宇宙システム　Space Systems

SLATSの成果まとめ

Summary of Results Achieved by SLATS

超低高度衛星技術試験機“つばめ”(Super Low Altitude Test Satellite：SLATS)は，2017年12月23日に超低高度(300km以下)での電気推進による高度の自律的保持を行うことを目的として打ち上げられたJAXA(宇宙航空研究開発機構)の小型衛星で，その開発技術・運用技術の取得，超低高度領域での環境計測など新たな知見の獲得を目指したものである。全てのミッションを完了して，2019年10月1日に運用を終了した。

JAXAのSLATSミッションの成功基準を**表1**に示す。

当社は，この中で小型で大気抵抗を削減した衛星の開発，電気推進による自律的軌道保持，光学センサによる撮像のための姿勢変更，画質向上のための姿勢と撮像の協調制御などの開発・運用に貢献した。成果は次のとおりである。

(1)　小型低大気抵抗型衛星の開発

機器の小型化・統合化によって衛星を小型化して大気抵抗の削減を行った。また，超低高度での原子状酸素による衛星表面の劣化保護対策などを施した衛星を開発した。

(2)　電気推進による自律軌道制御(高度保持)

高度271.5km，250km，240km，230km，216.8km，181.1kmの高度での高度保持を電気推進によって実現した。さらに167.4kmの高度で電気推進と化学推進の併用による軌道保持を実現した(**図1**)。

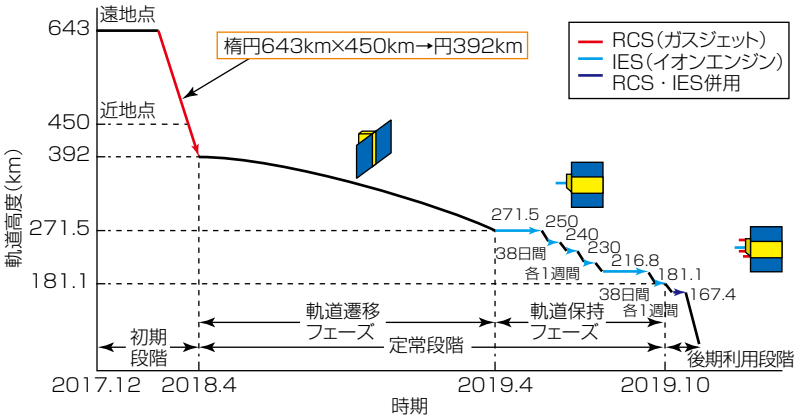
(3)　画像取得のための姿勢制御技術

搭載した光学センサの画像取得のために，撮像地点へ光学センサを向けるロールポインティング撮像，画像のS/N比(Signal to Noise ratio)を向上させるためのTDI(Time Delay Integration)撮像など，姿勢と画像取得のための協調制御を実現した。

(4)　超低高度衛星運用技術の獲得

電気推進の高度保持では，高度271.5km保持で±30m，高度181km保持で±250mの精度を実現した。また，化学推進と併用した高度167.4km保持では＋800／－500mの精度を実現した。電気推進では多くの電力を使用するが，SLATSの場合は太陽方向が徐々に変化する軌道であったために電力の収支が運用に密接に関係しており，光学センサ撮像のための姿勢変更による発生電力の変化なども取り込んだ電力解析を各軌道高度に応じて行うなどして運用を完遂した。

これらの成果を上げることができ，JAXAのミッション成功に貢献できた。この衛星の開発・運用に携わった全ての人々に感謝する。



出典：http://www.jaxa.jp/press/2019/10/images/20191002a_02.png

図1．軌道プロファイル

表1．SLATS成功基準

目的	達成目標		
	ミニマムサクセス(＊2)	フルサクセス(＊1)	エクストラサクセス(＊2)
超低高度衛星技術の実証	超低高度軌道への投入が成功すること 【判断時期：高度268km到達時点】	①高度(＊3) 220km(ノミナル)において，27日間以上，自律的に高度保持を実施し，高度保持精度±1km(1σ)を満足すること ②異なる高度から光学センサによって撮影できること	緊急高度上昇運用の有用性を示せること
大気密度データの取得(＊4)	高度268kmより高い高度において，大気密度に関するデータを取得できること 【判断時期：高度268km到達時点】	高度268kmから180kmにおいて，90日間の大気密度に関するデータを取得できること	①高度268kmから180kmにおいて，90日間を超えて大気密度に関するデータを取得できること ②高度180kmより低い高度で，大気密度に関するデータを取得できること
原子状酸素データの取得(＊4)	原子状酸素衝突フルエンスセンサが正常に動作すること 【判断時期：打上げ3ヶ月後】	高度268kmから180kmにおいて，90日間の原子状酸素衝突フルエンス(F_{AO})を計測できること	①高度268kmから180kmにおいて，90日間を超えてF_{AO}を計測できること ②高度180kmより低い高度において，F_{AO}を計測できること
	材料劣化モニタ機器の全機能が正常に動作すること 【判断時期：打上げ3ヶ月後】	高度180km以上において，材料劣化状況を原子状酸素衝突フルエンスと共に取得できること	原子状酸素による材料劣化について新たな知見が得られること
小型高分解能光学センサによる高分解能撮像	小型高分解能光学センサが正常に動作し，撮像ができること 【判断時期：高度268km到達時点】	衛星姿勢と協調制御による画質向上の効果や大気抵抗及びイオンエンジン噴射による画質への影響が評価できること	超低高度軌道(高度268km以下)において，衛星姿勢との協調制御による画質向上の効果や大気抵抗及びイオンエンジン噴射による画質への影響を評価できること。

＊1　フルサクセスの達成判断時期は全て定常段階終了時とする。＊2　ミニマム／エクストラサクセスは，項目ごとに達成判断をする。
＊3　高度は「平均軌道長半径－赤道半径」の値とする。＊4　ミッション期間中に取得できるデータを用い，環境モデルの評価解析を行う。
出典：http://www.satnavi.jaxa.jp/project/slats/news/2016/pdf/ws1-2.pdf