

3D01 2012 年における超低高度衛星 SLATS の開発状況

○高畑博樹, 此上一也, 佐藤洋平, 今村俊介, 川崎春夫（宇宙航空研究開発機構）

Research and Development Status of Super Low Altitude Satellite SLATS in 2012

Hiroki Kohata, Kazuya Konoue, Yohei Satoh, Shunsuke Imamura and Haruo Kawasaki (JAXA)

Key Words: Super low altitude satellite, SLATS

Abstract

JAXA proposed the brand-new concept of low earth orbit (LEO) satellites, the super low altitude satellite. A high resolution optical observation and a reduction in emission power of active sensors such as radar are expected in an earth observation from the super low altitude orbit. In order to demonstrate this concept, the Super Low Altitude Test Satellite "SLATS" is under development by JAXA. The SLATS is planned to operate in the orbits at lower than 250 km of altitude where air drag is not negligible and to verify the concept of the super low altitude satellite in advance. This paper describes the research and development status of the SLATS in 2012.

1. 目的および背景

JAXA では、「これまでに運用されていない低い高度で定常的に運用可能な衛星システム」として、従来実現できなかった超低高度（180 km～250 km）を継続的に飛行する超低高度衛星の研究を 2007 年から進めている。超低高度衛星は、従来の周回衛星と比較して地表面との距離が短くなるため、災害監視、地球環境観測、サイエンスなどの新たなニーズを実現する可能性を秘めた衛星計画である。

超低高度衛星技術試験機 SLATS（Super Low Altitude Test Satellite）は、超低高度衛星の実用機の開発に向けて、軌道上でしか実施できないミッションを実施する。超低高度では、ごく微量に存在する大気による抵抗を補償する必要があり、また衛星表面の材料を劣化させる原子状酸素が多く存在するための対策などの技術課題がある。これらの課題解決に向けて、SLATS では超低高度衛星の技術実現性およびシステムコンセプトを実証し、実用機設計に向けて超低高度軌道環境を実測することを目的としている。2011 年秋に設計ベースライン確認会（PDR 相当）を実施し、システム成立性等を確認し、現在は詳細設計フェーズにある。本発表では、2012 年現在の SLATS の開発状況について報告する。

2. 超低高度衛星

2.1. 超低高度衛星

超低高度軌道は図 1 に示すように高度 200 km～

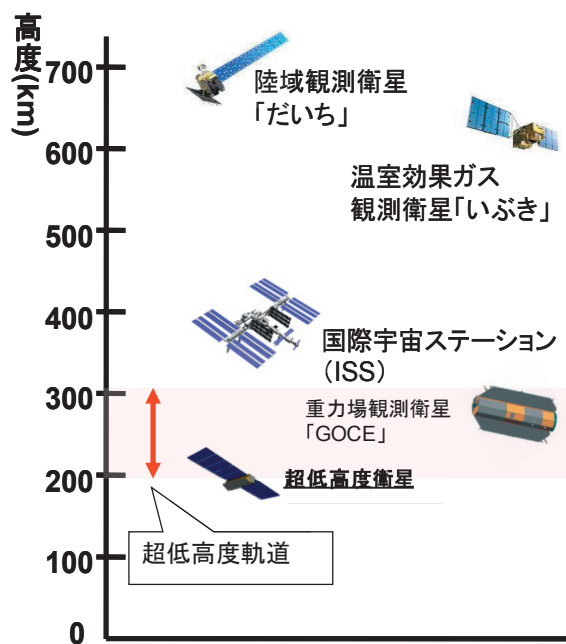


図 1 他システムとの高度比較

300 km 程度の衛星軌道であり、特に 250 km 以下では世界的に見ても定常的に運用する衛星は無い。高度 260 km で唯一、欧州宇宙機関（ESA）の重力場観測衛星 GOCE（2009 年打上げ）が運用されている。

この超低高度軌道で運用する衛星の利点としては、従来の高度（高度 600 km～800 km 程度）の観測衛星と比較して、

- ー光学センサによる高分解能観測
- ーアクティブセンサ送信電力の大幅な低減が可能

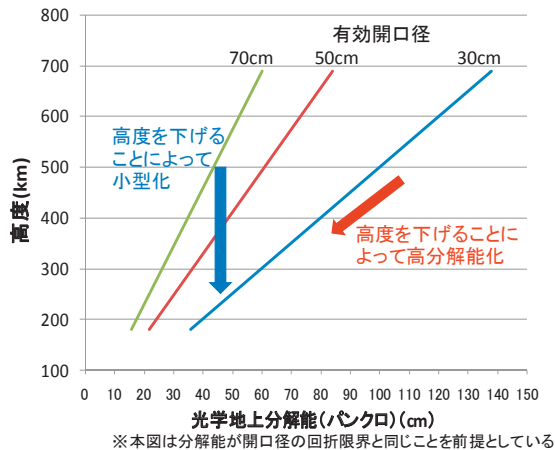


図2 光学地上分解能と高度の関係

が挙げられる。世界に先駆けて超低高度軌道で運用する技術を確認することで、新たな軌道からのミッションを日本が世界をリードすることとなり、静止軌道（GEO）、低高度周回軌道（LEO）に次ぐ新たな衛星軌道を開拓することとなる。

2.2. 超低高度衛星の特徴

軌道高度と観測センサ性能の関係は、

①光学・熱赤外観測における地上分解能：

=> 分解能 \propto 高度

②SAR 観測におけるレーダ送信電力：

=> 送信電力 \propto 高度の3乗

③LIDAR 観測におけるレーザの送信電力：

=> 送信電力 \propto 高度の2乗

であり、高度を下げることで図2に示すように光学センサの分解能向上が実現でき、アクティブセンサ（SAR、LIDAR等）では送信電力が低減できる、また、図2の通り従来程度の性能要求であれば、センサを小型化することが可能となる。

2.3. フレキシブルな軌道変更

超低高度の飛行を実現するためには、従来高度の衛星では不要であった大気抵抗に対抗するための推力を、常に衛星に付与する必要がある、イオンエンジン等の推力発生装置が必須となる。その機能を積極的に活用し、軌道保持・変換機能を持つことで迅速に軌道変換を行い、状況に応じて運用軌道を切り替えることも可能となる。例えば通常時は準回帰軌道でのグローバルな観測を行い、災害発生時等に完全回帰軌道（高度268km）に移行（軌道変換）すれば、毎日同一時刻に定点観測（同一視線方向観測）が可能となり、特定の地域の被害状況の把握等に効

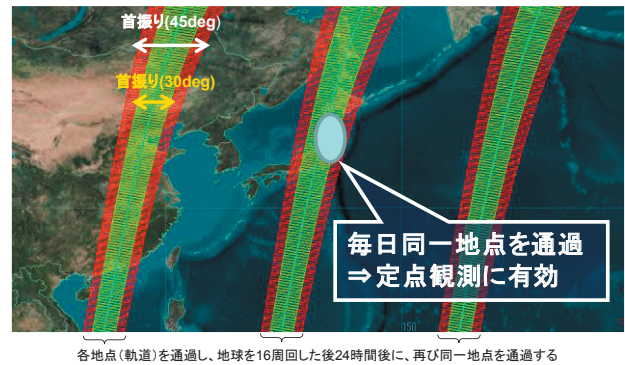


図3 完全回帰軌道（高度268kmの場合）

果を発揮することが期待できる（図3参照）。

3. 超低高度衛星技術試験機（SLATS）

超低高度軌道の利用を実現するには、まず、衛星設計に不可欠な基礎データとして、

- ①イオンエンジンの動作の有無の下で同軌道域の大気が衛星に与える擾乱の影響の評価
- ②同軌道域の原子状酸素の量と衛星への影響に関するデータの取得

が不可欠である。更に、超低高度衛星コンセプトの実用性を示すとともに、上記超低高度軌道のデメリットが克服可能であることを示すことも重要である。

JAXAでは将来の実利用ミッションの実現に向けた超低高度衛星技術の実証及び環境データの取得を目指し、SLATSの研究開発を行っている。SLATSは技術実証衛星であり、短期間で成果を得られるよう350kg級の小型衛星として開発を進めている。

SLATSは将来の実利用衛星の開発に向け、

- (1) 大気を補償して飛行し続けることの技術的実現性の確認（周回単位でイオンエンジン噴射のON/OFFを切り替えるという簡単な制御則による超低高度域での高度維持技術の実証）
- (2) 超低高度軌道における大気密度や原子状酸素の影響等の環境データの実測

を行う。また、小型光学カメラを用いて地表画像を撮影し、高度低下による分解能の向上を軌道上で確認することで、超低高度軌道の有用性を示すことも狙っている。

4. SLATSの開発状況

SLATSは早期の軌道上実証を目指して研究開発を進めている。2011年11月に設計ベースライン確認会（PDR相当）を実施し、システム成立性等を確認し

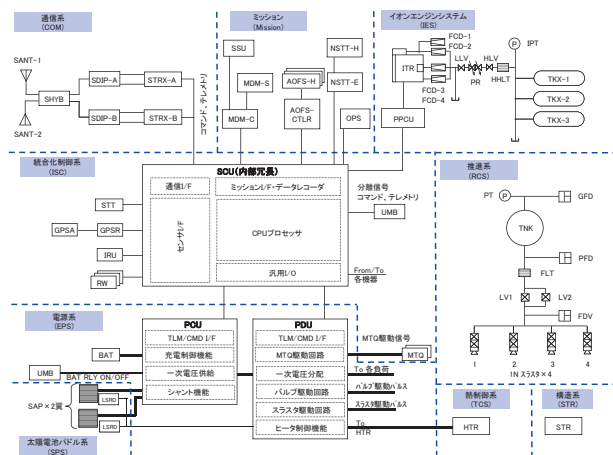


図 4 SLATS 衛星システム構成図

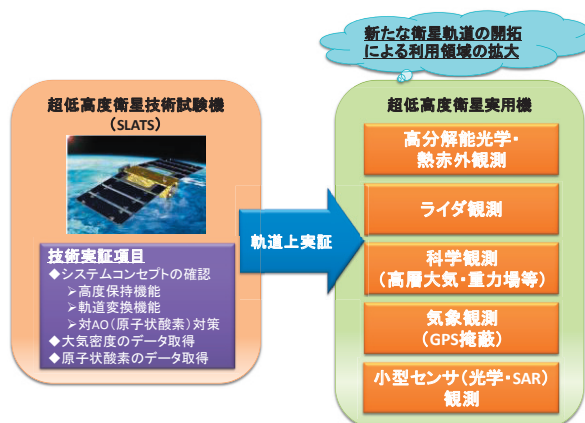


図 6 超低高度衛星への展開

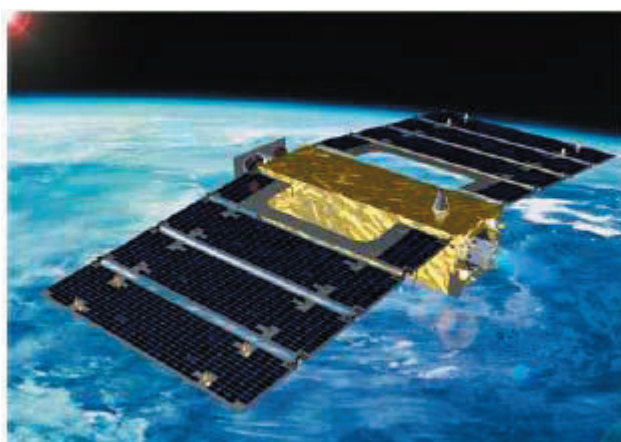


図 5 SLATS の軌道上外観イメージ

表 1 SLATS 主要諸元

軌道高度 (設計前提)	初期投入軌道： 高度 628km, 円軌道, LST12:00 ミッション軌道： 高度 250-180km, 円軌道
サイズ (軌道上展開時)	2.5m(X)×5.2m(Y)×0.9m(Z) 2翼の固定太陽電池パドルを有する 直方体型構体
質量	350kg 程度 (暫定)
消費電力	700W 程度 (暫定)
ミッション期間	1.5 年以上
ミッション機器	(1) 原子状酸素モニタシステム(AMO) (a) 原子状酸素衝突フルエンスセンサ システム(AOFS) (b) 材料劣化モニタ(MDM) (2) 光学センサ(OPS) (3) 次世代型スタートラッカ (NSTT)

た. 確認会時点の SLATS のシステム構成図を図 4 に、軌道上外観を図 5 にそれぞれ示す。また、衛星の主要諸元を表 1 に示す。現在は詳細設計フェーズにあり、衛星フライトシステムの設計確定に向けて作業を実施中である。今後、各コンポーネントのフライト品の製造および調達を行っていく予定である。

5. おわりに

これまで利用することが困難であった新たな軌道の開拓につながる超低高度衛星は、そのコンセプトを JAXA が提案したものがある。そのシステム実現性を示し、実用機設計に不可欠な軌道上環境データ、技術データを取得することを目的とした SLATS の研究開発を現在行っている。本稿では超低高度衛星のコンセプトや特徴等を紹介し、SLATS の意義、研究開発状況を示した。今後、SLATS の開発・運用を通して、超低高度軌道の特性が広く知られるようになるに従い、現在までに認識されていない超低高度衛星利用ミッションが、地球観測分野以外のサイエンス分野も含め提案され、図 6 に示すように展開されることを期待したい。

参考文献

- 1) 山川史郎他, 「超低高度衛星計画の概要と将来展望」, 第 55 回宇宙科学技術連合講演会講演集, 1G11, 2011..