

|||| 特集：小型惑星・実験装置 その 1 ||||
(解説)

ISS 放出キューブサット「WE WISH」の開発

田口 孝治・谷本 和夫・尾本 敏信・渡邊 拓男
桑田 金佳・永峰 健太・佐藤 祐貴・関 治男・鈴木 朋憲
明星電気 WE WISH プロジェクトチーム

Development of Cubesat “WE WISH” Deployed from ISS

Koji TAGUCHI, Kazuo TANIMOTO, Takanobu OMOTO,
Takuo WATANABE, Kaneyoshi KUWATA, Kenta NAGAMINE, Yuki SATO,
Haruo SEKI, Tomonori SUZUKI and Meisei “WE WISH” project team

Abstract

Cubesat “WE WISH (World Environmental Watching & Investigation from Space Height)” is one of the first satellites deployed from the Japanese Experiment Module (JEM) of the International Space Station (ISS). One of the purposes of the development was to contribute to technology education at local schools and to promote utilization of data obtained by a small satellite. The other purpose was technical demonstration of subsystems Meisei Electric had developed for cubesat, such as a small thermal infrared camera, a power supply system, and an attitude control system. WE WISH was successfully deployed from ISS at 23:37 (JST) on October 4th, 2012. After the deployment, we succeeded in receiving radio signal from WE WISH. WE WISH gradually lowered its altitude due to air resistance of upper atmosphere and as a consequence it re-entered Earth’s atmosphere on March 11th, 2013.

Keyword(s): WE WISH, Cubesat, International Space Station

1. はじめに

2011 年 6 月、宇宙航空研究開発機構（JAXA: Japan Aerospace Exploration Agency）より公募のあった、国際宇宙ステーション（ISS: International Space Station）日本実験棟「きぼう」からの小型衛星放出実証ミッションに、明星電気株式会社が開発/製造を担当するキューブサット「WE WISH (World Environmental Watching & Investigation from Space Height)」が採択された。

WE WISH の主なミッションのひとつは、超小型熱赤外線カメラの技術実証である。非冷却の赤外検出器を用いた熱赤外カメラの軌道上での動作実証を行う。また、衛星開発を通じた地域技術教育への貢献と小型衛星取得データの利用促進を目的のひとつとしている。具体的には、開発過程での地元の中学校や高校との共同研究、アマチュア無線を使用した取得データの一般提供、SSTV (Slow Scan TV) フォーマットによる熱赤外カメラの撮

像映像の提供を行う。また、本開発を通じて、小型衛星開発に必要な技術習得や MPPT 方式の電源をはじめとした各ユニットの動作実証も目指している。

2012 年 10 月 4 日に WE WISH の軌道投入が成功し、ISS から放出された世界初の衛星のひとつとなった。その後、徐々に高度を下げ、2013 年 3 月 11 日に大気圏に突入した。本稿では、WE WISH 衛星プロジェクトの概要について報告する。

2. キューブサット WE WISH

2.1 衛星概要

明星電気が開発/製造した WE WISH は、キューブサットと呼ばれる規格の超小型衛星である。WE WISH の外観写真を Fig. 1 に、諸元を Table 1 に示す。WE WISH は、10cm × 10cm × 10cm サイズ (1U サイズ) の中に、電源供給部、コマンド/テレメトリ処理部、送信部、受信部、姿勢制御部、熱赤外カメラ部を有している。送信アンテナや姿勢制御用のブ

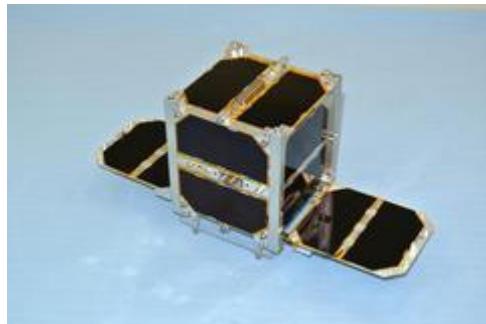


Fig. 1 Cubesat WE WISH (EM)

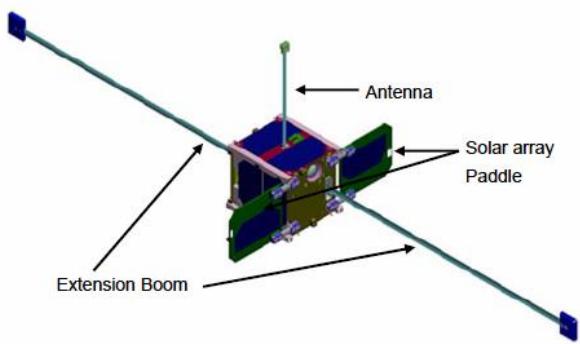


Fig. 2 Cubesat WE WISH (extended)

Table 1 Specifications of the Cubesat WE WISH

Dimension (not extended)	10 x 10 x 10 cm (1U size)
Weight	1.2 kg
Transmission Frequency	430 MHz band
Reception Frequency	145 MHz band
Mission Payload	Thermal Infrared Camera Magnetic Sensor
Attitude Control	Gravity stabilized system Magnetic Torquer

一ム、太陽電池パドルは、ISS からの放出後に伸展され、軌道上では Fig. 2 に示すようになる。

ミッション機器である超小型熱赤外カメラは、冷却が不要な検出器を用いていることにより、1U サイズのキューブサットに搭載できるほどの小型化、低消費電力化を実現している。電源供給部には、COTS (commercial-off-the-shelf) 品のリチウムイオン電池や、MPPT (Maximum Power Point Tracking) 方式の DCDC コンバータを採用している点も、本開発における新たな取り組みとして挙げられる¹⁾。

2.2 軌道

WE WISH は、ISS の小型衛星放出機構 (J-SSOD: JEM Small Satellite Orbital Deployer) より、ISS 後方に向けて放出される。ISS からの放出後の WE WISH の軌道を Fig. 3 に示す。高度 350km ~400km、軌道傾斜角 52.6 deg、軌道周期 92min であり、軌道寿命は 100 日と想定される。

2.3 姿勢制御系

WE WISH の姿勢制御方式としては、重力安定方式を採用している。姿勢制御系を Fig. 4 に示す。重力傾斜ブームが、ISS からの放出の 30 分後に鉛直方向に伸展され、小型熱赤外カメラが地球方向を向いた姿勢が維持される設計となっている。また、ヒステリシスダンパによって、ピッチ角、ロール角方向のタンブリングが吸収される。なお、ISS からの放出後に、WE WISH が反転姿勢で安定した場合には、磁気トルカによって正転姿勢に戻される設計となっている。

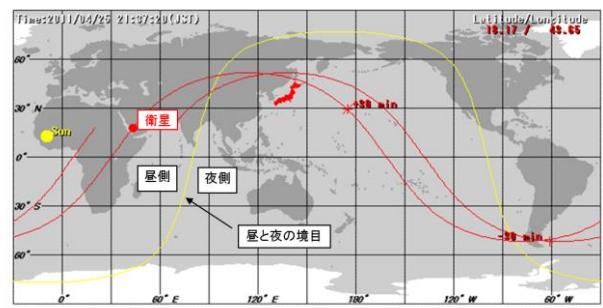


Fig. 3 Orbit

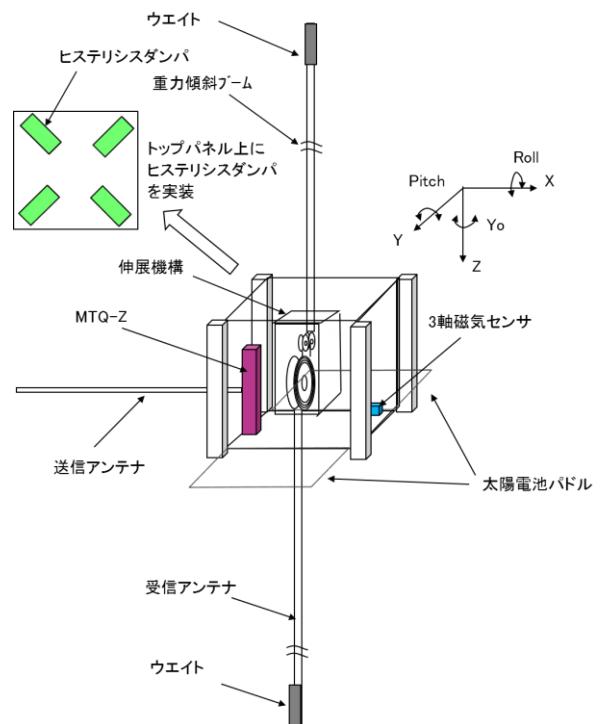


Fig. 4 Attitude Control System

3. 軌道投入および運用

WE WISH は、設計、製造、試験、審査等の工程が終了後、2012年6月末に宇宙航空研究開発機構に引き渡しを終え、7月21日に宇宙ステーション補給機「こうのとり」3号機で「きぼう」に運ばれた。そして、2012年10月4日23時37分（日本時間）に、国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」から、星出宇宙飛行士のロボットアームの操作により放出された。WE WISH の軌道投入成功後、翌日の10月5日0時24分には、衛星からの電波受信に成功した。

Table 2 は、軌道投入後に取得された HK (House Keeping) データの一例を示している。それぞれ日照時、日陰時の太陽電池ステータスを表しており、日照時に太陽電池が発電状態になっていることを確認できる。

Table 2 HK data

日照時		日陰時	
+Yハネル	発電	+Yハネル	無
-Yハネル	発電	-Yハネル	無
-Zハネル	発電	-Zハネル	無
+Yハトル	発電	+Yハトル	無
-Yハトル	発電	-Yハトル	無

超小型熱赤外カメラによって観測された画像の1例を **Fig. 5** に示す。これは2012年10月11日に日本上空のパスにおいて観測された熱赤外画像である。およそ 600km × 600km の範囲が表示されている。図において薄い水色と濃い水色で表されている箇所が、陸と海の温度の違いが捉えられた境界と解釈される。

ISS からの放出後、WE WISH は順調に地球を周回していたが、地球上層大気の空気抵抗により徐々に高度を下げ、2013年3月11日に地球の大気圏に突入し燃え尽きた。

WE WISH は、当初の周回予想期間 100 日を大きく上回る 158 日の間運用され、衛星局 (JQ1ZIJ) として CW ビーコン、パケット HK, SSTV 赤外線画像データを地上に送信した。この間、衛星信号を受信したアマチュア無線家の方々からも受信報告が明星電気に届いており、国内・海外から多くの報告をいただいている。アマチュア無線家により取得された、HK データや赤外線画像、磁力計データ等は、ウェブサイト等にも紹介されている²⁾。

5. まとめ

キューブサット WE WISH は、ISS からの放出後、順調に運用され、2013年3月11日に大気圏に突入し、その役目を終えた。

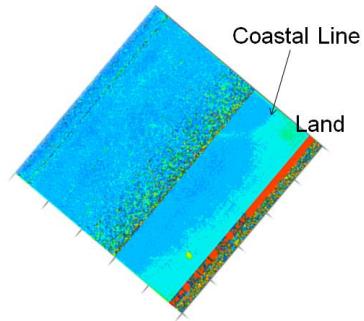


Fig. 5 Thermal Infrared Image

本開発・運用を通して、以下の技術習得・実証に成功した。(1) 電源系は、軌道上で所定の電力生成、維持。MPPT 方式による高効率の電源系を衛星上で実証。(2) 通信系は、軌道上からテレメトリデータをダウンリンク成功。(3) 展開・伸展機構は、軌道上で所定の展開、伸展を実施。(4) 熱制御系は、軌道上で衛星の温度を適正範囲に維持。

今回技術実証を行った超小型熱赤外カメラは、植生や地表温度の観測、海洋温度分布の観測への活用が期待される。

また、衛星開発やアマチュア無線の利用を通じて、近隣中学・高校での講演や開発見学会の開催、データ受信協力をを行う等、地域技術教育や衛星利用の促進に貢献することができた。

謝辞

本衛星の開発に当たって、ご指導、ご支援頂きました宇宙航空研究開発機構殿、群馬県理化学部会殿、四ツ葉学園中等教育学校殿、前橋東高校殿、そして日本アマチュア無線連盟殿、日本アマチュア衛星通信協会の関係の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) K. Taguchi, K. Tanimoto, T. Omoto, T. Watanabe, K. Kuwata, K. Nagamine, Y. Sato, H. Seki, T. Suzuki and Meisei "WE WISH" project team: Development and Achievements of Cubesat "WE WISH", 29th ISTS, Nagoya, 2013
- 2) DK3WN SatBlog,
http://www.dk3wn.info/sat/afu/sat_wewish.shtml

(2013年6月26日受理, 2013年7月18日採録)