

資料51-2

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
(第51回) 2019. 9. 26

宇宙航空科学技術推進委託費

これまでの成果と今後の取組



文部科学省

MEXT

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

事業概要・目的

○宇宙航空分野の裾野拡大や宇宙利用産業の発展等を目的として次の取組を実施します。

- ・ 将来の宇宙航空分野の発展を支える人材育成を推進し、宇宙航空分野における人的基盤強化を図ります。
- ・ 衛星データ等を活用し、宇宙科学技術と異分野シーズとの融合による新たな研究開発により、様々な分野で新たなソリューションを提供する技術開発を目指します。
- ・ 地球低軌道の超小型衛星開発等で培われた大学・民間企業等の技術を活用し、月以遠での持続的な探査活動の実現に向けた基盤技術の開発を新たに目指します。
- ・ 大学や研究機関を中心とし、産業界とも連携した研究拠点を形成し、宇宙利用産業の発展や新産業創出、ベンチャー企業創出につながる有機的なサイクルの自律的な確立を目指します。

期待される効果

- ・ 将来の宇宙航空分野を支える人的基盤の強化。
- ・ 防災、農業、地理空間をはじめ様々な分野における宇宙航空科学技術の利用の拡大・促進等への貢献。
- ・ 持続的な探査活動の実現への貢献。
- ・ 宇宙利用産業の発展や新産業創出、ベンチャー企業創出促進への貢献。

事業イメージ・具体例

○事業内容

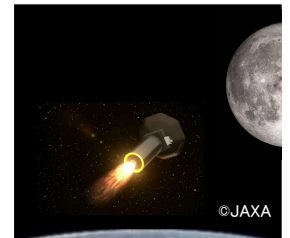
(具体例) 超小型衛星開発を通じた 高専ネットワーク型宇宙人材育成

- ・ 全国各地に工学教育拠点を有する国立高等専門学校の特徴を活かし、次世代の宇宙人材教育システムを整備し、自ら人工衛星開発を行える人材の輩出を目指します。



(具体例) 超小型衛星による月探査に必要な 基盤技術の開発

- ・ 超小型衛星 (CubeSat・MicroSat) 程度の大きさの探査機に搭載可能な基盤技術 (通信系、推進系等) の開発を目指します。



(具体例) 社会サービスデザインに基づく持続的な 宇宙利用連携研究教育拠点の構築

- ・ 宇宙インフラを起点にデータサイエンス等の他分野の技術を活用することで、社会課題の解決に応える革新的な産業・社会サービスを実現します。



宇宙航空科学技術推進委託費の主な成果事例集①（宇宙人材育成）

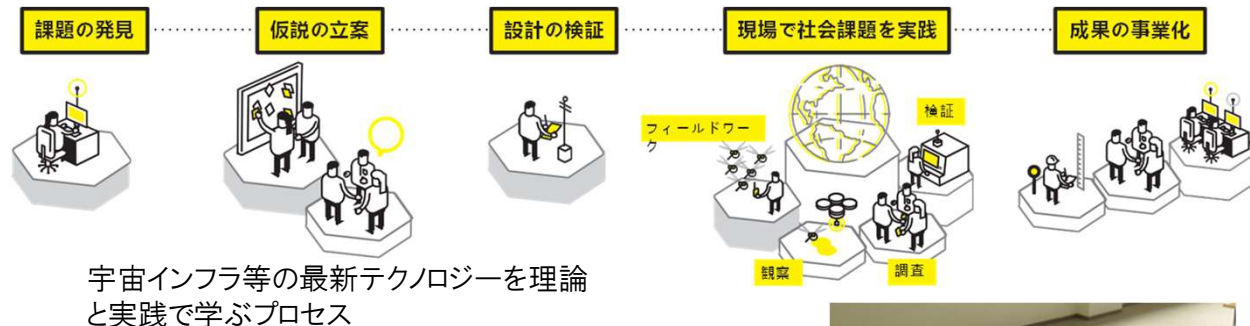
グローバルな学び・成長を実現する社会課題解決型宇宙人材育成プログラム

実施機関：慶應義塾大学 実施期間：平成27年度～平成29年度

社会調査の手法と先端テクノロジーを理論と実践で学ぶプログラムを推進し、宇宙インフラを活用し、アジアを中心とした各国における社会課題（自然災害、交通、農業等）の解決に取り組むことを通して、学生の気づきや経験を重視し、学生が自ら学び教え合う課題解決型の人材育成を実施。

<主な成果>

- ❑ アジアを中心とした海外の複数の大学と連携した集中講義やサマースクール等を活用した、学生による課題解決型学習のプロセスや仕組みを開発。
- ❑ 日本を中心に17か国200名以上の人材を輩出し、各国における社会課題解決のための10以上のプロジェクトを実施。
- ❑ さらに、上記のプロジェクトから、世界銀行等の支援を受けて、国内外において4件の事業化が進んだ。



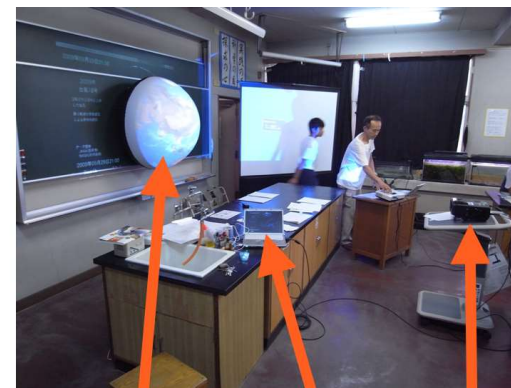
立体表示システムを用いた宇宙地球教育プログラムの実施

実施機関：京都大学 実施期間：平成25年度～平成27年度

将来の宇宙地球科学に携わる人材を幅広く育成することを目的として、取り扱いが簡易な立体表示装置及び表示コンテンツを用いて、主に若年層や一般を対象に学校及び科学館等の場において宇宙地球教育プログラムを実施。

<主な成果>

- ❑ 学校及び科学館等における取り扱いが簡易な卓上型システム、球形スクリーン等の立体表示システムを開発するとともに、宇宙からの地球観測データ、月・惑星データ、天文データ等を用いた立体表示コンテンツ（約80コンテンツ）を開発。
- ❑ 立体表示システムとコンテンツを用いた宇宙地球教育プログラム（約10プログラム）、教員研修プログラムを開発。



半球スクリーン（風船式）

パソコン

PCプロジェクター

教室での球形立体表示システムの利用の様子

開発された簡易卓上型システム



開発された簡易型球形スクリーン



宇宙航空科学技術推進委託費の主な成果事例集②(衛星利用技術(健康、農業))

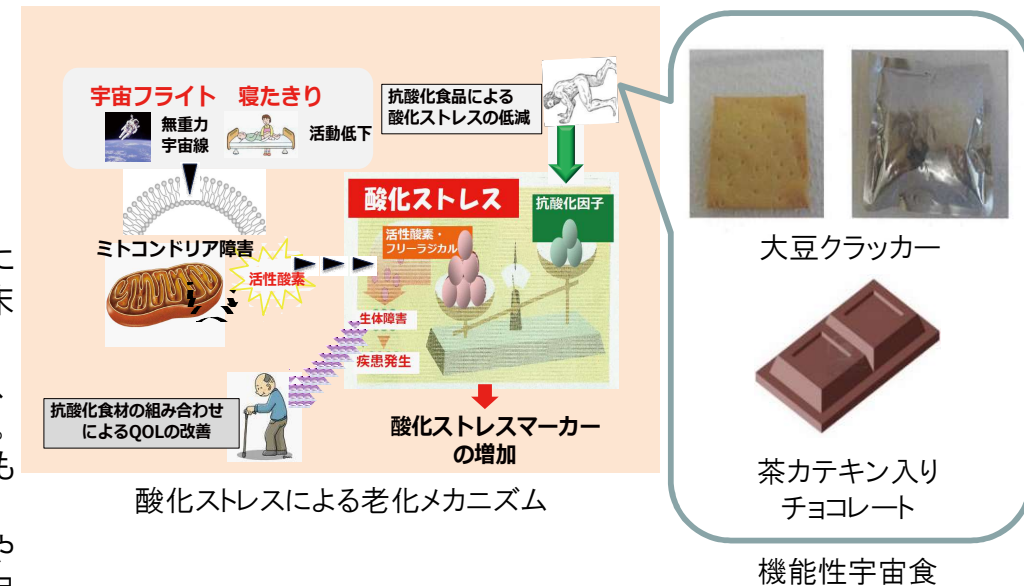
長期滞在を可能にする機能性宇宙食の開発

実施機関: 徳島大学 実施期間: 平成25年度～平成27年度

宇宙飛行士が安全かつ長期に宇宙に滞在できるよう、機能性宇宙食を開発するとともに、宇宙飛行士の味覚の変化を科学的に解析。

<主な成果>

- ISS実験で得たサンプルを用いて解明した無重力による筋萎縮のメカニズムに基づいた大豆イソフラボンや茶カテキンなどの食材の機能性を同定し、臨床実験を通じてヒトで確認し、メカニズムを解析。
- 民間企業(大塚製薬、雪印メグミルク等)と共同して、上記の食材を用いた、骨や筋肉の萎縮、抗酸化に有効な機能性宇宙食(大豆クラッカー等)を開発。
- 宇宙に行くと塩分摂取が増大し高血圧になる可能性が高まるが、宇宙食にも利用可能な減塩効果がある新たな塩味増強物質を確認。
- こうした成果により、無重力だけでなく、寝たきりや加齢による筋萎縮の予防や治療にまで波及効果が広がる可能性が評価され、平成30年に宇宙開発利用大賞を受賞。



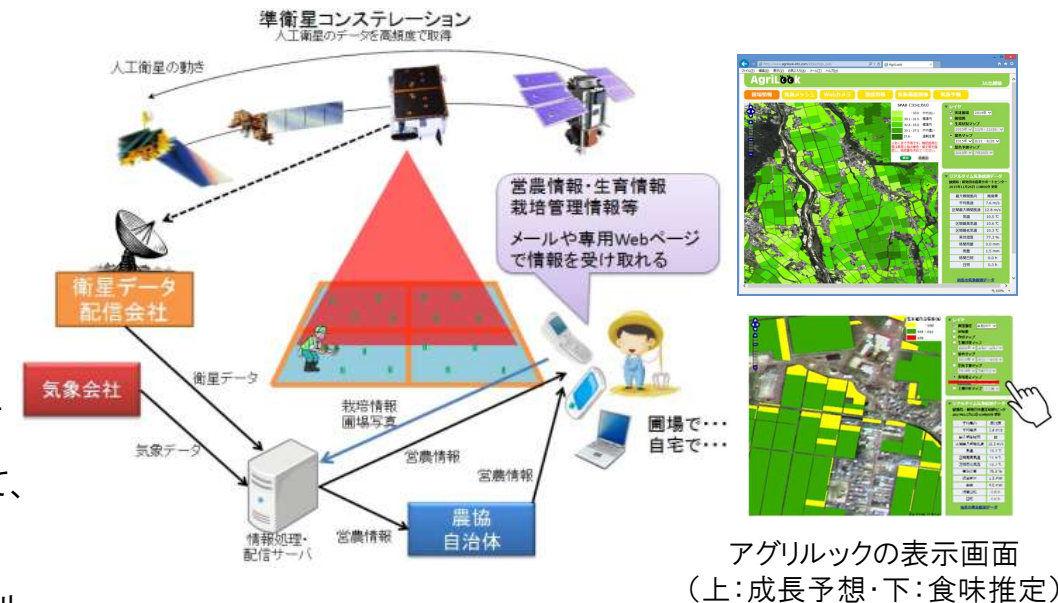
圃場情報提供システムの開発

実施機関: 株式会社ビジョンテック 実施期間: 平成24年度～平成26年度

複数の観測衛星から得られるデータ等を利用して、水稻の生育状況や気象情報等の配信・データベース化を行い、圃場管理を支援。

<主な成果>

- 複数観測衛星から得られるデータ等を組み合わせ利用することで、自動的にサーバに蓄積し、Webブラウザにてリアルタイム閲覧できるシステムを構築。
- 水稻の生育状況をデータベース化し、生育予測マップを生成することによって、収穫時期の最適化が可能。
- 開発したシステムを、「AgriLook」として商標登録。
- 北越後地域を対象としてJA北越後、JAみなみ魚沼、愛知経済連、内モンゴル農牧科学院にシステム導入済。



宇宙航空科学技術推進委託費の主な成果事例集③(衛星利用技術(防災))

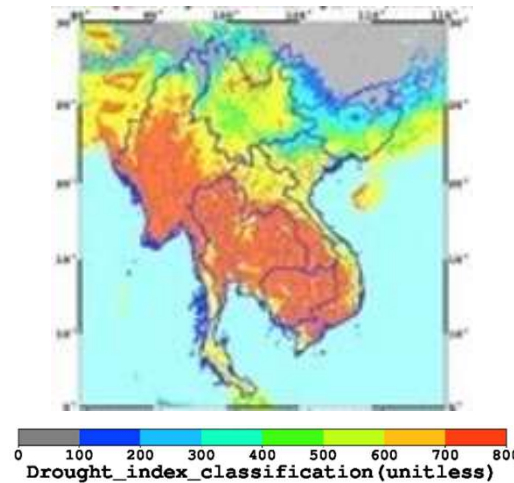
気象衛星ひまわりを活用したアジア太平洋地域の林野火災準実時間観測

実施機関: 東京大学 実施期間: 平成27年度～平成29年度

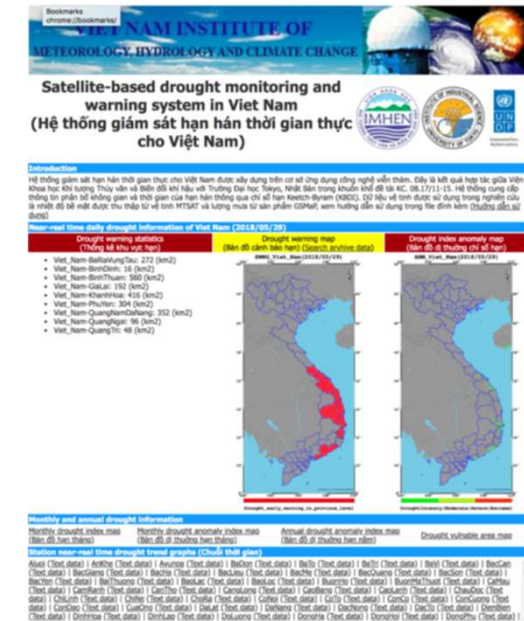
可視・近赤外・短波長赤外・熱赤外の広範な観測バンドを持つひまわり8号のデータ活用のための基盤技術のアルゴリズム開発と実装を通じて、アジア太平洋地域の林野火災を準リアルタイムで観測する技術確立。

＜主な成果＞

- ひまわり8号のデータ活用のための基盤技術のアルゴリズム、ソフトウェアを開発し、それらをもとにデータベースを構築。
- タイ、ベトナムにおいて、干ばつ、林野火災情報を提供するWebサイトが開設(準リアルタイムで毎日更新)されるなど、環太平洋地域で大学、研究機関、宇宙機関、農林業政府機関における活用が進んだ。



ひまわりから作成された乾燥指数の時系列変動



ベトナム国・気象水文環境研究所 (IMHEN)

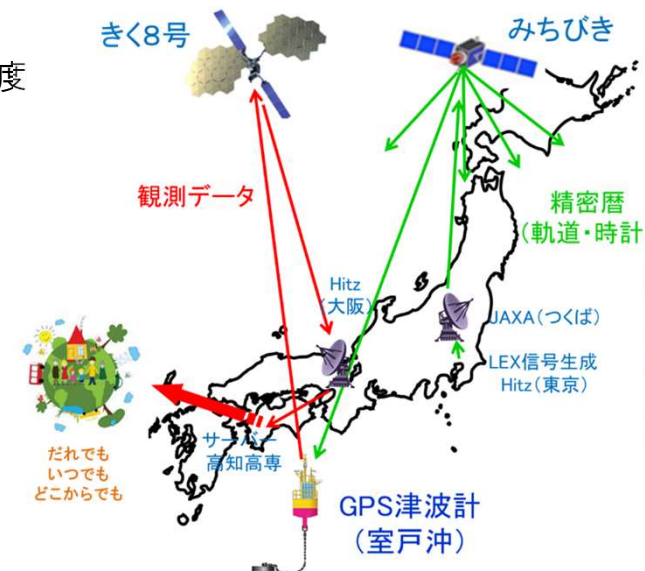
GPS津波計による早期津波警戒システム

実施機関: 高知工業高等専門学校 実施期間: 平成25年度～平成26年度

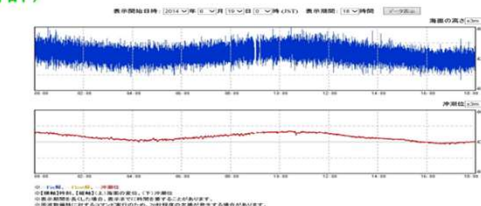
「みちびき」と「きく8号」を活用したGPS津波計により、洋上の海面変化のリアルタイムデータを常時継続的に測定できるシステムを開発。

＜主な成果＞

- 「みちびき」を用いてGPS津波計ブイ上の精密測位を実施し、海面変動を含む精密測位データを「きく8号」を活用して観測できるシステムを開発。
- 同システムは、GPS津波計の沖合展開の距離に制限されることのない単独精密測位やリアルタイムデータの常時継続的な伝送などが可能。



測定結果(上:海面変化・下:津波波形)

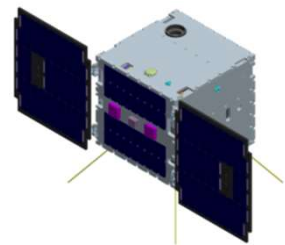


宇宙航空科学技術推進委託費の主な成果事例集④（拠点形成）

超小型衛星開発を中核とした理工学研究拠点

実施機関：金沢大学 実施期間：平成27年度～平成29年度

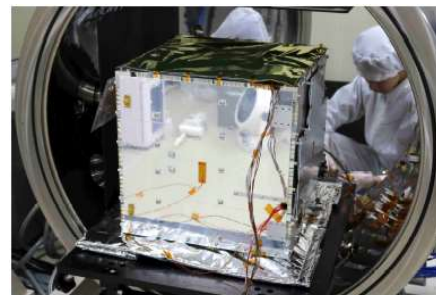
金沢大学
超小型衛星



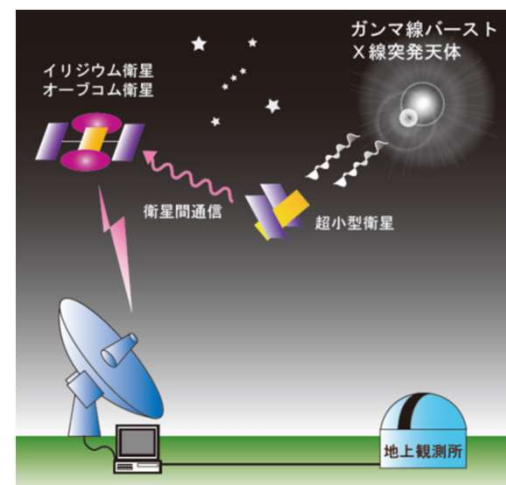
金沢大学を中核とし、超小型衛星を用いたX線観測を主軸とした研究拠点を形成。具体的には、重力波観測と同期したX線突発天体の観測に向けた取組を進める中で、学術的な成果創出のみならず、人材育成や地元企業の育成に寄与。

<主な成果>

- ❑ 超小型衛星開発をはじめとした宇宙理工学研究を重点的に推進する研究教育体制を構築。（2018年4月金沢大学大学院 宇宙理工学コース設置）
- ❑ これまで宇宙産業に関わっていなかった企業が新規参入。拠点における活動を通し、企業育成にも貢献。



熱真空試験の様子



【開発イメージ】

超小型衛星で検出した突発天体の情報をリアルタイムで商用衛星へ転送し、地上観測者に通報。

超小型衛星試験拠点を核とした革新的宇宙技術の信頼性向上とグローバルニーズに応える宇宙利用と人材育成のための国際ネットワークの形成

実施機関：九州工業大学 実施期間：平成26年度～平成28年度

九州工業大学を中核とし、ワンストップの超小型衛星試験拠点「超小型衛星試験センター」の運営を通じた国内外の超小型衛星の信頼性の向上や、グローバルなニーズに応える超小型衛星の宇宙利用とそのための人材育成に貢献できる若手研究者の国際的ネットワークの形成を推進。

<主な成果>

- ❑ 国内外の大学、研究機関、民間企業が開発する超小型衛星18基の試験を同試験センターにおいて実施。
- ❑ 国内初の宇宙システム工学科の設立(2018年4月)に貢献。
- ❑ こうした成果により、2018年までの間で、九州工業大学は、大学等により開発された衛星(600kg級以下)の数で世界第1位。



熱真空試験装置



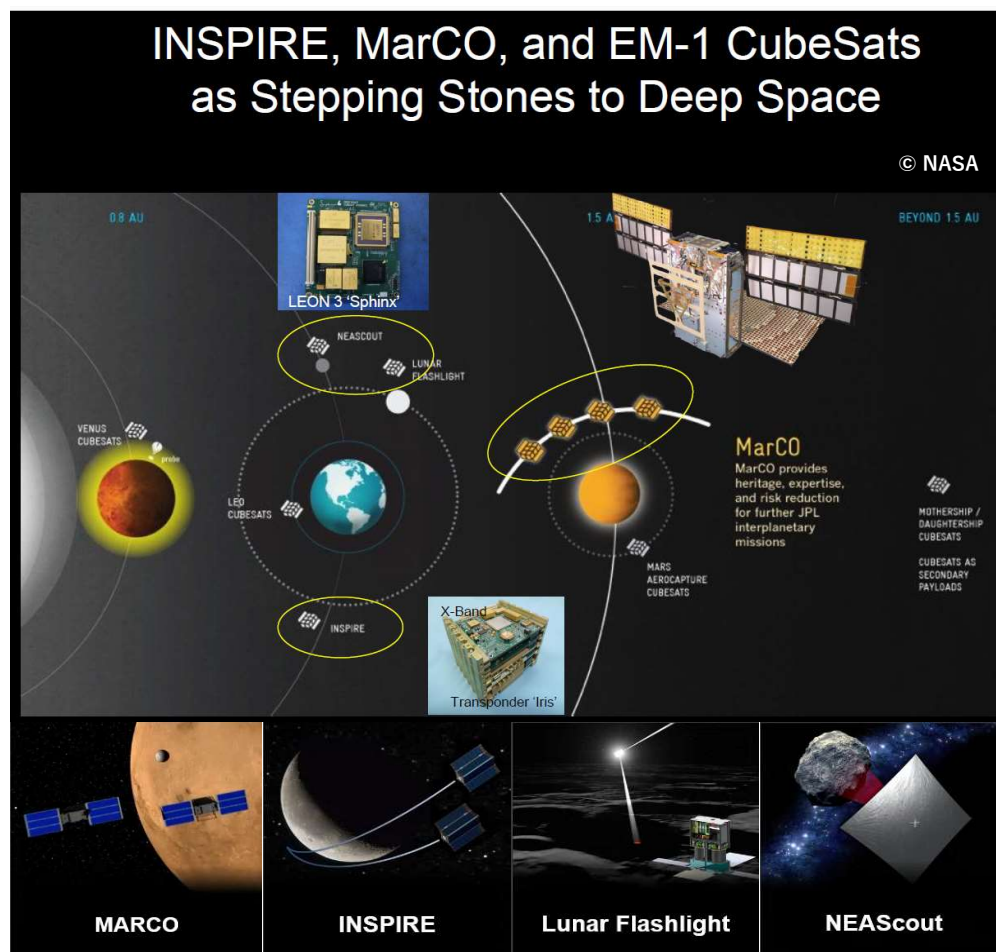
振動試験装置

完成したCubesat
と開発メンバー

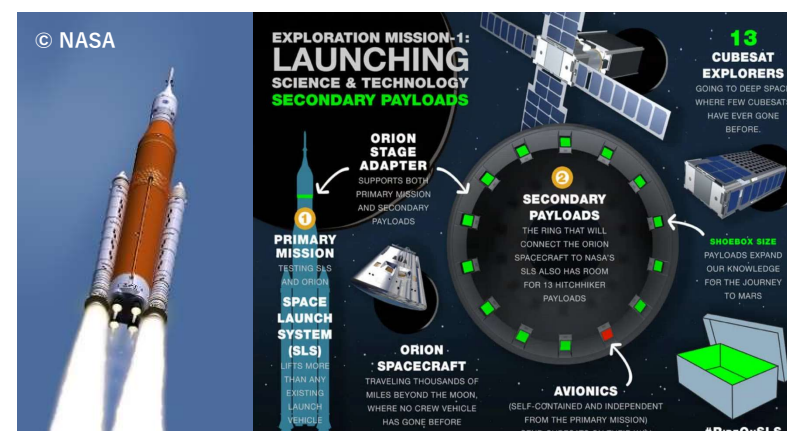


深宇宙探査に向けた超小型探査機プログラム(NASA)

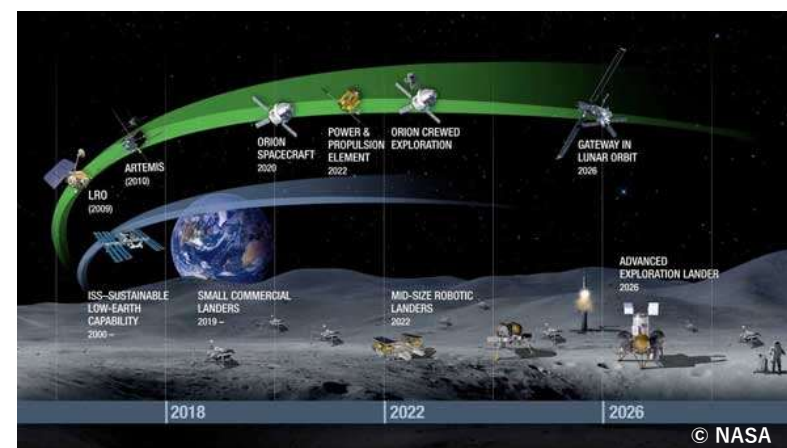
- 惑星探査の先導的主体として、NASA/JPLが深宇宙探査に向けた超小型探査機の技術開発を牽引。JPLでは、超小型衛星を用いた世界初の惑星探査技術実証ミッション(MARCO)を実施、更に3つを計画中。
- JPLの惑星探査ミッション以外にも、他のNASAセンターや大学・民間・国際パートナーも含め、計13の超小型探査機がSLS/Artemis 1相乗りペイロードとして2020年に打上予定。
- 加えて、NASAは月商業輸送サービス(CLPS)で搭載する小型ペイロードを募集し、NASA内外からの提案ペイロードを選定済。2019年5月、NASAは初回ミッションを担当する業者を選定済。



- ◆ JPLが主導する超小型探査機惑星探査ミッション
MARCO(JPL) [火星]、INSPIRE (JPL) [月]、
Lunar Flashlight (JPL/MSFC) [月]、NEAScout (MSFC/JPL) [小惑星]



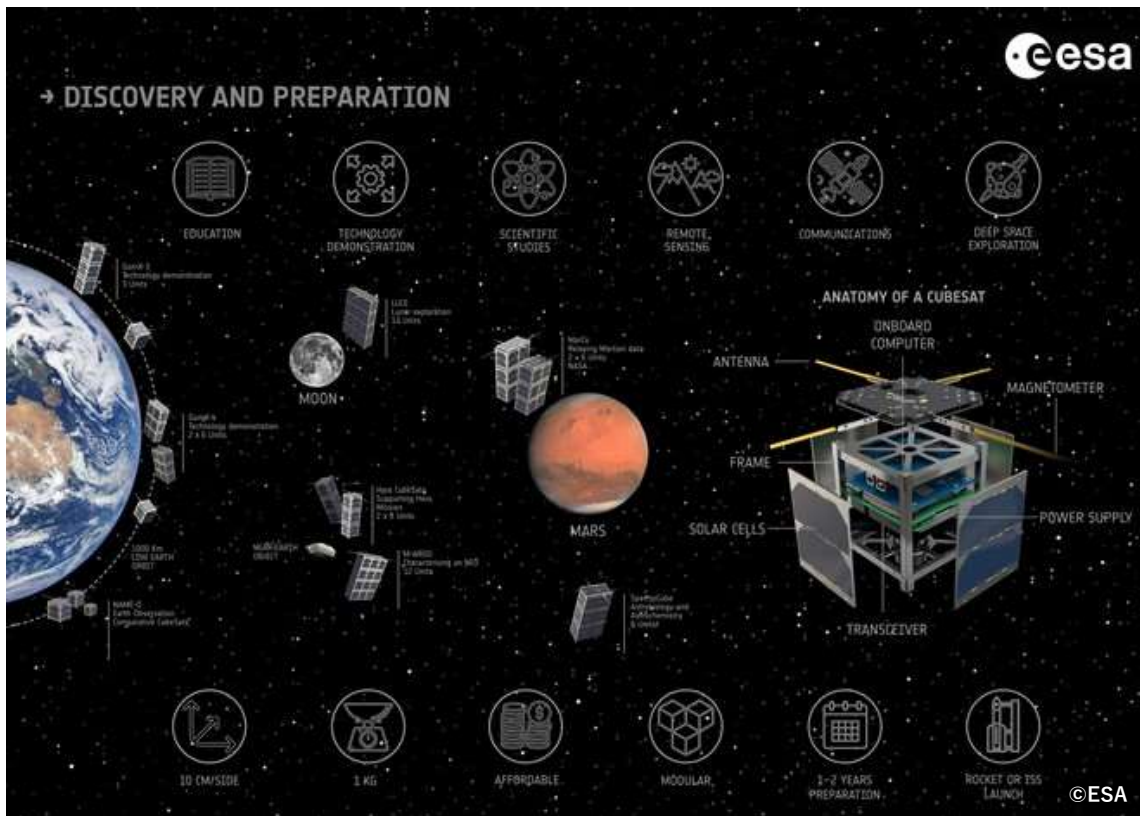
◆ SLS Artemis 1(旧 EM-1)相乗りミッション



- ◆ NASAの月商業輸送サービス(CLPS)
入札資格業者として9社選定済
ファーストオーダを2019年5月決定

深宇宙探査に向けた超小型探査機プログラム(ESA)

- 2013年からESAでは、General Support Technology Programme (GSTP)の軌道上実証(IOD)の一環で多くの超小型衛星ミッションを計画、実施中(主たる対象は地球低軌道)。
- 上記に加え、[Discovery and Preparation活動](#)の一環において深宇宙探査に向けた[超小型探査機のミッション検討](#)(SysNOVA)等を実施中。小惑星探査機Heraへの相乗りや、地球接近物体(NEO)観測、月探査、アストロバイオロジー研究など複数の超小型探査機ミッション検討を実施中。



◆ ESA Discovery and Preparation活動におけるミッション検討

Hera相乗りCubesats [\[小惑星\]](#)、M-ARGO [\[小惑星\]](#)、
SpectroCube [\[アストロバイオロジー\]](#)、LUCIE [\[月\]](#)



◆ Hera相乗りミッション検討

2024年打上予定の小惑星探査機Heraから
3U Cubesatを2機放出



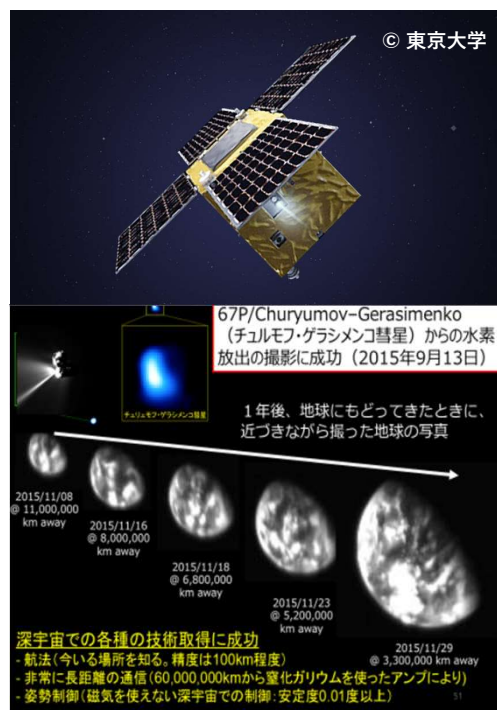
◆ LUnar Cubesats for Exploration (LUCIE) 検討

ESA月探査プログラムを支援する
超小型探査機ミッションの検討

我が国の深宇宙探査に向けた超小型探査機への取組状況

世界初の深宇宙探査超小型衛星 "PROCYON"(2014年)

- ◆ 世界最小(当時)の本格的な深宇宙探査機。
- ◆ 東大・ISASが協力、2014年12月はやぶさ2相乗りで打ち上げ。(はやぶさ2と比較して、質量・体積1/10、開発期間1/3.5)
- ◆ 深宇宙での各種技術取得(航法、長距離通信、姿勢制御)に向け技術実証を実施。
- ◆ 科学的にも彗星からの水素放出の撮影に成功。



PROCYON(50kg級)

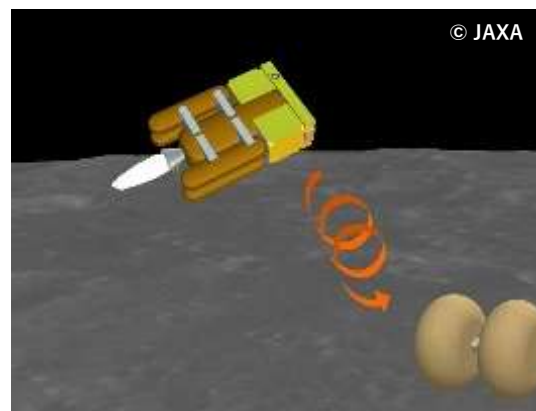
2020年打ち上げ予定のSLS初便相乗り国際枠(3枠)に、"OMOTENASHI"、"EQUULEUS"選定。

[OMOTENASHI] (JAXA/ISAS、東大)

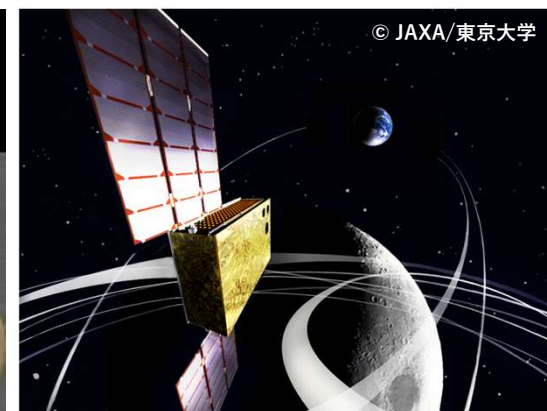
- ◆ 月面広域探査を低コストで実現するため、超小型・低コストの探査機を月面にセミハード着陸させる技術を開発・実証。
- ◆ 簡易計測装置により、月周辺環境の放射線計測を実施。

[EQUULEUS] (JAXA/ISAS、東大)

- ◆ 地球・月系のラグランジュ点への航行を通じて、将来の深宇宙探査に必要な月スイングバイ、太陽潮汐力等を利用した起動操作技術を実証。
- ◆ 月距離からの地球磁気圏プラズマの撮像により、地球周辺の放射線環境を研究。搭載したカメラにより月裏面衝突発光現象の観測も実施。



OMOTENASHI(6U)



EQUULEUS(6U)

宇宙探査基盤技術高度化プログラム（宇宙航空科学技術推進委託費において実施）

月及び月以遠での持続的な探査活動の実現に向けた大学等における超小型探査機の基盤技術の開発を加速することで、国際競争力の強化及び宇宙分野の裾野拡大を図る。

背景・課題

- ISS参加国・中・印等が月探査を計画し、米国は月周回有人拠点(Gateway)構想を示すなど、**各国で月をはじめとする宇宙探査の取組が急速に進展。**
- **月探査(月周回軌道投入や月面着陸探査)を迅速かつ持続的に進める上で、地球・月間通信、月面土壤走破、厳しい放射線環境への対応等の基盤技術の開発が急務。**
- 本分野での高い国際競争力の確保には、オールジャパンの技術を結集する必要があるところ、地球低軌道における超小型衛星開発等で培われた、専門性・卓越性を有する**大学等の技術の活用**や、挑戦的な科学探査を志向する**国立研究開発法人と大学等の連携による研究環境・人材育成の維持・強化**が課題。
- 月以遠を目指す**超小型探査機**の開発は**米国・欧州等においても進められており、Gateway構築後は更に本格化する見通し。**

【事業の目的・目標】

地球低軌道の超小型衛星開発等で培われた**大学等の技術を活用し**、月探査に必要な超小型探査機等の基盤技術(システムバス・推進系技術、月探査機・地球間通信技術等)の開発、コミュニティ間での共有・利用を促進する。

