

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501023

研究課題名(和文) 全方位定点観測カメラを用いた火山と気象の教材「桜島と雲」の開発

研究課題名(英文) Development of Weather Educational Materials "Mt. Sakurajima and Clouds" using with All-Sky Imaging Camera System

研究代表者

土田 理 (TSUCHIDA, Satoshi)

鹿児島大学・教育学部・教授

研究者番号：10217325

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、これまで13年間にわたって蓄積してきた桜島画像データを基礎にして、地域の素材を最大限に活用した理科教育用気象教材の開発を目指した。

そして、次の点が成果としてあげられる。1) 東西南北全方位全天に渡って桜島の噴煙移流、雲の移動を記録するための全方位定点観測カメラシステムを構築、2) 全方位定点観測カメラの記録映像と気象基礎データを元にした、桜島噴煙と雲の移流を観測できる静止画データの蓄積と配信、3) 児童・生徒を対象とした火山活動と気象についての認識調査に関する基礎資料の収集と整理、4) 記録映像と気象基礎データを基にした気象教材「桜島と雲」の基礎データの作成

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to aim at the development of weather educational materials for science education that makes the best use of local subjects based on Mt. Sakurajima image data accumulated over 13 years. The results are as follows:(1) Planning and constructing all-sky image camera system for recording plumes of Mt. Sakurajima and clouds over the all direction. (2) Storing still image data of plumes and clouds of Mt. Sakurajima based on the data of all-sky image camera and meteorological. (3) Collecting of basic subjects on the study of recognition about volcanic activities and the weather for pupils. (4) Making basic data of educational materials "Mt. Sakurajima and Clouds" based on recorded images and weather.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：科学教育 理科教育 火山噴火 気象教材 全天画像カメラ

### 1. 研究開始当初の背景

桜島は、約2万5千年前に火砕流を噴出した後に形成された始良カルデラ(南北17km, 東西23km)の南の縁位置する活火山である。南岳山頂火口は1955年(昭和33年)10月の大爆発以降、活動を続けているが、2006年(平成18年)からは桜島昭和火口の活動も再開し、連日、活発な噴火活動を続けている。

また、桜島は孤立峰なので、噴煙の流れや山頂付近に生じる雲は周辺の気象条件に大きく左右される。つまり、桜島の噴煙の流れや雲の生成と動きは、周辺の気象条件、前線の通過、気圧の変化、上層風の変化を示していることになる。

そのため桜島は、以下のように国内の他の火山と大きく異なる特徴を有している。

- ・人口60万人の鹿児島市から10kmという近距離でありながら、孤立峰としての様々な典型例気象現象や、火山噴火や爆発という地球のダイナミックな活動を日常的に観察することができる。

- ・桜島の標高が約1,100mであるため、その頂上が対流圏の自由大気とエクマン境界層の境界面に位置し、風向・気流などの立体的変化(ウインド・シア)を噴煙と雲の移動から、比較的容易に観察することができる。

このような特徴をもつ桜島に対して、筆者は2000年(平成12年)より固定式観測カメラを鹿児島大学教育学部理系研究棟屋上に1台設置し、早朝から夜間までの継続観測、データ蓄積、そしてインターネットを通してのデータ配信を行ってきた(<http://volceye.edu.kagoshima-u.ac.jp/>)。

これらのデータは、火山を対象とした地学教材の試行、MICOSを通してのオセアニア方面へ飛行する航空機運航情報の噴火・噴煙データなどとして、利用されてきた。

このように桜島噴火に関してはある程度の成果は得られているが、桜島を東端にした東西南北の空域を網羅した立体的に噴煙と雲の移動を把握しながら、桜島周辺で起きている気象現象に焦点化し、小中学校理科を系統的に貫く気象教材は、これまでほとんど開発がなされていない現状にある。

### 2. 研究の目的

本研究では、これまで13年間にわたって蓄積してきた膨大な桜島画像データを基礎にして、地域の素材を最大限に活用した理科教育用気象教材の開発を目指している。

### 3. 研究の方法

本研究の当初計画は以下の通りである

(1) 東西南北全方位全天に渡って桜島の噴煙移流、雲の移動を記録するための全方位定点観測カメラシステムの構築

(2) 全方位定点観測カメラの記録映像と気象基礎データの同時配信を行う、web型データベースの構築

(3) 鹿児島市街地にある小中学校に通学する児童・生徒を対象とした、桜島と雲についての認識調査の実施と分析

(4) 記録映像と気象基礎データを基にした気象教材「桜島と雲」の開発と理科授業での試行

### 4. 研究成果

(1) 全天画像カメラシステム構築について  
全天画像を撮影する一般的な方法として、①水平に設置したカメラを一定時間で回転させ、得られた画像をつなぎ合わせてパノラマ画像を得る方法、②球面鏡の上にカメラを下向きに設置し得られた画像を変換してパノラマ画像を得る方法(球面鏡の下にカメラを設置する方法も同様)、③超広角レンズを取り付けたカメラを上向きに設置し得られた画像を変換してパノラマ画像を得る方法、がある。

本研究では、超広角レンズ(魚眼レンズ)の種類が限られ、またレンズ毎のマウント方法も異なるため利用出来るカメラの種類も少なくなるが、上向きに設置して撮影を行うので普通に空を見上げた状態に近くなる③の方法をとった。さらに、設置場所が本学部理系研究棟屋上であり、通常の電源供給ができない条件下でも、晴天下での昼間の装置温度の上昇をできるだけ最小限にし、夜間の温度低下や気象状況による結露を防ぐために、独自のカメラハウジングを設計、開発した。

当初計画では、太陽光発電装置を取り付けて内部温度コントローラの設定により吸排気を行う予定であった。しかし、夏期、日中の湿度が高い時期には、夜間、気温の低下とともに内部結露が生じる恐れがあることが設計段階で指摘された。そこで、カメラ周囲に太陽熱遮蔽板を置くと同時に、大型アルミヒートシンク8つを内側ハウジングに装着し、その外側をステンレス筒で隙間を空けて取り付けることで、自己放熱させることにした。さらに、桜島降灰、降雨、台風などの影響も出来るだけ受けけない構造でかつ、メンテナンスと将来の拡張が容易になるようにした(図1)。

カメラ本体は、別途に電源ラインを屋上に引くこと無く稼働させるために、電源重畳型カラーカメラとして、超広角レンズはカメラのCSマウントに適合し、オートアイリスコントロールが出来る製品とした。そして、レンズは大口径だと映像も鮮明になるが、カメラの撮像素子(CCD)の寿命を延ばすために出来るだけレンズ径が小さい超広角レンズを選んだ。

2012年（平成24年）の9月までに全体の基本設計を終えて、11月から地元の製作所と打ち合わせをしながら実設計と製作を開始し、2013年（平成25年）2月に本学部理系研究棟7階屋上の東端に設置完了した（図2）。

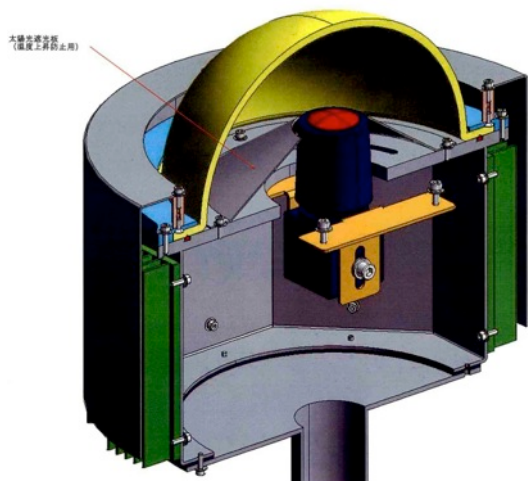


図1：設計したカメラハウジングの断面図



図2：研究棟屋上に設置した全天画像カメラ

(2) 記録映像の蓄積と気象基礎データの配信を行う web 型データベースの構築について

本研究で作成した全天画像カメラシステムは、静止面の動画化を行ったときにスムーズに雲や噴煙の動きが観察できるように、30秒毎の画像蓄積を行っている。カメラからの動画を静止画像キャプチャーするために、volceye 桜島でも使用している ListCam20 (Ver.2.09e) を用いている。途中、サーバトラブルなどでデータ欠損が生じた時期もあったが、2013年（平成25年）2月下旬より、毎日5時00分から19時59分30秒の間で全天画像の蓄積を行っている。2013年夏の炎天下でも、全天画像カメラシステムにトラブルは発生しなかった。

表1は、平成25年に蓄積された記録から、桜島の噴煙移流が西寄りであった記録を抽出し、volceye 桜島サーバで配信している映像一覧である。噴煙高度が3,000m以上で、

西向きの移流については、従来記録している volceye 桜島の画像と比較し、全天雲の移動が明瞭に観察できるようになった。

図3は、2013年8月18日の噴火の様子である。噴煙高度が初めて5,000mに達した噴火で、東向きにカメラを設置している従来の記録画像（図4）と比べると、撮影範囲が広く噴煙の先端部の形状に至るまで記録されていることが分かる。

また全天画像は、記録された状態の画像でも利用が可能であるが、より自然な超広視野角画像に歪み補正するプログラム（(株)日立情報通信エンジニアリングからの技術提供）を通して、水平パノラマ画像に変換することも可能となった。

さらに全天画像をプラネタリウムドームへ投影した時の映像をパソコン上で確認できる Amaterasu Media Player (Ver. 1.3.2) を用いると、非常にリアルな噴煙移流、雲の移動を見ることも可能であった。

表1：配信している画像一覧（2013年版）

No.	日付	噴火時刻	噴煙高度	噴流方向
1	20130501	16:00-		W
2	20130507	07:01-		
3	20130508	16:27-	3,300	
4	20130514	14:34-		NW
5	20130711	12:27-		W
6	20130719	07:37-	3,400	
7	20130722	16:35-	3,200	NW
8	20130809	12:50-	3,500	
9	20130818	16:31-	5,000	
10	20130819	15:20-		NW
11	20130820	all day		WNW
12	20130821	10:06-	3,500	NW
13	20130822	09:00-		NW
14	20130827	07:37-		SW
15	20130829	09:27-	3,000	
16	20130917	05:54-		NW
17	20130918	06:32-		SW
18	20130925	12:42-	4,000	SW
19	20130926	10:18-	4,500	SW-W
20	20130927	17:24-	3,000	
21	20130929	15:54-		W
22	20131004	12:02-	3,000	W
23	20131006	13:14-		NW
24	20131007	09:22-	3,000	W
25	20131013	06:46-		SW
26	20131021	10:35-	4,500	SW
27	20131028	08:09-	3,500	
28	20131105	15:14-		WSW
29	20131113	10:11-		SW

※噴煙移流が西向きを抽出





図3：全天画像カメラの記録事例  
(2013年8月18日16時37分54秒)  
(上から時計回りに、南、東、北、西の方向)



図4：従来の記録方法による画像  
(2013年8月18日16時38分00秒)

(3) 桜島と雲についての認識調査について  
鹿児島市街地にある小中学校に通学する児童・生徒を対象とした、桜島と雲についての認識調査については、調査問題と教材のための基礎資料を集めるだけにとどまった。この基礎資料の一部は、火山噴火についての防災教育を行っているイタリア EDURISK プロジェクト(Dr. Rosella Nave, Dr. Romano Camassi, INGV Observatorio Vesuviano Napoli, Italy) から得ることができた。現地では、2007年より行っている小学生向けの防災教育資料、データについて意見交換と情報収集を行うことができ、認識調査のための基礎資料となっている。また、ヴェスビオス火山観測所があるナポリ市は、鹿児島市とも姉妹都市であり、今後、桜島を中心にした理科教材や防災教育教材の情報交換や教材交換についても展望を持つことができた。

(4) 気象教材「桜島と雲」の開発と理科授業について

先述した EDURISK プロジェクトでは、ポンペイの街を壊滅させたヴェスビオス火山や、ナポリのソルファターラ・クレーターを題材にした教材やゲームが開発されている。

本研究で開発を目指している気象教材においては、全天画像カメラの映像と気象データを中心として理科授業に組み込むことを考えている。しかし、中学校理科の授業への組み込みに関しては当初予定でも可能であるが、小学校理科の授業への組み込みに関しては、児童の興味を引きつけることが難しいことが分かった。そこで、小学校理科への導入場面では、EDURISK プロジェクトを参考にして、ゲーム形式での知識提供も必要であるといえる。

理科の観察は実物を見ることが重要であるので、記録映像とデータからなる本教材は、小学校理科5年生B区分「生命・地球」(4) 天気の変化では、一日の雲の様子を観察したり、雲の動きを調べる活動のまとめの段階で利用することが望ましい。また中学校理科では、第2分野「(2) 大地の成り立ちと変化」の「火山と地震」の単元で、特に火山活動が地形に変化を与えていること等、火山活動についての正しい情報と知識を本教材を通して提供することは、防災教育の基盤ともなる。また、「(4) 気象とその変化」の全単元では、その導入、展開、まとめのすべての時間で、観察が難しい雲の移動、前線通過前後の雲と気象状況、上層と下層での雲の移動の違いを、本教材を用いることで提供が可能である。

## 5. 主な発表論文等

[学会発表] (計3件)

- ①木下紀正, 土田 理, 飯野直子, 金柿主税, 多点・広角・全天撮影による桜島火山噴煙の動態観測, 第16回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム, 千葉大学, 2014.2.21
- ②土田 理, 全天画像カメラシステムの構築と雲画像の観察, 日本科学教育学会第2回研究会論文集, 大分大学, 2013.11.23
- ③ Kisei KINOSHITA, Naoko IINO, Chikara KANAGAKI, Satoshi TSUCHIDA, Ippei HARADA, Jonggeol PARK, Volcanic eruption clouds in southwest Japan observed from the ground and satellites, 2E.Remote sensing and terrain modeling, IAVCEI, Sci. Assembly, 2E-O8, 査読有, Kagoshima-shi, Japan, 2013.7.20-24

[その他]

ホームページ等

<http://volceye.edu.kagoshima-u.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

土田 理 (TSUCHIDA, Satoshi)  
鹿児島大学・教育学部・教授  
研究者番号：10217325