

## 火山活動把握のための遠隔観測技術の開発 遠隔地から火口周辺の現象を捉える

火山研究推進センター 研究統括 小澤 拓  
主任研究員 實淵 哲也



### はじめに

火山災害の軽減においては、火山活動に伴う諸現象を詳細に把握し、確度の高い火山活動予測につなげることが重要です。従来の観測に加え、現地観測が困難な火口周辺で生じる現象も把握できれば、より詳しく火山活動を把握できるようになります。そこで、防災科研は、次世代火山研究推進事業の課題B「先端的な火山観測技術の開発」において、リモートセンシング技術を用いて火口周辺の地殻変動、熱的活動、火山ガス等を計測する技術の開発を行います。

### レーダーを用いた地殻変動観測

火山活動把握において、地殻変動は、地下におけるマグマ等の挙動を推定できる重要な観測項目の一つです。最近では、全球測位衛星システム（GNSS）等により、地殻変動を高精度にモニタリングできるようになりましたが、火山活動に伴う地殻変動の全容を把握するためには、より稠密な観測が必要とされます。そこで、防災科研では、人工衛星搭載型の合成開口レーダー（SAR）を用いて、高密度に地殻変動情報を検出する技術（SAR干渉法）に関する研究を進めてきました。図1はSAR干渉法を用いて捉えた桜島の地殻変動を示します。このような高密度の地殻変動情報から、桜島の地下において、海拔下800m付近までマグマが貫入していたと推定することができました。このようなSARによる地殻変動情報をより効率的に火山研究や火山

活動評価に役立てることを目的として、防災科研は、日本のSAR研究グループと連携し、SARによる火山の地殻変動のデータベースを作成していきます。

上述したように、SARは有用な地殻変動観測ツールですが、その観測頻度は人工衛星の回帰周期に制限を受けるという問題があります。火山活動活発化時には、1日で進行するような地殻変動が生じる場合がありますが、人工衛星搭載型のSARでは、そのような地殻変動を観測することは困難です。そこで、地上から火口周辺の地殻変動を観測することが可能な可搬型レーダー干渉計の開発を進めます。その計測原理は人工衛星搭載型のSARとほぼ同様ですが、地上から観測するため、高頻度な観測が可能という利点があります。特に、従来の地上設置型のレーダー干渉計では、植生が濃い領域では精度良く地殻変動を観測することが困難という問題がありましたが、本事業では、場所を選ばずに、

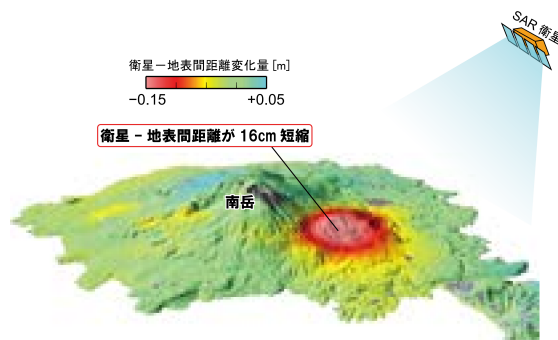


図1 だいち2号のSARデータを解析して得られた桜島の地殻変動。色は2015/8/10から2015/8/24の期間に生じた、衛星-地表間距離の変化を示します。

どこでも高精度に地殻変動を観測することが可能な可搬型レーダー干渉計の開発を目指します。

## 光学センサを用いた表面現象の観測

火山の地熱温度分布、噴煙、火山ガス、火山灰、溶岩流、火砕流等の表面現象は、火山の活動度や火山災害の状況把握に役立つ重要な情報です。これらの情報を観測する技術の一つとして、様々な波長の光を計測する光学のリモートセンシング技術が活用されています。

防災科研では、1980年代より、光学のリモートセンシング技術の主流の一つである航空機搭載型画像分光装置の研究開発を行ってきました。最新の装置（ARTS、ARTS-SE）では、観測対象の光学的特性（光のスペクトル）に関する情報の導出（温度、ガス濃度、物質種の識別）等の多様な観測情報を取得できるようになりました。図2は可視光では見えない火山性ガスであるSO<sub>2</sub>ガスを放出中の桜島（南岳A火口）の赤外線スペクトルをARTSにより観測し、赤に10260nm、緑に9243nm、青に8678nmの波長の光エネルギーを割り当て合成した擬似カラー画像です。SO<sub>2</sub>ガスの赤外吸収帯は8670nm付近にあるため、青に割り当てたエネルギーが減少し、SO<sub>2</sub>ガスが存在する場所は黄色に見えます。図中のグラフは火口のある点のSO<sub>2</sub>ガスの情報をもつ赤外線スペクトル

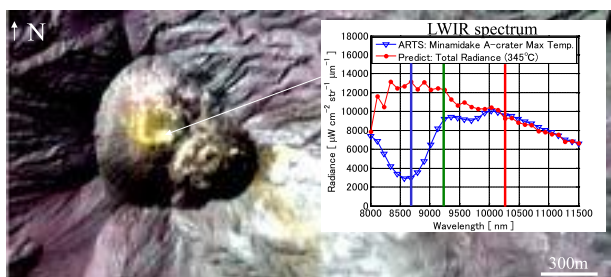


図2 桜島南岳A火口、昭和火口付近の擬似カラー画像（R/G/B = 10260nm/9243nm/8678nm）。SO<sub>2</sub>ガスの赤外吸収帯は8670nm付近に存在するため、黄色に発色した部分（青（B）が弱い）がSO<sub>2</sub>ガスの存在を示す。グラフは火口内のある点の赤外線スペクトル

です。この情報を面的に解析することで、SO<sub>2</sub>ガス濃度や地表面温度の分布がわかります。この技術は、火山の多様な表面情報を取得できる長所がありますが、装置が大型（1×1×2m、100kg）で専用の観測機を必要とするため、その普及が容易ではありません。

一方、2010年以降、もう一つの主流の技術として、手持ちが可能なカメラ型装置（可視・赤外カメラ）が普及してきました。この装置はヘリコプターや地表から火山の表面温度を容易に把握できるという長所があります（ARTS-SEにも搭載）。しかし、単一波長の計測の為、SO<sub>2</sub>ガスの計測や正確な温度推定はできません。

これらの技術の長所を合わせ持つ実用的な装置を実現するため、本事業では、防災科研が航空機搭載型画像分光装置の開発で培った技術を可搬型のカメラ型装置に組み込む研究開発を行います。また、開発した装置の普及を図り、火山の表面現象の観測の高精度化に寄与することを目指します。

## まとめ

火山活動を正確に把握するためには、様々な項目について、空間的にも時間的にも密に観測する必要があります。現地における観測によっては高精度な計測が可能ですが、観測点設置・メンテナンスの困難や、観測効率の問題があり、リモートセンシング技術はそれを補う有用な火山観測ツールとして用いることが可能です。また、リモートセンシング技術は日々進歩しており、その新たな技術を火山観測に活用していくための研究も進めていく必要があります。本事業において、最新の技術に関する研究を推進するとともに、従来の技術をより効率的に、火山研究、火山活動把握に活用していくための研究を推進していきます。