

# 超小型探査機による地球一月圏における軌道制御技術の実証

宇宙航空研究開発機構・東京大学 船瀬 龍

東京大学 川端 洋輔

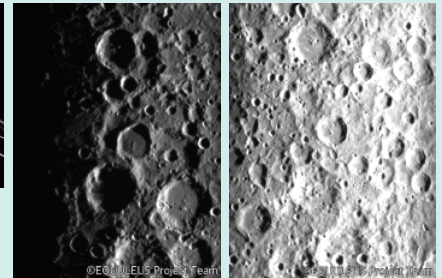
EQUULEUS開発・運用チーム

## 事例の概要

JAXAと東京大学が共同開発した6U CubeSat EQUULEUS (エクレウス)は、2022年11月にNASAの大型有人ロケットSLSの初号機に相乗りし月遷移軌道へ打ち上げられた。水を推進剤とする推進系を用いて、打上げ直後の月スイングバイのための軌道制御を含めて、14回におよぶ高精度な軌道制御運用に成功。予定していた科学観測ミッション(地球プラズマ圏の撮像)にも成功し、フルサクセスを達成した。本成果は、推進剤が限られた超小型機であってもアルテミス計画等の将来の月近傍への輸送機会を活用した本格的な月惑星探査ミッションを可能とするものであり、超小型衛星の深宇宙進出を大きく促進することが期待される。



EQUULEUSの  
ミッションイメージ図  
©東京大学



EQUULEUSが月スイングバイ時に撮影した月裏面の  
昼夜境界領域  
©EQUULEUSプロジェクトチーム

## 受賞のポイント(選考委員講評)

限られた開発期間と打ち上げまで長期の待機期間という外部環境の変化をコントロールし、超低コストのプロジェクトにもかかわらず、世界最先端の技術実証を実施したことは高く評価できる。

取り扱いが容易かつ安全性の高い水を推進剤とした推進技術の宇宙実証及びこれを用いた高精度な軌道制御運用に成功したことは、将来の超小型衛星による月惑星探査ミッションの検討に対し大きな貢献を示したと考えられる。

## 具体的成果等

### 1. 宇宙開発利用の新たな領域創造への貢献

地球低軌道を中心に発展してきた超小型衛星は、低コスト・短期開発が大きな利点ではあるが、小型であるが故に燃料や推進能力に制限があり、本格的に月以遠の深宇宙に進出するためには、高精度な軌道の航法誘導制御と、スイングバイ等を利用した高度な軌道操作技術の獲得が必要である。本件による軌道制御技術の実証成果により、アルテミス計画等の将来の月近傍への輸送機会を活用した超小型衛星の本格的な深宇宙進出が可能となり、宇宙科学探査を中心とする宇宙開発利用の促進が期待される。

### 2. 宇宙開発利用市場の拡大への貢献

超小型衛星技術の発展により、全世界的にベンチャー企業が数多く立ち上がり、部品・機器提供企業からシステム開発企業、そして超小型衛星を利用する企業など、様々なレイヤーからなる宇宙開発利用活動が地球低軌道を中心に活況を呈している。本案件の成果は、超小型衛星の活動領域を地球低軌道から、さらに月やそれ以遠へと拡大することを可能にするものであり、将来の宇宙開発利用市場の拡大・創出につながることを期待される。

### 3. 経済・社会の高度化への貢献

月やそれ以遠へ人類の活動を拡大していくにあたっては、拠点の構築、人と物資の往来だけでなく、その場を活用した無人の科学探査と連動すべきであり、領域のリスク評価や新資源発見、宇宙天気予報の精度向上などEQUULEUSのような無人探査が担う役割が重要となる。本案件の成果を活用した高頻度な無人探査とのシナジーが生まれる事で、経済圏も含め

た人類の活動領域拡大の促進が期待できる。

### 4. 技術への貢献

SLS初号機に相乗りした10機のCubeSatの中で、推進系が正常に動作し計画通りの軌道制御に成功したのは EQUULEUS のみである。また、EQUULEUS は水を推進剤とする推進系を開発・搭載し軌道上での実証に成功した。水の推進系による月以遠での軌道制御成功は世界初である。世界的にまだ成功率が低い超小型探査機の中、高度で複雑な軌道制御を含む挑戦的なミッションを完遂した EQUULEUS の高い衛星開発技術は、民間への技術移転等を通じ、他衛星開発でも活かされると期待される。

### 5. 国民理解の増進・人材育成への貢献

旧Twitter(フォロワー約 6,500 人(2023/11月時点))によって EQUULEUSの軌道上運用状況を定期的かつタイムリーに発信してきた。その成果は、テレビ番組で取り上げられるなどし、また、JAXA特別公開や大学祭などで幅広く一般の方々にも宇宙開発や超小型衛星・探査機の活動についての情報発信・交流を行ってきた。

また、本ミッションの開発・運用の中核を担った大学院生等が中心となり、超小型衛星・探査機システムの開発を行うベンチャー企業(アークエッジ・スペース社)や、超小型衛星搭載用の推進系を開発するベンチャー企業(Pale Blue社)が起業されるなど、宇宙産業を牽引するプレイヤーの育成と産業育成にも貢献した。

