

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：32640

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25370179

研究課題名(和文) 衛星芸術用ミッションモジュールの開発と遠隔創造の実践

研究課題名(英文) The development and practice of remote creation of satellite art for the mission module

研究代表者

久保田 晃弘 (KUBOTA, AKIHIRO)

多摩美術大学・美術学部・教授

研究者番号：70192565

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：2014年2月H-IIAロケットの相乗り衛星として、世界初の芸術衛星「ARTSAT1: INVADER」が高度378kmの太陽非同期軌道に投入された。10cm角、1.85kgの1U-CubeSatのINVADERは、その後軌道上で順調に運用を続け、搭載されたミッションOBC「Morikawa」によって、音声や音楽、詩のアルゴリズム的な生成、チャットボットによる対話といった芸術ミッションを達成した。次いで、同年12月には深宇宙彫刻「ARTSAT2: DESPATCH」(3Dプリントで制作した渦巻き状の造形部を有した50cm立方、約33kgの衛星)を打ち上げ、深宇宙からの宇宙生成詩の送信に成功した。

研究成果の概要(英文)：On February 28, 2014 (JST), the world's first art satellite, "ARTSAT1: INVADER" was launched as a piggyback payload of the H-IIA F23 launch vehicle, and inserted into a non-sun-synchronous orbit at an altitude of 378 km and inclination of 65 degrees. INVADER, a 10 cm cube 1U-CubeSat with a mass of 1.85 kg continued its steady operation on orbit, successfully performing an array of artistic missions by a mission on-board computer (OBC) "Morikawa", compatible with open-source hardware platform Arduino. Following INVADER, deep space sculpture "ARTSAT2: DESPATCH"; a 3D-printed, spiral-shaped (sculptural) form with an envelope area of approx. cube 50 cm and a total mass of approx. 33 kg was launched on December 3, 2014. It also equipped with "Morikawa" and its 'cosmic poems' were successfully received from deep space.

研究分野：メディア芸術

キーワード：衛星芸術 超翔小型衛星 宇宙芸術 生成芸術 ソフトウェアアート クリエイティブコーディング オープンソース Arduino

## 1. 研究開始当初の背景

研究代表者は2010年から「ARTSAT：衛星芸術プロジェクト」において、そのプロジェクトリーダーとして取り組んでいる。このプロジェクトは、地球を周回する衛星を「宇宙と地上を結ぶメディア」と捉え、そこからインタラクティブなメディア・アート作品やサウンドアート作品など、さまざまな芸術作品の制作を展開していく。アートを出発点からゲームやエンターテインメント活用まで、さまざまなプランを社会に提案・実践している(<http://artsat.jp>)。

多摩美術大学と東京大学のコラボレーションを軸としたチームによって進められているこのプロジェクトは、大きく「衛星から得られるデータを活用した(衛星)芸術作品や関連プロダクトのデザイン」と「芸術作品に利用することを主目的とした専用(芸術)衛星の打ち上げ」の2つのテーマから構成されている。芸術衛星の開発主体を東京大学チームが担当し(共同研究者の田中は機体開発のプロジェクト・マネージャーである)、衛星からのデータを活用した作品制作や、地上局の運用やデータ配信を多摩美術大学チームが担当している。両大学のチーム共に、学部、学科や学年の枠を超えた学際的なメンバーで構成され、さらに多摩美術大学では、PBL(課題解決型授業)科目などを通じて、衛星芸術のミッションを美術大学の文化の中でも展開している。

ARTSATが開発する衛星や宇宙機には、芸術ミッションを実行するためのミッションOBCを搭載している。ミッションOBCのボードは、Arduino(<http://www.arduino.cc/>)という、2012年春の時点で100万セットが販売されたオープンソースハードウェア互換のものとしている。Arduinoはアーティストやデザイ

ナーのコミュニティーで、インタラクティブな作品を制作するためのデファクト・スタンダードのデバイスとして用いられており、そのため世界の多くの美術/デザイン系の大学で広く教育用、作品制作用に用いられている。ミッションOBCをArduino互換のものとする事で、衛星のミッションプログラムの開発とそれを利用するための敷居を下げ、デザイナーやアーティスト、DIYホビイスト等へと衛星ミッション開発者や利用者の裾野を広げていくことを目指した。

宇宙環境でデータを収集したり、自律的にアルゴリズムを実行するミッションOBCは、いわば地上のクリエイターの分身(アバター)である。ミッションOBCに接続されたさまざまなセンサーからのデータは、作品を生成するための素材であり、そこにアルゴリズム的な操作を加えることで、アルゴリズム制作者独自の表現を生み出すことが可能になる。こうしたアプローチは、今日の生成芸術(ジェネラティブ・アート)の方法論と重なり、その可能性を拡大する。

## 2. 研究の目的

本研究では、ARTSATが開発したミッションOBCボードMorikawaを、外部のハードウェアと通信しながら、スタンドアロンで動作する、汎用の生成芸術用モジュールとしてパッケージ化し、さまざまな極限環境で自律的に生成芸術を制作できる汎用かつオープンなモジュールを制作することを目的とする。このモジュールを用いて、アーティストやデザイナーが、自分の分身としてのセンサー(知覚)やアルゴリズム(手法)を宇宙に送り、遠隔創造(テレ・クリエーション)の実験を行うことで、その意味や可能性を議論するためのプラットフォームを提供する。そこから、世界にも例をみない「宇宙の遠隔芸術家」による生成(メディア)芸術作品の制作を実現す

ることを目標とする。本研究は、人類にとって新たな芸術表現の場を提供する基盤になる。

### 3. 研究の方法

本研究は、現在研究代表者がプロジェクトリーダー、研究協力者の田中がプロジェクト・マネージャーとなり推進している ARTSAT プロジェクトの一環として実施する。具体的には、平成 26 年 2 月に相乗り打ち上げ予定の、世界初の芸術衛星 INVADER 用のミッション OBC ボードに、さまざまなハードウェアとの通信インターフェイス(API)を付加することで、それをその他のハードウェアに組み込み可能なものに発展させる。さらに取得したセンサーの RAW データやボードの状態をメモリーカードに記録するデータロガー機能を付加することで、「遠隔創造」の可能性を実践的に探求する。その結果を公開し、広く議論を行うことで、芸術衛星 INVADER 運用や本モジュールで行うさまざまな創作実験を、INVADER に続く芸術衛星 2 号機、3 号機の開発へと繋げていく。研究成果は、衛星芸術を体感できるよう、展覧会形式で行う他、報告書及び WEB にて公開する。

### 4. 研究成果

平成 26 年 2014 年 2 月 28 日(日本時間)、H-IIA ロケット 23 号機の相乗り副衛星として、世界初の芸術衛星「ARTSAT1: INVADER (Interactive Vehicle for Art and Design Experimental Research)」が、高度 378km の円軌道、傾斜角 65 度の太陽非同期軌道に投入された。10cm 角、重量 1.85kg の 1U-CubeSat である INVADER は、その後軌道上で順調に運用を続け、INVADER に搭載された Arduino 互換の極限環境用ミッション OBC 「Morikawa」によって、音声や音楽、詩のアルゴリズムミミックな生成と送信、写真の撮影と送信、チャットボットによる地上との対話と

いった様々な芸術ミッションを行った。アマチュア衛星として正式に認められ、オスカーナンバー C0-77 を取得した INVADER は、当初の予定より 2 ヶ月長く軌道上を周回し、2014 年 9 月 2 日 9 時 47 分(日本時間)に大気圏にデオービット(再突入)して消滅した。

INVADER の運用中の 2014 年 6 月 7 日から 8 月 31 日まで、ARTSAT プロジェクトは東京都現代美術館で開催された「宇宙×芸術」展に参加し、世界で初めて、運用中の衛星からのデータを用いたメディアインスタレーションを実現した。さらに INVADER は 2015 年には、世界最大のメディアアートのフェスティバルであるアルス・エレクトロニカのハイブリッド・アート部門で準グランプリを獲得し、同年 9 月 3 日から 13 日までオーストリアのリンツで作品展示を行った。

ARTSAT プロジェクトは、INVADER に続く 2 号機として、深宇宙彫刻「ARTSAT2: DESPATCH (DEep SPace Amateur Troubadour's Challenge)」の設計開発を行った。DESPATCH は包絡域が約 50cm 角、重量約 33kg の宇宙機であり、3D プリンタで制作された螺旋状の造形(彫刻)部を有することが最大の特徴である。バベルの塔、タトリンの塔、スミッソンの「Spiral Jetty」といった美術や建築の歴史的系譜を踏まえたこの人工小惑星は、永遠に太陽の周りを周回する宇宙の環境芸術作品でもある。

DESPATCH は、2014 年 12 月 3 日 H-IIA ロケット(主衛星「はやぶさ 2」)に相乗りする小型副ペイロードとして打ち上げに成功し、世界で初めて深宇宙に投入された芸術作品となった。DESPATCH には INVADER 同様に、本研究で開発した極限環境用ミッション OBC 「Morikawa」の改良版が搭載され、機体に搭載された各種センサーの値からアルゴリズムミミックに生成された詩を地球に向けて送信

した。詩の内容はダダの詩人、フーゴ・バルの音響詩「Gadji Beri Bimba」をリミックスしたもので、深宇宙からの極めて微弱な電波は世界各地のアマチュア無線家の協力によって、最遠 470 万 Km (月までの距離の約 12 倍) の彼方から受信でき、INVADER に続いてエクストラ・サクセスを達成した。

2 度と地球に戻ることなく太陽の周りを周回する DESPATCH は、未来の人類、あるいはそれに代わる知的生命体へのタイムカプセルでもある。DESPATCH には、厳しい宇宙環境の中で劣化していく機体のデッサン/イラストと設計図/開発資料、写真やメッセージが彫られた MEMS メモリーも搭載され、それが再び発見される日を待ち続けている。なお、「ARTSAT プロジェクト」の成果により、研究代表者は平成 27 年度芸術選奨文部科学大臣賞(メディア芸術部門)を受賞した。DESPATCH の成果(宇宙詩)は、2016 年度に開催される「ダダイズム誕生 100 年」イベントで披露される予定である

(<https://www.eda.admin.ch/countries/japan/ja/home/switzerland-and/culture/dada.html>)

## 5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

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」宇宙航空研究開発機構研究開発報告: 宇宙科学情報解析論文誌: 第 5 号、2016.

Kyohei Sawada, Meikan Chin, Naoto Usami, Motoki Kimura, Akihiro Kubota, Structural Design of 3D Printed Spacecraft - ARTSAT2: DESPATCH, JSASS: ISTS30 Special Issue, 2016.

久保田晃弘「DESPATCH の宇宙詩: 遠隔創造による生成詩の実験」芸術工学会誌 (68), 34-37, 2015 . (査読あり)

久保田晃弘「宇宙生成詩の実験」多摩美術大学研究紀要 第 30 号、2015. (査読あり)

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: 抽象化とリプログラミング」宇宙航空研究開発機構研究開発報告: 宇宙科学情報解析論文誌: 第 4 号、2015.

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、長崎、2014 .

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. (査読あり)

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. (査読あり)

[学会発表] (計 3 件)

Akihiro Kubota, "ARTSAT1: Invader, Award of Distinction" Ars Electronica 2015.

[AUT, Linz]

宇佐美尚人、沢田恭兵、木村元紀、久保田晃弘「深宇宙彫刻「ARTSAT2: DESPATCH」の開発と運用」6th UNISEC Space Takumi Conference, 2016. [東京, 大田区]

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, 2015. [神奈川, 相模原市]

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. [神奈川, 相模原市]

[その他]

ホームページ等

- ARTSAT Project: <http://artsat.jp>

- ARTSAT Facebook:  
<https://www.facebook.com/artsat>
- ARTSAT2:DESPATCH:  
<http://despatch.artsat.jp/>
- ARTSAT GitHub:  
<https://github.com/ARTSAT>
- ARTSAT Vimeo:  
<https://vimeo.com/user13272107>

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

久保田 晃弘 (KUBOTA AKIHIRO)

多摩美術大学 美術学部 教授

研究者番号 : 70192565