

打ち上げ間近の深宇宙探査機 “EQUULEUS”

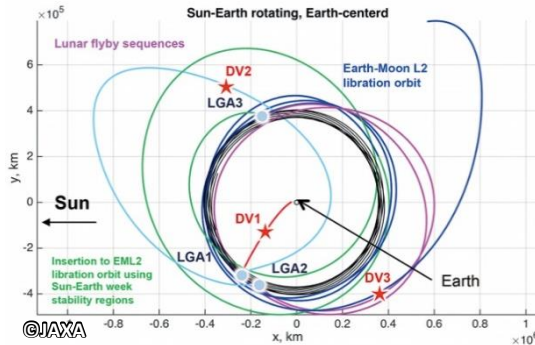
NASA = アメリカ航空宇宙局は、国際的な月探査計画「アルテミス計画」で、アポロ計画以来となる宇宙飛行士による月の探査を目指しています。その第一回の試験（アルテミス1）として複数の超小型宇宙探査機が打ち上げられます。こうま座を意味するEQUULEUSはその中の一機で、JAXAや東京大学を中心として作られた日本の宇宙探査機です。



ミッションと複雑な軌道

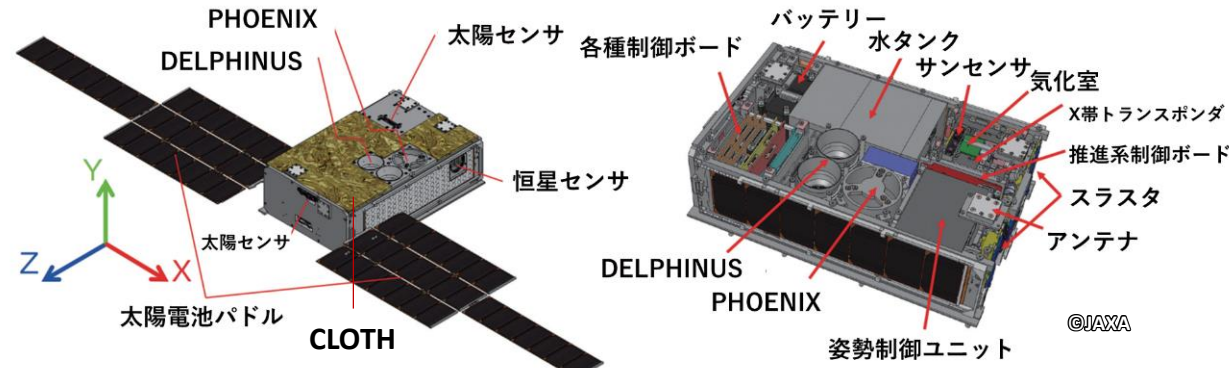
EQUULEUSのメインミッションは、太陽—地球—月圏における軌道制御技術の実証です。このサイズの宇宙機で地球周回軌道より奥の深宇宙へ航行した例はほとんどありません。EQUULEUSは、右下に示すような軌道で、太陽や月の重力を利用することにより、地球—月系のラグランジュ点（地球から見て月の裏側のL2点。以下、EML2）へ効率的に航行することを目指しています。

ロケットから分離され月フライバイ軌道へ投入されたあと、小さな速度変化（低 ΔV ）により約1週間後の月フライバイ時の近月点を調整し、フライバイ後に月に再会合できる軌道へ遷移します。その後約6か月をかけ、複数回の月スイングバイ（月の重力を使った軌道変更）を経由してEML2周りの周期軌道へ到達し、後述する各種科学観測を実施する計画です。

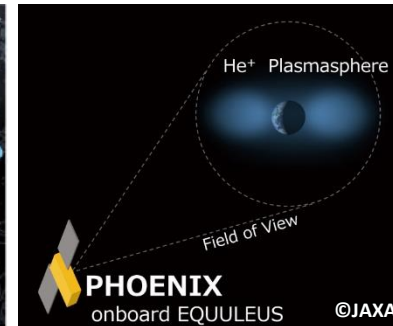
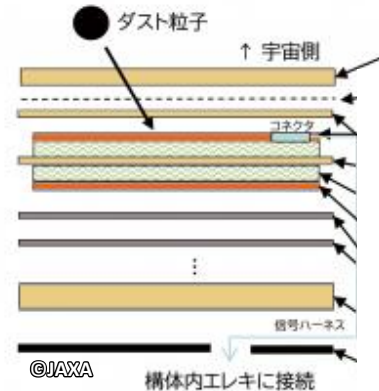


「超小型」宇宙機の持つ機能と観測装置

EQUULEUSの構造は6Uキューブサットサイズとって、10cm立方の箱（1U）が6つ収まるサイズとなっています。この、引き出しや書類鞆ほどのとても小さなサイズの中に、3つの科学観測機器、水を推進剤とした推進系、そして探査機の基本的な機能を果たす通信・電源・各種制御基板などが超高密度に格納されています（下図）。3つの科学観測機器はそれぞれ、スマートMLIを用いて宇宙ダストを観測する“CLOTH”・月面に流星体（メテオロイド）が衝突する際の閃光を撮影する“DELPHINUS”・地球プラズマ圏の仕組みを調査するために極端紫外光を観測する“PHOENIX”であり、どれも限られたサイズの中で将来の宇宙開発に有意義なミッションを行うべく、様々な工夫がなされています。



EQUULEUSにおける各機器の配置



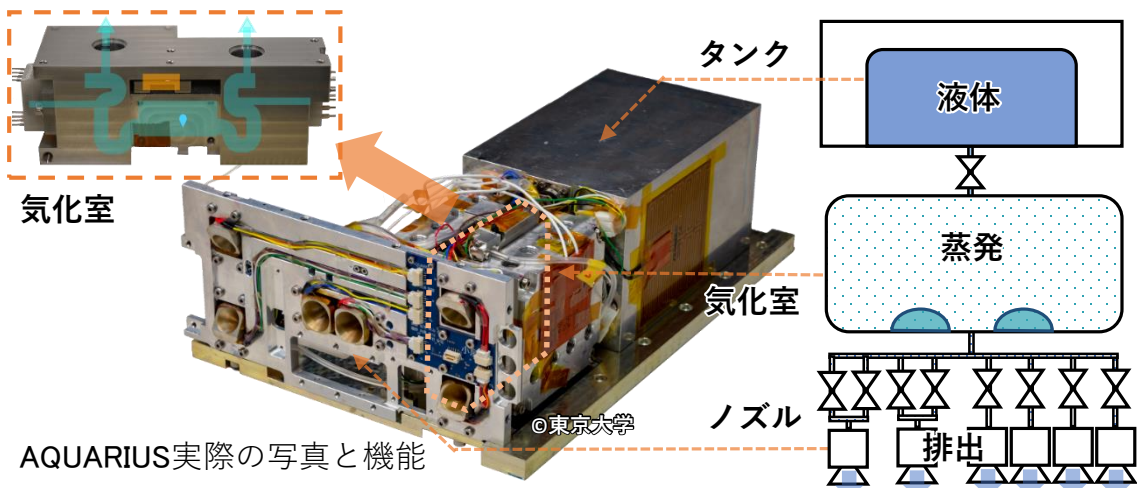
宇宙ダスト観測“CLOTH”

月面閃光観測“DELPHINUS”

月プラズマ観測“PHOENIX”

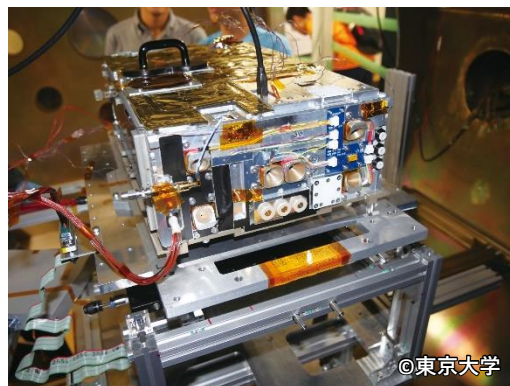
EQUULEUSを月へと運ぶ水推進機“AQUARIUS”

EQUULEUSが複雑な軌道(前ページ)を經由してEML2に到達するため、水を推進剤とする推進機“AQUARIUS”(水瓶座)が開発されました。人間にとって身近な水を使用するのは、EQUULEUSの安全性を高めることに加え、将来の持続的宇宙開発のための技術実証も兼ねています。AQUARIUSは液体で搭載された水を沸騰させて蒸気として高速でノズルから排出することで作用反作用により加速します。水は気化室と呼ばれる3D造形物内部で蒸発されますが、気化室は宇宙機の発熱機器の熱を吸収して蒸発熱に再利用する機能も持っています。



AQUARIUS実際の写真と機能

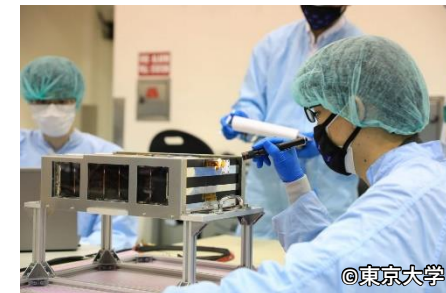
(右図) 実際に設計・製作されたAQUARIUSがミッションを達成するために十分な機能を持つか、宇宙を模擬した真空環境で試験が行われました。実際にEQUULEUSの持つコンピューターからAQUARIUSが操作され、実際に発生した推進力を測定しています。本体の組上げだけでなく、制御ソフト開発や実験設備も含めた試験準備は一筋縄ではありません。その試験の繰り返しを経て最終的に宇宙へ送り出す準備が整いました。



宇宙機に搭載されて試験する様子

打上げ迫るEQUULEUSのオペレーション準備

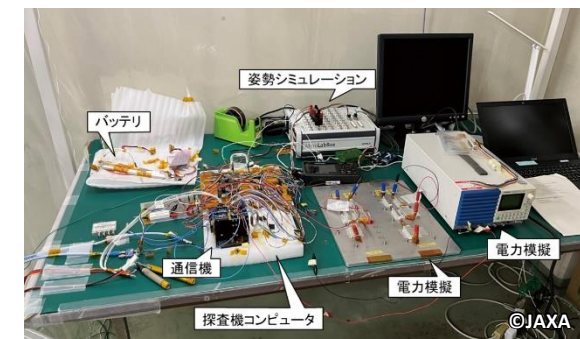
EQUULEUSは2021年7月にアメリカNASAのケネディスペースセンターへと送られ、先日打ち上げロケットへと搭載されました。右の写真は搭載前の最後の確認作業で、外観およびコンピューターが正常であることを確認しています。無事にEQUULEUSが打ち上げられることをチーム一同祈って送り出しました。



探査機が手を離れても、まだまだ準備は終わりません。本番である宇宙オペレーションへ向けて、運用プランの議論や様々な訓練が行われています。右下の写真にあるように、打上げ後の運用の訓練をするために探査機シミュレータも開発されました。また、無重力空間での姿勢の動きを地上で実際に模擬するのは非常に難しいため、専用のソフトウェアを開発しました。実際に運用で使用する探査機管制装置をシミュレータに接続すると、運用システムの画面上にあたかも本物の探査機のようにデータが表示され、臨場感ある運用訓練が可能となっています。万全の準備をしてミッションに挑むEQUULEUSの成果にぜひ期待していきましょう！



運用訓練時の様子



探査機を模擬したシミュレータ

参考

- [読むISAS/EQUULEUSとOMOTENASHI](https://www.isas.jaxa.jp/feature/eq-om/) (https://www.isas.jaxa.jp/feature/eq-om/)
- [Twitter@equuleus_ja](https://twitter.com/EQUULEUS_ja) (https://twitter.com/EQUULEUS_ja)
- [東京大学小泉研究室](http://www.al.t.u-tokyo.ac.jp/koizumi/html/htdocs/?page_id=17) (http://www.al.t.u-tokyo.ac.jp/koizumi/html/htdocs/?page_id=17)