

3M02 福岡工業大学小型衛星 FITSAT-1 (NIWAKA) の概要

○田中卓史, 河村良行 (福岡工業大学)、田中崇和((株)ロジカルプロダクト)

Overview on The FITSAT-1(NIWAKA) developed at Fukuoka Institute of Technology

Key Words: Space Technology, Cubesat, Satellite, FITSAT, 5.8GHz, High-speed communication, LED

Abstract

We have developed a 10cm 1U cubesat FITSAT-1, which is released from ISS in September 2012. FITSAT-1 is orbiting around the earth about 100 days. The main mission of the FITSAT-1 is to demonstrate a high speed transmitter module developed by our group. It can send a VGA (640x480pix) resolution jpeg image data at 115.2kbps FSK in 5 to 6 seconds using 5.8GHz ham band. The second mission is to make the satellites twinkles as an 'artificial star' using high-output 50 green LEDs in flash mode. This LED light will be observed by small binoculars. This paper introduces the overview of FITSAT-1.

1. はじめに

福岡工業大学でキューブサット FITSAT-1 の開発を行った。FITSAT-1 は 2012 年 7 月 21 日に打ち上げられた H2B ロケット 3 号機で国際宇宙ステーション (ISS) に運ばれ、9 月に ISS の日本実験棟「きぼう」から宇宙に放出される。主ミッションとして 5.8GHz 帯を使って小型衛星の高速通信の可能性を調べる実験を行う。副ミッションとして衛星を人工の星として光らせ、可視光通信の可能性を調べる実験を行う。

2. 構造

キューブサットは 4 本のレールの間に柱を渡し、パネルを貼り付ける形に作られることが多いが、この方法は組立の精度が悪いと衛星放出機構との間で不具合を生じる。FITSAT-1 は 10cm のアルミの各パイプを切断し、両端をパネルで蓋をする形をとっており、組立精度の問題が生じない (図 1)。



図 1 : FITSAT の構造

前パネル(+Z 面)は 5.8GHz のパッチアンテナ、前カメラの穴、緑の LED (定格 3W x 50 個)を配置し、後パネル (-Z 面)は 1.2GHz のパッチアンテナ、430MHz 帯のアンテナのための穴、後カメラの穴、赤の LED (3W x 32 個)を配置している。

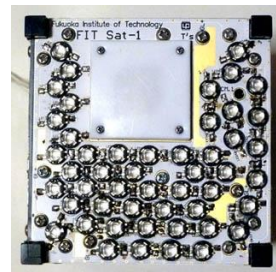


図 2 : +Z 面

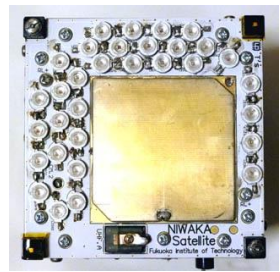


図 3 : -Z 面

キューブサットの 144-430MHz 帯のアンテナは従来、板バネのような素材を丸めて釣り糸で固定し、焼き切って展開する方法がよく用いられてきたが、FITSAT では新しい試みとして、ポリカーボネイトのケースに収納したアンテナエレメントをローラーで展開する。

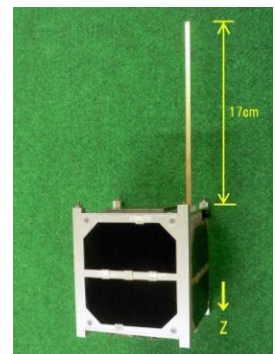
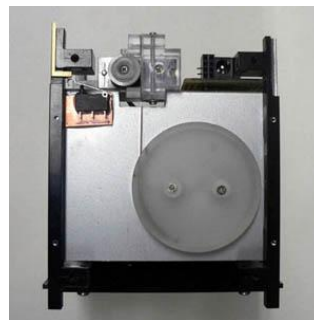


図 4 : アンテナ展開機構

3. 通信系

衛星は通信に失敗すると意味を持たなくなる。FITSAT から地上へ信号を送る手段は ①ビーコン (CW, 437.250 MHz)、①AX.25 パケット (437.445MHz, 1200bps)、③高速データ (5.840GHz, 115.2kbps, FSK)、④光信号 (緑、赤) の 4 通りがある。一方、地上か

ら衛星にコマンドを送る方法は ①437MHz 帯の AX.25 パケット(1200bps)、及び、バックアップ用として ②1.2GHz 帯の DTMF 信号がある (図5)。

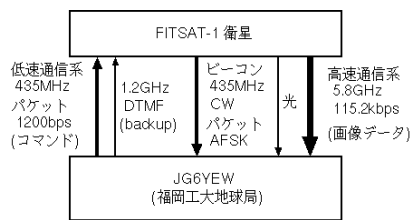


図5：通信システム

4. 制御系

地上からのコマンドは 437MHz 帯の AX.25 パケット信号、または 1.2GHz 帯の DTMF 信号で送られて来る。コマンドはそれぞれ MPU で解読され、CPU と周辺機器をつなぐコマンドバスに出力される。すべてのコマンドは遅延時間を設定できるので、軌道上の任意の位置で実行することができる。

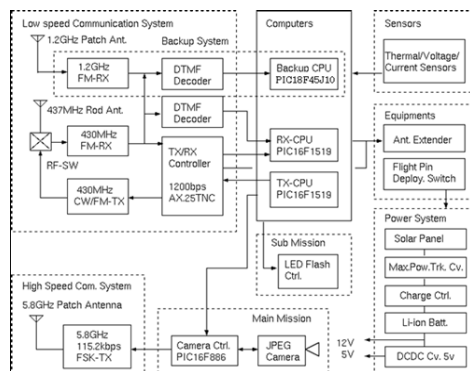


図6：制御システム

5. ミッション系

5. 1 高速通信による画像転送

小型衛星用に開発した高速通信モジュールは 5.840GHz で 2W の出力を出せ、FSK 変調によりデジタル信号を 115.2kbps で転送することができる。シャッターコマンドにより前後のカメラは 10 秒毎、交互に撮影をして計 20 枚の写真を蓄えことができる。放出直後にもシャッターコマンドが働くので、前カメラには先に出た NASA 公募の衛星 2 機が、後ろカメラには遠ざかる ISS が写っている可能性がある。

5. 2 光通信

衛星との光通信の可能性を調べるため、モールスコード点滅モードと微弱光検出モードを備えている。

モールスコードモードでは夜空にメッセージを書くことができる。信号は 1kHz で変調されており、光信号を電気的に取り出せば AF-amp をつなぐこと

でモールス音を効くことができる。一方、微弱光検出モードは望遠鏡にフォトマルチを装着して使うことを想定したもので、10Hz の信号を 5kHz で変調している。受信機は 5kHz のフィルターを通して SN 比を上げ、信号を取り出す。



図7：光によるメッセージ

6. 軌道と姿勢制御

ISS から放出されるので FITSAT もほぼ同じ軌道をまわる。1 周ごとに 200m ほど遅れるので、1 日で 3.2km 遅れることになる。すなわち、放出後 10 日経てば 4 秒(= 32/8)後、20 日経てば 8 秒後に ISS とほぼ同じ位置に現れる。パラボラも望遠鏡も同じ赤道儀にマウントされており、ISS を光学的に捉えれば一定時間後に望遠鏡もパラボラも FITSAT を捉えることになる。衛星は磁石を積んでいるので、+Z 面は常に磁北を向く。福岡では磁力線が 47.5 度で地中に入っており、南 45 度付近通過中 (図8 赤線) に実験を行えば、LED のビームも 5.8GHz の電波のビームも地上局を向くことになる。

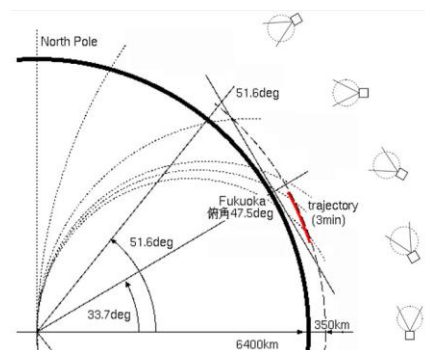


図8：軌道と姿勢

7. おわりに

衛星は学生を始め多数の協力を得て完成させることができた。開発に関わられた皆様に感謝する。

参考文献

- [1] 田中卓史、田中崇和：「小型衛星のための 5.8GHz 帯高速通信無線モジュールの開発」、福岡工業大学情報科学研究所報、第 20 巻、pp.1-6, 2009.
- [2] 河村良行、田中卓史：「超小型衛星からの高輝度 LED 発光(2)、第 432 回レーザー学会学術研究会、2012