

4. サマリ

- 2030年をまたいだ宇宙科学ミッションロードマップ(RM)において、自在で国際競争力の高い太陽系探査工学技術ミッションを、超小型探査機技術も交えつつ推進する方策や、天文・宇宙物理学では先鋭的な科学目的につながる挑戦的な技術の開発を進めることによって国際協力で実現する大型計画につなげることなどが検討されている。また、理学工学の先端ミッションを支えつつ、次世代の宇宙輸送系の革新を目指す輸送工学ミッションの検討が進められている。
- 将来に続く宇宙科学ミッションを実現するための研究の枠組みとして、宇宙理学・工学委員会では従来より戦略的開発研究を運用しているが、資金リソース等の制約から、プロジェクトが採用を判断するために必要な開発レベルとは乖離があるケースが生じている。
- このような状況は、プロジェクト活動に新規技術の開発難航リスクを内在させる。また逆に、プロジェクトがリスクを回避し、新規技術の採用に躊躇する傾向を生み、国際競争力の低下に繋がる。
- したがって、従来の基盤費による戦略研究を継続しつつ、これとプロジェクトを繋ぐEMレベルの充実が重要であり、要素技術研究とプロジェクトの間を効果的に繋ぐ仕組み(=「技術のフロントローディング」)の整備が急務である。
- また、機器の試作だけでなく、低コスト・迅速・小規模な軌道上実証も技術のフロントローディングとしては効果的であると考えられる。

参考文献

- 宇宙科学の今後20年の構想を検討する委員会(20年委員会):2030年代以降の宇宙科学に向けた提言 - MMX/LiteBIRD/OKEANOS/SPICAのその先へ -
- 宇宙科学研究所:宇宙科学の次期中長期計画をめぐる戦略的シナリオ
- 宇宙科学研究所:コミュニティからの目標・戦略・工程表から、宇宙科学の実行戦略へ
- 日本航空宇宙学会:JSASS宇宙ビジョン2050(制定中)

以下を目的とし制定した『宇宙科学の次期中長期計画をめぐる戦略的シナリオ』の概要を以降に記す。

- ・関係者や国民が、日本の宇宙科学の将来についての描像を共有することを可能とし、コミュニティからの提案を魅力ある具体的なミッションとして工程表につなげる。
- ・一定の予見性を確保しつつ、そこからフローダウンされる一連の技術開発を長期的・戦略的に行う。
- ・機構としての戦略的シナリオの提示により、外国機関とのプロジェクト立ち上げ時の連携協議を可能とする。



公募型小型計画・宇宙科学ミッション提案

- 2018年1月29日締切りで提案を募集し、下表の6件を受理
- 理工学委員会にて、これら提案の評価を実施中

No	種別	提案名	PI機関
1	工	分散超小型プローブ展開踏査 (SPUR)	東京大学
2	理	高感度EUV/UV分光望遠鏡 (Solar-C_EUVST)	国立天文台
3	理	ペネトレータ計画 (APPROACH)	JAXA/ISAS
4	理	磁気リコネクション・粒子加速ミッション (PhoENiX)	国立天文台
5	理	全大気圏衛星観測-超伝導 サブミリ波リム放射サウンダ (SMILES-2)	京都大学
6	理	ガンマ線バーストを用いた初期宇宙 ・極限時空探査計画 (HiZ-GUNDAM)	金沢大学

なお、小型赤外線位置天文衛星 (JASMINE) は前回公募にて理工委員会より推薦され、国際科学審査を実施中。

ミッションコンセプトの創出について

- 宇宙理学委員会では、「ミッション探求段階」における「アイデア創出プロセス」として、ミッション提案を目指すワーキンググループ活動、さらに萌芽的な検討と関連研究者間のコンセンサスを確立するためのリサーチグループ活動を行い、新たなミッションコンセプトの創出・検討をすすめている。
(これらのグループの活動は3年を目安に改廃・継続の是非を評価している)
- 戦略的中型計画の提案を目指す理学委員会ワーキンググループ
 - ・ 次期太陽観測衛星計画 SOLAR-C WG
(優先的科学目的については小型計画として17年度公募に提案され推薦)
- 公募型小型計画の提案を目指す理学委員会ワーキンググループ
 - ・ ガンマ線バーストを用いた初期宇宙極限時空探査計画
HiZ-GUNDAM WG (17年度公募型小型推薦)
 - ・ 磁気リコネクション・粒子加速 PHeNiX WG
 - ・ 広帯域X線高感度撮像分光衛星 FORCE WG
 - ・ 衛星搭載 超伝導サブミリ波リム放射サウンダ SMILES-2 WG
 - ・ 編隊飛行による地球電磁気圏・熱圏探査衛星計画 FACTORS WG

ミッションコンセプトの創出について（続き）

- 小規模プロジェクト WG（戦略的海外協同計画）
 - ATHENA（ESAX線天文衛星）WG ISAS所内準備チームへの移行を検討中
 - WFIRST（NASA宇宙望遠鏡）WG ISAS所内検討チームへ移行
 - LISA（ESA重力波観測衛星）WG（WG申請審査中）
- 小規模プロジェクト WG（小規模計画）
 - 系外惑星紫外分光 WG
 - ISS搭載用ガンマ線バースト偏光度検出器LEAP WG
 - FUJIN（気球搭載望遠鏡による惑星大気・プラズマ研究）WG
 - K-EUSO(JEM曝露部搭載機器、国際ミッション対応) WG
- 装置開発 WG
 - 生命探査顕微鏡（LDM）WG
- リサーチグループには現在以下のものがある
 - 国際超大型観測衛星計画の検討 RG、月火星の地下空洞直接探査 RG、
 - 着陸機による火星環境探査 RG、電離圏・磁気圏探査衛星検討 RG、
 - X線ガンマ線偏光観測 RG

太陽系探査技術

実行中の探査戦略

より遠くへ

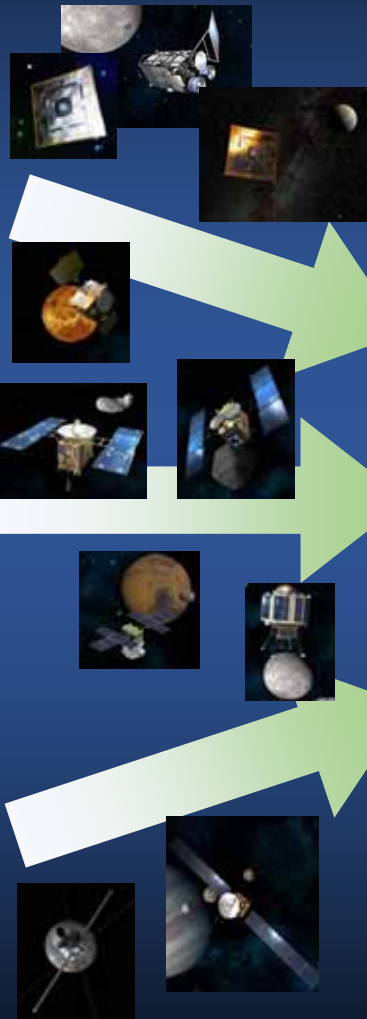
火星圏より遠くの天体に航行する技術を磨く。

より自在に

サンプルリターン技術に代表される、独自性が高い多様な探査手段を磨く。

太陽・惑星圏 国際協調探査

国際的に競争力ある小型・高機能の衛星システム・搭載観測機器の技術を磨く



新たな探査技術の獲得

サンプルリターン技術の牽引・進展

・収量の拡大、未踏天体着陸技術の高度化

重力天体・大気天体への着陸技術

・大気突入技術、重力天体軟着陸技術

軌道間輸送技術との融合

・軌道上結合、補給による格段に自在性の高い探査の実現

超小型衛星・編隊飛行

・小型・多数機による新たな探査形態の獲得
・超小型化による探査自在性の獲得。

新たな観測技術

・生命活動兆候検出、オンボード化学分析、非破壊採集、リモセン技術全般

20年後の目標

小天体（小惑星・彗星）科学の牽引

・科学のみならず、惑星防御、惑星資源の観点で、世界を牽引し先鞭をつけるミッションの創出。

火星、木星や土星の衛星へのアクセス、海洋天体探査

・天体の地表、地中、海中へのアクセスによる新たな科学の創出。

火星・月サンプルリターンへ

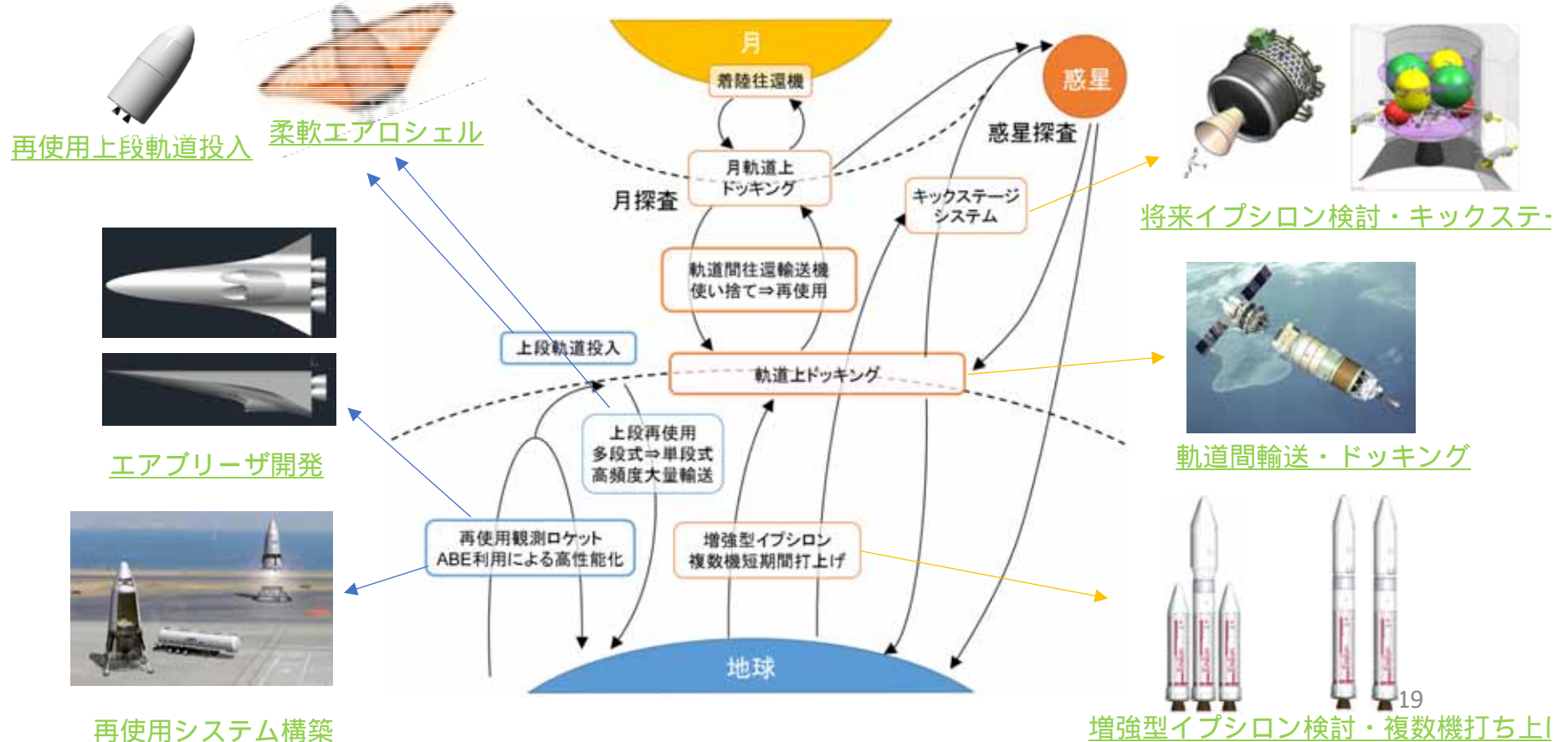
・地球と惑星間を往来する究極の科学探査、深宇宙経済活動、有人探査へと繋げる。

宇宙輸送技術

多様な宇宙科学の世界をカバーする軌道間輸送ネットワークの構築

- 宇宙輸送系技術を革新することで多様な宇宙科学の世界をカバーする軌道間輸送ネットワークを実現する。
- 【重要技術1】 H-IIIロケットならびに次世代イプシロンとキックステージとの組み合わせで多様な太陽系探査を実現
 - 【重要技術2】 再使用ロケット実験機による実証を経て観測ロケットとしての再使用型運用システムを開発
 - 【重要技術3】 エアブリーザとの組み合わせによる高性能化で上段の軌道投入から探査への応用を推進
 - 【重要技術4】 地球近傍ならびに太陽系内各天体における軌道間輸送を実現

- 目標1：二段式の完全再使用型宇宙往還機を実用化し、現在の航空機並に安全かつ効率的な運用の確立
目標2：低軌道への輸送コストを現在よりも2桁下げつつ宇宙輸送の究極のゴールである単段式の宇宙往還機SSTOの実現
最終ゴール：輸送系の革新により宇宙科学の多様性を一気に高め、新しい宇宙科学を生み出す。



超小型探査機技術

東京大学等とISASが連携し、地球周回の超小型衛星経験を発展させる形で、[世界に先駆けて超小型衛星の活動領域を地球近傍から深宇宙空間へ拡大](#)してきている。

(右図：50kg級PROCYONと10kg級のEQUULEUS)

意義

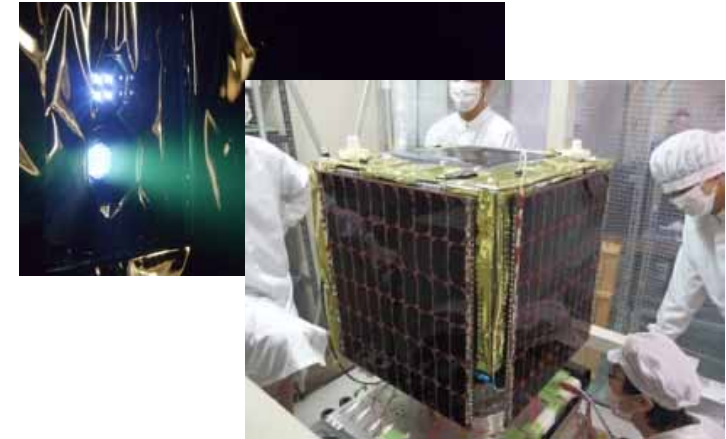
- ✓ タイムリーで高頻度なサイエンス成果創出
 - 小型・戦略的中型でカバーできない萌芽的で多様なミッションを実施。20年後の新しい技術とサイエンスの芽だし
- ✓ コミュニティの裾野を広げるツール・プラットフォーム
 - 機器の迅速な宇宙実証機会，人材の持続的な育成
- ✓ 太陽系探査に新たな軸の価値を創出
 - ✓ 遠方未踏領域探査，多数機による同時多点探査，超小型機提供による海外大型外惑星ミッションへの参画

技術開発の方向性

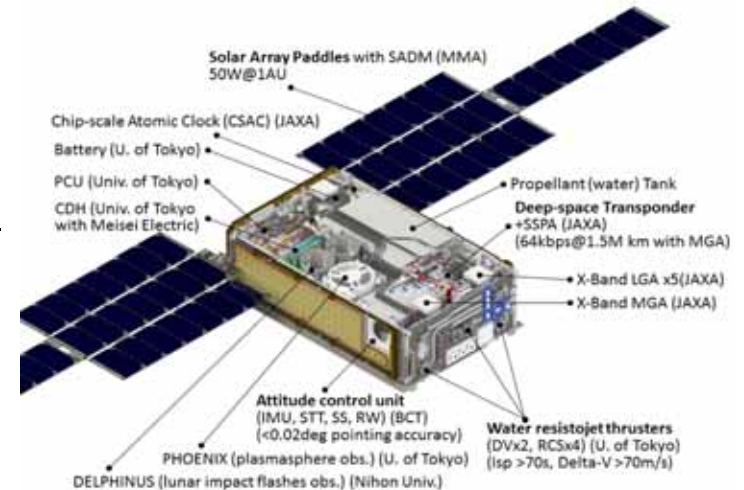
- ✓ 圧倒的に市場の大きい民間・地球周回ミッションと相補的に推進
- ✓ 探査特有の技術開発を重点的に研究・早期の実証
 - 超小型キックモータ等の推進系技術，遠方領域での電源・通信（光通信含む）技術，省電力技術，自動化自律化技術，観測機器の超小型化など

推進にあたっての課題

- ✓ 国や宇宙機関によるリード・コミュニティの支援（長期ビジョン・研究開発の方向性の共有，資金面・技術面の支援，etc）
- ✓ 超小型衛星の良さ（低コスト・短期開発）をもたらしている「文化」を生かした推進（信頼性・リスクに対する考え方や開発のスタイル等）



世界初の50kg級深宇宙探査機PROCYON

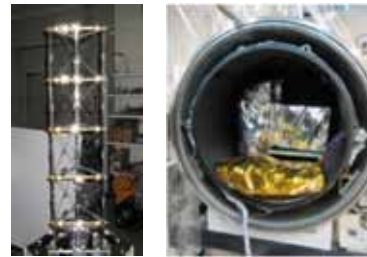


EQUULEUSでさらなる超小型化を狙う
深宇宙CubeSatバスの構成
(20x30x10cm, 10kg)

観測衛星を革新する技術

新たな観測手法を拓く 先進工学技術

干渉計による天文観測、及び宇宙プラズマ分野の多地点その場同時観測を可能にする**フォーメーションフライト**技術や、ポインティング精度を向上する**超低擾乱姿勢制御技術**、など

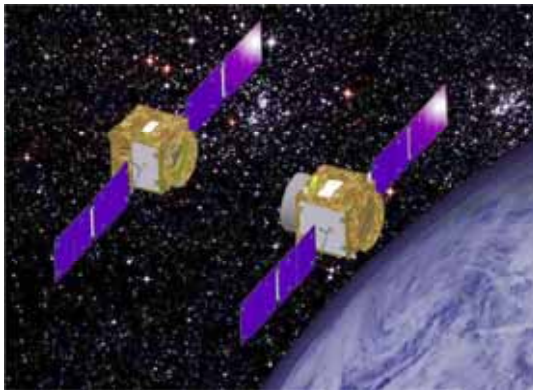


ミッションの質を 高める基盤工学技術

- ミッション系の搭載質量比を高めるためのバス / 共通機器の**小型軽量化**
- 観測データ伝送量を向上するための**大容量通信技術**

多彩なミッション機器を 支えるサブシステム技術

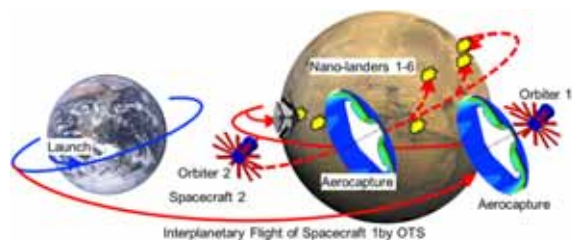
- 大規模伸展トラスや大型展開アンテナのための**大型構造・材料技術**
- アクティブかつフレキシブルな**熱制御・熱輸送技術**



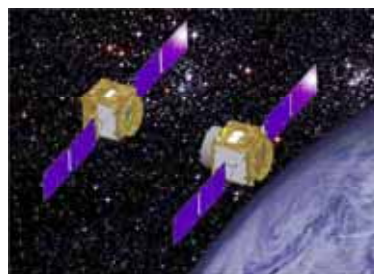
工学委員会下のワーキング/リサーチグループ

工学委員会の下に、宇宙工学ミッションを創出するワーキンググループと、将来を支える各技術分野の研究の実施部隊としてのリサーチグループを組織。

ワーキンググループ



柔軟エアロシェル超小型プロブの分散ネットワーク型惑星探査



フォーメーションフライト



デトネーションキックモータ観測ロケット軌道投入実証

リサーチグループ

- 再使用高頻度宇宙輸送システムの研究
- 先進的固体ロケットシステム技術実証
- 月惑星表面探査ローバーの研究
- 次世代ハードラングの研究開発
- 火星探査航空機
- 革新的な衛星バス技術の研究
- 高性能科学観測にむけた高精度構造・材料の研究開発
- 革新的熱制御システムの研究、など

