

超小型衛星 PRISM「ひとみ」ミッション達成のご報告

東京大学大学院工学系研究科
航空宇宙工学専攻 中須賀研究室

東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻の学生が手作りで開発を進めてきた 8.5kg の超小型衛星 PRISM (図 1) は、2008 年 12 月に完成 (図 2)、2009 年 1 月 23 日午後 12:54 に H-IIA により種子島宇宙センターから打ち上げられ、高度約 650km の太陽同期円軌道に投入された。同日夕刻、スウェーデンのキルナ局を使って衛星からのビーコンの受信に成功し、ロケットからの分離・展開が完了し、正常動作をしていることが確認された (注：写真は以下の URL から参照することができます)。

<http://www.space.t.u-tokyo.ac.jp/prism/main.html>

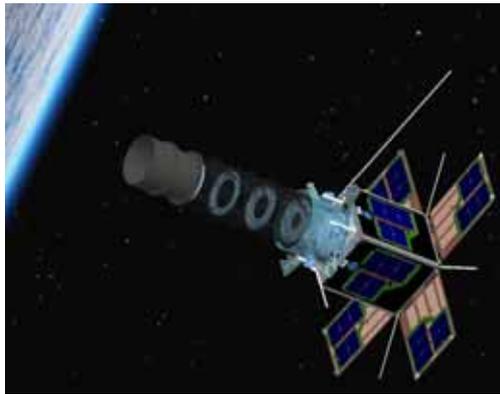


図 1 PRISM の軌道上予想図

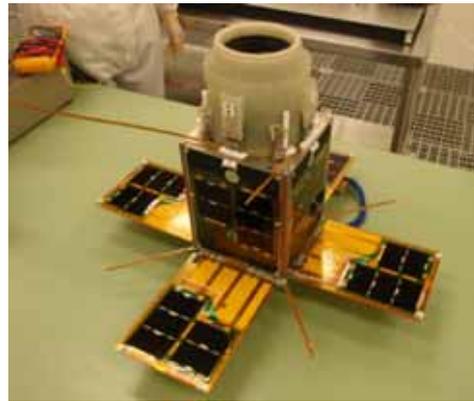


図 2 PRISM のフライトモデル

その後、順調に初期の軌道上試験をクリアしていき、2009 年 2 月 25 日正午過ぎに、最も大きな開門であった伸展ブーム (望遠レンズを離すために 50 cm 伸びる) を展開し、広角カメラ画像 (図 3) とジャイロの動作の変化で正常な展開を確認した。続いて、カメラのパラメータを調整し、当初の目標であった地上分解能 30m の画像取得に挑戦をつづけてきた。また、カメラを地上に向けたための姿勢制御技術の実験を同時に実施してきており、各種姿勢センサ (ジャイロ、磁気センサ、サンセンサ) の正常動作確認とそのキャリブレーションが終了し、また、実際の衛星の姿勢を動かすアクチュエータである磁気トルカーによって姿勢を安定化 (動かないように制御する) することに成功した。その結果、最初はぐるぐる回っていた衛星が、現在は 0.1deg/s 程度のほぼ静止した状態になっている (図 4)。



図 3 広角カメラが捉えた地球と伸びたブーム

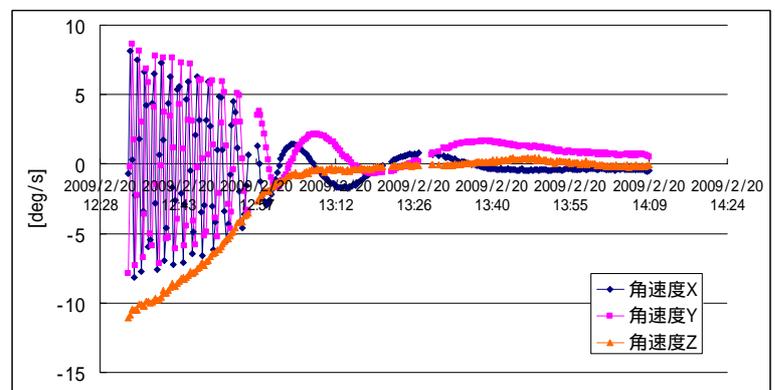


図 4 角速度の制御による安定化実験の結果例

カメラパラメータをチューニングした結果、望遠レンズが最初に捉えた高解像度の画像は図5のような雲の写真である(3月30日)。以前に打ち上げた1kgの衛星XI-IVで撮像した画像(図6)と異なり、雲がくっきり写っている。この画像は十分に気象や地球環境観測に利用できるとの評価を専門家から得ている。

図6 XI-IVの取得画像(2003年)

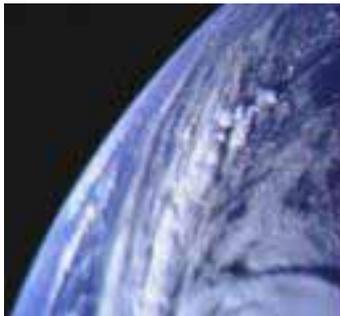


図5 初めて撮れた高解像度画像(3月30日)

さらに地上の画像の撮像を目指した結果、2009年4月17日、アメリカ西岸付近で撮影した画像に鮮明な地上の様子(図7右)が写っていた。その画像を多少補正したものが図7(左)である。GoogleMap(図8)との比較によって、これはメキシコの太平洋岸の一部であるという確認もでき、またGoogleMapの画像から道幅20m程度だとわかった道路や川なども判別していることがわかり、当初の予定であった分解能30mのリモセン画像取得に成功したといえる。現在、さらにパラメータの工夫や姿勢のさらなる安定化で、より鮮明な画像取得を目指している。

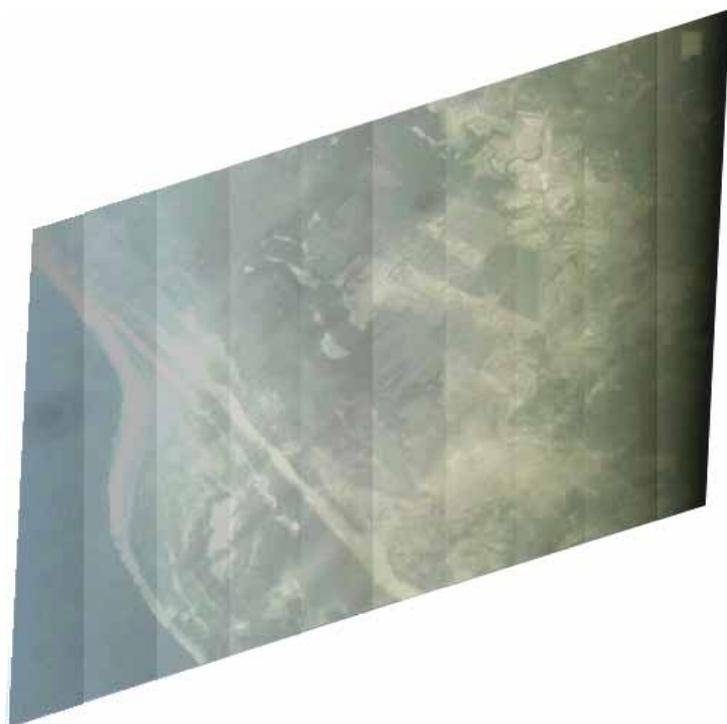


図7 PRISMが撮影した画像(幾何補正・コントラスト補正)と元画像(4月17日)

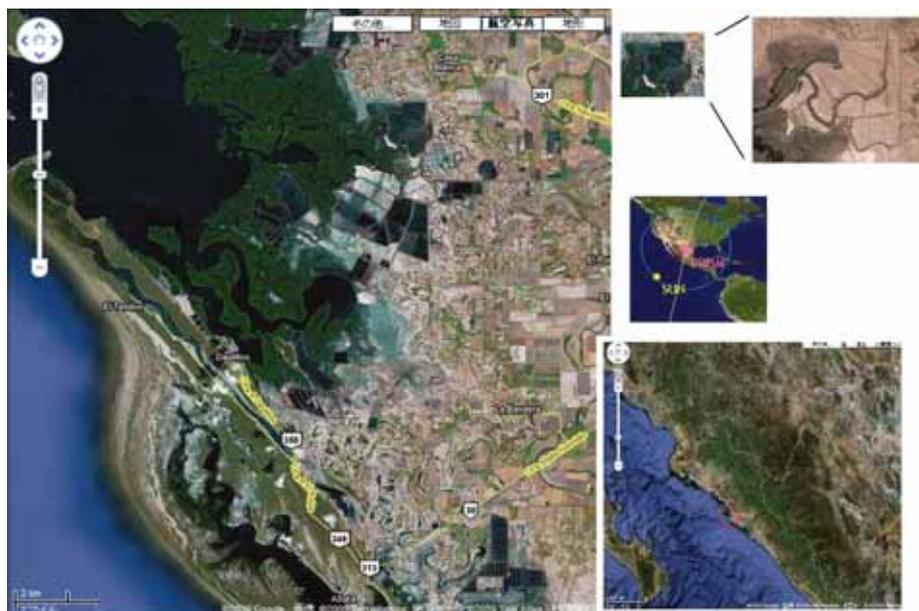


図8 GoogleMapによる同定位置（メキシコの太平洋岸） 提供 GoogleEarth

また、これまでの軌道上実験で、以下のことにも成功している。

- ・ 9600bps の新しい通信機（GMSK 方式）による高速データ通信
- ・ 広角カメラによる地球撮影（図3など）
- ・ 複数 CPU による相互監視機能による放射線対策
- ・ 磁気センサと磁気トルカーを使用した姿勢安定化
- ・ 地上で得た軌道情報を衛星に送り、衛星内で軌道計算を実施
- ・ その軌道情報と、磁気センサ出力から衛星が自分の姿勢を推定

今後の展開

PRISM により、超小型衛星が学生の宇宙工学教育用という目的を超え、実際に役に立つミッションに利用できる実用衛星としての第一歩を記すものとする。30m 分解能の画像の利用法は現在学生とともに検討中であり、すでいくつかの利用アイデアがでていいる。また、広く外部の研究機関、企業、一般の方なども巻き込んで検討を深め、分解能は劣るが低コストのリモセン画像の新しい利用法を開拓したいと考える。

また実用超小型衛星の2機目（研究室の衛星としては4号機）として、位置天文衛星（星の正確な3次元マップを作る衛星）Nano-JASMINE を国立天文台と共同開発中であり、2010年ウクライナのロケット CYCLONE-4 でブラジルより打ち上げる予定である。

このように、超小型衛星のミッションの可能性を広げ、その超低コストで短期開発のメリットを活かして、宇宙への参入者を増やし新しい宇宙利用法を開拓する活動を進めていきたい。

連絡先：学生代表：清水健介
教授 ； 中須賀真一