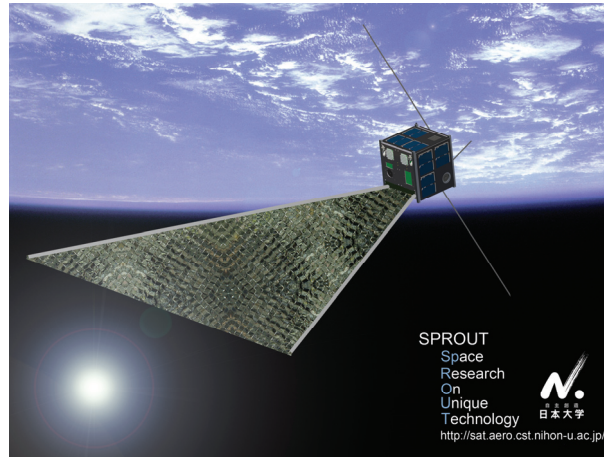


平成 25 年度 H-IIA ロケット相乗り副衛星内定

超小型衛星「SPROUT」

日本大学超小型衛星開発プロジェクトチーム



私たちは、これまで、SEEDS-I と SEEDS-II という二機の CubeSat (1kg で 10cm 立方の超小型衛星) を打ち上げてきており、現在も SEEDS-II の運用をしています。

そして、現在、私たちは超小型人工衛星「SPROUT」(スプラウト)を開発してきており、(独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)殿が公募されていた「平成 25 年度 H-IIA ロケットによる相乗り小型副衛星打ち上げ機会」に応募しておりました。このたび、JAXA 殿より相乗り打ち上げの内定をいただきましたので、お知らせいたします。【SPROUT の詳細につきましてはホームページ (<http://sat.aero.cst.nihon-u.ac.jp/sprout/>) やプレゼン資料の pdf ファイルをご参照ください】

SPROUT の概要

SPROUT は質量が約 6.7kg、大きさが約 20cm 立方の超小型人工衛星で、図 1 の通り、軌道上で一辺が約 1.5m のチューブを 2 本伸展させることで、チューブに取り付けた正三角形の薄膜を展開します。SPROUT の仕様は表 1 の通りです。

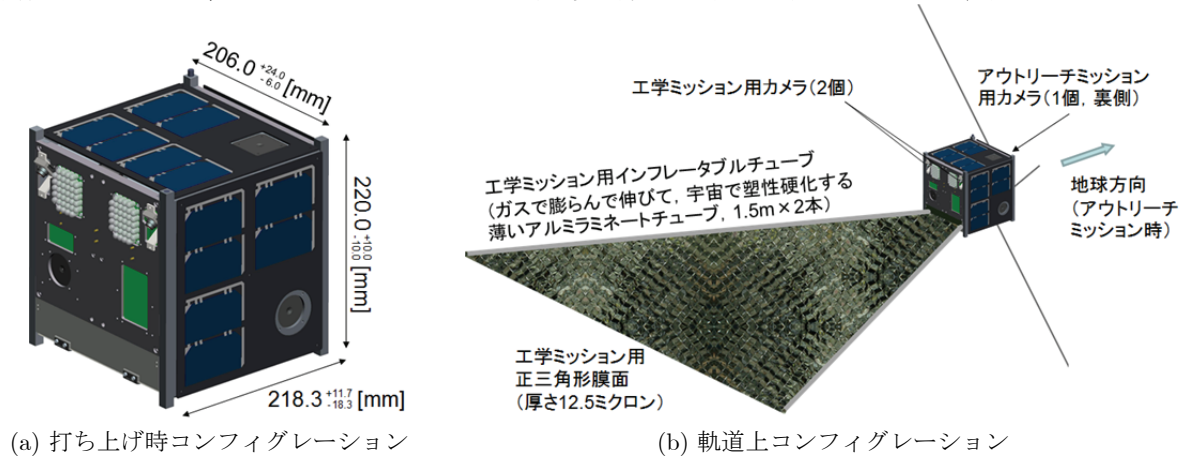


図 1 SPROUT の概観

表 1 SPROUT の主な仕様

ミッション期間	打ち上げ後 4 か月以内にミニマムサクセス, 6 か月以内にフルサクセスを達成. 運用期間ノミナル 3 年 (運用終了後も軌道降下率予測ミッションは打ち上げから約 5 年後まで継続予定).
投入軌道	高度 628km の太陽同期準回帰軌道 (ALOS-2 の相乗り)
姿勢	アンテナ面がラフな地球指向 (より精度の高い姿勢制御はエクストラなミッションとして予定)
寸法(打ち上げ時)	218.3mm × 206.0mm × 220.0mm (ノミナル値)
重量	6.7kg (ノミナル値)
展開物	4 本のアンテナ (170mm × 2, 520mm × 2) と一辺が 1,500mm の正三角形の複合膜面構造物
その他	衛星システムはアウトリーチミッション系と工学ミッション系の 2 つの系統から成ります
主なミッション	①アマチュア無線家による衛星運用, ②複合膜面構造物の展開実証および設計手法の確立, ③姿勢決定・制御技術実証

SPROUT ではアマチュア無線の周波数帯を使用する予定です。アマチュア無線を使用する理由につきましては SPROUT のホームページ

http://sat.aero.cst.nihon-u.ac.jp/sprout/groundstation/groundstation_ARL.html

をご参照ください。SPROUT では、具体的には次のアウトリーチミッションを行う計画です。

▶ アマチュア無線家による衛星運用

SPROUT にはカメラを 3 台搭載し、そのうちの 1 台は世界中のアマチュア無線家の方々が使えるようになっており、そのカメラで写真を撮って、アナログ画像 (SSTV と呼ばれる、FAX のような通信技術を用います) やデジタル画像を地上に送ることができます。また、デジピータ (地上から音声や文字を送ると、一旦、衛星内のレコーダに録音・記録し、必要な時刻に衛星からその音声や文字データを地球に向けて発信する装置) を搭載しており、世界中のアマチュア無線家の方々同士で音声や文字データの交換をできるようになっています。

▶ 地域交流活動への衛星利用

①一般の方々のメッセージをマイクロフィルム化し衛星に搭載したり、②打上げ後に随時、受信イベントを通じたアマチュア衛星通信や宇宙開発の啓蒙活動を地域 (大学近隣の自治会から日本各地の学校等まで) で行ったりする予定です。①のメッセージは地域の学校やホームページ等により公募する予定です。これらは SEEDS-II でも行っていることですが (図 2 は昨年例です)、より積極的に行っていきたいと考えています。

また、一般の方々に対し、衛星が撮影した地球などの画像やその他のデータの提供と、地域交流活動等も含むプロジェクト活動や運用状況の報告を、ホームページ等を用いて行う予定です。



2 月 14～15 日 埼玉県深谷市立川本南小学校



4 月 23 日 Yuri's Night (ISAS/JAXA)



6 月 7 日 ISTS シンポジウム (沖縄)



10 月 22～23 日 青少年科学の祭典福井大会



図 2 衛星電波受信イベントの例

また、SPROUT では図 1 の通り、2 本のインフレーションチューブ (袋状のチューブに窒素ガスを注入することで膨らんで伸展するチューブ) と薄膜から成る約 1.5m の正三角形形の「複合膜面構造物」を展開します。これにより、軌道上のわずかな大気による抵抗を利用して徐々に軌道を降下させ、打ち上げから 5～6 年で大気圏に突入して燃え尽きる予定です。したがって、いつまでも軌道上で宇宙ゴミ (デブリ) として漂うことはありません。また、衛星と地上との通信のやりやすさを考えて、姿勢制御を行って図 1 のアンテナ取り付け面をほぼ地球側に向ける予定です。このような技術的なミッション (工学ミッション) も SPROUT では行います。その概要は以下の通りです。

▶ 複合膜面構造物の展開実証

図 1 の複合膜面構造物 (実際の大きさのイメージは図 3 の通りです) を軌道上で展開し、その様子を 2 台のカメラで撮影するとともに、他のセンサで展開中の運動データを取得します。展開後も衛星運用期間中は適宜撮影等を行って様子を調べることで、実際にこういった構造物が宇宙で展開可能で形状を維持できることを実証します。そして、軌道上データと私たち独自の計算機シミュレーション結果とを比較することで、このようなきわめて柔軟・軽量な宇宙構造物の設計・解析手法の妥当性を評価します。

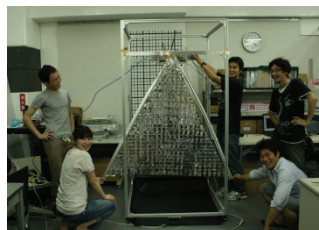


図 3 複合膜面構造物

▶ 複合膜面構造物による軌道降下率変化の予測

実際にこういった膜面を展開することで軌道降下率がどれだけ大きくなるのか、複合膜面構造物の展開による大気抵抗の増加を考慮した長期軌道予測シミュレーションを行います。そして、SPROUT の実際の軌道との比較することで予測精度を評価し、シミュレーションの妥当性を示したいと考えています。

➤ 数 kg 級衛星用姿勢決定・制御技術の実証

上述の通り、SPROUT では、アンテナ取り付け面をほぼ地球側に向けるだけでなく、エクストラのミッションとして、より精度の高い姿勢決定・制御の実験を行います。姿勢決定には地磁気センサ、ジャイロ、自作の太陽センサを用い、姿勢制御アクチュエータには自作の磁気トルカを用います。これらは数 kg 級衛星によく搭載されるものです。SPROUT は衛星本体に比べて大型で柔軟な複合膜面構造物を有しており、それを考慮しつつ、これらのセンサ・アクチュエータを用いてどれだけの精度で姿勢決定・制御を行えるかに挑戦します。

SPROUT 開発・運用の目的

SPROUT は学生が主体となって開発している衛星であり、その開発・運用の目的は人財育成です。日本大学理工学部では、平成 19 年度から 21 年度にかけて、文科省の「特色ある大学教育支援プログラム」（特色 GP）の支援により「『未来博士工房』による自律性と創造力の覚醒」という取組を行い、平成 21 年度から 23 年度にかけては、同じく文科省の大学教育・学生支援事業のテーマ A「大学教育推進プログラム」（大学教育 GP）の支援により「気づかせ教育による社会還元力と学士力保証～もの・ことづくりの実質化と創造型技術人養成～」という取組を行ってきました。SPROUT 開発もこれらの取組の一環として行っています。そして、この取組の中で、SPROUT の開発・運用を通じて以下の人財育成効果を狙っています。

1. 高いサイエンス・コミュニケーション能力をもった技術者・研究者の育成
 - 訪問授業や衛星データ受信イベント、サイエンスカフェ、海外との交流などを通じた、「こどもからお年寄りまで」、「日本に留まらず、海外の人たちまで」、様々な方々に対する研究交流・アウトリーチ活動を通じた人財育成
2. 宇宙工学分野の技術者・研究者育成
 - 超小型人工衛星設計・開発を通じた育成
 - 複合膜面構造の解析とその宇宙実証を通じた育成
 - 研究成果に関する学会発表や、研究会等を通じた専門家との交流
3. 創造的技術人の育成
 - 自ら「こと」を提案できる人財、すなわち、自ら気づき、考え、行動・提案を起こせる人財を育成

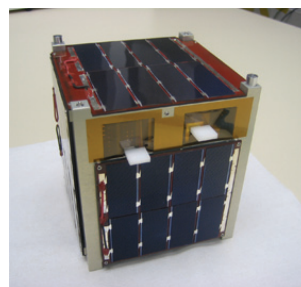
また、SPROUT で展開する複合膜面構造物は、単に運用終了後に SPROUT がデブリになることを防ぐだけでなく、今後、ソーラーセイル（太陽光の圧力を利用して太陽系を航行する宇宙機）などの宇宙機や、将来の太陽発電衛星（宇宙で太陽光発電を行い、それを地上にマイクロ波送電することで、地上の人々にクリーンなエネルギーを提供する人工衛星）などへの利用も期待できる、重要な技術を含むものです。私たちは、SPROUT で複合膜面構造物の展開・展張を実証することで、今後の宇宙開発に貢献したいと考えています。

【参考】過去に開発した衛星

私たちは 2006 年 7 月 27 日に、カザフスタン内にあるロシアのバイコヌール宇宙基地から、DNEPR（ドニエプル）ロケットを用いて SEEDS の 1 号機を打ち上げました。この打ち上げは、14 機の CubeSat を含む計 18 機の相乗り打ち上げでしたが、残念ながら、1 段エンジンの不調によりロケットが軌道には到達せず、打ち上げは失敗に終わりました。



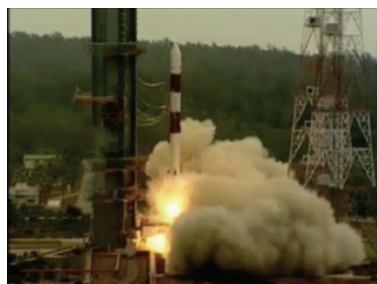
(a) DNEPR による打ち上げ



(b) SEEDS-I

図 4 SEEDS-I の打ち上げ

そこで、2008 年 4 月 28 日に、インドのサティッシュ・ダワンスペースセンターから、PSLV-C9 ロケットを用いて、SEEDS の 2 号機を打ち上げました。この打ち上げは 10 機の衛星の相乗り打ち上げでしたが、打ち上げは成功し、SEEDS-II は現在も毎日運用を続けています。SEEDS-II の主なミッションは、衛星バス部の実証や、予めレコーダに録音した音声ならびに SSTV 信号をデジトカにより送信して地上で受信することです。SEEDS-II もアマチュア衛星であり、アマチュア無線のイベント等で現在も利用しています。



(a) PSLV-C9 による打ち上げ



(b) SEEDS-II

図 5 SEEDS-I の打ち上げ

※お問い合わせ先

担当者 : 宮崎 康行 (日本大学理工学部航空宇宙工学科教授)

住所 : 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1

電話 : 047-469-5430

e-mail : miyazaki.yasuyuki@nihon-u.ac.jp

web : <http://forth.aero.est.nihon-u.ac.jp/>