>
- M. M. Grady *et al.*, The Scientific Importance of Returning Airfall Dust as a Part of Mars Sample Return (MSR). *Astrobiology*, Vol.22(S1), S176-S185 (2022)
<https://doi.org/10.1089/ast.2021.0111>
- G. Kminek *et al.*, COSPAR Sample Safety Assessment Framework (SSAF). *Astrobiology*, Vol.22(S1), S186-S216 (2022)
<https://doi.org/10.1089/ast.2022.0017>
- B. L. Carrier *et al.*, Science and Curation Considerations for the Design of a Mars Sample Return (MSR) Sample Receiving Facility (SRF). *Astrobiology*, Vol.22(S1), S217-S237 (2022)
<https://doi.org/10.1089/ast.2021.0110>
- H. Shim *et al.*, Metallicity-PAH Relation of MIR-selected Star-forming Galaxies in AKARI North Ecliptic Pole-wide Survey. *Astronomical Journal*, Vol.165(2), 31 (2023)
<https://doi.org/10.3847/1538-3881/aca09c>
- T. Midooka *et al.*, A novel spectral-ratio model fitting to resolve complicated X-ray spectral variations in active galactic nuclei. *Astronomische Nachrichten*, Vol.344(4), e20230039 (2023)
<https://doi.org/10.1002/asna.20230039>
- B. Ruiz Cobo *et al.*, DeSIRE: Departure coefficient aided Stokes Inversion based on Response functions. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.660, A37 (2022)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202140877>
- G. P. Srinivasaragavan *et al.*, PGIR 20eid (SN 2020qmp): A Type IIP Supernova at 15.6 Mpc discovered by the Palomar Gattini-IR survey. *Astronomy & Astrophysics*,

- Vol.660, A138 (2022)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202142158>
- W. J. Pearson *et al.*, North Ecliptic Pole merging galaxy catalogue. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.661, A52 (2022)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141013>
- H. Takehara *et al.*, Monte Carlo simulation of sugar synthesis on icy dust particles intermittently irradiated by UV in a protoplanetary disk. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.662, A76 (2022)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202243212>
- M. Broese *et al.*, Temperature and differential emission measure evolution of a limb flare on 13 January 2015. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.663, A18 (2022)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141868>
- J. C. Buitrago-Casas *et al.*, The faintest solar coronal hard X-rays observed with FOXSI. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.665, A103 (2022)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202243272>
- S. Schroder *et al.*, Characterization of the MASCOT landing area by Hayabusa2. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.666, A164 (2022)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202244059>
- Y. G. Kwon *et al.*, Probing the surface environment of large T-type asteroids. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.666, A173 (2022)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202243816>
- A. Longobardo *et al.*, Photometric behavior of Ryugu's NIR spectral parameters. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.666, A185 (2022)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202244097>
- F. Gao *et al.*, Probing the megaparsec-scale environment of hyperluminous infrared galaxies at $2 < z < 4$. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.668, A54 (2022)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202244072>
- E. Dartois *et al.*, Chemical composition of carbonaceous asteroid Ryugu from synchrotron spectroscopy in the mid- to far-infrared of Hayabusa2-returned samples. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.671, A2 (2023)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202244702>
- J. Peralta *et al.*, Venus cloud discontinuity in 2022. *Astronomy & Astrophysics*, Vol.672, L2 (2023)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202244822>
- F. Rogers *et al.*, Sensitivity of the GAPS experiment to low-energy cosmic-ray antiprotons. *Astroparticle Physics*, Vol.145, 102791 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.astropartphys.2022.102791>
- Y. Tanimura *et al.*, Suppression of secondary wall formation in the basal supporting region of Arabidopsis inflorescence stems under microgravity conditions in space. *Biological Sciences in Space*, Vol.36, pp.1-8 (2022)
<https://doi.org/10.2187/bss.36.1>
- K. Yamada *et al.*, Passive deployment demonstration of shape memory alloy-type deployable aeroshell using a hypersonic wind tunnel. *CEAS Space Journal* (2023)
<https://doi.org/10.1007/s12567-023-00481-4>
- N. Itouyama *et al.*, Analysis of Dispersibility Effect of Carbon Additives on Ignitability of Ammonium-Dinitramide-Based Ionic Liquid Propellants Using Continuous Wave Laser Heating. *Combustion Science and Technology* (2022)
<https://doi.org/10.1080/00102202.2022.2112954>
- C. Ikuta, Hayabusa2 Outreach Activities and Its Public Response. *Communicating Astronomy with the Public Journal*, Vol.31, pp.8-12 (2022)
https://www.capjournal.org/issues/31/31_08.php
- A. Patel *et al.*, A mixed XFEM and CZM approach for predicting progressive failure in advanced SiC/SiC CMC component. *Composites Part C: Open Access*, Vol.9, 100325 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2022.100325>
- K. Shinozaki *et al.*, Cooling performance of Joule Thomson coolers with straight heat exchangers for space science missions. *Cryogenics*, Vol.128, 103575 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.cryogenics.2022.103575>
- Y. Sakamoto *et al.*, Investigation of boiling hydrogen heat transfer characteristics under low-pressure conditions. *Cryogenics*, Vol.131, 103652 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.cryogenics.2023.103652>
- J. P. McCollough *et al.*, Space-to-space very low frequency radio transmission in the magnetosphere using the DSX and Arase satellites. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 64 (2022)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01605-6>
- Y. N. Miura *et al.*, The GAs Extraction and Analyses system (GAEA) for immediate extraction and measurements of volatiles in the Hayabusa2 sample container. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 76 (2022)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01638-x>
- K. Sakamoto *et al.*, Environmental assessment in the pre-launch phase of Hayabusa2 for safety declaration of returned samples from the asteroid (162173) Ryugu: background monitoring and risk management during development of the sampler system. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 90 (2022)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01628-z>
- T. Kadono *et al.*, Pattern in ejecta curtain generated by the impact into granular targets of various sized particles and application to the ejecta curtain observed in the Hayabusa2 impact experiment. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 128 (2022)

- <https://doi.org/10.1186/s40623-022-01672-9>
- T. Kadono *et al.*, Effect of projectile shape and interior structure on crater size in strength regime. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 132 (2022)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01690-7>
- P. Tack *et al.*, Rare earth element identification and quantification in millimetre-sized Ryugu rock fragments from the Hayabusa2 space mission. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 146 (2022)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01705-3>
- K. Ogawa *et al.*, Particle size distributions inside and around the artificial crater produced by the Hayabusa2 impact experiment on Ryugu. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 153 (2022)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01713-3>
- R. Yamada *et al.*, Derivation of 1.064 μ m normal albedos on the C-type asteroid Ryugu from laser pulse intensity measurement of the Hayabusa2 LIDAR. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 166 (2022)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01717-z>
- B. Bazi *et al.*, Trace-element analysis of mineral grains in Ryugu rock fragment sections by synchrotron-based confocal X-ray fluorescence. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 161 (2022)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01726-y>
- M. N. N. Nishino *et al.*, Asymmetric deformation of the Earth's magnetosphere under low Alfvén Mach number solar wind: Observations and MHD simulation. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 180 (2022)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01744-w>
- M. Kikukawa *et al.*, Development of miniaturized pick-up amplification circuit for plasma particle detectors on board satellites. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 188 (2022)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01746-8>
- R. Okazaki *et al.*, Methods and tools for handling, transportation, weighing, and pelletization applied to the initial analysis of volatile components in the Hayabusa2 samples. *Earth, Planets and Space*, Vol.74(1), 190 (2022)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01747-7>
- S. Rubino *et al.*, Small grains from Ryugu: handling and analysis pipeline for infrared synchrotron microspectroscopy. *Earth, Planets and Space*, Vol.75(1), 4 (2023)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01762-8>
- J. C. Aponte *et al.*, PAHs, hydrocarbons, and dimethylsulfides in Asteroid Ryugu samples A0106 and C0107 and the Orgueil (CI1) meteorite. *Earth, Planets and Space*, Vol.75(1), 28 (2023)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01758-4>
- M. Yamada *et al.*, Inflight calibration of the Optical Navigation Camera for the Extended Mission Phase of Hayabusa2. *Earth, Planets and Space*, Vol.75, 36 (2023)
<https://doi.org/10.1186/s40623-023-01789-5>
- A. Nakato *et al.*, Variations of the surface characteristics of Ryugu returned samples. *Earth, Planets and Space*, Vol.75, 45 (2023)
<https://doi.org/10.1186/s40623-022-01754-8>
- K. Hatakeda *et al.*, Homogeneity and heterogeneity in near-infrared FTIR spectra of Ryugu returned samples. *Earth, Planets and Space*, Vol.75, 46 (2023)
<https://doi.org/10.1186/s40623-023-01784-w>
- H. Nakajima *et al.*, Three-Dimensional Numerical Modeling of a Low-Temperature Sabatier Reactor for a Tandem System of CO₂ Methanation and Polymer Electrolyte Membrane Water Electrolysis. *Electrochemistry*, Vol.90(6), 067008 (2022)
<https://doi.org/10.5796/electrochemistry.22-00035>
- J. Rae *et al.*, What are the fundamental modes of energy transfer and partitioning in the coupled Magnetosphere-Ionosphere system?. *Experimental Astronomy*, Vol.54, pp.391-426 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10686-022-09861-w>
- D. Barret *et al.*, The Athena X-ray Integral Field Unit: a consolidated design for the system requirement review of the preliminary definition phase. *Experimental Astronomy*, Vol.55, pp.373-426 (2023)
<https://doi.org/10.1007/s10686-022-09880-7>
- M. Abe *et al.*, An ALMA Observation of Time Variations in Chromospheric Temperature of a Solar Plage Region. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, Vol.9, 908249 (2022)
<https://doi.org/10.3389/fspas.2022.908249>
- K-J. Hwang *et al.*, Editorial: Micro- to Macro-Scale Dynamics of Earth's Flank Magnetopause. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, Vol.9, 911633 (2022)
<https://doi.org/10.3389/fspas.2022.911633>
- A. Nasi *et al.*, An event of extreme relativistic and ultra-relativistic electron enhancements following the arrival of consecutive corotating interaction regions: Coordinated observations by Van Allen Probes, Arase, THEMIS and Galileo satellites. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, Vol.9, 949788 (2022)
<https://doi.org/10.3389/fspas.2022.949788>
- Z. Xia *et al.*, Latitudinal dependence of ground VLF transmitter wave power in the inner magnetosphere. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, Vol.10, 1135509 (2023)
<https://doi.org/10.3389/fspas.2023.1135509>
- T. Ishikawa *et al.*, Thermophysical Property Measurements of Refractory Oxide Melts With an Electrostatic Levitation

- tation Furnace in the International Space Station. *Frontiers in Materials*, Vol.9, 954126 (2022)
<https://doi.org/10.3389/fmats.2022.954126>
- S. Soldini *et al.*, The probability analysis of ejecta particles damaging a spacecraft operating around asteroids after an artificial impact experiment: Hayabusa 2's SCI operation safety study. *Frontiers in Space Technologies*, Vol.3 (2022)
<https://doi.org/10.3389/frspt.2022.1017111>
- Y. Takei *et al.*, Redefining low Earth orbit as a parking orbit for flexible and economical Earth departure in deep space missions. *Frontiers in Space Technologies*, Vol.3 (2022)
<https://doi.org/10.3389/frspt.2022.1049262>
- A. Russo *et al.*, Mechanical Design of Self-Reconfiguring 4D-Printed OrigamiSats: A New Concept for Solar Sailing. *Frontiers in Space Technologies*, Vol.3 (2022)
<https://doi.org/10.3389/frspt.2022.876585>
- K. Akiyama *et al.*, Overview of the Observing System and Initial Scientific Accomplishments of the East Asian VLBI Network (EAVN). *Galaxies*, Vol.10(6), 113 (2022)
<https://doi.org/10.3390/galaxies10060113>
- G. Giovannini *et al.*, The Past and Future of East Asia to Italy: Nearly Global VLBI. *Galaxies*, Vol.11(2), 49 (2023)
<https://doi.org/10.3390/galaxies11020049>
- A. Nakato *et al.*, Ryugu particles found outside the Hayabusa2 sample container. *Geochemical Journal*, Vol.56(6), pp.197-222 (2022)
<https://doi.org/10.2343/geochemj.GJ22017>
- F. Moynier *et al.*, The Solar System calcium isotopic composition inferred from Ryugu samples. *Geochemical Perspectives Letters*, Vol.24, pp.1-6 (2022)
<https://doi.org/10.7185/geochemlet.2238>
- J.-C. Viennet *et al.*, Interaction between clay minerals and organics in asteroid Ryugu. *Geochemical Perspectives Letters*, Vol.25, pp.8-12 (2023)
<https://doi.org/10.7185/geochemlet.2307>
- A. N. E. Asaah *et al.*, Geochemical composition of dykes along the Cameroon Line (CL): Petrogenesis and similarities with the Central Atlantic Magmatic Province. *Geochemistry*, Vol.82(2), 125865 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.chemer.2022.125865>
- D. Yamamoto *et al.*, Oxygen isotope exchange kinetics between CAI melt and carbon monoxide gas: Implication for CAI formation in the earliest Solar System. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol.336(1), pp.104-112 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.gca.2022.09.006>
- M. W. Broadley *et al.*, The noble gas and nitrogen relationship between Ryugu and carbonaceous chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol.345, pp.65-74 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.gca.2023.01.020>
- E. Dobrică *et al.*, Nonequilibrium Spherulitic Magnetite In The Ryugu Samples. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol.346, pp.65-75 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.gca.2023.02.003>
- E. T. Parker *et al.*, Extraterrestrial amino acids and amines identified in asteroid Ryugu samples returned by the Hayabusa2 mission. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol.347, pp.42-57 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.gca.2023.02.017>
- S. Imajo *et al.*, Signatures of Auroral Potential Structure Extending Through the Near-Equatorial Inner Magnetosphere. *Geophysical Research Letters*, Vol.49(10), e2022GL098105 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022GL098105>
- F. Daerden *et al.*, Planet-Wide Ozone Destruction in the Middle Atmosphere on Mars During Global Dust Storm. *Geophysical Research Letters*, Vol.49(11), e2022GL098821 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022GL098821>
- F. Xiao *et al.*, Asymmetric Distributions of Auroral Kilometric Radiation in Earth's Northern and Southern Hemispheres Observed by the Arase Satellite. *Geophysical Research Letters*, Vol.49(13), e2022GL099571 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022GL099571>
- S. S. Elliott *et al.*, Quantifying the Size and Duration of a Microburst-Producing Chorus Region on 5 December 2017. *Geophysical Research Letters*, Vol.49(15), e2022GL099655 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022GL099655>
- Y. Harada *et al.*, BepiColombo Mio Observations of Low-Energy Ions During the First Mercury Flyby: Initial Results. *Geophysical Research Letters*, Vol.49(17), e2022GL100279 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022GL100279>
- Z. Deng *et al.*, Direct Evidence for Auroral Kilometric Radiation Propagation Into Radiation Belts Based on Arase Spacecraft and Van Allen Probe B. *Geophysical Research Letters*, Vol.49(19), e2022GL100860 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022GL100860>
- T. Horinouchi *et al.*, Gigantic Vortices From Barotropic Instability Observed in the Atmosphere of Venus. *Geophysical Research Letters*, Vol.50(2), e2022GL101633 (2023)
<https://doi.org/10.1029/2022GL101633>
- T. Ruj *et al.*, Recent boulder falls within the Finsen crater

- on the lunar far side: An assessment of the possible triggering rationale. *Icarus*, Vol.377(1), 114904 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.114904>
- A. Oura *et al.*, Search for shallow subsurface structures in Chryse and Acidalia Planitiae on Mars. *Icarus*, Vol.380, 114991 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.114991>
- K. Hirata *et al.*, Magma eruption ages and fluxes in the Rembrandt and Caloris interior plains on Mercury: Implications for the north-south smooth plains asymmetry. *Icarus*, Vol.382, 115034 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115034>
- H. Okawa *et al.*, Effect of boulder size on ejecta velocity scaling law for cratering and its implication for formation of tiny asteroids. *Icarus*, Vol.387, 115212 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115212>
- F. E. DeMeo *et al.*, Isolating the mechanisms for asteroid surface refreshing. *Icarus*, Vol.389, 115264 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115264>
- Y. Liang *et al.*, Giga-year dynamical evolution of particles around Mars. *Icarus*, Vol.391, 115335 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115335>
- H. Nagaoka *et al.*, Sample studies and SELENE (Kaguya) observations of purest anorthosite (PAN) in the primordial lunar crust for future sample return mission. *Icarus*, Vol.392, 115370 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115370>
- T. Michikami *et al.*, Three-dimensional imaging of high-velocity-impact induced crack growth in carbonaceous meteorites. *Icarus*, Vol.392, 115371 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115371>
- G. Madeira *et al.*, Dynamical origin of Dimorphos from fast spinning Didymos. *Icarus*, Vol.394, 115428 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2023.115428>
- S. Imagawa *et al.*, Design, Fabrication and Soundness Test of A Bi2223 Magnet Designed for Cooling by Liquid Hydrogen. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol.32(6), 4604605 (2022)
<https://doi.org/10.1109/TASC.2022.3172271>
- Y. Yagi *et al.*, Fabrication of a 64-Pixel TES Microcalorimeter Array With Iron Absorbers Uniquely Designed for 14.4-KeV Solar Axion Search. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol.33(5), (2023)
<https://doi.org/10.1109/TASC.2023.3254488>
- T. Tsuruta *et al.*, Two-Dimensional Position-Sensitive Transition-Edge Sensor Microcalorimeters for Gamma Rays. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol.33(5), (2023)
<https://doi.org/10.1109/TASC.2023.3263135>
- D. Kobayashi *et al.*, Threshold and Characteristic LETs in SRAM SEU Cross Section Curves. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol.70(4), pp.707-713 (2023)
<https://doi.org/10.1109/tns.2023.3244181>
- B. T. Tsurutani *et al.*, Space Plasma Physics: A Review. *IEEE Transactions on Plasma Science*
<https://doi.org/10.1109/TPS.2022.3208906>
- M. Biscarini *et al.*, Dynamical Link Budget in Satellite Communications at Ka-Band: Testing Radiometeorological Forecasts With Hayabusa2 Deep-Space Mission Support Data. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Vol.21(6), 3935 (2022)
<https://doi.org/10.1109/TWC.2021.3125751>
- F. Tsutsui *et al.*, Effects of RANS Turbulence Models on Aerodynamics of Slender-Bodied Launch Vehicles with Protuberance. *International Journal of Aeronautical and Space Sciences*, Vol.23, pp.670-679 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s42405-022-00482-3>
- K. Kobayashi *et al.*, Biomarkers in the Atacama Desert along the moisture gradient and the depth in the hyperarid zone: Phosphatase activity as trace of microbial activity. *International Journal of Astrobiology*, Vol.21(5, SI), pp.329-351 (2022)
<https://doi.org/10.1017/S1473550422000325>
- Y. Nakatsugawa *et al.*, Relation between triple phase contact line and vapor groove width for enhancing thermal performance of a loop heat pipe evaporator. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol.195, 123139 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2022.123139>
- M. Watanabe *et al.*, Density and viscosity of Ni-Ti melts measured by an electrostatic levitation technique. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol.198, 123435 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2022.123435>
- S. Okazaki *et al.*, Catalytic combustion type optical fiber Bragg grating hydrogen gas sensor using platinum-loaded fumed silica powder. *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol.48(25), pp.9512-9527 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.12.035>
- S. Taguchi *et al.*, Proposal of Temperature Correction of Molten Oxide Based on Its Emissivity for Measurement of Temperature Dependence of Its Density Using ELF in ISS. *International Journal of Microgravity Science and Application*, Vol.40(1), 400101 (2023)
<https://doi.org/10.15011/jasma.40.400101>
- N. Sakatani *et al.*, Development of a Small-Sized Line Heat Source Apparatus for the Thermal Conductivity Measurement of Extraterrestrial Soils. *International Journal of Thermophysics*, Vol.43(6), 89 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10765-022-03007-y>

- S. Tachikawa *et al.*, Advanced Passive Thermal Control Materials and Devices for Spacecraft: A Review. *International Journal of Thermophysics*, Vol.43(6), 91 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10765-022-03010-3>
- T. Ishizaki *et al.*, Measurement of Thermal Diffusivity Distribution for Murray and Murchison Meteorites Using Lock-in Thermography. *International Journal of Thermophysics*, Vol.43(7), 97 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10765-022-03026-9>
- H. Senshu *et al.*, The initial description and initial analysis for the return samples from Phobos by sample analysis working team in Martian Moon eXploration project. *International Journal of Thermophysics*, Vol.43(7), 102 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10765-022-03030-z>
- R. Endo *et al.*, Determination of Thermal Effusivity of Lunar Regolith Simulant Particle Using Thermal Microscopy. *International Journal of Thermophysics*, Vol.43(7), 103 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10765-022-03031-y>
- T. Ishizaki *et al.*, Measurement of Microscopic Thermal Diffusivity Distribution for Ryugu Sample by Infrared Lock-in Periodic Heating Method. *International Journal of Thermophysics*, Vol.44(4), 51 (2023)
<https://doi.org/10.1007/s10765-023-03158-6>
- K. M. Nobu *et al.*, Unique H₂-utilizing lithotrophy in serpentine-hosted systems. *ISME Journal*, Vol.17, pp.95-104 (2023)
<https://doi.org/10.1038/s41396-022-01197-9>
- T. Iwaya *et al.*, Development of ball surface acoustic wave gas chromatograph for environmental monitoring in spacecraft and its application on the ground. *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.61(SG), SG1051 (2022)
<https://doi.org/10.35848/1347-4065/ac49fb>
- M. Tajima *et al.*, Systematic variation of photoluminescence spectra with donor and acceptor concentrations ranging from 1×10^{10} to $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ in Si. *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.61(8), 080101 (2022)
<https://doi.org/10.35848/1347-4065/ac7491>
- M. Tajima *et al.*, Method to detect carbon in silicon crystals in the concentration range down to $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ by Fourier transform infrared absorption at room temperature. *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.61(9), 096502 (2022)
<https://doi.org/10.35848/1347-4065/ac808d>
- R. Ghritli *et al.*, Control of growth interface shape during InGaSb growth by vertical gradient freezing under microgravity, and optimization using machine learning. *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.61(11), 115502 (2022)
<https://doi.org/10.35848/1347-4065/ac99c2>
- S. Itoh *et al.*, Simulations of the spectral resolving power of a compact space-borne immersion-echelle spectrometer using mid-infrared wave tracing. *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, Vol.8(2), 025004 (2022)
<https://doi.org/10.1117/1.JATIS.8.2.025004>
- D. Tanabe *et al.*, High-precision temperature monitoring system for room-temperature equipment in astrophysical observations. *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, Vol.8(3), 036003 (2022)
<https://doi.org/10.1117/1.JATIS.8.3.036003>
- H. Awaki *et al.*, Fine structure of the atomic scattering factors near the iridium L-edges. *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, Vol.8(4), 044001 (2022)
<https://doi.org/10.1117/1.JATIS.8.4.044001>
- M. Kurihara *et al.*, Ground test results of the electromagnetic interference for the x-ray 1 microcalorimeter onboard XRISM. *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, Vol.9(1), 018004 (2023)
<https://doi.org/10.1117/1.JATIS.9.1.018004>
- A.V. Rubtsov *et al.*, Alfvén velocity sudden increase as an indicator of the plasmopause. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Vol.245, 106040 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.jastp.2023.106040>
- T. H. Nam *et al.*, Time-and temperature-dependent compressive behavior of woven carbon fabric reinforced polyamide composite laminate. *Journal of Composite Materials*, Vol.57(5), pp.929-940 (2023)
<https://doi.org/10.1177/00219983221148082>
- S. Kawai *et al.*, Gegenbauer reconstruction method with edge detection for multi-dimensional uncertainty propagation. *Journal of Computational Physics*, Vol.468, 111505 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.jcp.2022.111505>
- P. Vielva *et al.*, Polarization angle requirements for CMB B-mode experiments. Application to the LiteBIRD satellite. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, Vol.2022(4), 029 (2022)
<https://doi.org/10.1088/1475-7516/2022/04/029>
- G. Sazaki *et al.*, The emergence of drop-type and thin-layer-type quasi-liquid layers on ice crystal surfaces and their thermodynamic origin. *Journal of Crystal Growth*, Vol.597, 126853 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2022.126853>
- Y. Tomikawa *et al.*, LODEWAVE (Long-Duration Balloon Experiment of Gravity WAVE over Antarctica). *Journal of Evolving Space Activities*, Vol.1, 14 (2023)
<https://doi.org/10.57350/jesa.14>

- T. Saiki *et al.*, Trajectory Design for the Hayabusa2 Extended Mission. *Journal of Evolving Space Activities*, Vol.1, 26 (2023)
<https://doi.org/10.57350/jesa.26>
- A. J. Ryan *et al.*, Full-Field Modeling of Heat Transfer in Asteroid Regolith: 2. Effects of Porosity. *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.127(6), e2022JE007191 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022JE007191>
- M. Narita *et al.*, Correlation of Venusian Mesoscale Cloud Morphology Between Images Acquired at Various Wavelengths. *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.127(6), e2022JE007228 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022je007228>
- M. Yasui *et al.*, Cratering Experiments on Granular Targets With a Variety of Particle Sizes: Implications for Craters on Rubble-Pile Asteroids. *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.127(8), e2021JE007172 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2021JE007172>
- J. A. Holmes *et al.*, Global Variations in Water Vapor and Saturation State Throughout the Mars Year 34 Dusty Season. *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.127(10), e2022JE007203 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022JE007203>
- M. Sato *et al.*, Rock Magnetic Characterization of Returned Samples From Asteroid (162173) Ryugu: Implications for Paleomagnetic Interpretation and Paleointensity Estimation. *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.127(11), e2022JE007405 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022JE007405>
- K. Onodera *et al.*, Quantitative Evaluation of the Lunar Seismic Scattering and Comparison Between the Earth, Mars, and the Moon. *Journal of Geophysical Research: Planets*, Vol.127(12), e2022JE007558 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022JE007558>
- W. Sun *et al.*, MESSENGER Observations of Planetary Ion Enhancements at Mercury's Northern Magnetospheric Cusp During Flux Transfer Event Showers. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.127(4), e2022JA030280 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022JA030280>
- N. Thomas *et al.*, Statistical Survey of Arase Satellite Data Sets in Conjunction With the Finnish Riometer Network. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.127(5), e2022JA030271 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022JA030271>
- H. Hasegawa *et al.*, Magnetic Field Annihilation in a Magnetotail Electron Diffusion Region With Electron-Scale Magnetic Island. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.127(7), e2022JA030408 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022JA030408>
- T. Nagai *et al.*, Solar Wind Energy Input: The Primary Control Factor of Magnetotail Reconnection Site. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.127(8), e2022JA030653 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022JA030653>
- T. E. Sarris *et al.*, Distribution of ULF Wave Power in Magnetic Latitude and Local Time Using THEMIS and Arase Measurements. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.127(10), e2022JA030469 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022JA030469>
- R. E. Denton *et al.*, Polynomial Reconstruction of the Magnetic Field Observed by Multiple Spacecraft With Integrated Velocity Determination. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.127(10), e2022JA030512 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022JA030512>
- Q. Ma *et al.*, Analysis of Electron Precipitation and Ionospheric Density Enhancements Due To Hiss Using Incoherent Scatter Radar and Arase Observations. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.127(10), e2022JA030545 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022JA030545>
- L. Chen *et al.*, Observation of Source Plasma and Field Variations of a Substorm Brightening Aurora at L ~ 6 by a Ground-Based Camera and the Arase Satellite on 12 October 2017. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.127(11), e2021JA030072 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2021JA030072>
- K. Kawai *et al.*, Multi-Event Analysis of Magnetosphere-Ionosphere Coupling of Nighttime Medium-Scale Traveling Ionospheric Disturbances From the Ground and the Arase Satellite. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.128(2), e2022JA030542 (2023)
<https://doi.org/10.1029/2022JA030542>
- S. Katsuda *et al.*, Long - Term Density Trend in the Mesosphere and Lower Thermosphere From Occultations of the Crab Nebula With X - Ray Astronomy Satellites. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.128(2), e2022JA030797 (2023)
<https://doi.org/10.1029/2022ja030797>
- S. Sugo *et al.*, Direct Observations of Energetic Electron Scattering and Precipitation Due To Whistler-Mode Waves in the Dayside High-Density Regions. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.128(3), e2022JA030992 (2023)
<https://doi.org/10.1029/2022JA030992>
- D. P. Hartley *et al.*, Using Van Allen Probes and Arase Observations to Develop an Empirical Plasma Density

- Model in the Inner Zone. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.128(3), e2022JA031012 (2023)
<https://doi.org/10.1029/2022ja031012>
- H. Hasegawa *et al.*, Ion - Scale Magnetic Flux Rope Generated from Electron - Scale Magnetopause Current Sheet: Magnetospheric Multiscale Observations. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.128(3), e2022JA031092 (2023)
<https://doi.org/10.1029/2022ja031092>
- J. Tu *et al.*, Whistler-Mode Transmission Experiments in the Radiation Belts: DSX TNT Circuit Simulation and Data Analysis. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol.128(4), e2022JA030564 (2023)
<https://doi.org/10.1029/2022ja030564>
- Y. Liang *et al.*, Point-to-Point Jumping Transfer on Phobos by Prograde g' Family. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Vol.45(6), pp.1172-1183 (2022)
<https://doi.org/10.2514/1.G006208>
- Y. Kubo *et al.*, Nonholonomic Reorientation of Free-Flying Space Robots Using Parallelogram Actuation in Joint Space. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Vol.45(7), pp.1299-1309 (2022)
<https://doi.org/10.2514/1.G006511>
- N. Ozaki *et al.*, Asteroid Flyby Cycler Trajectory Design Using Deep Neural Networks. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Vol.45(8), pp.1496-1511 (2022)
<https://doi.org/10.2514/1.G006487>
- T. Ito *et al.*, Optimal Powered Descent Guidance Under Thrust Pointing Constraint. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Vol.46(4), pp.695-708 (2023)
<https://doi.org/10.2514/1.G006727>
- Y. Takao, One-Winged Momentum-Biased Solar Sail: A New Methodology for Propellantless Attitude Control. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Vol.46(7), pp.1331-1347 (2023)
<https://doi.org/10.2514/1.G007289>
- T. Fukuchi *et al.*, Gamma-ray computed tomography system with a double-sided strip detector. *Journal of Instrumentation*, Vol.18(1), P01030 (2023)
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/18/01/P01030>
- M. Nakaone *et al.*, Artificial Intelligence for Estimating Multiple Irradiation Conditions from Temperature Distribution. *Journal of Laser Micro Nanoengineering*, Vol.17(3), pp.194-198 (2022)
<https://doi.org/10.2961/jlmn.2022.03.3001>
- A. Taniguchi *et al.*, DESHIMA 2.0: Development of an Integrated Superconducting Spectrometer for Science-Grade Astronomical Observations. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.209, pp.278-286 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02888-5>
- J. Hubmayr *et al.*, Optical Characterization of OMT-Coupled TES Bolometers for LiteBIRD. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.209, pp.396-408 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02808-7>
- T. Terasaki *et al.*, Development of Al-Nb Hybrid Lumped-Element Kinetic Inductance Detectors for Infrared Photon Detection. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.209, pp.441-448 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02745-5>
- T. Tsuruta *et al.*, Thermal Conductance of Thick-Membrane TES Microcalorimeters for Several-MeV Gamma Rays. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.209, pp.449-456 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02776-y>
- S. Mori *et al.*, Simulation of TES X-ray Microcalorimeters Designed for 14.4 keV Solar Axion Search. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.209, pp.518-524 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02902-w>
- M. Nagai *et al.*, Configuration of Probe Tones for MKID Readout with Frequency Sweeping Scheme. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.209, pp.677-685 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02865-y>
- M. Tominaga *et al.*, Design of the On-Board Data Compression for the Bolometer Data of LiteBIRD. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.209, pp.686-692 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02839-0>
- K. Sato *et al.*, Super DIOS Project for Exploring “Dark Baryon”. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.209, pp.971-979 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02910-w>
- M. Tsuji *et al.*, Assessment of the RFI by the X-Band Antenna in LiteBIRD Using a 3D Electromagnetic Field Simulator. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.209, pp.1097-1103 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02889-4>
- T. Takekoshi *et al.*, Material Properties of a Low Contraction and Resistivity Silicon-Aluminum Composite for Cryogenic Detectors. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.209, pp.1143-1150 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02795-9>
- Y. Yagi *et al.*, Performance of TES X-Ray Microcalorimeters Designed for 14.4-keV Solar Axion Search. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.211, pp.255-264 (2023)
<https://doi.org/10.1007/s10909-023-02942-w>
- T. Takaku *et al.*, Performance of a 200 mm Diameter Achromatic HWP with Laser-Ablated Sub-Wavelength Structures. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.211, pp.346-356 (2023)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02922-6>
- T. Hasebe *et al.*, Sensitivity Modeling for LiteBIRD. *Journal*

- of Low Temperature Physics*, Vol.211, pp.384-397 (2023)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02921-7>
- R. Imamura *et al.*, Mechanical Cryocooler Noise Observed in the Ground Testing of the Resolve X-ray Microcalorimeter Onboard XRISM. *Journal of Low Temperature Physics*, Vol.211, pp.426-433 (2023)
<https://doi.org/10.1007/s10909-022-02935-1>
- K. Bajo *et al.*, Development of electrostatic-induced charge detector for multiturn time-of-flight mass spectrometer. *Journal of Mass Spectrometry*, Vol. 57(11), e4892 (2022)
<https://doi.org/10.1002/jms.4892>
- F. S. Ong *et al.*, Simultaneous intermetallics suppression and residual-stress relaxation of heat-resistant Nb-interlayer-inserted Ti-6Al-4V/Si₃N₄ joints via one-step transient liquid phase bonding and brazing. *Journal of Materials Science & Technology*, Vol.139(10), pp.79-91 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.jmst.2022.08.023>
- T. Yamaguchi *et al.*, Self-Deformable Flexible MEMS Tweezer Composed of Poly(Vinylidene Fluoride)/Ionic Liquid Gel for Electrical Measurements and Soft Gripping. *Journal of Microelectromechanical Systems*, Vol.31(5), pp.802-812 (2022)
<https://doi.org/10.1109/JMEMS.2022.3187428>
- S. Hagio *et al.*, Muscle synergies of multidirectional postural control in astronauts on Earth after a long-term stay in space. *Journal of Neurophysiology*, Vol.127(5), pp.1230-1239 (2022)
<https://doi.org/10.1152/jn.00232.2021>
- Y. Du *et al.*, Differences in the deterioration behaviors of fast-charged lithium-ion batteries at high and low temperatures. *Journal of Power Sources*, Vol.556(1), 232513 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2022.232513>
- G. Naka *et al.*, Evaluation of Radiative Heat-Transfer Effect on Paraffin-Wax Regression Rate in Hybrid Rocket. *Journal of Propulsion and Power*, Vol.39(2), pp.258-273 (2023)
<https://doi.org/10.2514/1.B38728>
- K. Ishihara *et al.*, Thrust Performance of Converging Rotating Detonation Engine Compared with Steady Rocket Engine. *Journal of Propulsion and Power*, Vol.39(3), pp.297-306 (2023)
<https://doi.org/10.2514/1.B38784>
- N. Itouyama *et al.*, Conceptual Design of Small-Sized Thruster Using Laser Ignition of High-Energy Monopropellant. *Journal of Propulsion and Power*, Vol.39(3), pp.416-424 (2023)
<https://doi.org/10.2514/1.B38880>
- K. Murase *et al.*, Mesospheric ionization during substorm growth phase. *Journal of Space Weather and Space Climate*, Vol.12, 18 (2022)
<https://doi.org/10.1051/swsc/2022012>
- J. Kawaguchi *et al.*, Asynchronous One-Way Range Measurement Applied to Microspace Probes. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.59(5), pp.1602-1612 (2022)
<https://doi.org/10.2514/1.A35241>
- F. Tsutsui *et al.*, Side Force Characteristics of Slender-Bodied Supersonic Vehicle with Two Protuberances. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.59(5), pp.1697-1712 (2022)
<https://doi.org/10.2514/1.A35319>
- T. Shibata *et al.*, Experimental Evaluation for a Contactless Vibration Isolator Using the Flux Pinning Effect. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.59(6), pp.2017-2024 (2022)
<https://doi.org/10.2514/1.A35336>
- T. Chujo *et al.*, Synodic Resonant Halo Orbits of Solar Sails in Restricted Four-Body Problem. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.59(6), pp.2129-2147 (2022)
<https://doi.org/10.2514/1.A35324>
- D. Ito *et al.*, Expanding Interplanetary Transfer Opportunities from Geostationary Transfer Orbits via Earth Synchronous Orbits. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.60(1), pp.79-94 (2023)
<https://doi.org/10.2514/1.A35270>
- V. Buyakofu *et al.*, Flight Demonstration of Pulse Detonation Engine Using Sounding Rocket S-520-31 in Space. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.60(1), pp.181-189 (2023)
<https://doi.org/10.2514/1.A35394>
- K. Goto *et al.*, Space Flight Demonstration of Rotating Detonation Engine Using Sounding Rocket S-520-31. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.60(1), pp.273-285 (2023)
<https://doi.org/10.2514/1.A35401>
- Y. Takao, Analytical Model for Transverse Vibrations of Spinning Membranes. *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.60(2), pp.481-498 (2023)
<https://doi.org/10.2514/1.A35367>
- M. E. Cetin *et al.*, Real-Time Attitude Independent Calibration of Spinning Spacecraft Magnetometers Using Quasi-Measurements. *Journal of the Astronautical Sciences*, Vol.69, pp.1726-1743 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s40295-022-00349-5>
- L. Mantovani *et al.*, Influence of thrust modulation on a satellite with flexible non-latching booms. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, Vol.44, 585 (2022)

- <https://doi.org/10.1007/s40430-022-03887-z>
- A. Patel *et al.*, Effect of oxidation on the bending fatigue behavior of an advanced SiC/SiC CMC component at 1000°C in air. *Journal of the European Ceramic Society*, Vol.42(10), pp.4121-4132 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2022.03.061>
- T. Mizuno *et al.*, InGaAs Geiger-mode Three-dimensional Image Sensor for Flash LIDAR. *Journal of the Society for Information Display*, Vol.31(4), pp.158-168 (2023)
<https://doi.org/10.1002/jsid.1196>
- K. Enya *et al.*, Comparative study of methods for detecting extraterrestrial life in exploration mission of Mars and the solar system. *Life Sciences in Space Research*, Vol.34, pp.53-67 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.lssr.2022.07.001>
- K. Olsson-Francis *et al.*, The COSPAR Planetary Protection Policy for robotic missions to Mars: A review of current scientific knowledge and future perspectives. *Life Sciences in Space Research*, Vol.36, pp.27-35 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.lssr.2022.12.001>
- R. Nishi *et al.*, Strength optimization of low-pressure transient liquid phase bonded Ti-6Al-4V similar joint with Cu-Ni multi-interlayer. *Materials Science and Engineering: A*, Vol.846, 143275 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.msea.2022.143275>
- H. Tobe *et al.*, Novel Ti-20Zr-49.7Pd High Temperature Shape Memory Alloy with Facilitated Detwinning and Precipitation Strengthening. *Materials Transactions*, Vol.63(7), pp.975-980 (2022)
<https://doi.org/10.2320/matertrans.MT-M2022034>
- T. Ishikawa *et al.*, Densities of Liquid Tm₂O₃, Yb₂O₃, and Lu₂O₃ Measured by an Electrostatic Levitation Furnace Onboard the International Space Station. *Metals*, Vol.12(7), 1126 (2022)
<https://doi.org/10.3390/met12071126>
- Y. Seimiya *et al.*, Round-Robin Measurement of Surface Tension for Liquid Titanium by Electromagnetic Levitation (EML) and Electrostatic Levitation (ESL). *Metals*, Vol.12(7), 1129 (2022)
<https://doi.org/10.3390/met12071129>
- T. Kadono *et al.*, Experimental Investigation of Visible-Light and X-ray Emissions during Rock and Mineral Fracture: Role of Electrons Traveling between Fracture Surfaces. *Minerals*, Vol.12(6), 778 (2022)
<https://doi.org/10.3390/min12060778>
- T. Nagatsuka *et al.*, Long-term X-ray spectral variation of the Wolf-Rayet binary WR 102-1 in the Galactic bulge: evidence for wind distortion in the binary. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.515(2), pp.1897-1902 (2022)
<https://doi.org/10.1093/mnras/stac1102>
- E. Gattuzz *et al.*, The velocity structure of the intracluster medium of the Centaurus cluster. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.513(2), pp.1932-1946 (2022)
<https://doi.org/10.1093/mnras/stac846>
- T. Midooka *et al.*, Simple interpretation of the seemingly complicated X-ray spectral variation of NGC 5548. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.513(4), pp.5020-5033 (2022)
<https://doi.org/10.1093/mnras/stac1206>
- A. Miyamoto *et al.*, Understanding the physical state of hot plasma formed through stellar wind collision in WR140 using high-resolution X-ray spectroscopy. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.513(4), pp.6074-6087 (2022)
<https://doi.org/10.1093/mnras/stac1289>
- A. Galiano *et al.*, NIRS3 spectral analysis of the artificial Omusubi-Kororin crater on Ryugu. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.514(4), pp.6173-6182 (2022)
<https://doi.org/10.1093/mnras/stac1547>
- J. Geem *et al.*, (3200) Phaethon polarimetry in the negative branch: new evidence for the anhydrous nature of the DESTINY+ target asteroid. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.516(1), L53-L57 (2022)
<https://doi.org/10.1093/mnras/lsac072>
- T. Kaneko *et al.*, Impact of subsurface convective flows on the formation of sunspot magnetic field and energy build-up. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.517(2), pp.2775-2786 (2022)
<https://doi.org/10.1093/mnras/stac2635>
- Y. Liang *et al.*, Modelling internal structure of differentiated asteroids via data-driven approach. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.519(2), pp.2349-2365 (2023)
<https://doi.org/10.1093/mnras/stac3389>
- A. Okuya *et al.*, Modelling the evolution of silicate/volatile accretion discs around white dwarfs. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.519(2), pp.1657-1676 (2023)
<https://doi.org/10.1093/mnras/stac3522>
- Y. Han *et al.*, Radiation-driven acceleration in the expanding WR140 dust shell. *Nature*, Vol.610, pp.269-272 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05155-5>
- A. J. Frost *et al.*, IR 2022: An infrared-bright future for ground-based IR observatories in the era of JWST. *Nature Astronomy*, Vol.6(7), pp.772-773 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01733-9>
- M. Ito *et al.*, A pristine record of outer Solar System materi-

- als from asteroid Ryugu's returned sample. *Nature Astronomy*, Vol.6, pp.1163-1171 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01745-5>
- M.-C. Liu *et al.*, Incorporation of ^{16}O -rich anhydrous silicates in the protolith of highly hydrated asteroid Ryugu. *Nature Astronomy*, Vol.6, pp.1172-1177 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01762-4>
- R. M. Lau *et al.*, Nested dust shells around the Wolf-Rayet binary WR 140 observed with JWST. *Nature Astronomy*, Vol.6, pp.1308-1316 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01812-x>
- R. C. Greenwood *et al.*, Oxygen isotope evidence from Ryugu samples for early water delivery to Earth by CI chondrites. *Nature Astronomy*, Vol.7, pp.29-38 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01824-7>
- Y. Urata *et al.*, Simultaneous radio and optical polarimetry of GRB 191221B afterglow. *Nature Astronomy*, Vol.7, pp.80-87 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01832-7>
- T. Noguchi *et al.*, A dehydrated space-weathered skin cloaking the hydrated interior of Ryugu. *Nature Astronomy*, Vol.7, pp.170-181 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01841-6>
- M. Paquet *et al.*, Contribution of Ryugu-like material to Earth's volatile inventory by Cu and Zn isotopic analysis. *Nature Astronomy*, Vol.7, pp.182-189 (2023)
<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01846-1>
- K. A. A. McCain *et al.*, Early fluid activity on Ryugu inferred by isotopic analyses of carbonates and magnetite. *Nature Astronomy*, Vol.7, pp.309-317 (2023)
<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01863-0>
- D. Loizeau *et al.*, Constraints on Solar System early evolution by MicrOmega analysis of Ryugu carbonates. *Nature Astronomy*, Vol.7, pp.391-397 (2023)
<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01870-1>
- A. Yamaguchi *et al.*, Insight into multi-step geological evolution of C-type asteroids from Ryugu particles. *Nature Astronomy*, Vol.7, pp.398-405 (2023)
<https://doi.org/10.1038/s41550-023-01925-x>
- N. Kitamura *et al.*, Direct observations of energy transfer from resonant electrons to whistler-mode waves in magnetosheath of Earth. *Nature Communications*, Vol.13, 6259 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-33604-2>
- K. Masunaga *et al.*, Alternate oscillations of Martian hydrogen and oxygen upper atmospheres during a major dust storm. *Nature Communications*, Vol.13, 6609 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-34224-6>
- M. Persson *et al.*, BepiColombo mission confirms stagnation region of Venus and reveals its large extent. *Nature Communications*, Vol.13, 7743 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-35061-3>
- D. Nakashima *et al.*, Chondrule-like objects and Ca-Al-rich inclusions in Ryugu may potentially be the oldest Solar System materials. *Nature Communications*, Vol.14(1), 532 (2023)
<https://doi.org/10.1038/s41467-023-36268-8>
- Y. Oba *et al.*, Uracil in the carbonaceous asteroid (162173) Ryugu. *Nature Communications*, Vol.14(1), 1292 (2023)
<https://doi.org/10.1038/s41467-023-36904-3>
- C. Potiszil *et al.*, Insights into the formation and evolution of extraterrestrial amino acids from the asteroid Ryugu. *Nature Communications*, Vol.14(1), 1482 (2023)
<https://doi.org/10.1038/s41467-023-37107-6>
- M. Kozai *et al.*, Statistical investigation of the large-area Si(Li) detectors mass-produced for the GAPS experiment. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.1034, 166820 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.nima.2022.166820>
- N. K. Iyer *et al.*, The design and performance of the XL-Calibur anticoincidence shield. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.1048, 167975 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.nima.2022.167975>
- H. Fuke *et al.*, Design and application of multi-loop capillary heat pipes to cool GAPS silicon detectors. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.1049, 168102 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.nima.2023.168102>
- S. Nagasawa *et al.*, Wide-gap CdTe strip detectors for high-resolution imaging in hard X-rays. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol.1050, 168175 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.nima.2023.168175>
- H. Zhang *et al.*, The tRNA discriminator base defines the mutual orthogonality of two distinct pyrrolysyl-tRNA synthetase/tRNAPyl pairs in the same organism. *Nucleic Acids Research*, Vol.50(8), pp.4601-4615 (2022)
<https://doi.org/10.1093/nar/gkac271>
- H. Takeuchi *et al.*, Decay time extension of terahertz electromagnetic waves emitted from coherent longitudinal optical phonons in GaAs epitaxial layers with the use of fast atom bombardment. *Optics Continuum*, Vol.1(10), pp.2212-2218 (2022)
<https://doi.org/10.1364/optcon.472567>
- K. Komori *et al.*, Quantum theory of feedback cooling of an

- anelastic macromechanical oscillator. *Physical Review A*, Vol.105(4), 043520 (2022)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.105.043520>
- T. Kawasaki *et al.*, Angular trapping of a linear-cavity mirror with an optical torsional spring. *Physical Review A*, Vol.106(1), 013514 (2022)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.106.013514>
- R. Abbott *et al.*, All-sky search for gravitational wave emission from scalar boson clouds around spinning black holes in LIGO O3 data. *Physical Review D*, Vol.105(10), 102001 (2022)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.105.102001>
- R. Abbott *et al.*, All-sky, all-frequency directional search for persistent gravitational waves from Advanced LIGO's and Advanced Virgo's first three observing runs. *Physical Review D*, Vol.105(12), 122001 (2022)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.105.122001>
- R. Abbott *et al.*, Search for continuous gravitational wave emission from the Milky Way center in O3 LIGO-Virgo data. *Physical Review D*, Vol.106(4), 042003 (2022)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.106.042003>
- R. Abbott *et al.*, Search for gravitational waves from Scorpius X-1 with a hidden Markov model in O3 LIGO data. *Physical Review D*, Vol.106(6), 062002 (2022)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.106.062002>
- D. Paoletti *et al.*, Planck and BICEP/Keck Array 2018 constraints on primordial gravitational waves and perspectives for future B-mode polarization measurements. *Physical Review D*, Vol.106(8), 083528 (2022)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.106.083528>
- R. Abbott *et al.*, All-sky search for continuous gravitational waves from isolated neutron stars using Advanced LIGO and Advanced Virgo O3 data. *Physical Review D*, Vol.106(10), 102008 (2022)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.106.102008>
- T. Ishikawa *et al.*, First-step experiment for sensitivity improvement of DECIGO: Sensitivity optimization for simulated quantum noise by completing the square. *Physical Review D*, Vol.107(2), 022007 (2023)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.107.022007>
- D. Terakado *et al.*, Sound source characteristics generated by shocklets in isotropic compressible turbulence. *Physical Review Fluids*, Vol.7(8), 084605 (2022)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevFluids.7.084605>
- R. Abbott *et al.*, Search for Subsolar-Mass Binaries in the First Half of Advanced LIGO's and Advanced Virgo's Third Observing Run. *Physical Review Letters*, Vol.129(6), 061104 (2022)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.061104>
- O. Adriani *et al.*, Observation of Spectral Structures in the Flux of Cosmic-Ray Protons from 50 GeV to 60 TeV with the Calorimetric Electron Telescope on the International Space Station. *Physical Review Letters*, Vol.129(10), 101102 (2022)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.101102>
- O. Adriani *et al.*, Cosmic-ray Boron Flux Measured from 8.4 GeV/n to 3.8 TeV/n with the Calorimetric Electron Telescope on the International Space Station. *Physical Review Letters*, Vol.129(25), 251103 (2022)
<https://doi.org/10.1103/physrevlett.129.251103>
- N. Nakamura *et al.*, Strong polarization of a $J=1/2$ to $1/2$ transition arising from unexpectedly large quantum interference. *Physical Review Letters*, Vol.130(11), 113001 (2023)
<https://doi.org/10.1103/physrevlett.130.113001>
- T. K. M. Nakamura *et al.*, Spatial and time scaling of coalescing multiple magnetic islands. *Physics of Plasmas*, Vol.30(2), 022902 (2023)
<https://doi.org/10.1063/5.0127107>
- I. R. Thomas *et al.*, Calibration of NOMAD on ESA's ExoMars Trace Gas Orbiter: Part 2-The Limb, Nadir and Occultation (LNO) channel. *Planetary and Space Science*, Vol.218, 105410 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.pss.2021.105410>
- I. R. Thomas *et al.*, Calibration of NOMAD on ESA's ExoMars Trace Gas Orbiter: Part 1-The Solar Occultation channel. *Planetary and Space Science*, Vol.218, 105411 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.pss.2021.105411>
- S. Aizawa *et al.*, LatHyS global hybrid simulation of the BepiColombo second Venus flyby. *Planetary and Space Science*, Vol.218, 105499 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.pss.2022.105499>
- Y. Willame *et al.*, Calibration of the NOMAD-UVIS data. *Planetary and Space Science*, Vol.218, 105504 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.pss.2022.105504>
- S. Kikuchi *et al.*, Site selection for the Hayabusa2 artificial cratering and subsurface material sampling on Ryugu. *Planetary and Space Science*, Vol.219, 105519 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.pss.2022.105519>
- N. Bott *et al.*, Clustering analysis of high spatial resolution spectra of asteroid (162173) Ryugu from Hayabusa2/NIRS3. *Planetary and Space Science*, Vol.219, 105530 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.pss.2022.105530>
- O. Kawashima *et al.*, Development of an electron impact ion source with high ionization efficiency for future planetary missions. *Planetary and Space Science*, Vol.220, 105547 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.pss.2022.105547>

- Y. Cho *et al.*, Development of a multispectral stereo-camera system comparable to Hayabusa2 optical navigation camera (ONC-T) for observing samples returned from asteroid (162173) Ryugu. *Planetary and Space Science*, Vol.221, 105549 (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.pss.2022.105549>
- K. Iemura *et al.*, Analysis of spatial-temporal dynamics of cool flame oscillation phenomenon occurred around a fuel droplet array by using variational auto-encoder. *Proceedings of the Combustion Institute*, Vol.39(2), pp.2523-2532 (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.proci.2022.09.047>
- E. Nakamura *et al.*, On the origin and evolution of the asteroid Ryugu: A comprehensive geochemical perspective. *Proceedings of the Japan Academy Series B-Physical and Biological Sciences*, Vol.98(6), pp.227-282 (2022)
<https://doi.org/10.2183/pjab.98.015>
- R. Abbott *et al.*, First joint observation by the underground gravitational-wave detector KAGRA with GEO 600. *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, Vol.2022(6), 063F01 (2022)
<https://doi.org/10.1093/ptep/ptac073>
- H. Abe *et al.*, Performance of the KAGRA detector during the first joint observation with GEO 600 (O3GK). *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, ptac093 (2022)
<https://doi.org/10.1093/ptep/ptac093>
- E. Allys *et al.*, Probing Cosmic Inflation with the LiteBIRD Cosmic Microwave Background Polarization Survey. *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, Vol.2023(4), 042F01 (2023)
<https://doi.org/10.1093/ptep/ptac150>
- Y. Ide *et al.*, Combustion Wave Structure of the Ammonium Dinitramide - Based Ionic Liquid Propellant. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, Vol.48(2), e202200175 (2023)
<https://doi.org/10.1002/prop.202200175>
- H. Yamamoto *et al.*, Physical properties of the molecular cloud, N4, in SS 433: Evidence for an interaction of molecular cloud with the jet from SS 433. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol. 74(3), pp.493-509 (2022)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac012>
- Y. Sunada *et al.*, NuSTAR discovery of the hard X-ray emission and a wide-band X-ray spectrum from the Pictor A western hotspot. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.74(3), pp.602-611 (2022)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac022>
- M. Tsuboi *et al.*, ALMA astrometry of the objects within 0.5 pc of Sagittarius A. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.74(4), pp.738-756 (2022)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac031>
- J. Beniyama *et al.*, Video observations of tiny near-Earth objects with Tomo-e Gozen. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.74(4), pp.877-903 (2022)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac043>
- H. Harakawa *et al.*, A super-Earth orbiting near the inner edge of the habitable zone around the M4.5 dwarf Ross 508. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.74(4), pp.904-922 (2022)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac044>
- H. Inoue, Mass flows and their behaviors in the SS 433-W 50 system. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.74(4), pp.991-1003 (2022)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac050>
- J. Shimoda *et al.*, X-ray line diagnostics of ion temperature at cosmic ray accelerating collisionless shocks. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.74(5), pp.1022-1040, (2022)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac053>
- H. Inoue, Steady jet ejections from the innermost region of advection-dominated accretion flow around a black hole. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.74(6), pp.1263-1274 (2022)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac081>
- M. Ueda *et al.*, The soft X-ray background with Suzaku. I. Milky Way halo. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.74(6), pp.1396-1414 (2022)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac077>
- T. Yoneyama *et al.*, X-ray spectroscopy of the accretion disk corona source 2S 0921-630 with Suzaku archival data. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.75(1), pp.30-36 (2023)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac086>
- Y. Omiya *et al.*, XMM-Newton view of the shock heating in an early merging cluster, CIZA J1358.9-4750. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.75(1), pp.37-51 (2023)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac087>
- M. Tsujimoto *et al.*, X-ray and optical spectroscopic study of a gamma Cassiopeiae analog source pi Aquarii. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.75(1), pp.177-186 (2023)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac099>
- S. Ikebe *et al.*, Detection of a bright burst from the repeating fast radio burst 20201124A at 2 GHz. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.75(1), pp.199-207 (2023)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psac101>

- M. Tsuboi *et al.*, Ka-band Cryogenic Low-noise Receiver of the Misasa 54-m Antenna for Deep-space Communications and Radio Astronomy. *PASJ: Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.75(3), pp.567-583 (2023)
<https://doi.org/10.1093/pasj/psad020>
- M. Kitahara *et al.*, A Calibration Method of Short-Time Waveform Signals Passed Through Linear Time-Invariant Systems: 1. Methodology and Simple Examples. *Radio Science*, Vol.57(9), e2022RS007454 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022RS007454>
- H. Fujii *et al.*, A Pure Tungsten Collimator Manufactured Using 3D Printing Technology for the Evaluation of ^{211}At Radionuclide Therapy. *Radioisotopes*, Vol.71(2), pp.141-151 (2022)
<https://doi.org/10.3769/radioisotopes.71.141>
- T. Ruj *et al.*, Tectonism of Late Noachian Mars: Surface Signatures from the Southern Highlands. *Remote Sensing*, Vol.14(22), 5664 (2022)
<https://doi.org/10.3390/rs14225664>
- J. O'Donoghue *et al.*, What the Upper Atmospheres of Giant Planets Reveal. *Remote Sensing*, Vol.14(24), 6326 (2022)
<https://doi.org/10.3390/rs14246326>
- L. Riu *et al.*, Calibration and performances of the Mi-croOmega instrument for the characterization of asteroid Ryugu returned samples. *Review of Scientific Instruments*, Vol.93(5), 054503 (2022)
<https://doi.org/10.1063/5.0082456>
- T. Yokoyama *et al.*, Samples returned from the asteroid Ryugu are similar to Ivuna-type carbonaceous meteorites. *Science*, Vol.379, (6634), eabn7850 (2023)
<https://doi.org/10.1126/science.abn7850>
- T. Nakamura *et al.*, Formation and evolution of carbonaceous asteroid Ryugu: Direct evidence from returned samples. *Science*, Vol.379, (6634), eabn8671 (2023)
<https://doi.org/10.1126/science.abn8671>
- H. Naraoka *et al.*, Soluble organic molecules in samples of the carbonaceous asteroid (162173) Ryugu. *Science*, Vol.379, (6634) (SI), eabn9033 (2023)
<https://doi.org/10.1126/science.abn9033>
- H. Yabuta *et al.*, Macromolecular organic matter in samples of the asteroid (162173) Ryugu. *Science*, Vol.379, (6634) (SI), eabn9057 (2023)
<https://doi.org/10.1126/science.abn9057>
- R. Okazaki *et al.*, Noble gases and nitrogen in samples of asteroid Ryugu record its volatile sources and recent surface evolution. *Science*, Vol.379, (6634) (SI), abo0431 (2023)
<https://doi.org/10.1126/science.abo0431>
- R. Okazaki *et al.*, First asteroid gas sample delivered by the Hayabusa2 mission: A treasure box from Ryugu. *Science Advances*, Vol.8(46), eabo7239 (2022)
<https://doi.org/10.1126/sciadv.abo7239>
- T. Hopp *et al.*, Ryugu's nucleosynthetic heritage from the outskirts of the Solar System. *Science Advances*, Vol.8(46), eadd8141 (2022)
<https://doi.org/10.1126/sciadv.add8141>
- N. Kawasaki *et al.*, Oxygen isotopes of anhydrous primary minerals show kinship between asteroid Ryugu and comet 81P/Wild2. *Science Advances*, Vol.8(50), eade2067 (2022)
<https://doi.org/10.1126/sciadv.ade2067>
- Y. Kimura *et al.*, Nucleation experiments on a titanium-carbon system imply nonclassical formation of presolar grains. *Science Advances*, Vol.9(2), eadd8295 (2023)
<https://doi.org/10.1126/sciadv.add8295>
- K. Matsumoto *et al.*, Viscosity of Aluminum/Hydroxyl-terminated polybutadiene suspensions using bimodal Aluminum particles. *Science and Technology of Energetic Materials*, Vol.83(1), pp.8-13 (2022)
https://doi.org/10.34571/stem.83.1_8
- H. Matsunaga *et al.*, Feasibility evaluation of the nitration of potassium sulfamate using a small continuous reactor. *Science and Technology of Energetic Materials*, Vol.83(5), pp.132-137 (2022)
https://doi.org/10.34571/stem.83.5_132
- K. Tanaka *et al.*, Control of structural redundancy from the head to trunk in the human upright standing revealed using a data-driven approach. *Scientific Reports*, Vol.12, 13164 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-17322-9>
- Y. Fujisawa *et al.*, The first assimilation of Akatsuki single-layer winds and its validation with Venusian atmospheric waves excited by solar heating. *Scientific Reports*, Vol.12, 14577 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-18634-6>
- M. Ozaki *et al.*, Localized mesospheric ozone destruction corresponding to isolated proton aurora coming from Earth's radiation belt. *Scientific Reports*, Vol.12, 16300 (2022)
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-20548-2>
- T. Oba *et al.*, Development of Fast and Precise Scan Mirror Mechanism for an Airborne Solar Telescope. *Solar Physics*, Vol. 297(9), 114 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s11207-022-02044-y>
- D. Song *et al.*, Polarization Accuracy Verification of the Chromospheric LAYer SpectroPolarimeter. *Solar Phys-*

- ics, Vol. 297(10), 135 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s11207-022-02064-8>
- H. Zhang *et al.*, Dayside Transient Phenomena and Their Impact on the Magnetosphere and Ionosphere. *Space Science Reviews*, Vol. 218(5), 40 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s11214-021-00865-0>
- Y. Miyoshi *et al.*, Collaborative Research Activities of the Arase and Van Allen Probes. *Space Science Reviews*, Vol. 218(38), 38 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s11214-022-00885-4>
- K. Enya *et al.*, Extraterrestrial Life Signature Detection Microscopy: Search and Analysis of Cells and Organics on Mars and Other Solar System Bodies. *Space Science Reviews*, Vol. 49(6), 49 (2022)
<https://doi.org/10.1007/s11214-022-00920-4>
- C. Gabrielse *et al.*, Radiation Belt Daily Average Electron Flux Model (RB-Daily-E) From the Seven-Year Van Allen Probes Mission and Its Application to Interpret GPS On-Orbit Solar Array Degradation. *Space Weather*, Vol.20(11), e2022SW003183 (2022)
<https://doi.org/10.1029/2022SW003183>
- S. Baba *et al.*, The Extremely Buried Nucleus of IRAS 17208-0014 Observed at Submillimeter and Near-infrared Wavelengths. *The Astrophysical Journal*, Vol.928(2), 184 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac57c2>
- Y. Hou *et al.*, Various Activities above Sunspot Light Bridges in IRIS Observations: Classification and Comparison. *The Astrophysical Journal*, Vol.929(1), 12 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac5912>
- Y. Zhou *et al.*, Spatial Power Spectral Analysis of the Suzaku X-Ray Background. *The Astrophysical Journal*, Vol.929(2), 128 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac5966>
- A. Takada *et al.*, First Observation of the MeV Gamma-Ray Universe with Bijective Imaging Spectroscopy Using the Electron-tracking Compton Telescope on Board SMILE-2+. *The Astrophysical Journal*, Vol.930(1), 6 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac6103>
- N. Yonekura *et al.*, A Search for Massive Galaxy Population in a Protocluster of LAEs at $z=2.39$ near the Radio Galaxy 53W002. *The Astrophysical Journal*, Vol.930(2), 102 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac6257>
- I. Endo *et al.*, Detection of a Broad $8 \mu\text{m}$ UIR Feature in the Mid-infrared Spectrum of WR 125 Observed with Subaru/COMICS. *The Astrophysical Journal*, Vol.930(2), 116 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac63bd>
- S. Adachi *et al.*, Improved Upper Limit on Degree-scale CMB B-mode Polarization Power from the 670 Square-degree POLARBEAR Survey. *The Astrophysical Journal*, Vol.931(2), 101 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac6809>
- R. Abbott *et al.*, Searches for Gravitational Waves from Known Pulsars at Two Harmonics in the Second and Third LIGO-Virgo Observing Runs. *The Astrophysical Journal*, Vol.935(1), 1 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac6acf>
- R. Abbott *et al.*, Narrowband Searches for Continuous and Long-duration Transient Gravitational Waves from Known Pulsars in the LIGO-Virgo Third Observing Run. *The Astrophysical Journal*, Vol.932(2), 133 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac6ad0>
- O. Adriani *et al.*, CALET Search for Electromagnetic Counterparts of Gravitational Waves during the LIGO/Virgo O3 Run. *The Astrophysical Journal*, Vol.933(1), 85 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac6f53>
- Y. Terada *et al.*, Gamma-Ray Diagnostics of r-process Nucleosynthesis in the Remnants of Galactic Binary Neutron-star Mergers. *The Astrophysical Journal*, Vol.933(1), 111 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac721f>
- H. Sano *et al.*, An Expanding Shell of Neutral Hydrogen Associated with SN 1006: Hints for the Single-degenerate Origin and Faint Hadronic Gamma-Rays. *The Astrophysical Journal*, Vol.933(2), 157 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac7465>
- K. Matsumoto *et al.*, Probing Dynamics and Thermal Properties Inside Molecular Tori with CO Rovibrational Absorption Lines. *The Astrophysical Journal*, Vol.934(1), 25 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac755f>
- K. De *et al.*, SRGA J181414.6-225604: A New Galactic Symbiotic X-Ray Binary Outburst Triggered by an Intense Mass-loss Episode of a Heavily Obscured Mira Variable. *The Astrophysical Journal*, Vol.935(1), 36 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac7c6e>
- H. Lin *et al.*, In Situ Observation of Solar-flare-induced Proton Cyclotron Waves Upstream from Mars. *The Astrophysical Journal*, Vol.934(2), 183 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac7d4f>
- T. Mizuno *et al.*, Gas and Cosmic-Ray Properties in the MBM 53, 54, and 55 Molecular Clouds and the Pegasus Loops Revealed by H i Line Profiles, Dust, and Gamma-Ray Data. *The Astrophysical Journal*, Vol.935(2), 97 (2022)

- <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac7de0>
- M. Kubo *et al.*, An AGN with an Ionized Gas Outflow in a Massive Quiescent Galaxy in a Protocluster at $z=3.09$. *The Astrophysical Journal*, Vol.935(2), 89 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac7f2d>
- M. Uchiyama *et al.*, Mid-infrared and Maser Flux Variability Correlation in Massive Young Stellar Object G036.70+00.09. *The Astrophysical Journal*, Vol.936(1), 31 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac866e>
- T. Kinugawa *et al.*, Probe for Type Ia Supernova Progenitor in Decihertz Gravitational Wave Astronomy. *The Astrophysical Journal*, Vol.938(1), 52 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac9135>
- L. A. Rachmeler *et al.*, Quiet Sun Center to Limb Variation of the Linear Polarization Observed by CLASP2 Across the Mg ii h and k Lines. *The Astrophysical Journal*, Vol.936(1), 67 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac83b8>
- M. Matsuda *et al.*, Discovery of Year-scale Time Variability from Thermal X-Ray Emission in Tycho's Supernova Remnant. *The Astrophysical Journal*, Vol.940(2), 105 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac94cf>
- A. Noboriguchi *et al.*, Extreme Nature of Four Blue-excess Dust-obscured Galaxies Revealed by Optical Spectroscopy. *The Astrophysical Journal*, Vol.941(2), 195 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/aca403>
- T. Sakurai *et al.*, Probability Distribution Functions of Sunspot Magnetic Flux. *The Astrophysical Journal*, Vol.943(1), 10 (2023)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/aca28a>
- T. Hasegawa *et al.*, Temporal Behaviors of Magnetic Helicity Injections by Self and Mutual Sunspot Rotations. *The Astrophysical Journal*, Vol.943(2), 96 (2023)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/aca800>
- K. Hamaguchi *et al.*, Delayed Development of Cool Plasmas in X-Ray Flares from the Young Sun-like Star κ 1 Ceti. *The Astrophysical Journal*, Vol.944(2), 163 (2023)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/acae8b>
- F. Peissker *et al.*, X3: A High-mass Young Stellar Object Close to the Supermassive Black Hole Sgr A. *The Astrophysical Journal*, Vol.944(2), 231 (2023)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/aca977>
- T. Omama *et al.*, X-ray Time Lag Evaluation of MAXI J1820+070 with a Differential Cross-correlation Analysis. *The Astrophysical Journal*, Vol.945(2), 92 (2023)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/acba00>
- K. Namekata *et al.*, Reconstructing the XUV Spectra of Active Sun-like Stars Using Solar Scaling Relations with Magnetic Flux. *The Astrophysical Journal*, Vol.945(2), 147 (2023)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/acbe38>
- K. Arimatsu *et al.*, Detection of an Extremely Large Impact Flash on Jupiter by High-cadence Multiwavelength Observations. *The Astrophysical Journal Letters*, Vol.933(1), L5 (2022)
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac7573>
- Y. Kimura *et al.*, Inefficient Growth of SiO_x Grains: Implications for Circumstellar Outflows. *The Astrophysical Journal Letters*, Vol.934(1), L10 (2022)
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac8002>
- J. Barosch *et al.*, Presolar Stardust in Asteroid Ryugu. *The Astrophysical Journal Letters*, Vol.935(1), L3 (2022)
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac83bd>
- T. Michiyama *et al.*, ALMA Detection of Parsec-scale Blobs at the Head of a Kiloparsec-scale Jet in the Nearby Seyfert Galaxy NGC 1068. *The Astrophysical Journal Letters*, Vol.936(1), L1 (2022)
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac8935>
- R. Hyodo *et al.*, Formation of Moons and Equatorial Ridge around Top-shaped Asteroids after Surface Landslide. *The Astrophysical Journal Letters*, Vol.937(2), L36 (2022)
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac922d>
- S. Hasegawa *et al.*, Spectral Evolution of Dark Asteroid Surfaces Induced by Space Weathering over a Decade. *The Astrophysical Journal Letters*, Vol.939(1), L9 (2022)
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac92e4>
- R. Abbott *et al.*, Model-based Cross-correlation Search for Gravitational Waves from the Low-mass X-Ray Binary Scorpius X-1 in LIGO 3 Data. *The Astrophysical Journal Letters*, Vol.941(2) L30 (2022)
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/aca1b0>
- L. Piani *et al.*, Hydrogen isotopic composition of hydrous minerals in asteroid Ryugu. *The Astrophysical Journal Letters*, Vol.946(2), L43 (2022)
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/acc393>
- K. Morokuma-Matsui *et al.*, CO(J=1-0) Mapping Survey of 64 Galaxies in the Fornax Cluster with the ALMA Morita Array. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, Vol.263(2), 40 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4365/ac983b>
- S. Toriumi *et al.*, Universal Scaling Laws for Solar and Stellar Atmospheric Heating: Catalog of Power-law Index between Solar Activity Proxies and Various Spectral Irradiances. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, Vol.262(2), 46 (2022)
<https://doi.org/10.3847/1538-4365/ac8b15>
- P. Michel *et al.*, The ESA Hera Mission: Detailed Charac-

- terization of the DART Impact Outcome and of the Binary Asteroid (65803) Didymos. *The Planetary Science Journal*, Vol.3(7), 160 (2022)
<https://doi.org/10.3847/PSJ/ac6f52>
- R. Hyodo *et al.*, Challenges in Forming Phobos and Deimos Directly from a Splitting of an Ancestral Single Moon. *The Planetary Science Journal*, Vol.3(8), 204 (2022)
<https://doi.org/10.3847/PSJ/ac88d2>
- Y. J. Lee *et al.*, Reflectivity of Venus's Dayside Disk During the 2020 Observation Campaign: Outcomes and Future Perspectives. *The Planetary Science Journal*, Vol.3(9), 209 (2022)
<https://doi.org/10.3847/psj/ac84d1>
- H. Kawashima *et al.*, Numerical/Experimental Hybrid Study on Base Pressure and Cavity Pressure Corrections for Transonic Wind Tunnel Tests. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences*, Vol.65(3), pp.116-122 (2022)
<https://doi.org/10.2322/tjsass.65.116>
- Y. Nagata *et al.*, Landing Point Analysis and Forecast Wind Data Validation for Low-Ballistic-Coefficient Flight Vehicles with a Deployable Aeroshell. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences*, Vol.65(6), pp.244-252 (2022)
<https://doi.org/10.2322/tjsass.65.244>
- K. Ishihara *et al.*, Visualization and Performance Evaluation of a Liquid-Ethanol Cylindrical Rotating Detonation Combustor. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences*, Vol.66(2), pp.46-58 (2023)
<https://doi.org/10.2322/tjsass.66.46>
- Y. Kubo *et al.*, Approximate Analytical Solution for Attitude Motion of a Free-flying Space Robot and Analysis of Its Nonholonomic Properties. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.20, pp.35-40 (2022)
<https://doi.org/10.2322/tastj.20.35>
- S. Yamada *et al.*, Numerical Analysis on Optimal Deployment Configuration of Tightly-Folded Device-Laden Space Membrane. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.20, pp.49-57 (2022)
<https://doi.org/10.2322/tastj.20.49>
- S. Nonaka *et al.*, Aerodynamic Characteristics of a Slender-Body Ejecting a Supersonic Jet. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, Vol.20, pp.59-63 (2022)
<https://doi.org/10.2322/tastj.20.59>
- 岩瀬 拓ほか, スーパーコンピュータを利用したボックスファン設計最適化ワークフローシステムに関する研究. *ターボ機械*, 2022 年 12 月号 Vol.50(12), pp.728-741 (2022)
<https://doi.org/10.11458/tsj.50.12-728>
- 小林大輔ほか, 魔法のソフトエラー信頼性方程式を探して. *応用物理*, Vol.92(2), pp.89-93 (2023)
https://doi.org/10.11470/oubutsu.92.2_89
- 高橋秀幸ほか, 太陽光圧によるソーラーセイルの姿勢制御に向けた形状記憶合金ワイヤを用いた膜形状制御. *航空宇宙技術*, Vol.21, pp.21-30 (2022)
<https://doi.org/10.2322/astj.21.21>
- 秋田智也ほか, 静電浮遊炉を利用した高温スペースデブリの模擬とそれに作用するレーザーアブレーション推力の計測. *航空宇宙技術*, Vol.21, pp.48-52 (2022)
<https://doi.org/10.2322/astj.21.48>
- 松下将典ほか, 水溶液の浮力を用いた重力補償による軌道上膜形状再現実験手法の評価. *航空宇宙技術*, Vol.21, pp.53-61 (2022)
<https://doi.org/10.2322/astj.21.53>
- 三田 信ほか, 着陸レーザーレーダ用 2 次元 MEMS 光スキャナ. *航空宇宙技術*, Vol.21, pp.62-67 (2022)
<https://doi.org/10.2322/astj.21.62>
- 中尾圭吾ほか, 双方向長短期記憶ネットワークによる気液二相流の流動様式判別に関する研究. *航空宇宙技術*, Vol.21, pp.68-76 (2022)
<https://doi.org/10.2322/astj.21.68>
- 三田 信, 観測ロケット用データ収集システムの開発及び実証実験. *航空宇宙技術*, Vol.21, pp.77-82 (2022)
<https://doi.org/10.2322/astj.21.77>
- 戸部裕史ほか, Cu-Al-Mn 形状記憶合金を用いた機械式ヒートスイッチの開発. *銅と銅合金*, Vol.61(1), pp.334-338 (2022)
https://doi.org/10.34562/jic.61.1_334
- 本橋優俊ほか, 惑星探査ローバのための深層学習を用いた環境地図の理解に基づく行動モード選択法. *日本ロボット学会誌*, Vol.40(5), pp.441-444 (2022)
<https://doi.org/10.7210/jrsj.40.441>
- 近藤奨一郎ほか, 効率の多数回着火を実現する極低温液体ロケットエンジンとサイクル解析
 Cycle Analysis of Cryogenic Liquid Rocket Engine for Efficient Multiple Ignitions. *日本航空宇宙学会論文集*, Vol.70(4), pp.110-118 (2022)
<https://doi.org/10.2322/jjsass.70.110>
- 永田靖典ほか, インフレーター型展開エアロシェル大気圏突入カプセルの 洋上回収設計と漂流解析. *日本航空宇宙学会論文集*, Vol.70(6), pp.234-241 (2022)
<https://doi.org/10.2322/jjsass.70.234>
- 村山裕輝ほか, 静圧と動圧を考慮した磁気プラズマセイルの電磁流体解析. *日本航空宇宙学会論文集*, Vol.71(2), pp.67-77 (2023)
<https://doi.org/10.2322/jjsass.71.67>

4. 外部の国内、国際会議等に発表のもの

基調

- Y. Tsuda. “Hayabusa2: Successful Sample Return from Asteroid Ryugu”. Off-Earth Mining Forum 2022, The University of New South Wales, Sidney : (2022)
- T. Ishikawa *et al.* “Thermophysical property measurements of molten refractory oxides using the electrostatic levitation furnace in the International Space Station (ISS-ELF)”. 13th Asian Microgravity Symposium AMS 2022 : (2022)
- A. Oyama. “Real-World Multiobjective Design Optimization Using CFD”. 13th Asian Computational Fluid Dynamics Conference, 607 : (2022)
- Y. Tsuda. “Astrodynamics Aspect of Hayabusa2 Successful Sample Return from Asteroid Ryugu”. International Symposium on Space Flight Dynamics : (2022)
- 矢野 創. “地球・月圏のダスト計測・捕集の過去・現在・未来：地球周回衛星から月周回プラットフォームまで”. 第一回 月—地球圏ダスト環境ワークショップ : (2022)
- terplanetary magnetic field conditions”. AGU Fall Meeting 2022, American Geophysical Union : (2022)
- H. Fuke. “Overview of Scientific Balloon Activities in Japan”. 44th COSPAR Scientific Assembly : (2022)
- S. Tachibana *et al.* “Hayabusa2’s First Results of the Returned Sample Analyses from the Carbonaceous Asteroid Ryugu”. 44th COSPAR Scientific Assembly : (2022)
- H. Yamaguchi. “X-Ray Imaging Spectroscopic Mission (XRISM)”. Exploring the Hot and Energetic Universe: the 3rd scientific conference dedicated to the Athena X-ray observatory : (2022)
- S. Toriumi. “Evidence of universal heating mechanism of solar and stellar atmospheres”. The 15th Asia-Pacific Physics Conference (APPC15) : (2022)
- C. Ikuta. “Diversity in the audience of public online lectures”. Communicating Astronomy with the Public 2022 (CAP 2022) : (2022)
- S. Toriumi. “Understanding the formation of flare-productive active regions using realistic flux emergence simulations”. RoCS/MUSE/IRIS workshop 2023 : (2023)
- Y. Inatomi. “Expansion of Human Activity in New Era of International Space Exploration”. 日本地球惑星科学連合 2022 年大会/Japan Geoscience Union Meeting 2022, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, AOS13-02 : (2022)

招待

- S. Haaland *et al.* “20 years of Cluster observations: The magnetopause”. EGU General Assembly 2022, European Geosciences Union (EGU), EGU22-3486 | Presentations | ST2.4 | Highlight : (2022)
- S. Haaland *et al.* “20 years of Cluster observations: The magnetopause”. Cluster 22nd Anniversary Symposium : (2022)
- H. Hasegawa *et al.* “Multi-spacecraft observations of the Kelvin-Helmholtz instability at the magnetopause under northward interplanetary magnetic field: from discovery to recent advances”. Cluster 22nd Anniversary Symposium : (2022)
- T. Noguchi *et al.* “Dehydration decomposition of phyllosilicates in the C-type asteroid Ryugu material by space weathering”. Meteoritical Society Annual Meeting 2022, #6170 : (2022)
- S. Toriumi. “Sun-as-a-star observations to characterize stellar active regions and universal atmospheric heating mechanism”. Space Climate 8, KRAKOW, POLAND FULLY ON-SITE MEETING : (2022)
- T. Shimizu. “Solar-C EUVST”. Hinode-15/IRIS-12 Meeting : (2022)
- S. Fukuda *et al.* “Japanese lunar lander SLIM and its optical navigation for pinpoint landing”. 29th International Display Workshops, PRJ2-2 : (2022)
- K. A. Blasl *et al.* “Multi-scale and cross-process character of the Kelvin-Helmholtz instability during southward interplanetary magnetic field conditions”. AGU Fall Meeting 2022, American Geophysical Union : (2022)
- H. Fuke. “Overview of Scientific Balloon Activities in Japan”. 44th COSPAR Scientific Assembly : (2022)
- S. Tachibana *et al.* “Hayabusa2’s First Results of the Returned Sample Analyses from the Carbonaceous Asteroid Ryugu”. 44th COSPAR Scientific Assembly : (2022)
- H. Yamaguchi. “X-Ray Imaging Spectroscopic Mission (XRISM)”. Exploring the Hot and Energetic Universe: the 3rd scientific conference dedicated to the Athena X-ray observatory : (2022)
- S. Toriumi. “Evidence of universal heating mechanism of solar and stellar atmospheres”. The 15th Asia-Pacific Physics Conference (APPC15) : (2022)
- C. Ikuta. “Diversity in the audience of public online lectures”. Communicating Astronomy with the Public 2022 (CAP 2022) : (2022)
- S. Toriumi. “Understanding the formation of flare-productive active regions using realistic flux emergence simulations”. RoCS/MUSE/IRIS workshop 2023 : (2023)
- Y. Inatomi. “Expansion of Human Activity in New Era of International Space Exploration”. 日本地球惑星科学連合 2022 年大会/Japan Geoscience Union Meeting 2022, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, AOS13-02 : (2022)
- 鄭 祥子. “Solar-C (EUVST) 時代の太陽観測研究”. 2022 年度 天文・天体物理若手夏の学校, 天文・天体物理若手の会 : (2022)
- 大山 聖. “機械学習を活用した多目的設計最適化に関する最新の動向について”. VINAS Users Conference 2022, 株式会社ヴァイナス : (2022)
- 成影典之ほか. “太陽フレアにおける磁気リコネクションと粒子加速の観測的研究”. 地球電磁気・地球惑星圏学会第 152 回総会・講演会, 地球電磁気・地球惑星圏学会, S001-11 : (2022)
- 山口弘悦. “理想と現実:高エネルギー天文分野における 2030 年代の大型計画と日本の台所事情”. 2040 年代のスペース天文学研究会, 名古屋大学 KMI/高エネルギー宇宙物理連絡会/光学赤外線天文連絡会 : (2022)
- 和泉 究. “宇宙重力波ミッションの未来を占う”. 2040 年代のスペース天文学研究会, 名古屋大学 KMI/高エネルギー宇宙物理連絡会/光学赤外線天文連絡会 : (2022)
- A. Tei. “Diagnostics of spicules: Spectroscopic Observations and Non-LTE Modeling of Off-limb Spicules in a Polar Coronal Hole”. "Plasma Explosions in the Universe" (PEU 2022) : (2022)
- 津田雄一. “はやぶさ 2 による C 型小惑星サンプルリター

- ンの完遂 – その飛行概要と成果”. 地球科学会第 69 回年会, 招待講演 PR0029 : (2022)
- 山口弘悦. “X線天文衛星 XRISM で探る宇宙プラズマの加熱・輸送・乱流”. 第 39 回プラズマ・核融合学会年会 : (2022)
- M. N. Nishino *et al.* “Future lunar sciences in the solar-terrestrial physics community”. Symposium on the Future of Heliospheric Science: From Geotail and Beyond : (2023)
- 鄭 祥子. “SOLAR-C 時代の太陽研究: コロナ加熱・ナノフレア”. 2022 年度太陽研連シンポジウム, 太陽研究者連絡会 : (2023)
- 鳥海 森. “SOLAR-C : フレアエネルギー蓄積・トリガについて”. 2022 年度太陽研連シンポジウム : (2023)
- 森 治. “世界初の宇宙帆船「イカロス」が切り拓く太陽系大航海時代”. 日本物理学会大阪支部 2022 年度 公開シンポジウム : (2023)
- 井口 聖ほか. “月面天文台構想 : 月面に設置される電波干渉計が挑戦する宇宙物理と惑星科学”. 第 24 回惑星圏研究会 (SPS2023), 東北大 惑星プラズマ・大気研究センター, 0220-AM10 : (2023)
- 森 治. “遠方探査戦略とキー技術”. 第 24 回惑星圏研究会 (SPS2023), 東北大 惑星プラズマ・大気研究センター, 0221-PM14 : (2023)
- 山谷昌大ほか. “人工衛星を利用した科学観測用大気球追尾アンテナ指向誤差の較正”. 2023 年電子情報通信学会総合大会, BI-1-5 : (2023)

おもな国際会議

The 8th MMS Community Science Workshop, Daytona Beach, FL, USA, 2022.5.9-13

- R. E. Denton *et al.* “Test of polynomial reconstructions using particle-in-cell simulation data”.
- H. Hasegawa *et al.* “Evidence for ion-scale magnetic flux ropes generated in electron-scale magnetopause current sheet”.

37th International Electric Propulsion Conference, Cambridge, Massachusetts, USA, 2022.6.19-23

- Y. Oshio *et al.* “Temperature and Plasma Measurement around the Emitter Region of the Hollow Cathode”.
- S. Imai *et al.* “Optical Observations of LaB6 Hollow Cathode Plasmas for the Cathode Wear Analysis”.
- Y. Matsunaga *et al.* “Development of a Power Processing Unit for 6-kW Hall Thruster”.
- I. Funaki *et al.* “The Updated R&D Status of 6-kW-class Hall-Thrusters at JAXA”.
- T. Morishita *et al.* “Internal and External Plasma Parameter Measurements of Visualizable Microwave Discharge

Cathode by Laser-Induced Fluorescence Spectroscopy”.

28th International Colloquium on the Dynamics of Explosions and Reactive Systems (ICDERS), Naples, Italy, 2022.6.19-24

- K. Nakata *et al.* “Acceleration of Burned gas to Supersonic in a Throatless Rotating Detonation Engine”. 160
- S. Ito *et al.* “Experimental Study of Liquid Propellant Rotating Detonation Combustor”. 170
- K. Hattori *et al.* “Experimental Study of the Miniaturized Cylindrical Rotating Detonation Engine”. 201
- A. Kawasaki *et al.* “Data-driven Modeling of Reflection Point Distance Relevant to Diffracting Detonation Wave by using Machine Learning”. 246

2022 AIAA Aviation Forum and Exposition, Chicago, IL & Online, 2022.6.27-7.1

- S. Taniguchi *et al.* “Effects of multiple propellers on aerodynamic characteristics of fixed-wing”. 2022-3815
- Y. Kishi *et al.* “Numerical Analysis on Hovering Performance of Hexacopter “HAMILTON” for Mars Exploration”. 2022-4039
- T. Sato *et al.* “Experimental Research on Thrust Performance of Rotating Detonation Engine with Liquid Ethanol and Gaseous Oxygen”. 2022-4143

9th Conference on New Developments in Photodetection (NDIP20), Troyes, France, 2022.7.4-8

- S. Nagasawa *et al.* “Imaging and Spectral Performance of Wide-gap CdTe Double-Sided Strip Detectors”. Session 5: Semiconductor detectors #1
- S. Takeda *et al.* “Development of an ultra-high-resolution multi-probe CdTe SPECT”. Session 8: Semiconductor detectors #2
- Y. Tsuzuki *et al.* “Application of a Si/CdTe Compton camera for the polarization measurement of radiative recombination x-rays”. Session 8: Semiconductor detectors #2

51th International Conference on Environmental Systems, Saint Paul, Minnesota, USA, 2022.7.10-14

- T. Yokouchi *et al.* “Supercritical Startup Experiment of Cryogenic Loop Heat Pipe for Deep Space Mission”. net/2346/89615
- A. Shima *et al.* “Development of CO2 hydrogenation-water electrolysis tandem reactor”. net/2346/89622

44th COSPAR Scientific Assembly, Athene, Greece, 2022.7.16-24

- S. Yokobori *et al.* “Analysis of mutations in the rpoB gene of

- the radioresistant bacterium *Deinococcus radiodurans* R1 exposed to space during the “Tanpopo” experiment on the International Space Station”.
- S. Kodaira *et al.* “Space radiation dosimetry at the exposure facility of the International Space Station”.
- K. Kusano *et al.* “Integrated simulation study on the formation of flare-productive regions and the onset of solar flares”.
- K. Namekata *et al.* “XUV SPECTRA OF ACTIVE SOLAR-LIKE STARS: EXTENSION OF EMPIRICAL LAWS FROM SOLAR OBSERVATIONS”.
- S. Toriumi *et al.* “Response of solar and stellar atmospheric heating to the surface magnetic flux”.
- M. Kozai *et al.* “Development of control and monitoring system for the GAPS heat pipe”.
- Y. Fujisawa *et al.* “Thermal tides in assimilation experiments using horizontal winds obtained from Akatsuki UVI observations”.
- R. Yamashiro *et al.* “MISSION STUDY STATUS OF VENUS EXPLORER SUCCEEDING AKATSUKI”.
- T. Kouyama *et al.* “10 Venusian-year scale temperature variation at the cloud level of Venus revealed by long-term observation of Akatsuki/LIR”.
- T. Alessio *et al.* “The GAPS experiment: search for dark matter signatures from cosmic-ray antineutrinos”.
- M. Riccardo *et al.* “The GAPS Instrument: A Large Area Time of Flight and Spectrometer for Cosmic Antineutrinos”.
- H. Fuke. “Overview of Scientific Balloon Activities in Japan”.
- Y. Ezoe *et al.* “Status of GEO-X (GEOspace X-ray imager) mission”.
- K. A. Blasl *et al.* “Reconnection signatures within the Kelvin-Helmholtz vortex-induced lower-hybrid waves at Earth’s magnetopause”.
- K. Fujita *et al.* “Planetary Protection Implementation Plan of Martian Moons eXploration (MMX)”.
- H. Yano *et al.* “Planetary Protection Activities for All the Mission Phases of the Hayabusa-2 Project and Prospects for Its Extended Mission”.
- S. Tachibana *et al.* “Hayabusa2’s First Results of the Returned Sample Analyses from the Carbonaceous Asteroid Ryugu”.
- SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation, 2022, Montréal, Québec, Canada, 2022.7.17-22**
- Frederick T. Matsuda *et al.* “Development of the Low Frequency Telescope Optics Design for the CMB Polarization Satellite LiteBIRD”. 12180-67
- K. Odagiri *et al.* “Cryogenic thermal design and analysis for LiteBIRD payload module”. 12180-68
- S. Oguri *et al.* “Mechanical Design and structural analysis for LiteBIRD low frequency telescope”. 12180-230
- Y. Ezoe *et al.* “GEO-X (GEOspace X-ray imager) mission”. 12181-78
- T. Kamizuka *et al.* “Development of TAO/MIMIZUKU: Implementation of the Near-Infrared Channel”. 12184-207
- M. Kurihara *et al.* “Ground test results of the electromagnetic interference for the x-ray microcalorimeter onboard XRISM”. 12181-261
- R. Nakano *et al.* “A holographic phase-retrieval method of aperture-field evaluation for bolometer-array-equipped radio telescopes”. 12190-118
- H. Takakura *et al.* “Stray light identification of a crossed-Dragon telescope by time-gated near-field antenna measurements”.
- 19th International Planetary Probe Workshop (IPPW2022), Silicon Valley, USA, 2022.08.29-09.02**
- Y. Yagi *et al.* “Development of Mid-density Polyimide Ablator for Future Sample Return Capsule to Deep Space”.
- T. Miyamori *et al.* “Separation Demonstration of Flexible Aeroshell in Hypersonic Flow for Drag-Modulation Aerocapture”.
- K. Yamada *et al.* “A Series of Flight Demonstrations For Inflatable Aeroshell Technology Using Sounding Rocket Experiment”.
- K. Yamada. “State of the Art TPS -JAXA”.
- The 18th International Conference on Intelligent Unmanned Systems, Tokushima, Japan, 2022.8.9-12**
- M. Motohashi *et al.* “Path Planning Scheme and Simulator based Verification for Undulating Terrain using Monocular Camera”. 4-1-2
- Y. Suzuki *et al.* “Robust Path Planning under Motion Uncertainty in Semantic Maps”. 4-1-4
- 73rd International Astronautical Congress, Paris, France, 2022.9.18-22**
- S. Yasuda *et al.* “Behavior Analysis of Target Marker with Spikes using Particle Method”. IAC-22,A2,1,4,x72580
- M. Yamakawa *et al.* “Tendency of Regolith Dispersal by Firing Multiple Thrusters of Spacecraft on Celestial Surface”. IAC-22,A2,1,9,x70713
- A. K. Sugihara *et al.* “On-Orbit Demonstration of Microwave Aperture Synthesis on Deployable Membrane Structure: Status Report”. IAC-22,B4,6A,11,x70090 / IAC-22,C1,3,4,x71285
- J. Kikuchi *et al.* “Trajectory Design and Dispersion Analysis of Nano Moon Lander OMOTENASHI”.

- IAC-22,B4,8,8,x70693
- A. K. Sugihara *et al.* “Multi-faceted Reflectivity Control Devices: Vectoring Solar Radiation Pressure for High Precision Formation Control”. IAC-22,C1,1,9,x71285
- K. Sugiura *et al.* “Simultaneous Orbit-Attitude Control of Formation Flying Solar Sails around Sun-Earth L2 Using Reflectivity Modulation”. IAC-22,C1,1,9,x71741
- Y. Kishida *et al.* “INTERNATIONAL SPACE SOLAR POWER STUDENT COMPETITION PAPER NO.3”. IAC-22,C3,2,13,x71652
- K. Sasaki *et al.* “The Outline and the Current Status of the Power Transmission System Development Project for the Realization of the SSPS”. IAC-22,C3,2,4,x70101
- K. Tanaka *et al.* “Development of Low Cost Light Weight Small SAR Satellite, Strix series”. IAC-22,C3,4,4,x70948
- Y. Kubo *et al.* “Preliminary Study on System and Mission Sequence Design for Transformer Mission”. IAC-22,C4,7,5,x70819
- S. Tokudome *et al.* “Medium- to Long-Term Strategies for the Research Field of Space Transportation Systems in ISAS/JAXA”. IAC-22,D2,4,2,x70646
- EPSC Meeting 2022, Palacio de Congresos de Granada, Spain. Online, 2022.9.18-23**
- E. Tatsumi *et al.* “Internal compositional structure of large primitive asteroids based on the photometric surveys”. EPSC2022-175 | Orals | SB8
- D. Oszkiewicz *et al.* “Spins and shapes of V-type asteroids outside the dynamical Vesta family”. EPSC2022-340 | Posters | SB1
- The 4th Workshop on Quantum Beam Imaging (QBI2021), Wako RIKEN, Japan, 2022.9.26-27**
- S. Takeda *et al.* “Development of an ultra-high-resolution multi-probe CdTe SPECT”. o11
- Y. Tsuzuki *et al.* “First demonstration of prompt gamma-ray imaging with a CdTe Compton camera”. s04
- S. Nagasawa *et al.* “Imaging and Spectral Performance of Wide-gap CdTe Double-Sided Strip Detectors for FOXSI-4 Sounding Rocket Experiment”. s06
- T. Minami *et al.* “Study of performance and response of thick CdTe double-sided strip detector for various fields”. s08
- 13th Asian Computational Fluid Dynamics Conference, Republic of Korea, 2022.10.16-19**
- A. Oyama. “Real-World Multiobjective Design Optimization Using CFD”.
- G. Hamada *et al.* “Multi-Objective Shape Optimization for Vehicle Aerodynamics Performance Considering the Body Proportions”.
- T. Nakashima *et al.* “Principal Component Analysis of Flow Field around Automobile Models under a Crosswind Condition”.
- S. Taniguchi *et al.* “Propeller Vertical Position Effect on Aerodynamics of Wing”.
- 1st Workshop “Japan- Switzerland SBSP/WPT Workshop”, Kyoto University, Tokyo Office, 2022.11.1**
- S. Higashigawa. “Basic Study on Power Generation and Transmission Panel of SPS”.
- Y. Kishida. “Microwave Control System for WPT System of SPS”.
- T. Ohnishi. “Development of Phased Array Antenna for SPS”.
- K. Tanaka. “R&D for SBSP in JAXA”.
- 19th International Conference on Flow Dynamics(ICFD2022), Sendai, Japan,2022.11.9-11**
- K. Odagiri *et al.* “Study on heat transfer characteristics of a 2 m cryogenic loop heat pipe with a passive capillary starter pump”. CRF-49
- R. Tamai *et al.* “Study on the flow field around a pitching cylinder with a bi-conic nose cone using an 1-DoF wind-tunnel test model”. OS13-5
- T. Yokouchi *et al.* “Experimental Study on Operating Characteristics of Gravity-Assisted Cryogenic Loop Heat Pipe”. OS21-14
- IEEE Symposium Series On Computational Intelligence, Singapore, 2022.12.4-7**
- H. Mori *et al.* “Multi-Objective Evolutionary Algorithm Fully Based on Unbounded Archive for Problems Requiring Very Expensive Solution Evaluations”. 33
- Q. Huynh *et al.* “Improved Genetic Programming for Symbolic Regression: Case Studies on Practical Applications”. 34
- AGU Fall Meeting 2022, Chicago, IL & Online, 2022.12.12-16**
- M. Sato *et al.* “Shock remanence distribution of single-domain titanomagnetite-bearing basalt sample: implications for magnetic anomaly over impact crater”. GP31B-01
- E. Tatsumi *et al.* “Pieces of the Solar System puzzle obtained from the carbonaceous asteroid Ryugu”. P12A-02
- K. Namekata *et al.* “XUV Spectra of Active Solar-like Stars: Extension of Empirical Laws From Solar Observa-

- tions”. P34A-03
- Shin Toriumi *et al.* “Learning from the Sun-as-a-Star: New Empirical Model of XUV Emission from Cool Dwarfs”. P45D-2506
- K. A. Blasl *et al.* “Reconnection signatures within the Kelvin-Helmholtz vortex-induced lower-hybrid waves at Earth’s magnetopause”. SM43A-01
- H. Hasegawa *et al.* “Generation of ion-scale magnetic flux ropes from electron-scale magnetopause current sheet”. SM45D-2259
- K. Dokgo *et al.* “Rising tone whistler waves near the electron-scale reconnection”. SM45D-2260
- 2023 AIAA SciTech (Science and Technology) Forum and Exposition, National Harbor, MD & Online, 2023.1.23-27**
- Y. Tsunoda *et al.* “Evolutionary Multiobjective Aerodynamic Design Optimization Using CFD Incorporating Deep Neural Network”. AIAA-2023-1089
- K. Tokoh *et al.* “Multiobjective Design Optimization of the Annular Aerospike Nozzle Contour”. AIAA-2023-1470
- M. Baba *et al.* “Microgravity Experiment using Drop Tower and CFD-DEM Coupled Simulation about Plume-Surface Interaction”. AIAA-2023-1785
- N. Itouyama *et al.* “In-space Demonstration of Rotating Detonation Engines: from Gaseous Propellant to Liquid Propellant Applications”. AIAA-2023-1870
- A. Watanabe *et al.* “Experimental Investigation of Important Flow Sensing Data for Deep Reinforcement Learning-based Control of Flow Separation over an Airfoil”. AIAA-2023-2140
- T. Sato *et al.* “Experimental Research on Internal Flow Structure of Cylindrical Rotating Detonation Engine Using Alcohol,”. AIAA-2023-2563
- Joint 21st International Heat Pipe Conference and 15th International Heat Pipe Symposium, Melbourne, Australia, 2023.2.5-9**
- X. Chang *et al.* “Study of operating characteristics of a gravity-assisted cryogenic loop heat pipe with different charging pressures”. HPAUS - 07
- K. Odagiri *et al.* “Thermal characteristics of a 2-m nitrogen cryogenic loop heat pipe with a capillary starter pump”. HPAUS - 110
- 54th Lunar and Planetary Science Conference(LPSC), Woodlands, Texas/Virtual, 2023.3.13-17**
- Y. Yokota *et al.* “Experimental studies on crater scaling law; applicable to undulating surfaces; crater collapse”. 1880
- H. Toyoshima *et al.* “High-velocity oblique impact experiments on wet sand targets simulating habitable planets”. 1881
- K. Kurosawa *et al.* “Temperature of granular materials immediately beneath the impact point”. 1889
- Y. Aikyo *et al.* “CONSTRUCTION AND ACCURACY EVALUATION OF THE LOCAL DIGITAL ELEVATION MODELS OF THE ASTEROID RYUGU”. 1894
- H. Kikuchi *et al.* “JAXA ASTEROID DATA EXPLORER (JADE) FOR ACCESSING AND RETRIEVING HAYABUSA2 ONC IMAGE DATA: 2023 UPDATE”. 2001
- Y. Yamamoto *et al.* “Impact experiments for crater size scaling laws on rubble-pile asteroids”. 2081
- Y. Yokota *et al.* “PHOTOMETRIC PARAMETERS OF THE EJECTA DEPOSITS AROUND AN ARTIFICIAL CRATER ON ASTEROID RYUGU”. 2591
- The 11th Asian Joint Conference on Propulsion and Power, Kanazawashi Cultural Hall, Japan, 2023.3.15-18**
- Y. Maru *et al.* “Flow and Performance Characteristics of a Streamline-traced Air Inlet Designed at Mach 2 for the ATRIUM Engine”. 72
- K. Ishihara *et al.* “Experimental Study on Thrust Performance of Cylindrical Rotating Detonation Rocket Engine with Liquid Ethanol–Liquid Nitrous Oxide”. 86
- K. Fukiba *et al.* “Boiling Heat Transfer Enhancement of Piping System for Cryogenic Fuel”. 87
- I. Funaki *et al.* “Preliminary Experiment of High-Voltage Hall-thrusters”. 160
- Y. Oshio *et al.* “Emitter Temperature and Plasma Distribution inner LaB6 Hollow Cathode”. 201
- 小林弘明 *ほか*. “ターボロケットエンジン「ATRIUM」の開発状況”. 205
- Y. Sakamoto *et al.* “Sub-scale Flight Test Plan for ATRIUM Engine Development”. 209
- その他の国際会議**
- R. Denton *et al.* “Recent developments in reconstruction of the magnetic field observed by spacecraft”. US-Japan Workshop on Magnetic Reconnection 2022 : (2022)
- P. von Doetinchem, GAPS collaboration. “Cosmic-Ray Antinuclei from Dark Matter and the GAPS Experiment”. UCLA Dark Matter 2023, Physics & Astronomy Department, UCLA : (2022)
- K. Masayoshi *et al.* “The AMIDER database: a cross-disciplinary platform for the polar science”. The 13th Symposium on Polar Science, National Institute of Polar Research : (2022)

- K. Tsuda *et al.* “Evaluation of X-ray resistance of submicron-size c-axis aligned crystalline oxide semiconductor”. SID International Display Week Symposium and Seminar : (2022)
- M. Kozai *et al.* “Development of the AMIDER system: a database application for open science”. SCAR Open Science Conference 2022 : (2022)
- J. O'Donoghue. “Global Heating of Jupiter's Upper Atmosphere”. Magnetospheres of the Outer Planets : (2022)
- M. Xiao, GAPS collaboration. “In Search of Cosmic-Ray Antinuclei from Dark Matter with the GAPS Experiment”. International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2022), Room 11 (Magenta A) : (2022)
- N. Nimura *et al.* “Evolutionary Topology Optimization Using Quadtree Genetic Programming”. IEEE World Congress on Computational Intelligence 2022 : (2022)
- H. Takahashi *et al.* “Soft- and hard-error radiation reliability of 228 kB 3T+1C oxide semiconductor memory”. IEEE International Reliability Physics Symposium (IRPS) : (2022)
- M. Yoshikawa *et al.* “Planetary defense activities at JAXA”. IAU Symposium #374 : (2022)
- N. Isobe *et al.* “Importance of far-infrared observations for particle acceleration process in hot spots of radio galaxies.”. IAU Symposia: The multimessenger chakra of blazar jets : (2022)
- K. Tanaka. “System Study of Solar Power Satellite consisting of Integrated Modules of Power Generation and Transmission functions”. European Microwave Week (EuMW) 2022 : (2022)
- A. Tiberio, GAPS collaboration. “Search for cosmic-ray antinuclei with the GAPS experiment”. EMMI Workshop 2023 "4th Workshop on Anti-Matter, Hyper-Matter and Exotica Production at the LHC" : (2022)
- S. Toriumi *et al.* “Bridging the gap between the Sun and Sun-like stars: Universal atmospheric heating mechanism and empirical reproduction of XUV spectra”. Cool Stars 21, CT24 : (2022)
- E. Mak, GAPS collaboration. “GAPS: The Search for Dark Matter Using Low-energy Cosmic-ray Antinuclei”. APS CUWiP (Conferences for Undergraduate Women in Physics) : (2022)
- K. Matsumoto *et al.* “Development of PTFE Bonded Films for Sampling Mechanisms in Space Exploration”. 7th World Tribology (WTC2022), T7-S7-R3 : (2022)
- M. Sugiura *et al.* “Blade Shape Optimization of Mars Helicopter Exploring Pit Craters”. 78th Vertical Flight Society Annual Forum and Technology Display, FORUM 2022 : (2022)
- T. Nakashima *et al.* “Flow Field Data Mining of Automobile Models with Pareto-Optimal Aerodynamic Shape Using Proper Orthogonal Decomposition”. 15th World Congress on Computational Mechanics and 8th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics : (2022)
- S. Takeda *et al.* “Ultra-high-resolution multi-isotope tomography with CdTe-DSD SPECT II”. 13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology (第13回世界核医学会) : (2022)
- S. Suzuki. “Life in the deep biosphere”. Frontier of Understanding Earth's Interior and Dynamics : (2022)
- K. Marubashi *et al.* “Comparison of magnetic flux rope structures obtained by two analysis methods: Fitting to force-free model vs Grad-Shafranov reconstruction”. The 5th ISEE Symposium: Toward the Future of Space-Earth Environmental Research, Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University : (2023)
- A. K. Sugihara *et al.* “A Single-Satellite Approach to Large Aperture Microwave Interferometric Radiometry using Flexible Membrane Structures”. International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS2022), IEEE : (2023)
- M. Xiao, GAPS collaboration. “The GAPS Instrument: An Antarctic Balloon Search for Cosmic Antinuclei”. CPAD2022 Workshop : (2023)
- A. Kawasaki *et al.* “In-Space Flight Demonstration of Detonation Engines using Sounding Rocket S-520-31: Flight Analysis Results”. APISAT-2022 : (2023)
- Y. Tsuda *et al.* “Simultaneous Optimization of Guidance and Navigation Accuracy for Small Body Terminal Approach Trajectory Design”. 33rd AAS/AIAA Space Flight Mechanics Meeting, 297 : (2023)

おもな国内会議

- 第59回日本伝熱シンポジウム, 岐阜長良川国際会議場, オンライン/オンライン開催, 2022.5.18-20
- 西城 大ほか. “将来の宇宙望遠鏡ミッションに向けた放射冷却 V-groove 構造の特性評価”. H231
- 横内岳史ほか. “宇宙用観測機器の冷却を目指した極低温ループヒートパイプに関する研究(超臨界起動及びその動作特性)”. H232
- 小田切公秀ほか. “マルチエバポレータ型極低温ループヒートパイプの熱輸送モデル構築と特性評価”. H234
- 日本地球惑星科学連合 2022 年大会/Japan Geoscience Union Meeting 2022, 幕張メッセ, ハイブリッド方式(現地開催+オンライン開催), 2022.5.22-6.3
- T. Tsunoda *et al.* “Report on the Data Archive of the “Tanpopo 1 Mission,” and Research Directions for the

- Tanpopo Mission Specialized Matching Service”. MIS06-P04
- 黒澤耕介 *ほか*. “高速度衝突時の微生物滅菌過程の再評価に向けた取り組み”. MIS06-P07
- Y. Kimura *et al.*. “Preparation for nucleation experiment of ice nanoparticles by the low-temperature gas evaporation method”. MIS12-P01
- J. O'Donoghue. “The search for exoplanetary H3+”. PAE17-04
- S. Toriumi *et al.*. “Universal Heating and Radiation Mechanism of the Sun and Sun-like Stars”. PAE17-13
- Y. Shimaki *et al.*. “A next-generation sample return mission to near-Earth object”. PCG18-P10
- S. Sakaguchi *et al.*. “Miniaturization of Langmuir probe on board sounding rockets”. PCG18-P11
- H. Hasegawa *et al.*. “Reconstruction of the diffusion region of magnetic reconnection with electron inertia and compressibility effects”. PEM10-08
- M. N. Nishino *et al.*. “Multipoint measurements of the Earth's magnetosphere during low Alfvénic Mach number solar wind by Geotail and Cluster”. PEM10-09
- T. Abe. “Fast Langmuir Probe observations of thermal plasmas during “SS-520-3” sounding rocket campaign in the ionospheric cusp region”. PEM10-16
- A. Kumamoto *et al.*. “Initial analysis of electron number density and plasma wave spectra measured in the cusp region by SS-520-3 NEI/PWM”. PEM10-P05
- 梅岡大貴 *ほか*. “電離圏 Sq 電流系近傍で観測された電子エネルギー分布の特徴について”. PEM10-P16
- 小財正義 *ほか*. “銀河宇宙線の多地点観測による南北異方性の解析”. PEM15-05
- 吉田 南 *ほか*. “太陽光球面磁場分布が惑星間空間磁場推定に与える影響”. PEM15-P03
- Y. Saito *et al.*. “Current Status of Japanese Participation in JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer)”. PPS01-06
- 渡邊誠一郎 *ほか*. “はやぶさ 2 ミッションの総括：リュウグウ近傍観測と帰還サンプルが語るリュウグウの歴史”. PPS03-01
- N. Takaki *et al.*. “Resurfacing rate based on the crater distribution on Ryugu: Implication for Ryugu s sample ages”. PPS03-02
- E. Tatsumi *et al.*. “Internal compositional structure of large primitive asteroids from spectrophotometry of asteroid families”. PPS03-20
- 吉川 真 *ほか*. “JAXA におけるプラネタリーディフェンス関連活動について”. PPS03-21
- H. Kikuchi *et al.*. “JAXA Asteroid Data Explorer(JADE) for accessing and retrieving asteroid image data”. PPS03-P05
- 横田優作 *ほか*. “クレーターの崩壊と非対称エジェクタカーテンが天体表層に及ぼす影響”. PPS03-P12
- 山本裕也 *ほか*. “ラブルパイル天体表層模擬標的への衝突実験：クレーターサイズと衝突励起振動に対する低強度粗粒レゴリスの影響”. PPS03-P13
- S. Hasegawa *et al.*. “The appearance of a non-weathered 'fresh' surface on 596 Scheila after the impact event”. PPS03-P17
- S. Hasegawa *et al.*. “Possibility of emigrants from the trans-Neptunian planetesimal region: 203 Pompeja and 269 Justitia”. PPS03-P18
- H. Nozawa *et al.*. “Development of the detection algorithm and its demonstration results for lunar lava tubes by Lunar Radar Sounder (LRS) onboard SELENE (Kaguya)”. PPS06_09
- 春山純一. “UZUME ミッションの目指すもの”. PPS06_P09
- 佐藤祐希 *ほか*. “月のネクタリス盆地内部の衝突溶融岩露頭調査”. PPS06-06
- K. Toyokawa *et al.*. “The study of geological background of Aristarchus crater based on spectral data by SELENE”. PPS06-07
- Y. Nakauchi *et al.*. “The Optical Performances of Multi-Band Camera (Flight Model) onboard SLIM”. PPS06-18
- K. Enya *et al.*. “Extraterrestrial Life Detection Microscope”. PPS07-02
- 笹井 遥 *ほか*. “孔質氷上の高速度衝突クレーターおよび温かいエジェクタの熱赤外観測”. PPS07-20
- T. Sato *et al.*. “Pressure, temperature, and magnetic field dependence of shock remanence properties of single-domain titanomagnetite”. PPS07-24
- 土屋史紀 *ほか*. “惑星科学、生命圏科学、および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡計画”. U08-11
- ロボティクス・メカトロニクス講演会講演会 2022, 札幌コンベンションセンター(SORA), 2022.6.1-4
- 鈴木大和 *ほか*. “惑星探査ローバのための半教師あり敵対的生成ネットワークを用いた岩石検出に関する検討”. 1A1-K03
- 本橋優俊 *ほか*. “惑星探査ローバのための単眼画像にもとづく経路計画方式の検討”. 1A1-K08
- 2022 年度 人工知能学会全国大会, 国立京都国際会館, ハイブリッド開催, 2022.6.14-17
- 橋本 廉 *ほか*. “敵対的生成ネットワークによる小天体の単色画像からの疑似カラー画像の推定”. 3Yin2-35
- 岸倫太郎 *ほか*. “GAN を用いた小惑星画像の超解像”. 4Yin2-29
- 第 54 回流体力学講演会／第 40 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム, アイーナ:いわて県民情報交流センター, 2022.6.29-7.1

渡辺綾乃 *ほか*. “流れ場のセンシング位置が深層強化学習を用いた翼周りフィードバック制御の流れ場に与える影響の実験的研究”. 1A04

玉井亮多 *ほか*. “再使用ロケットの圧力センサ内蔵モデルによるピッチ角運動時の空力特性計測”. 1A18

吉川昂汰 *ほか*. “火星ヘリコプタ「HAMILTON」のロータ空力特性に関する計測実験および数値解析”. 1B16

石原一輝 *ほか*. “アルコール燃料を用いた回転デトネーション燃焼器内部流動に関する研究”. 1D07

高木亮治. “埋め込み境界法を用いた移動物体周りの流れの解析 —第3回 直交格子 CFD ワークショップ—. 3C05

橋爪 翼 *ほか*. “レーザー吸収分光法によるアルミナアップレーションプルームの諸特性評価”. 2E08

高木亮治. “ポスト「富岳」に関する話題提供”.

第64回構造強度に関する講演会, 東大寺総合文化センター, 2022.8.3-5

小野田淳次郎 *ほか*. “サージ電圧を利用した圧電素子振動エネルギーハーベスタの電気機械的強結合時の性能”. 1A07

岩瀬頌太 *ほか*. “2 自由度リンク機構と電磁ダンパを用いた着陸脚による着陸衝撃吸収”. 2A07

太陽研連 (JSPC) 2022 年度将来計画シンポジウム, オンライン, 2022.8.17

鳥海 森. “極域ミッション(Solar-D): ミッション面・軌道に関する検討”.

成影典之 *ほか*. “PhoENiX 計画の概要”.

第40回日本ロボット学会学術講演会, 東京大学本郷キャンパス, 2022.9.5-9

梶浦梨央 *ほか*. “特徴点の少ない地形における単眼 SLAM の利用に関する基礎検討”. 211-02

稲原慶太 *ほか*. “自然地形表面を移動するヘビ型ロボットの自律走行実現の検討”. 4H2-06

日本物理学会 2022 年秋季大会, 岡山理科大学, 2022.9.6-8/オンライン開催, 2022.9.9-10/東京工業大学, 2022.9.12-15

飯島健五 *ほか*. “Simons Observatory 実験に用いる偏光角装置の光学測定に向けた準備”. 6aA122-2

中田嘉信 *ほか*. “小口径望遠鏡の受信器を用いた偏光角校正装置スパーワイヤーグリッドの光学性能評価”. 6aA122-3

本多俊介 *ほか*. “CMB 望遠鏡 GroundBIRD のサイエンス観測に向けた準備状況 —ワイヤーを用いた偏光応答特性の評価”. 6aA122-5

末野慶徳 *ほか*. “CMB 望遠鏡 GroundBIRD –天体を用いた望遠鏡の較正研究”. 6aA122-6

西ノ宮ゆめ *ほか*. “Simons Array 実験における検出器応答および視線方向の評価”. 6aA122-8

植松令太 *ほか*. “CMB 観測衛星搭載の光学エンコーダとしての近赤外ダイオードの放射線耐性”. 6aA122-12

高田淳史 *ほか*. “SMILE64: 長時間気球による系内拡散 MeV ガンマ線観測計画 SMILE-3”. 7aA124-4

小林滉一郎 *ほか*. “SMILE65: 次期計画 SMILE-3 に向けた CF4 メインガスを使った ETCC の性能検証”. 7aA124-5

田原圭祐 *ほか*. “SMILE66: MeV ガンマ線観測気球実験 SMILE-3 に向けた新トリガー方式を採用した ETCC によるイメージング試験”. 7aA124-6

小高裕和 *ほか*. “GRAMS 実験 9: ステータス報告”. 7pA124-10

中澤知洋 *ほか*. “広帯域 X 線の高感度観測衛星 FORCE: 2022 年秋におけるミッション提案の現状”. 7pA124-7

内田悠介 *ほか*. “硬 X 線偏光観測気球実験 XL-Calibur の 2022 年スウェーデンフライトの状況報告”. 8aA124-1

小財正義 *ほか*. “地上ミュオン計ネットワークを用いた宇宙線南北異方性の解析”. 8pA125-11

宗像一起 *ほか*. “地上宇宙線計による 2021 年 11 月の宇宙天気事象の観測報告 II”. 8pA125-12

奥村拓馬 *ほか*. “H, He, Li 様ミュオニック Ar 原子の形成”. 15aW934-5

日本天文学会 2022 年秋季年会, 新潟大学五十嵐キャンパス, 2022.9.13-15

Y. Zhou *et al.*. “A Geo-coronal Solar Wind Charge Exchange Event Associated with the 2006-Dec-13 CME-driven Shock Detected by Suzaku Satellite”. M02a

S. Toriumi *et al.*. “Magnetic flux-line irradiance scaling laws for the Sun and Sun-like stars”. M07a

K. Namekata *et al.*. “XUV Spectra of Active Solar-like Stars: Extension of Solar Empirical Laws”. M08a

三好隆博 *ほか*. “Constrained-Transport 磁気流体力学緩和法における境界電場補正”. M23a

X. Zhou *et al.*. “Comparison on Ca II 8542 A synthetic Stokes profile between magnetic reconnection and shock wave in simulated Solar chromosphere”. M27a

成影典之 *ほか*. “磁気リコネクションに伴う粒子加速の理解を目指す衛星計画 PhoENiX の進捗報告 (2022 年秋)”. M40a

山内大介 *ほか*. “月面低周波電波干渉計による科学: 暗黒時代 21cm 線による宇宙論”. U09a

山田 亨 *ほか*. “月面の科学を実現するシナリオと実現性の検討: 月面からの宇宙観測計画”. V132a

井口 聖 *ほか*. “月面超低周波電波干渉計の実現に向けた概念設計検討”. V133a

小栗秀悟 *ほか*. “CMB 偏光観測衛星 LiteBIRD ミッション部の概念設計と構造検討”. V142a

- 松田フレドリック ほか. “CMB 偏光観測衛星 LiteBIRD 低周波望遠鏡の crossed Dragone 型光学設計の開発”. V143a
- 高倉隼人 ほか. “LiteBIRD 低周波望遠鏡アンテナの時間領域分割測定による迷光評価”. V144a
- 中野 遼 ほか. “ボロメータアレイ検出器搭載望遠鏡のアンテナパターン測定に向けたホログラフィー近傍界測定法の考察”. V145a
- 吉田 南 ほか. “Solar-C (EUVST) に搭載する超高精度太陽センサ「UFSS」:センサの 2 軸同時出力によるリニアリティ誤差測定実験の状況 (V239a)”. V239a
- 中嶋 大 ほか. “地球磁気圏 X 線撮像計画 GEO-X (GEO-space X-ray imager)の現状 IV”. V301a
- 森 浩二 ほか. “軟 X 線から硬 X 線の広帯域を高感度で撮像分光する衛星計画 FORCE の現状(14)”. V334a
- 佐藤慶暉 ほか. “日米共同・太陽 X 線集光撮像分光観測ロケット実験 FOXSI-3 に用いたプレコリメータの性能評価”. V339a
- 清水里香 ほか. “日米共同・太陽フレア X 線集光撮像分光観測ロケット実験 FOXSI-4 に用いる CMOS イメージセンサの X 線光子計測能力評価”. V340a
- 安藤美唯 ほか. “狭視野 Si/CdTe 半導体コンプトン望遠鏡による気球実験の試作機 miniSGD:シールド部の開発”. V342a
- 一戸悠人 ほか. “GRAMS 計画 5: MeV ガンマ線観測・ダークマター探索気球実験”. V344a
- 日本マイクログラビティ応用学会第 34 回学術講演会, 名古屋市立大学, 2022.9.14-16**
- 小田嶋俊宏 ほか. “ISS ソーレ係数測定実験における定常状態のみを用いた干渉縞解析手法”. OR1-2
- 分島彰男 ほか. “月面洞窟内作業ロボットへの無線電力伝送に向けた GaN 整流素子の適応検討”. OS1-2
- 菅沼祐介 ほか. “微小重力環境を用いた複数液滴の冷炎ダイナミクスの解明 -PHOENIX2 プロジェクト状況進捗報告-”. OS3-2
- 下西里奈 ほか. “「きぼう」静電浮遊炉を利用した宇宙実験”. OS4-1
- 渡邊匡人 ほか. “溶接フラックス用酸化物融体の ELF による熱物性計測”. OS4-2
- 鈴木進補 ほか. “ヘテロ凝固核による金属凝固挙動への影響解明を目的とした ISS-ELF 利用実験 Hetero-3D”. OS4-3
- 青木祐和 ほか. “Hetero-3D 地上対照実験としての静電浮遊炉を用いた Ti6Al4V 中のヘテロ凝固核 TiC による結晶粒微細化”. OS4-4
- 手跡雄太 ほか. “宇宙実験・量子ビーム実験・コンピュータシミュレーションによる MgO-SiO₂ シェルガラス・液体の構造物性研究”. OS4-5
- 皆川尚樹 ほか. “静電浮遊炉を用いた模擬スペースデブリに発生するレーザーアブレーション推力の測定”. OS4-6
- 正木匡彦 ほか. “過冷却液体 Fe-Cu 合金の液相-液相分離挙動”. OS4-7
- 小島秀和 ほか. “熱エネルギー貯蔵開発に向けたきぼう実験棟での非平衡溶融合金の熱物性計測”. OS4-8
- 馬淵勇司 ほか. “Hetero-3D の静電浮遊実験における加熱条件が Ti6Al4V 中のヘテロ凝固核 TiC に及ぼす影響”. P13
- 花田知優 ほか. “Hetero-3D 用 TiC 添加 Ti6Al4V 中の気泡発生を抑制する試料作製”. P14
- 佐藤令奈 ほか. “ISS 搭載 ELF による酸化物融体の液滴振動解析と熱物性の温度依存性”. P18
- 片岡美波 ほか. “ISS における Soret 効果を利用した拡散係数測定の実験手法の精度評価”. P20
- 日本宇宙生物科学会第 36 回大会, オンライン開催, 2022.9.16-18**
- 木村駿太 ほか. “宇宙探査におけるフォワード汚染防止に向けた包括的な滅菌試験”. GP-4
- 平山佳奈 ほか. “Deinococcus radiodurans の国際宇宙ステーション上での直接宇宙曝露実験”. SP-13
- 日本惑星科学会 2022 年秋季講演会, ザ・ヒロサワ・シティ会館 (茨城県水戸市) +オンライン, 2022.9.20-22**
- 渡邊誠一郎 ほか. “自転変化に伴うリュウグウの表層進化”. OA-01
- 豊嶋遥名 ほか. “ビタブル天体表面を模擬した含水砂標的への斜め衝突実験”. OB-08
- 石田紗那 ほか. “コア・マントル構造を持つ含水小天体の衝突破壊と破片速度分布: 標的内部の粒子速度分布の計測”. OB-09
- 佐伯孝尚 ほか. “月面の科学とその実現のための活動”. OE-02
- 佐藤祐希 ほか. “将来月面サンプルリターン探査に向けたネクタリス盆地の衝突溶融岩露頭調査と衝突溶融岩の分化過程への考察”. OE-04
- 春山純一. “月の非洪水型玄武岩被覆様式と UZUME 計画”. OE-05
- 坂井真一郎. “小型月着陸実証機 SLIM の狙いと開発状況”. OE-06
- 野澤仁史 ほか. “LRS データの地表面クラッター除去および月の地下構造解析”. OF-04
- 山本 聡 ほか. “分光リモートセンシングによる地質解析に基づく月上部マントル組成の研究”. OF-05
- 奥山純吾 ほか. “月衝突閃光の分光学的研究: 温度遷移と発光成分が発光に及ぼす影響”. OF-10
- 宇田天音 ほか. “室内実験を用いた有機物や鉄を含む人工流星の分光学的研究”. OI-11
- 菊地啓太 ほか. “鉄流星の分光観測と発光メカニズムに関

- する研究”. PA-02
- 春山純一ほか. “月火星有人/無人探査を念頭にした岩相の特徴量自動認識による 火山性露頭その場調査手法の研究”. PA-06
- 横田優作ほか. “起伏表面に適用可能なクレータースケール則とクレーターの崩壊に関する実験的研究”. PA-08
- 菊地 紘ほか. “はやぶさ 2 画像データ閲覧・検索システム JADE のアップデート”. PA-13
- 愛敬雄太ほか. “はやぶさ 2 ONC 画像から構築したリュウグウ表面ローカル三次元地形モデルの精度評価と微小地形の計測”. PA-18
- 吉田二美ほか. “(3200)Phaethon の偏光・測光・掩蔽観測”. PA-20
- 熊本篤志ほか. “地震波およびレーダ観測から示唆される Apollo 17 着陸地点の地下構造の比較”. PB-16
- 門野敏彦ほか. “中空弾丸の衝突における放出物のパターン”. PB-24
- 寫生有理ほか. “次世代小天体サンプルリターン探査の理学検討”. PB-33
- 第 60 回飛行機シンポジウム, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター, 2022.10.11-13**
- 吉川昂汰ほか. “火星ヘリコプタ用ロータの翼型による空力特性の比較検証”. 2B02
- 谷口翔太ほか. “プロペラの高さ方向取付位置が固定翼の空力特性に及ぼす影響”. 2B14
- 谷口翔太ほか. “分散電動推進垂直離着陸機の空力特性評価に向けた数値解析”. 2B15
- 第 43 回日本熱物性シンポジウム, オンライン開催, 2022.10.25-27**
- 小山千尋ほか. “静電浮遊炉を用いた高温酸化物融体の粘性および表面張力測定”. A223
- 渡邊勇基ほか. “静電浮遊炉を用いたイットリウム融体の放射率測定および比熱の算出”. A224
- 第 66 回宇宙科学技術連合講演会, 熊本城ホール, 2022.11.1-4**
- 中山大輔ほか. “火星衛星探査計画(MMX)サンプルリターンカプセル(SRC)開発活動と EDL&R への展望”. 1B03
- 山田和彦. “大気圏突入機の開発におけるフライト試験”. 1B04
- 藤井啓介ほか. “JAXA におけるアーク加熱風洞将来計画検討概要について”. 1B09
- 築山智宏ほか. “傾斜機能型アブレータの開発と EDL&R の研究活動への展望”. 1B10
- 八木邑磨ほか. “X 線 CT による非破壊のアブレータ密度測定方法の確立”. 1B12
- 船木一幸ほか. “宇宙探査イノベーションハブの取組み”. 1D01
- 稲富裕光ほか. “効率的な滅菌, 除染のための基盤技術の多角的検証”. 1D14
- 伊藤琢博. “地球周回軌道で実現する超精密宇宙機編隊飛行: 軌道力学の探求”. 1E09
- 松本祐樹ほか. “地球低軌道における 3 機のフォーメーションフライトミッションの自律安全要求の検討”. 1E11
- 田島 颯ほか. “厳密な磁気モデルを考慮した宇宙機の電磁力ドッキング制御”. 1E13
- 高橋勇多ほか. “衛星群の磁気トルカによる自律的な初期フォーメーション形成と姿勢制御”. 1E14
- 神田大樹ほか. “6kW 級国産ホールスラスタの開発状況”. 1F13
- 石村康生ほか. “高精度変位計測装置の実証実験について -2022 年度-”. 1G05
- 坂本勇樹ほか. “ATRIUM エンジンを適用する小規模飛行実証試験の検討状況”. 1G12
- 宍戸 拓ほか. “ATRIUM エンジン 2 次燃焼器のサブスケール燃焼試験”. 1G13
- 松本祐斗ほか. “高電圧作動を目指した狭チャンネル型ホールスラスタの放電特性”. 1K06
- 渡邊裕樹ほか. “ホールスラスタ開発試験用チャンバにおけるホールスラスタ性能に対する背圧の影響”. 1K07
- 天野耕希ほか. “SPT 型ホールスラスタの高電圧放電特性”. 1K08
- 村田直史ほか. “Comet Interceptor ミッションにおける超小型探査機を用いた磁場観測実現に向けた検討状況”. 1M07
- 高田光隆ほか. “SpaceWire ハードウェア抽象化レイヤの検討”. 1N05
- 金子美稀ほか. “太陽発電衛星用薄膜フレーム構造の熱設計”. 1N07
- 小田切公秀ほか. “CMB 偏光観測衛星 LiteBIRD の極低温ミッション部の温度安定性評価”. 1N08
- 山田和彦ほか. “宇宙科学の技術フロントローディング活動について”. 2A03
- 細野陽太ほか. “弾道飛行装置による次世代再突入カプセルの形状変化に伴う流れ場と空力特性の評価”. 2B05
- 小澤宇志ほか. “はやぶさ型カプセルの姿勢安定性に関するサイズ・重心依存性評価”. 2B07
- 森吉貴大ほか. “大気圏突入カプセルの 1 自由度風洞試験における安定微係数モデルの比較”. 2B08
- 川野理人ほか. “遷音速風洞試験における次世代再突入カプセルの動的挙動計測”. 2B11
- 永田麻王ほか. “ドローンを利用した新型再突入カプセルの低速領域における自由落下試験”. 2B13
- 平田耕志郎ほか. “展開型エアロシェルを有する大気圏突入カプセルの自由飛行環境下での姿勢運動について”

- て”.2B14
- 永田靖典 *ほか*. “無香料カルマンフィルタを用いた展開型エアロシエル大気突入カプセルの姿勢運動推定”. 2B15
- 大槻真嗣 *ほか*. “火星衛星探査計画 MMX の探査機サブシステム開発 (着陸装置: インハウス検討)”. 2D11
- 馬場満久 *ほか*. “火星衛星探査計画 MMX ニューマティック採取機構 (P-SMP) から飛散するレゴリスの挙動評価と対策検討”. 2D13
- 加藤裕基 *ほか*. “火星衛星探査計画 MMX サンプリング装置(C-SMP)の詳細設計結果”. 2D15
- 鈴木俊之 *ほか*. “火星衛星探査計画 MMX のミッション機器開発 (SRC: JAXA インハウス含む)”. 2D16
- 佐藤泰貴 *ほか*. “火星衛星探査計画 MMX ニューマティック採取機構(P-SMP)の詳細設計結果”. 2D17
- 吉川 真 *ほか*. “プラネタリーディフェンスの現状と課題”. 2E01
- 船木一幸. “将来宇宙科学・探査ミッションと代替推進剤搭載電気推進の可能性”. 2K05
- 船瀬 龍 *ほか*. “超小型探査機 EQUULEUS の運用”. 2L02
- 橋本樹明 *ほか*. “世界最小月着陸機 OMOTENASHI の運用”. 2L03
- 中条俊大 *ほか*. “超小型ソーラー電力セイルによる深宇宙航行技術実証計画”. 2L05
- 中島晋太郎 *ほか*. “高推力推進系を有する超小型衛星の検討状況”. 2L07
- 江副祐一郎 *ほか*. “GEO-X 計画の現状と将来展望”. 2L10
- 阿部新助 *ほか*. “メテオロイドの月面衝突閃光現象と月資源探査”. 2M06
- 横内岳史 *ほか*. “将来深宇宙探査用極低温ループヒートパイプの起動および動作特性に関する研究”. 2N06
- 平田 大 *ほか*. “次世代天文衛星熱制御に向けた 2m 級極低温キャピラリーポンプループの熱輸送特性”. 2N08
- 春山純一 *ほか*. “UZUME 計画～探査・実証・建設ミッション～”. 3A01
- 野澤仁史 *ほか*. “SELENE(かぐや)搭載 LRS データ内の地表面散乱エコー評価及び地下空洞検出 可能性”. 3A04
- 池谷広大 *ほか*. “月の縦孔内部の光環境の推定”. 3A06
- 小林憲正 *ほか*. “UZUME 計画: 生命探査の場としての火星地下空洞”. 3A07
- 西堀俊幸 *ほか*. “UZUME-1 用小型プローブに搭載する各種 COTS 品センサの検討状況”. 3A08
- 白井基文 *ほか*. “UZUME-1 のシステム構想”. 3A09
- 河野 功 *ほか*. “月の縦孔探査 1 号 (UZUME-1) 軌道・誘導技術の研究”. 3A10
- 中塚潤一 *ほか*. “UZUME 探査に向けた推進系サブシステム検討(その 2)”. 3A11
- 大西隆広 *ほか*. “太陽電池一体型アンテナの開発”. 3A17
- 岸田祐輔 *ほか*. “太陽発電衛星の無線送電システムに関する宇宙環境でのマイクロ波特性評価 と発電量変化時の RF 変換効率維持特性”. 3A18
- 高柳大樹 *ほか*. “フライト実験用計測装置の研究開発”. 3B01
- 松岡範子 *ほか*. “将来のサンプルリターン計画に向けたカプセル搬送機構の概念設計”. 3B02
- 岩淵頌太 *ほか*. “姿勢制御可能・再使用可能な月惑星着陸機用着陸脚システムの研究”. 3B03
- 中塚潤一 *ほか*. “重力天体向け軟着陸・離陸用推進システムの課題検討”. 3B04
- 丸 祐介 *ほか*. “パラシュート引き出しのためのパイロットシュート射出装置の開発研究”. 3B05
- 小野稜介 *ほか*. “ドローンを使った帰還型カプセル探索・回収のための画像処理システム”. 3B07
- 今井 駿 *ほか*. “ドローンによる被回収物自律探索技術と展開型エアロシエル洋上回収に向けた運用計画検討”. 3B08
- 草部将吾 *ほか*. “粉末固体潤滑による真空極低温用波動歯車装置の研究”. 3B13
- 平田 成 *ほか*. “火星衛星探査計画 MMX 地上データ処理・アーカイブシステム (MMX-DARS) の詳細設計”. 3D02
- 宮本英昭 *ほか*. “MMX による火星衛星の地質学と表層科学の展望”. 3D07
- 峰岸理樹 *ほか*. “月面特異観測対象検出のための色相特徴を考慮した Saliency map 生成処理の最適化”. 3I17
- 渡部耕平 *ほか*. “紫外光照射による高分子推進剤の推力発生機構に関する研究”. 3K04
- 小平隼資 *ほか*. “紫外線発光ダイオードによる高分子材料の光解離反応を利用した小型低電力推進機の推力発生特性”. 3K05
- 大塩裕哉 *ほか*. “LaB6 ホローカソード内部のプラズマと温度計測実験”. 3K17
- 谷口 正 *ほか*. “スイングバイ後の軌道決定と軌道修正の最適化”. 3L11
- 藤田雅大 *ほか*. “複数字宙機に対する電波を用いた同時相対軌道決定手法の初期検討”. 3L13
- 森光太郎 *ほか*. “小型月着陸実証機 SLIM におけるスピンモジュレーション除去手法開発”. 3L17
- 平井隆之 *ほか*. “超小型深宇宙探査機 EQUULEUS に搭載する多層断熱材一体型ダスト計測器 CLOTH の開発状況 2022”. 3M03
- 岩田翔也 *ほか*. “EQUULEUS へ搭載のダスト検出器 CLOTH における地上校正実験～センサ内部の PET ネット層による影響評価”. 3M04
- 和久井毅貴 *ほか*. “たんぼぼシリーズ捕集パネルの解析による 地球低軌道微粒子環境の経年変化及び 特徴的衝突痕分布の考察”. 3M07
- 伊東山登 *ほか*. “デトネーションエンジンシステムの宇宙動作実証 -ここ 5 年における本グループ研究の概説-”.

3N09

石原一輝 *ほか*. “エタノール - 亜酸化窒素推進剤を用いた単円筒回転デトネーションロケットエンジンに関する実験研究”. 3N10

安光亮一郎 *ほか*. “UZUME-1 のミッション要求を考慮した着陸機システム検討”. 4A01

前田孝雄 *ほか*. “UZUME Probe の移動ならびに通信”. 4A02

松広 航 *ほか*. “雫型偏心車輪を用いた月面縦穴探査ロボットにおける強化学習による走行動作の獲得”. 4A03

三浦政司 *ほか*. “DESTINY+軌道投入用キックステージの開発”. 4C02

荒井朋子 *ほか*. “深宇宙探査技術実証機 DESTINY+によるサイエンスと目標天体 Phaethon の地上観測”. 4C03

平井隆之 *ほか*. “DESTINY+ダストアナライザの地上校正計画”. 4C04

洪 鵬 *ほか*. “DESTINY+搭載小惑星追尾望遠カメラ TCAP の駆動鏡の開発状況”. 4C07

森下直樹 *ほか*. “DESTINY+キックステージレーザー点火システム光路健全性確認手法の開発”. 4C13

大山 聖 *ほか*. “火星飛行機の第 2 回高々度飛行試験 (MABE-2)”. 4D01

藤田昂志 *ほか*. “火星飛行機の高高度飛行試験(MABE-2)における取得データ評価(速報)”. 4D02

永井大樹 *ほか*. “火星飛行機の高高度飛行試験(MABE-2)における熱設計評価 (速報)”. 4D05

安部明雄 *ほか*. “火星飛行機の第 2 回高々度飛行試験 MABE-2 の航法誘導制御系について(続報)”. 4D03

金崎雅博 *ほか*. “火星飛行機の高高度飛行試験(MABE-2)における空力特性 (速報)”. 4D04

多々良飛鳥 *ほか*. “可変形状機能を有する超小型ソーラー電力セイルの 傘型セイル構造部の設計検討”. 4D12

佐藤泰貴 *ほか*. “Comet Interceptor 磁力センサのための伸展式 CFRP ブームの概念検討”. 4D16

渡邊秋人 *ほか*. “発電・アンテナ機能を有する軽量膜展開構造物の開発と運用準備状況”. 4E06

佐伯孝尚 *ほか*. “月面の科学実現のためのシナリオ案”. 4F03

森 治 *ほか*. “月面活動の共通キー技術”. 4F04

吉光徹雄 *ほか*. “月面において科学ミッションを実行するための探査ローバの検討”. 4F05

諸田智克 *ほか*. “月面サンプルリターンのための月面探査とその科学”. 4F06

高橋慶太郎 *ほか*. “月面天文台：100km 超の最大基線長を持つ月面低周波電波干渉計計画の実現に向けて”. 4F09

久保優子 *ほか*. “耐 AO 性フィルムに対するデブリ衝突の影響評価”. 4H06

衣本太郎 *ほか*. “大分大学製竹由来セルローズナノファイバーの特性と宇宙利用指向検討”. 4H13

下迫直樹 *ほか*. “オレアミドに汚染された光学ガラスの透

過率変化”. 4H15

鈴木基生 *ほか*. “月惑星着陸探査機に適用するリリーフバルブによる流量制御型エアバッグシステムに関する研究”. 4I04

楠本哲也 *ほか*. “ターゲットマーカの微小重力環境下における跳ね返り挙動の解析”. 4I10

山川真以子 *ほか*. “レゴリス飛散軌跡に対するスラストルームの影響評価”. 4I12

馬場満久 *ほか*. “低重力下で車輪から飛散するレゴリスの挙動予測と探査機への損傷評価”. 4I13

藤田和央 *ほか*. “月惑星探査において離着陸に伴い生じるレゴリス飛散の総量評価と影響評価技術の開発”. 4I14

中川雄登 *ほか*. “親子型サンプルリターン探査のための空中サンプル受け渡し機構の一考察”. 4I16

片野田洋 *ほか*. “小型ハイブリッドロケットエンジンにおけるラジアルホール燃料の推力増強効果”. 4J07

岡本朔弥 *ほか*. “微小重力天体着陸時における液体推進剤のスロッシング現象解析のための縮退モデルの提案”. 4L03

柴田拓馬 *ほか*. “磁気フォーメーションフライトのための相対位置同定手法”. 4L06

佐々木貴広 *ほか*. “フォーメーションフライトにおける相対軌道要素を用いた低推力連続時間制御”. 4L08

原ゆりか *ほか*. “凸型断面ブーム巻き付け収納における遷移領域について”. 4M04

東川宗嗣 *ほか*. “太陽発電衛星用薄膜構造体の軌道上における形状変化の評価”. 4M06

加藤初輝 *ほか*. “ISAS 膨張波管における隔膜の破膜過程が与える影響評価”. 4N02

チャン ジ チン *ほか*. “数値解析によるウェーブライダ形状の空力特性評価:Inverse Parabolic 設計法による形状設計及びボートテールの効果”. 4N10

赤星保浩 *ほか*. “プラネタリー・ディフェンス ~天体の地球衝突にどのように対応するか (パネルディスカッション)”. OS30-5

小林寧々 *ほか*. “磁束ピンニング効果を用いた磁気浮上による擾乱抑制機構における指向方向制御の導入”. P048

久本尚輝 *ほか*. “スペースデブリを模擬した人工流星の実験的研究”. P065

大島義也 *ほか*. “スパイクングニューラルネットワークを用いたスペースデブリの回転速度の推定”. P068

小山颯大 *ほか*. “膨張波管を用いた深宇宙探査用再突入カプセルの空力加熱評価”. P095

石垣 希 *ほか*. “低レイノルズ数領域における全翼機形状飛行体の空力係数に関する実験的研究”. P096

地球電磁気・地球惑星圏学会第 152 回総会・講演会, 相模原市立産業会館, 2022.11.3-7

佐藤雅彦 *ほか*. “Shock remanence distribution of single-domain titanomagnetite-bearing basalt sample”.

- R004-07
齋藤義文 *ほか*. “SS-520-3 号機観測ロケット実験フライト結果の概要”. R005-01
- 阿部琢美. “SS-520-3 実験でラングミュアプローブにより観測された電圧電流特性のイオン電流の変化について”. R005-02
- 頭師孝拓 *ほか*. “観測ロケット SS-520-3 号機におけるプラズマ波動と DC 電場観測”. R005-03
- 梅岡大貴 *ほか*. “観測ロケット S-310-44 号機実験で観測されたエネルギー分布の特徴について”. R005-04
- 松山実由規 *ほか*. “S-520-32 号機観測ロケットにより観測された中規模伝搬性電離圏擾乱発生時の電場の初期解析”. R005-07
- 飛田奈々美 *ほか*. “観測ロケット搭載超高層大気観測用真空計の容器設計に関する研究”. R005-09
- 熊本篤志 *ほか*. “SS-520-3 搭載 NEI/PWM による電離圏中の LHR 周波数測定”. R005-P06
- 栗田 怜 *ほか*. “Broadband electric field fluctuations observed by LFAS/WFC onboard the SS520-3 sounding rocket”. R005-P07
- 榎本結衣 *ほか*. “SS-520-3 により観測されたカस्प領域における DC 電場の解析”. R005-P08
- 野村麗子 *ほか*. “SS-520-3 搭載 DFG によって観測された地球磁場”. R005-P09
- 西野真木 *ほか*. “Observational evidence of a dawn-dusk asymmetry of the Earth’s magnetosphere during low Alfvén Mach number solar wind”. R006-07
- M. N. Nishino *et al.* “An observation of dawnward-expanded magnetosphere under low Alfvén Mach number solar wind”. R006-P07
- 土屋史紀 *ほか*. “月面低周波電波干渉計による科学：太陽系科学・惑星科学の課題”. R009-P10
- 小財正義 *ほか*. “分野横断型データ公開プラットフォーム AMIDER の開発”. R011-11
- 小財正義 *ほか*. “ミュオン計ネットワークを用いた銀河宇宙線の南北異方性の研究”. S001-22
- 丸橋克英 *ほか*. “Grad-Shafranov 方程式による太陽風磁気ロープの再構築の新方式”. S001-P09
- 日本機械学会 第 100 期流体工学部門講演会, 熊本大学 工学部 2 号館, 2022.11.12-13**
- 坂本勇樹 *ほか*. “キャビテーションが誘発する可燃性混合気着火に関する検討”. 0S06-31
- 宮瀬拓海 *ほか*. “気液二相流用静電容量式オール金属複数極板型ボイド率計の開発”. 0S06-39
- 第 14 回最適化シンポジウム, 名古屋大学東山キャンパス 工学研究科 IB 電子情報館, 2022.11.12-13**
- 二村成彦 *ほか*. “進化計算を用いた離陸時における翼型の多目的トポロジー最適設計”. U00009
- 森 穂高 *ほか*. “優れた非劣解アーカイブを得るために毎世代無制限アーカイブから親個体を選択する無制限アーカイブベース MOEA/D の開発と性能検証”. U00047
- 燃焼シンポジウム, KFC Hall&Rooms, 2022.11.21.24**
- 石原一輝 *ほか*. “二液式単円筒回転デトネーションロケット燃焼器に関する実験研究”. C223
- 木村朋亮 *ほか*. “水素酸素推進剤を用いたフィルム冷却回転デトネーションエンジンの実験研究”. C224
- 第 8 回宇宙太陽発電シンポジウム(SSPS), 早稲田大学西早稲田キャンパス 55 号館一階大会議室, Zoom によるハイブリッド, 2022.12.17**
- 橋本弘藏 *ほか*. “SSPS ワークショップ活動報告 2”.
- 李佳霖 *ほか*. “SPS 試験衛星の最小二乗法を用いたアンテナパターン再構成法に関する研究”.
- 岸田祐輔 *ほか*. “太陽発電衛星における発電量変化時の DC-RF 変換効率維持に関する検討”.
- 海老澤智弘 *ほか*. “太陽発電衛星用大規模 2 次元展開パネルの構築に関する基礎検討”.
- 青木拓海 *ほか*. “SPS 試験衛星パターン測定のための受信ハードウェアの基礎実験”.
- 伊地智幸一 *ほか*. “地球低軌道からの送電技術実証に向けた無線送電実証衛星の開発 (TBD)”.
- 進化計算シンポジウム 2022, 北海道大学学術交流会館, ハイブリッド開催, 2022.12.17-18**
- 稲塚遥香 *ほか*. “打ち上げ日時の多様性確保を可能にする DESTINY+ スパイラル軌道の多目的最適化”. S2-06
- 森 穂高 *ほか*. “毎世代無限アーカイブから親個体を選択する無制限アーカイブベース MOEA の実問題を用いた性能検証”. S3-10
- 金 周会 *ほか*. “進化計算による Wingtip-Mounted Propeller Configuration UAV の概念設計”. S4-05
- 令和 4 年度航空宇宙空力シンポジウム, ホテル別府パストラル, 2023.1.6-7**
- 大山 聖 *ほか*. “空力トポロジー最適化手法の開発”. 1L5
- 高木亮治. “階層型等間隔直交構造格子法における物体表面付近の解析精度について”. 1L13
- 2022 年度太陽研連(太陽研究者連絡会:JSPC) シンポジウム, 名古屋大学+オンライン, 2023.2.20-22**
- 佐藤慶暉 *ほか*. “太陽フレア X 線観測ロケット実験 FOXSI-4 に搭載するプレ・コリメータ開発の進捗”.
- 加島颯太 *ほか*. “太陽フレア X 線観測ロケット実験 FOXSI-4 に搭載する Pixelated Attenuator の評価”.
- 清水里香 *ほか*. “太陽フレア観測ロケット実験 FOXSI-4 に搭載する軟 X 線用 CMOS センサの光子計測能力評価”.

堀田英之ほか, “極域ミッション検討進捗報告”.
 K. Namekata *et al.*, “若い太陽型星の CME や XUV 放射の観測～若い惑星への影響評価へ向け～”.
 吉田 南ほか, “太陽周期にわたって変化する太陽磁場のどの成分が惑星間空間磁場の変遷を作り出すのか?”.
 A. Tei, “SOLAR-C時代の太陽研究:コロナ加熱・ナノフレア”.
 鳥海 森 “SOLAR-C: フレアエネルギー蓄積・トリガについて”.

第 24 回惑星圏研究会(SPS2023), 東北大・青葉サイエンスホール (青葉山北キャンパス 合同 C 棟 2F), 2023.2.20-22

黒川宏之ほか, “次世代小天体サンプルリターン探査: 彗星から太陽系の起源に迫る”. 0220-AM2
 船木一幸ほか, “宇宙工学 GDI 宇宙工学の戦略技術と将来ミッション”. 0220-AM5
 鈴木志野, “将来探査に向けた惑星保護の取り組み”. 0220-PM1
 春山純一ほか, “月火星の縦孔・地下空洞探査 (UZUME)”. 0220-PM2
 豊川広晴ほか, “純粋斜長岩の露出場所で SELENE のスペクトルプロファイラが観測した、月初期の水”. 0221-PM8
 神山 徹ほか, “あかつき/LIR 画像に見られた長期増加トレンドの解析とその補正”. P-15
 野口里奈ほか, “露頭画像中における地層露出箇所自動検出手法の検討”. P-18

電子情報通信学会 衛星通信研究会 (SAT), 宮古島市中央公民館 (未来創造センター), 2023.3.2-3

加保貴奈ほか, “イリジウム衛星を用いた南極上空スーパーレッシュャー気球の測位誤差の実験評価”. "SAT2022-28"
 鈴木貴登ほか, “気球実験におけるイリジウム測位誤差の高度・場所依存性の評価”. SAT2022-61

日本天文学会 2023 年春季年会, 立教大学池袋キャンパス, 2023.3.13-16

成影典之ほか, “磁気リコネクションに伴う粒子加速の理解を目指す衛星計画 PhoENiX の進捗報告(2023 年春)”. M01a
 吉田 南ほか, “惑星間空間磁場の太陽周期にわたる変動を起こす太陽磁場成分”. M09a
 K. Namekata *et al.*, “Prominences erupted outside the stellar limb on a young solar-type star”. M19a
 堀田英之ほか, “対流層の底から光球までの浮上磁場シミュレーション: 黒点对の非対称性生成の要因について”. M24a
 鳥海 森ほか, “ねじれの無い磁束管の浮上に伴う有限の磁気ヘリシティ注入”. M25a

山村一誠ほか, “突発的質量放出天体 WISE J180956.27-330500.2 のダストシェル構造 (2)”. N21a
 山村一誠, “RV Tau 型変光星 R Sct の SiO メーカー: 17 年後の再観測”. N33a
 堂谷忠靖ほか, “CMB 偏光観測衛星 LiteBIRD 計画の進捗”. V118a
 井口 聖ほか, “月面メートル波電波干渉計の実現に向けた概念設計検討 2”. V138a
 土屋史紀ほか, “LAPYUTA 計画の検討状況”. V241a
 清水敏文ほか, “高感度太陽紫外線分光観測衛星 SOLAR-C: プロジェクト最新状況 (2023 年春)”. V242a
 原 弘久ほか, “SOLAR-C 計画: 観測装置 EUVST 設計検討の進捗報告”. V243a
 井上昭雄ほか, “銀河進化・惑星系形成観測ミッションの概要”. V245a
 米山友景ほか, “X 線分光撮像衛星 XRISM の科学運用準備の現状 (2)”. V306a
 林 克洋ほか, “X 線分光撮像衛星 XRISM の科学運用に向けての模擬試験”. V307a
 山田智史ほか, “X 線分光撮像衛星 XRISM の観測データ処理ツールの開発状況”. V308b
 小高裕和ほか, “GRAMS 計画 7: 全体報告”. V318a
 森 浩二ほか, “軟 X 線から硬 X 線の広帯域を高感度で撮像分光する衛星計画 FORCE の現状 (15)”. V320a
 大熊佳吾ほか, “狭視野 Si/CdTe 半導体コンプトン望遠鏡による気球実験の試作機 miniSGD の開発”. V327a
 佐藤慶暉ほか, “日米共同・太陽フレア X 線集光撮像分光観測 ロケット実験 FOXSI-4 に搭載するプレ・コーリメータの開発”. V332a
 清水里香ほか, “日米共同・太陽フレア X 線集光撮像分光観測ロケット実験 FOXSI-4 に用いる CMOS イメージセンサの X 線光子計測能力評価 その 2”. V336a
 長澤俊作ほか, “太陽観測ロケット実験 FOXSI-4 に向けたワイドギャップ CdTe ストリップ検出器の開発と性能評価 III”. V337a
 加島颯太ほか, “PhoENiX 衛星計画に向けた高精度 Wolter ミラーの開発研究”. V338a

第 28 回ロボティクスシンポジウム, 和歌山県 南紀白浜温泉 ホテルシーモア, 2023.3.15-16

鈴木大和ほか, “惑星探査ローバの少数データに基づく地形分類手法”. 1A1
 本橋優俊ほか, “惑星探査ローバのための画像に基づく行動モード選択に関する研究”. 4A1

ISEE 研究集会 太陽地球惑星圏の研究領域における将来衛星計画検討会, オンライン開催, 2023.3.20

土屋史紀ほか, “月面低周波電波干渉計”.
 西野真木ほか, “月・小天体パネル(Group C & D)活動報告”.

日本物理学会 2023 年春季大会, オンライン開催,
2023.3.22-25

- 邱 奕寰 *ほか*. “J-PARC における CdTe-DSD を用いたミュオン X 線による非破壊三次元元素イメージング法の開発”. 23aK1-4
- 米田浩基 *ほか*. “GRAMS 実験 10 : ステータス報告”. 23aW2-1
- 高嶋 聡 *ほか*. “GRAMS 実験 11 : 液体アルゴンコンプトンカメラ実証機の開発状況”. 23aW2-2
- 奥村拓馬 *ほか*. “ミュオニック Ar 多価イオンの形成ダイナミクス”. 23pA2-12
- 外山裕一 *ほか*. “超伝導転移端センサーを用いた $dd\mu^*$ 共鳴の探索”. 23pA2-13
- 岩田季也 *ほか*. “CMOS イメージャを用いた X 線偏光撮像システムの開発 XII : X 線偏光検出感度の評価”. 25aW2-11
- 池田智法 *ほか*. “SMILE67 : 宇宙観測における ETCC の内部背景事象の研究”. 25aW2-12
- 内田悠介 *ほか*. “X 線分光撮像衛星 XRISM の科学運用への準備状況”. 25aW2-2
- 林 克洋 *ほか*. “X 線分光撮像衛星 XRISM の科学運用に向けての模擬試験”. 25aW2-3
- 中澤知洋 *ほか*. “広帯域 X 線の高感度観測衛星 FORCE : 2023 年春におけるミッション提案の現状”. 25aW2-7
- 高橋弘充 *ほか*. “硬 X 線集光偏光計 XL-Calibur 気球実験の 2022 年フライトと今後”. 25aW2-9
- 植松令太 *ほか*. “太陽系科学 GDI シンポジウム”. 25aW3-1
- 末野慶徳 *ほか*. “CMB 望遠鏡 GroundBIRD - 高速回転による大気放射揺らぎの抑制研究”. 25aW3-4

その他の国内会議

- R. Ghritli *et al.* “Growth interface shape optimization and adaptive process control for InGaSb crystal growth under

microgravity using machine learning”. 化学工学会 第 53 回秋季大会, DC320 : (2022)

- 根本 怜 *ほか*. “Ex situ XRD 測定による低温環境下のリチウムイオン脱挿入反応解明”. 電気化学会北陸支部春季大会 : (2022)
- 横田康弘 *ほか*. “はやぶさ2搭載カメラ ONC による小惑星リュウグウ可視光画像のアーカイブ構築”. 月惑星探査アーカイブサイエンス拠点集会 2022, 会津大学宇宙情報科学研究センター (ARC-Space) : (2022)
- 清水里香 *ほか*. “太陽フレア観測ロケット実験 FOXSI-4 に用いる CMOS センサの X 線光子計測能力の評価”. UVSOR シンポジウム 2022, BL2A : (2022)
- 小財正義. “分野横断型データベース AMIDER”. ROIS クロストーク 2022 : (2022)
- 熊本篤志 *ほか*. “Subsurface structures around Chang'e-4 (CE-4) landing site observed by SELENE”. 令和 4 年度第 8 回 STPP セミナー発表 : (2022)
- 福家英之. “大気球による成層圏実験へのいざない”. 三菱電機技術士会 2022 年度 第 2 回 CPD 講演会 : (2022)
- 鈴木志野. “極限微生物の遺伝子機能を知る : 初期生命進化の理解に向けて”. 第 45 階日本分子生物学会年会, 日本分子生物学会, 日本物理学会, 3PW-13-1 : (2022)
- 鈴木志野. “Candidate Phyla Radiation の生理・生態・進化の理解がもたらすものとは?”. 微生物生態学会, 日本微生物生態学会 : (2022)
- 大山 聖. “多目的設計最適化入門と宇宙科学分野での適用事例紹介”. ものづくり企業に役立つ応用数理手法の研究会 : (2022)
- 石川毅彦. “国際宇宙ステーションを利用した高温酸化物融体の熱物性計測”. 第 35 回秋季シンポジウム, 日本セラミクス協会, 2S20 : (2022)

5. 表彰・受賞

第9回宇宙科学研究所賞

受賞対象者	所属	受賞理由	受賞年月日
(特別賞) James Green	元 NASA HQ SMD Planetary Science Division Director, 前 NASA Chief Scientist	ISAS 小惑星探査ミッションに対する深い理解に基づく、日米協力関係構築への貢献	2023年1月6日
Michael Zolensky	NASA/JSC	「はやぶさ」, 「はやぶさ2」の地球帰還カプセル回収における国際証人としての貢献	2023年1月6日
Trevor Ireland	University of Queensland		
谷本 和夫	明星電気株式会社	宇宙科学における世界トップクラスの観測機器開発及び人材育成への多大なる貢献	2023年1月6日

職員

受賞対象者	所属	受賞内容	受賞年月日
吉光 徹雄 久保田 孝 富木 淳史 ほか	宇宙機応用工学研究系	令和4年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞「世界で初めて小天体表面を移動探査したロボットの開発」	2022年4月20日
村上 豪	太陽系科学研究系	令和4年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞「惑星高層環境の分光撮像に関する研究」	2022年4月20日
兵頭 龍樹	太陽系科学研究系	日本惑星科学会 2021年度 最優秀研究者賞	2022年5月24日
小林 大輔 廣瀬 和之 ほか	宇宙機応用工学研究系	2021 IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference, Outstanding Conference Paper Award, "An SRAM SEU Cross Section Curve Physics Model", NSREC 2021 Awards Committee	2022年7月19日
久保田 孝	宇宙機応用工学研究系	2022年度日本ロボット学会フェローの称号「宇宙探査ロボットの研究開発と実用化への取り組みならびに学会運営への貢献」	2022年9月7日
春山 純一	太陽系科学研究系	令和4年度「空の日」日本航空協会表彰空の夢賞	2022年9月20日
木村 駿太	学際科学研究系	日本宇宙生物科学会第36回大会優秀発表賞「宇宙探査におけるフォワード汚染防止に向けた包括的な滅菌試験」	2022年9月18日
矢野 創 ほか	学際科学研究系	20th annual Create the Future Design Contest - 2022 Winners AEROSPACE & DEFENSE CATEGORY, "The Well-Dressed Spacecraft: Electronic Textile Enhanced Thermal Blanket as Debris (and Cosmic Dust) Sensor"	2022年10月
船木 一幸 羽生 宏人 増田 純一 山田 和彦 ほか	宇宙飛翔工学研究系 学際科学研究系 観測ロケット実験グループ	2022 AIAA Pressure Gain Combustion Best Paper, "Flight Demonstration of Detonation Engine System Using Sounding Rocket S-520-31: Performance of Rotating Detonation Engine", American Institute of Aeronautics and Astronautics(AIAA)	2023年1月27日
津田 雄一 ほか	宇宙飛翔工学研究系	Finalist, The 2023 PROSE Award for Excellence in Physical Sciences and Mathematics (Chemistry, Physics, Astronomy, and Cosmology), "Hayabusa 2 Asteroid Sample Return Mission", Elsevier	2023年2月8日

小田切公秀	宇宙飛行工学研究系	日本機械学会奨励賞（研究）	2023年3月1日
森下 貴都 月崎 竜童 西山 和孝 國中 均	専門・基盤技術グループ 宇宙飛行工学研究系 宇宙科学研究所所長	2nd Most-Read Article of 2022 in Journal of Applied Physics, "Plasma parameters measured inside and outside a microwave-discharge-based plasma cathode using laser-induced fluorescence spectroscopy"	2023年3月

日本学術振興会特別研究員

受賞対象者	所属	受賞内容	受賞年月日
高尾 勇輝	宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所・日本 学術振興会特別研究員 PD（現：九州大学）	第66回宇宙科学技術連合講演会 若手奨励賞 最優秀論文「推進剤不要の姿勢制御を実現する片翼展開・バイアスモーメント方式ソーラーセイルの提案」日本航空宇宙学会	2023年1月10日
高尾 勇輝	宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所・日本 学術振興会特別研究員 PD（現：九州大学）	2022年度 第15回宇宙科学奨励賞 宇宙工学分野「ソーラー電力セイルによる深宇宙探査の軌道設計と超小型宇宙機への応用研究」宇宙科学振興会	2023年3月6日

学生

受賞対象者	所属大学院	指導教員	受賞内容	受賞年月日
中尾 圭吾	早稲田大学大学院	小林 弘明	令和3年度宇宙輸送シンポジウム 化学推進優秀学生賞「深層学習を用いた極低温二相流における計測技術の高度化に向けた実験研究」	2022年4月1日
森下 貴都	東京大学大学院 工学系研究科	西山 和孝	令和3年度 宇宙輸送シンポジウム 非科学推進優秀学生賞「レーザ誘起蛍光法による可視化マイクロ波放電式中和器の内部プラズマ及びブルーム計測」	2022年4月1日
ONG, Fei Shen	東京大学大学院 工学系研究科	佐藤 英一	軽金属学会第142回春期大会 優秀英語ポスター発表賞「Strength Optimization Strategy for Ti-6Al-4V/Si3N4 Dissimilar Joint for Development of Hybrid Spacecraft Thruster」	2022年5月
平田 佳織	東京大学大学院 理学系研究科	白井 寛裕	日本地球惑星科学連合2022年大会 学生優秀発表賞受賞「宇宙物質の組成データベースを用いたMMX MEGANEデータの多変量解析によるフォボスの起源の制約」	2022年5月
古澤 善克	横浜国立大学大学院 理工学府	野中 聡	2022 AIAA AVIATION Forum and Exposition, 2nd place in Competition Computational Fluid Dynamics (CFD) Student Paper Competition, "Roles of Multi-Dimensional Velocity Components in All-Speed Numerical Flux SLAU"	2022年6月
太田 瞭	東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻	山崎 典子	2022年度 第52回天文・天体物理若手夏の学校オーラルアワード 観測機器分科会 第3位「太陽アクション探査に向けたTESマイクロカロリメータの開発」	2022年8月
八木 雄大	東京大学大学院 理学系研究科	山崎 典子	2022年度 第52回天文・天体物理若手夏の学校オーラルアワード 銀河・銀河団分科会 第2位「X線解析で解明するスターバースト銀河M82から吹き出す高温電離ガスの銀河間空間への重元素輸送」	2022年8月
清水 里香	総合研究大学院大学 物理化学研究科	坂尾 太郎	2022年度 第52回天文・天体物理若手夏の学校オーラルアワード 太陽・恒星分科会 第2位「観測ロケット実験FOXSI-4による次世代太陽フレアX線観測」	2022年8月
鈴木 大和	東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻	久保田 孝	第12回ロボティクスシンポジウム研究奨励賞日本ロボット学会	2022年9月7日
MIYAMORI Tsuyoshi	Tokyo University of Science	山田 和彦	19th International Planetary Probe Workshop (IPPW 2022), Outstanding Student Poster Presentation, 2nd Place, "Separation Demonstration of Flexible Aeroshell in Hypersonic Flow for Drag-Modulation Aerocapture"	2022年9月22日

岸田 祐輔	法政大学大学院 理工学研究科	田中 孝治	International Space Solar Power Student Competition 2022, Results of the 2021-2022 Competition, First Runner-up, "Feasibility Study of a Large-scale WPT System Formed by a Modular Structure"	2022年9月
栗原 明稀 御堂岡 拓哉 大間々 知輝 富永 愛侑 望月 雄友 武尾 舞 宮本 明日香 松本 岳人	東京大学大学院 理学系研究科/ 総合研究大学院大学/ 東京都立大学	海老沢 研 辻本 匡弘 石田 学	OUTSTANDING CONTRIBUTION AWARD for students. For the outstanding contribution to the X-Ray Imaging and Spectroscopy Mission during the instrument-level test phase.	2022年10月27日
小松 龍世	総合研究大学院大学 宇宙科学専攻	川勝 康弘	第 66 回宇宙科学技術連合講演会 優秀発表賞「地球月三体系における周期軌道への月スイングバイを用いた軌道投入」	2022年11月2日
小松 龍世 工藤 雷己 五味 篤大 ほか	総合研究大学院大学 宇宙科学専攻, 東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻, 東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻	川勝 康弘 福田 盛介 小川 博之	第 30 回衛星設計コンテスト 文部科学大臣賞 設計大賞「水資源探査のための月周回衛星“Izumi”」	2022年11月12日
島崎 拓人	東京大学大学院 新領域創成研究科 先端エネルギー	川勝 康弘	第 65 回 自動制御連合講演会 優秀発表賞受賞者「ラグランジュ点近傍における周回軌道間遷移問題の解析的アプローチ」	2022年11月13日
青沼 祐介	東海大学大学院 工学研究機械工学専攻 (連携大学院)	水野 貴秀	International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2022 (ICSANE 2022), Winner of Encouragement Award "Application Study of Si-PM Detector to Doppler LIDAR"	2022年12月16日
二村 成彦	東京大学大学院 工学系研究科	大山 聖	進化計算コンペティション 2022 多目的部門 準トップ賞, 多目的部門 産業応用特別賞「進化計算による Wing-tip-Mounted Propeller Configuration UAV の概念設計」	2022年12月26日
高久 諒太	東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻	山崎 典子	東京大学理学系研究科研究奨励賞	2023年3月

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)			
電極及びその製造方法、並びに電池	曾根理嗣	2022年7月21日	2022-107144
電離体の捕集装置及び捕集方法	矢野 創, 曾根理嗣	2023年1月26日	2023-013862
(国外)			
電極及びその製造方法、並びに電池	曾根理嗣	2022年7月14日	WO2022/149352
メタン合成装置	曾根理嗣, MENDOZA Omar, 島明日香	2022年8月25日	US2022/0267232
燃料電池装置の制御方法	曾根理嗣	2022年12月15日	DE112020006756
燃料電池システム	曾根理嗣	2022年12月15日	DE112020006758
燃料電池装置の制御方法	曾根理嗣	2022年12月22日	DE112020006744
燃料電池装置の制御方法	曾根理嗣	2022年12月22日	DE112020006737
電離体の捕集装置及び捕集方法	矢野 創	2023年1月19日	WO2023/286861
燃料電池システム	曾根理嗣	2023年3月2日	US2023/0060926
シート状構造体、形状推定方法、及び宇宙機	森 治	2023年3月9日	US2023/0073182
燃料電池装置の制御方法	曾根理嗣	2023年3月16日	US2023/0084323
燃料電池装置の制御方法	曾根理嗣	2023年3月23日	US2023/0092461

* 同一名称の発明が複数あるが、出願内容等はそれぞれ異なるものである。

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)			
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	2022年2月3日	7018609
漏洩検査装置及び漏洩検査システム	曾根理嗣, MENDOZA Omar	2022年4月5日	7054110
固体撮像素子及びその形成方法	福田盛介, 池田博一	2022年5月24日	7078919
エアロゾル消火剤組成物	堀 恵一	2022年5月30日	7081760
多層断熱材、宇宙機、損傷診断装置、及び被検出物の検出方法	平井隆之, 矢野 創	2022年6月3日	7083481
水素及び酸素生成システム並びに水素及び酸素生成方法	曾根理嗣	2022年6月21日	7093079

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	2022年6月23日	7093934
姿勢制御装置及び宇宙機	川口淳一郎, 森 治, 中条俊大	2022年6月24日	7094529
運動エネルギー発生機構及びこれを用いた跳躍ロボット	吉川健人, 大槻真嗣, 吉光徹雄	2022年7月11日	7103625
難燃性材料	野中 聡	2022年7月25日	7111311
ラムライン制御装置と方法	森田泰弘, 伊藤琢博	2022年8月22日	7127775
展開構造体及びその展開方法	竹内伸介, 佐藤英一, 戸部裕史	2022年8月30日	7132634
半導体素子	福田盛介, 池田博一	2022年10月11日	7156612
固体撮像素子及びその形成方法	福田盛介, 池田博一	2022年10月11日	7156611
混錬方法	羽生宏人	2022年11月1日	7168951
ボルト破断式アクチュエータの制御装置、制御システム	大槻真嗣	2023年2月15日	7228183
(国外)			
アンテナ装置	齋藤宏文, Pyne Budhaditya	2022年4月19日	US11309623
水電解方法及び水電解装置	曾根理嗣, 桜井誠人, 佐藤直樹	2022年8月23日	US11421327
メタン合成装置	曾根理嗣, MENDOZA Omar, 島明日香	2022年11月8日	US11492301
宇宙塵衝突損傷モニタリング用の宇宙機構造の多層断熱材	平井隆之, 矢野 創	2022年11月8日	US11492149
シート状構造体、形状推定方法、及び宇宙機	森 治	2022年11月29日	US11512944
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	2022年8月17日	GB3282288
メタン合成装置	曾根理嗣, MENDOZA Omar, 島明日香	2022年3月22日	DE112018005397
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	2022年8月17日	DE3282288
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	2022年8月17日	FR3282288
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	2022年8月17日	EP3282288

略称

WO：PCT（Patent Cooperation Treaty） US：アメリカ合衆国 EP：ヨーロッパ特許庁 DE：ドイツ FR：フランス
GB：イギリス

[宇宙科学研究所 研究情報委員会]

委員長 齋藤 義文

委員 磯部 直樹／佐藤 毅彦／齋藤 芳隆／竹内 伸介
吉光 徹雄／藤本 正樹／加持 勇介／遠藤 敬

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所年次要覧 2022年度
2023年12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
〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1

