

課題番号	: F-14-UT-0088
利用形態	: 共同研究
利用課題名(日本語)	: 深宇宙彫刻 DESPATCH の打ち上げ最大加速度を測定する MEMS センサ
Program Title (English)	: A MEMS Sensor to Measure Maximum Acceleration at Launching the DSESPATCH Deep-Space ARTSAT Turning Around the Sun
利用者名(日本語)	: 久保田晃弘 ¹⁾ 、宇佐美尚人 ²⁾
Username (English)	: Akihiro Kubota ¹⁾ , Naoto Usami ²⁾
所属名(日本語)	: ¹⁾ 多摩美術大学 美術学部 情報デザイン学科、 ²⁾ 東京大学大学院工学系研究科 電気系工学専攻
Affiliation (English)	: ¹⁾ Department of Information Design, Tama Art university, ²⁾ Department of Electrical Eng. and Information Sys. The Univ. of Tokyo.

1. 概要(Summary)

多摩美術大学と東京大学の学生が協力する手作り衛星プロジェクト ARTSAT は、2014 年 12 月 3 日に種子島宇宙センターから打ち上げられた H-IIA ロケット 26 号機(主機: はやぶさ2)に相乗りする小型副ペイロードとして、深宇宙(地球から 20,000 キロメートル以上離れた宇宙空間)からコンピュータが自動生成する「宇宙詩」を電波に乗せて地球に発信し、世界のアマチュア無線家の協力を得て信号を受信する ARTSAT2: DESPATCH (DEep SPace Amateur Troubadour's CHallenge)の開発と運用に成功した。DESPATCH は Fig. 1 左に示すような、3D プリンタで制作された螺旋状の造形(彫刻)部を有する、包絡域が約 50 cm 角、重量約 33 kg の宇宙機で、世界で初めて深宇宙軌道(Fig. 1 右)に投入された、世界で最も遠い芸術作品となった。

宇宙詩は、本体に取りつけたセンサからの入力によって生成するが、打ち上げの履歴を取得して宇宙詩の一部とする構想が生まれたので、微細加工を得意とする東京大学ナノテクノロジー・プラットフォーム微細加工拠点の三田研究室と相談し、打ち上げ時の最大加速度を記録する MEMS デバイスを搭載することとした。

2. 実験(Experimental)

宇宙ロケット打ち上げ時の最大加速度を測定するために、単結晶シリコンによるおもりと、ラッチ機構を備えた MEMS 構造を設計した。データを高速大面積電子線描画装置(F5112+VD01)にて OEBR-CAP112 レジストを用いて描画し、ドラフトチャンバー内で現像の後、高速シリコン深掘りエッチング装置(MUC-21 ASE-Pegasus)で転写した。アッシングによってレジストを除去したのち、ステルスダイシング装置によってチップ分割、気相フッ酸法

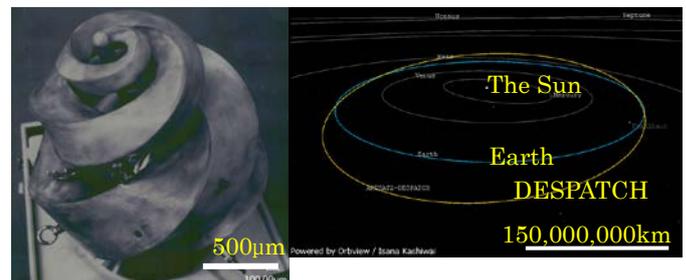


Fig. 1 Photograph of the DESPATCH engraved on a Silicon chip (left). Orbit of DESPATCH

によってリリースを行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製したチップをプリント基板上に実装し、静電容量読み出し回路と集積化し、マイコンによって容量値を読み出せるようにした。人工衛星等の評価に用いる可振器を用いて、最大加速度とラッチの間に相関関係があること、ならびに打ち上げ時に想定される衝撃を与えても本体が破壊されないことを確認した。パッケージ済のユニットを引き渡したが、この部品がプロジェクト全体に与える万が一の問題への不安により、電気的読み出しは結局行わない状態での搭載となった。DESPATCH は現在も深宇宙軌道を回っており、重力で地球に落ちることは無いため、ラッチの動いた様子は半永久的に記録される。遠い将来本体が回収されることがあれば、ラッチの動いた様子が観察されることが期待できる。

4. その他・特記事項(Others)

共同研究者: 米田佳佑 東京大学修士課程、三田吉郎 東京大学准教授、久保田雅則 東京大学助教。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 久保田晃弘「芸術衛星 INVADER」

多摩美術大学研究紀要 第 27 号, 2012.

- (2) 久保田晃弘, 田中利樹, 中澤賢人「芸術衛星用ミッション OBC モジュールの性能試験」平成 24 年度大気球シンポジウム, JAXA, 2012.
- (3) 久保田晃弘
「ARTSAT2: 深宇宙彫刻 DESPATCH」
多摩美術大学研究紀要 第 28 号, 2013.
- (4) 堀口淳史, 橋本論, 久保田晃弘「衛星データ活用
のための API の開発とその芸術利用の試み」
平成 24 年度宇宙科学情報解析シンポジウム, JAXA,
2013.
- (5) 久保田晃弘「芸術衛星 INVADER の運用」
多摩美術大学研究紀要 第 29 号, 2014.
- (6) 堀口淳史, 橋本論, 中澤賢人, 久保田晃弘
「Arduino 互換ミッション OBC 用のソフトウェア開発」
平成 25 年度宇宙科学情報解析シンポジウム,
JAXA, 2013.
- (7) 久保田晃弘, 田中利樹, 中澤賢人「遠隔創造用ミッ
ション OBC モジュールを用いた気球芸術の試み」
平成 25 年度大気球シンポジウム, JAXA, 2013.
- (8) 中澤賢人, 久保田晃弘「ミッション OBC
『Morikawa』を用いた気球芸術用データの取得」平
成 26 年度大気球シンポジウム, JAXA, 2014.
- (9) 久保田晃弘, 田中利樹「ARTSAT1: INVADER 軌
道上運用結果と成果の活用」第 58 回宇宙科学技術
連合講演会, 2014.
- (10) 堀口淳史, 橋本論, 久保田晃弘「超小型衛星の運
用に適したネットワーク対応地上局ソフトウェアの設
計と実装」平成 26 年度宇宙科学情報解析シンポジ
ウム, JAXA, 2014.
- (11) Motoki Kimura, Naoto Usami, Kyohei Sawada,

Kento Nakazawa, Junshi Horiguchi, Ron
Hashimoto, Akihiro Kubota, Mission Design of
Deep Space Sculpture – ARSTAT2: DESPATCH,
ISTS, 2015 (to be published).

- (12) Kyohei Sawada, Meikan Chin, Naoto Usami,
Motoki Kimura, Akihiro Kubota, Structural
Design of 3D Printed Spacecraft - ARTSAT2:
DESPATCH, ISTS, 2015 (to be published).

6. 関連特許(Patent)

なし。