

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 27 日現在

機関番号：23301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25370171

研究課題名(和文)地球外の視点による地球観の共有 -地球観測衛星を利用した芸術表現技術の開発-

研究課題名(英文) Sharing the view of the Earth as seen from an extraterrestrial perspective. The development of artistic and expressional techniques using Earth Observational satellites.

研究代表者

鈴木 浩之 (SUZUKI, Hiroshi)

金沢美術工芸大学・美術工芸学部・准教授

研究者番号：60381688

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：電波により地球観測を行う人工衛星と地上に配置した電波反射器を利用して地上に絵を描く芸術表現技術を開発した。開発した手法により「星座」をモチーフとした地上絵制作を4回(種子島、つくば市、守谷市、金沢市)実施し、東京など全国4箇所での成果を発表した。この研究の成果は社会に地球外の視点から地球と人との関係を考える機会を与えた。地上絵制作に参加した子供を含む多くの人々が芸術活動によって科学技術への興味を膨らませた。

研究成果の概要(英文)：We developed a method of drawing pictures on the earth using a combination of radio waves, man-made reflectors and satellites. We called these drawings "geoglyphs" and we attempted to produce them across the country of Japan. The motif "constellation" involved 4 places Tanegashima, Tsukuba City, Moriya, and Kanazawa. Project aims were to consider the relationship between the earth and "its" people from the point of view of an extraterrestrial. Many people, including the children who participated in the production of the "geoglyphs" have become more aware about the importance of science and technology, by being involved in this artistic activity.

研究分野：芸術

キーワード：人工衛星 地上絵 コーナ・リフレクタ だいち2号 ALOS-2

### 1. 研究開始当初の背景

地球外から地球を見る為に、これまで多くの分野でリモートセンシングと呼ばれる人工衛星を利用した観測が行われている。しかしながら、Google Earth 等で利用されている商業衛星は、可視光によって地表を高解像度で撮影するが、上空に雲がかかる天候ではその下に配置したものを撮影できない。また、地球観測衛星の赤外センサーでの撮像は夜間の観測が可能となる一方で光学センサーに比べて分解能が低く、地上にもものを配置してそれを撮像することが難しい。これまでに、トム・ヴァン・サンが 1980 年に発表した「Reflections from Earth」や、ピエレ・コンテが 1989 年に発表した「Signature Terre」という作品ではこうした光学センサーを搭載した地球観測衛星が芸術表現に利用されてきた。悪天候や夜間という条件下では撮像が困難で、撮像機会を逃す毎に数日から数十日延期され、地上配置物をいったん収納し再配置する必要があった。

申請者は、天候や時間帯に撮像の成否を左右され難い「レーダー」による観測を行う地球観測衛星に注目し、これらを地上絵制作等の芸術表現に利用する為の研究を行っている。平成 23 年度に運用を終えた日本の陸域観測技術衛星 ALOS (以下 ALOS) は、可視光や近赤外、赤外などの光学センサーとは異なる合成開口レーダー (以下 SAR) を搭載し、芸術表現の利用に適した特性を備えていた。SAR は人工衛星からレーダーを放射し地表で反射した電磁波を再び人工衛星で受信することで地上の土地被覆を観測する能動型のセンサーで、雲を透過して撮像する性能を持つ。ALOS 搭載の SAR である PALSAR は高い解像能を持ち、画像解析の技術も高かった。平成 25 年度に ALOS の後継機として陸域観測技術衛星 ALOS-2 (以下 ALOS-2) が打ち上げられる直前で、新たに搭載される SAR を利用した芸術表現の技術開発の好機であった。

### 2. 研究の目的

近年、人と地球の関係をテーマとした宇宙芸術と呼ばれる芸術領域が形成されつつある。地球外から見た地球の姿は、宇宙飛行士の言葉や映像によって伝えられ、「世界は一つ」といった社会認識が育まれてきた。申請者は「受動的な地球観」から一歩踏み出し、「人間の存在が宇宙と繋がっている実感が伴う能動的な地球観」の獲得を目的に、日本で来年度打ち上げられる地球観測衛星が持つ特性 (曇天・夜間での撮像) を活用し、個々の地球観を芸術で表現する技術を開発し、成果を学校教育等にも活用した。申請者は平成 22 年度から地球観測衛星を地上絵制作に応用する研究を行っており、平成 25 年度より宇宙航空研究開発機構 (以下 JAXA) と協力し、日本が世界に誇る宇宙科学技術の応用による宇宙芸術の更なる展開を実証した。

### 3. 研究の方法

地球観測衛星の芸術への応用には、リモートセンシングによって得られる解析画像を用いる手法と、地球観測衛星から発信される信号を音声としてリアルタイムに地上で受信する手法が考えられた。申請者は、陸域観測技術衛星 ALOS-2 (以下 ALOS-2) を利用した芸術表現を行う為に必要な研究として、新たに ALOS-2 に搭載される合成開口レーダー (以下 SAR) に合わせたコーナー・リフレクター (以下 CR) を設計し、SAR による撮像に適した配置について研究を行った。また、芸術表現の技術として複数の SAR 観測データ間の差について変化抽出を行い、これらのデータを基にしたグラフィックスの制作技術、及び、映像制作技術を開発した。これらの研究で得た制作技術を応用して学校教育用の教材開発を行うと共に、新たな表現技術を用いた地上絵制作に芸術分野を学ぶ大学生を参加させ、先端的専門教育の実施を推進した。

### 4. 研究成果

平成 25 年 5 月 24 日に日本の新しい陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号」が種子島宇宙センターから打ち上げられた。この人工衛星を利用し、宇宙航空研究開発機構(JAXA)との共同研究によって地上絵の制作技術を開発し、実証実験として種子島、つくば市、守谷市において実際の地上絵制作を行った。実証実験に先立ち、地上絵制作に使用する電波反射器の開発を行い、埼玉県鴻巣市と金沢市にて性能試験を実施した。また、人間を合成開口レーダーによって人工衛星から撮像する手法を考案し、金沢市、埼玉県鳩山市にて実験を行った。実証実験には南種子町立小学校 8 校、鹿児島大学教育学部(美術専修)、金沢美術工芸大学、筑波大学が参加し、教育効果を考慮したプログラムが実施された。種子島では、種子島宇宙センター史上初となる「打ち上げ直前の人工衛星見学会」の実施や地上絵の制作についての理解を深める「こども宇宙芸術教室」が実施された。本研究の経過や結果について茨城県、石川県、首都圏にて多数の新聞報道、TV 報道、インターネット中継番組放送が実施され、社会的な公表がなされた。また、筑波大学システム工学学類科目「宇宙工学」、京都工芸繊維大学にて本研究を紹介する講義を実施した。さらに、宇宙航空研究開発機構 筑波宇宙センター大会議室にて一般聴講者を集めて本研究に関するレクチャーが実施されると共に、東京都現代美術館「宇宙×芸術」展カタログに寄稿し本研究を紹介した。実験結果は本年度金沢美術工芸大学紀要で公開された。

平成 27 年度は、科研費及び JAXA との共同研究の最終年度として、開発してきた美術表現技術の成果を茨城(4 月、アーカススタジオ)、東京(8 月、アートスペースキムラ ASK?)、金沢(2 月、金沢市民芸術村)にて展覧会の形で社会に公開した。また東京での展示会期中に関連する分野の多角的な視点からプロジェクトの意義を分析するシンポジウムを開催し、

研究成果を更に詳しく紹介する機会を設けた。また、金沢市民芸術村での個展トークショーでは、大学関係者、一般来場者に向けて成果発表を行った。展示は各地域の展示施設との共同開催の形がとられ、地域の社会活動としての意義が主催者に認められた。また、別の観点から社会的な意義が認められ、昨年度に引き続き三谷研究開発支援財団の助成研究に採択された。企業広報活動・及び社会活動への支援の精神に合致する活動であったことを三菱鉛筆株式会社協賛を得たことで示した。3 年間に及ぶ JAXA との共同研究については紀要論文の執筆を行った。展示技術に関して、iPad を利用して作品解説用の案内アプリを開発し、教員作品展に出品した。モンゴル国ウランバートル市では国外では初となる「だいちの星座」プロジェクトを始動し、12 月に初めて日本の地球観測衛星を利用した電波反射実験をウランバートル市内で実施した。この実験では学生が参加し、TV 番組で実験の様子が紹介され、Twitter 上では元横綱朝青龍関や元モンゴル国会議長等から応援のコメントがプロジェクトに対して送られた。金沢美術工芸大学教員研究発表展、中国清華大学交流展では、アクリルマウント加工による写真作品として展示し、研究成果を公開した。また、京都工芸繊維大学では 2 度の講演を行い、活動を紹介した。宇宙航空研究開発機構 JAXA 筑波宇宙センター特別公開に合わせ展示を行い、本研究を 1 万人の来場者に向けて紹介した。大規模な制作を目指し、茨城県北芸術祭参加に向けたリサーチや企画提案を実施し、2016 年 9 月から 11 月まで開催予定の茨城県北芸術祭 2016 の実施プログラムとして、一般公募 107 点の中から 1 位で採択された。

## 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 3 件)

①鈴木浩之、地球観測衛星を利用した市民参加型地上絵制作プログラムの開発に関する研究、金沢美術工芸大学紀要第 60 号、査読無、2016、pp. 33-58

②鈴木浩之、陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号」を利用した地上絵の制作に関する研究、金沢美術工芸大学紀要第 59 号、査読無、2015、pp. 27-40

③鈴木浩之、人工衛星を利用した地上絵の制作に関する研究、金沢美術工芸大学紀要第 57 号、査読無、2013、pp. 79-90

[学会発表] (計 2 件)

①鈴木浩之、「だいちの星座」ALOS-2 を用いた地上絵を制作する国際アートプロジェクト、第 2 回 ALOS-2 PI ワークショップ、2015 年 11 月 18 日、秋葉原コンベンションホール (東京都千代田区)

②鈴木浩之、大木真人、地球観測技術の芸術への利用に関する研究、第 1 回 ALOS-2 PI ワークショップ、2013 年 9 月 19 日、つくば国際会議場 (茨城県つくば市)

[図書] (計 1 件)

①鈴木浩之  
人工衛星と宇宙芸術、ミッション[宇宙 X 芸術]コスモロジーを超えて、青幻舎、査読有、2014、p. 172、ISBN 978-4-86152-449-3

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

<http://www.daichinoseiza.info>

[http://www.jaxa.jp/projects/feature/satellite/suzuki\\_j.html](http://www.jaxa.jp/projects/feature/satellite/suzuki_j.html)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

公立大学法人金沢美術工芸大学  
美術工芸学部美術科油画専攻准教授  
鈴木浩之 (SUZUKI, Hiroshi)  
研究者番号：60381688

(2) 研究分担者

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構  
地球観測研究センター研究員  
大木真人 (OHKI, Masato)  
研究者番号：080578302

(3) 連携研究者

無し