

## 2011 年霧島山新燃岳噴火をキッチン火山実験で再現する Reproduction of the Eruptive sequence of the 2011 Shinmoedake eruption using the kitchen volcano experiments

井村 隆介<sup>1\*</sup>; 谷山 天一<sup>2</sup>

IMURA, Ryusuke<sup>1\*</sup>; TANIYAMA, Hirokazu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 鹿児島大学 大学院理工学研究科, <sup>2</sup> 宮崎県高原町役場

<sup>1</sup>Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, <sup>2</sup>Takaharu Town Office, Miyazaki Prefecture

小・中学生を対象に 2011 年霧島山新燃岳噴火をキッチン火山実験で再現するプログラムを実施した。2011 年噴火の推移を実際の写真や図で解説しながら、食材を使った実験でそれを順番に再現した。マグマの発泡・噴出（準プリニー式噴火）から揮発性成分の抜けた溶岩の流出（火口内への溶岩の流出）などの噴火のメカニズムや軽石・火山灰の分布様式などへの理解が、実際に起こったこと、見られたこととつぎあわせることで、格段に進んだ。霧島山東麓では、2011 年の新燃岳噴出物を実際に観察できるので、野外観察と組み合わせることによって、より有意義なものになった。2011 年新燃岳噴火を知ることは、子ども達に防災を意識させずに防災を学んでもらえることにつながる。このプログラムは霧島ジオパークにおける教育・防災分野の重要な部分を担うものである。

キーワード: 2011 年新燃岳噴火, キッチン火山学

Keywords: The 2011 Shinmoedake eruption, kitchen volcano experiment

## 火山観測用自走式センサー「ほむら」の開発 HOMURA: Development of mobile sensor for volcanic exploration

金子 克哉<sup>1\*</sup>; 伊藤 公一<sup>2</sup>; 安部 祐一<sup>3</sup>; 岩堀 功大<sup>4</sup>  
KANEKO, Katsuya<sup>1\*</sup>; ITO, Koichi<sup>2</sup>; ANBE, Yuichi<sup>3</sup>; IWAHORI, Kodai<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院人間・環境学研究科, <sup>2</sup> 京都大学大学院理学研究科, <sup>3</sup> 京都大学工学研究科, <sup>4</sup> 京都大学理学部  
<sup>1</sup>Human and Environmental Studies, Kyoto University, <sup>2</sup>Graduate school of Science, Kyoto University, <sup>3</sup>Graduate school of Technology, Kyoto University, <sup>4</sup>Faculty of Science, Kyoto University

火山噴火の予兆現象を把握し、火山噴火のダイナミクスの理解を行うためには、火口近傍さらには火口内における諸現象のモニタリングが必須である。現状において、火山活動の静穏時に設置された火口カメラによる監視、火山ガス、地震、電磁気学的観測などが行われている。一方、活動が活発化している火山において、新たに観測機器を設置しようとしても、危険性のためそれができず、十分な観測体制を持っていない場合もある。これまでに、いくつかのプロジェクトで火山観測用の無人ロボットの開発が試みられてきたが、巨額な研究開発費が必要ということもあり、プロジェクトの終了とともに開発が停止し、実用化に至っていないのが現実である。

本研究では、この現状を打破し、火口内やごく近傍の機動的観測を行う実用的な無人陸上車両型ロボットのシステム「火山観測用自走式センサー」の開発を行う。我々はこのシステムを「ほむら」と名付けた。我々は、目視下あるいは遠隔地からの無線操縦により、火山フィールドを走行し、人が近づけない活動中の火口近傍や火口内の映像および搭載センサーによる観測データをリアルタイムに操縦局に送信するロボットを目指し開発を行っている。今回の発表では、ほむら開発の現況と、伊豆大島で行った Docomo の FOMA 無線通信を用いた遠隔操縦試験の結果について報告を行う。

ほむらの開発の基本指針は、(1) 不整地走行において簡単に走行不能にならない車体とすること、および、(2) 製作運用のコストに優れること、の2点である。この指針のもと、ほむら試作機を製作した。ほむらは、上下対象の構造を持つ6輪の車形状のロボットである。大きさは長さ750 x 幅430 x 高さ310 mm、重さは約12kgである。動力源は2セルのリチウムポリマー電池(7.4V、容量約250Wh)である。機体内には、カメラ、GPS、CO<sub>2</sub>ガスセンサーなどのセンサー類を収納する。基地局との通信は、デジタル無線通信で行う。基地局とのコマンド、データの送受信、走行およびセンサーの制御は、搭載された小型コンピュータにより行われる。車体の製作費用は、約20万円であり、これまでに開発された火山観測ロボットに比べ桁違いに安価なものとなっており、小型ゆえに運搬、運用も簡単である。

実際の運用に当たり、大きな問題となるのは、無線通信手段である。現段階において、1.2GHz帯10kbpsの直接通信、2.4GHz帯38kbpsの直接通信、Docomo FOMAによる64kbps通信の3種類のデジタル無線通信モジュールを用いることができる。直接通信においては、通信インフラを必要としないため、どの火山でも運用可能であるが、確実な通信を行うためには、基地局から1km以内でほむらを見通すことが必要となる。したがって、直接通信による運用は、観測対象までかなり近づける場合に限られる。一方、FOMA通信においては、FOMA通信インフラが必要であるが、それがあられる場合には、基地局を任意の場所におくことが可能である。

我々は、2013年11月、伊豆大島三原山および裏砂漠において、FOMA通信を用いて、ほむらの遠隔操縦試験を行った。三原山の山頂火口より、北に約2kmはなれたカルデラ縁(伊豆大島温泉ホテル)に基地局を設置し、そこから山頂火口を目指して、ほむらをスタートさせた。操縦は、すべて、ほむらを目視することなく、内臓のカメラ、GPSなどのセンサーデータのみにより行われた。結果として、5日間、1回の電池交換により、ほむらは、大島温泉ホテルより登山道を経て、山頂に至り、登山道外の斜面を裏砂漠へ下り、温泉ホテルより約1kmの地点まで戻ることができた。この実験により、目視によらない遠隔操縦により、火口周辺へのアプローチが十分に可能であることがわかった。その一方で、溶岩流の盛り上がり部分が壁になり、ほむらに対してFOMA中継局方向がさえぎられると、FOMA無線は、不安定になり、最悪通信が完全に途絶してしまう。このような場所が、ほむらのルート上に4ヶ所あった。このことは、三原山において、遠隔操縦だけでほむらが山頂まで達することは実際に不可能であることを示している。陸上を走る観測ロボットを火山で運用する場合には、事前に十分な検討を行い、安定した無線通信手段を確保することが必須である。携帯電話無線網を利用する場合には、状況に応じ、臨時の中継局を設置するなどが必要になるであろう。

キーワード: ロボット, 遠隔操縦, 携帯電話通信, 伊豆大島

Keywords: robot, Remote control, Telecommunication by cell phone, Izu-ohshima

## 噴煙柱からの粒子離脱(2) —観測点配置による再現性評価 Particle fallout from an eruption column (2) - evaluation of reproducibility

萬年 一剛<sup>1\*</sup>  
MANNEN, Kazutaka<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 神奈川県温泉地学研究所  
<sup>1</sup> Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

降下火山灰シミュレーションにおいて、地上における堆積量見積の誤差が生じる原因として、噴煙柱のどの高さからどれだけの量の粒子が放出されているかを示す給源パラメータの不確実性が考えられる。給源パラメータは高さにかかわらず均質としたり、粒径と噴煙の上昇速度の関連から決めたり(鈴木モデル)されているが、観測を元に調べた研究はほとんど無い。著者は Tephra2 と観測された気象場を用いて、伊豆大島 1986 年噴火の給源パラメータをインバージョンによって求めようとしている(昨年度本大会)。

今回は、観測点配置によって、再現される給源パラメータにどのような違いが生じるかを、2つの方法を使って評価した。

1つは、ダミーの噴煙パラメータを与えて、各観測点における降灰量を計算し、その計算結果にもとづくインバージョンで、最初に与えたダミーの噴煙パラメータを再現できるか確認するというものである。

もう1つは、ジャックナイフ法によるものである。この方法では、観測点を順番に一つずつ外し、その都度給源パラメータを計算する。その都度計算される給源パラメータは「疑似値」とよばれるが、最終的な給源パラメータの推定値は疑似値の平均値、給源パラメータの誤差は疑似値の標準偏差となる。

伊豆大島 1986 年 B 噴火について、この2つの方法を使って、観測点配置による再現性を評価したところ次のことがわかった。まず、再現できる高度の範囲は粒径によって異なり、-3phi で 7km、0phi で 4km が上限であった。またジャックナイフ法による給源パラメータの誤差はあまり大きくなく、ほとんどの場合 10% 以下であった。

キーワード: 降下火山灰, Tephra2, シミュレーション  
Keywords: Pyroclastic fall, Tephra2, simulation

## MODIS データを利用した火山・溶岩活動の検知 Detection of thermal anomaly associated with volcanic activity from MODIS data

堤 梨花<sup>1\*</sup>  
TSUTSUMI, Rika<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院理学研究科  
<sup>1</sup> Chiba University

世界には多くの火山が存在するが、その全てを連続監視することは多くのコストを要するため困難である。一方、火山活動は温度上昇を伴うという点と、衛星によるリモートセンシングでは広範囲の地表面温度の監視が可能ということ踏まえ、衛星データを使用することで、効率的に多くの火山を連続監視することができる。

よって、我々は人工衛星 Aqua/Terra に搭載されているセンサ MODIS の L1 夜間赤外データを用いて、火山周辺の地表面温度の時空間的な統計解析を行うことによって、火山活動（特に人命に関わる甚大な被害をもたらす溶岩活動の監視や火砕流予測を目的として）に伴う温度異常を検知するアルゴリズムを構築することを本研究の目的としている。

また、本解析では、雲ピクセルの棄却が必須であり、雲に対する感度が高いとされる 4 つの輝度温度のバンド間差分値 (BTD : Brightness Temperature Difference) (band31-band20, band31-band27, band31-band20, band34-band35) を用いて、各 BTD の特性を考慮し、雲ピクセルの棄却を行った。雲ピクセルの棄却手法の精度を検証するため、日本の 8 か所 (札幌・新潟・富山・つくば・東京・松江・長崎・辺戸) で、LIDAR データ (国立環境研究所) と MODIS データの雲判別に用いた各 BTD の値を比較した。その結果、熱帯 (辺戸) および日本地域の火山活動の監視については、雲判別に用いた手法が、十分な能力があることが分かった。精度よく雲ピクセルの棄却を行ったことで、先行研究 (Noguchi 2010) で出ていた雲ピクセルによる火山活動期間以外の温度異常の誤検知をなくし、火山活動期間中の溶岩活動に伴う温度異常のみの検知に成功した。

キーワード: MODIS, 火山, 溶岩, 新燃岳, Lidar

Keywords: MODIS, Lidar, Volcanic activity, Shinmoe-dake, lava activity