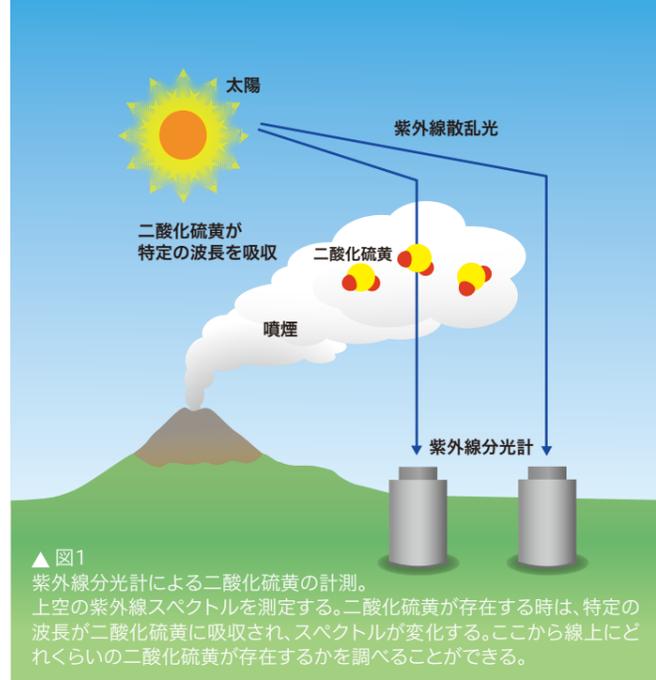




もり としや
森 俊哉 東京大学 大学院理学系研究科 准教授

1994年 東京大学大学院理学系研究科博士課程中退。同助手などを経て、2004年より現職。博士(理学)。1999~2000年には、文部省在外研究員としてロスアラモス国立研究所に滞在。



▲ 図1
紫外線分光計による二酸化硫黄の計測。上空の紫外線スペクトルを測定する。二酸化硫黄が存在する時は、特定の波長が二酸化硫黄に吸収され、スペクトルが変化する。ここから線上にどれくらい二酸化硫黄が存在するかを調べることができる。

火山の動きを捉え、防災、減災をめざす

日本は狭い国土に世界の活火山の約7パーセントが集中し、国別の活火山数でも第4位に入っている。このため、火山活動の把握は日本の防災、減災上、外せない課題だ。しかし、数十年から数千年単位で活動する火山については、まだ解明できていないことも多い。そんな中、東京大学大学院理学系研究科の森俊哉准教授が取り組むのは、火山ガスをリアルタイムで観測し火山活動を捉えようという研究開発だ。

難しい火山の観測

火山は、肥沃な土壌、鉱物資源、地熱、温泉などの恵みをもたらす一方で、噴火が起これば生活を脅かす存在となる。日本では現在、50の火山で24時間の常時観測が行われている。火山観測の手法には、火山性微動や火山性地震の観測、空気振動の観測、高感度カメラなどによる遠方からの監視などがある。だが、それでも十分とはいえない。

そこで、従来の手法を助け、より多方面から火山活動を把握する新しい手法の研究開発を行っているのが、内閣府が推進する戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)だ。東京大学大学院理学系研究科の森俊哉准教授らのチームでは、防災科学技術研究所、産業技術総合研究所と共同で研究を進めている。着目したのは、火山ガスや火山灰といった火山噴出物を直接観測する方法で、火山ガスの放出率や組成、動向と、火山灰の分析を行う。

「火山ガスや火山灰のリアルタイム観測は、地球物理観測のような他の観測項目に比べ圧倒的に遅れています」と森さんは話す。

例えば火山灰については、これまで「量」の観測は行われてきたが、森さんらの研究では「質」を分析する。「特にリアルタイムで観測する点には世界にも類を見ないのではないか」と自負している。従来の火山灰観測では、降灰地域まで試料を採取

しに行き研究室へ持ち帰り、それからやっと分析作業を始められる、といった具合だった。タイムラグが発生する上、肝心な時に連続的な観測ができない。リアルタイム観測は、新たな知見を提供し火山観測を大きく前進させるというのだ。

紫外線で二酸化硫黄を測り、ガスの動きを見る

一方の火山ガスについては、より詳細なデータを取るために新たな観測方法を開発した。森さんが取り組むのは「二酸化硫黄(SO₂)観測装置」による観測ネットワークの構築だ。

火山ガス放出を観測するには、大気中に噴出したガスを対象とせざるを得ない。そのため、まず大気とガスを区別する必要があるが、火山ガスの成分で最も多いのは水蒸気(水)であり、その次が二酸化炭素である。どちらも大気中に多く含まれるため、火山ガス由来のものを区別することは難しい。そこで、通常の大気にはほとんど含まれていない二酸化硫黄を指標とした。

二酸化硫黄は特定の波長の紫外線を吸収するため、紫外線分光計で計測した波長ごとの紫外線吸収量から、分光計が向いている方向に二酸化硫黄がどれくらい存在するかを遠隔で調べることができる(図1)。分光計を収めた装置を複数同時に用い、ネットワークを構築することで、火山ガスの放出率や動きを導き出すのだ。



▲ 図2
桜島南部(有村地区)に設置した上空二酸化硫黄観測装置とその内部。装置の中には小型の紫外線分光計、計測機器とインターネットとの中継を担うIoTゲートウェイ、タイマーがコンパクトに収められている。

インターネットでリアルタイム観測が可能に

では、紫外線分光計をどのように使うか。1つには、小型の紫外線分光計を自動車の屋根などに設置して火山の周辺を巡回する方法がある。しかし、これでは、車が通過するその地点、その時点での測定値しかわからない。変化や総量を同時観測できない弱点があった。

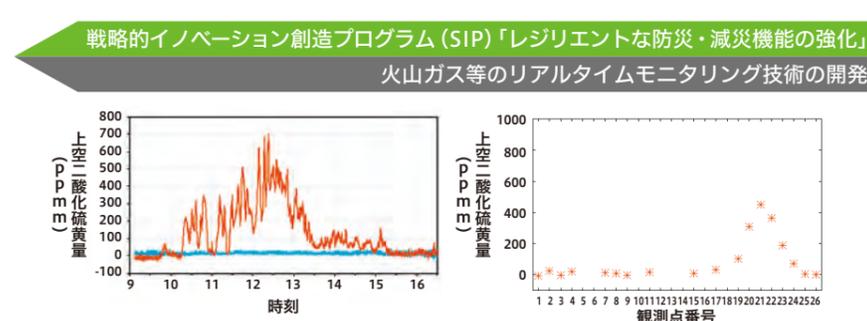
そこで考えたのは、火口から適度に離れた地点に、無人で運用できる紫外線分光計を、火山を取り囲むように複数設置し、携帯電話の通信網で接続する方法だ(図2)。各地点で5秒または10秒に1回、装置の上空の紫外線スペクトルが記録され、そのデータが10分ごとに、遠く離れた研究グループのサーバーへ届き、解析される(図3)。太陽光由来の紫外線がどれだけ吸収されたかを見るので観測は日中に限られるが、インターネットでつなげることで、多点の情報を同時にリアルタイムで観測可能になった。

装置は鹿児島県の桜島に設置した。20個以上の紫外線分光計を火口の南東側3~5キロメートルの距離、方位角では5度ごとに90度分、なるべく等間隔で円弧を描くように配置した(図4)。

現在取り組んでいるのは、得られたデータをいかに正しく解釈するのかという点だ。「風向きが刻々と変わる中で、それを考慮せず単純に観測結果を解釈すると、場合によっては異常に高い放出量が算出されてしまうことがあります」。

必要なのは、気象や地域、火山の特性などを考慮しながらデータを正しく読み解く専門家の目だ。測定機器の精度を上げるとともに、現在は火山ガスの動きを高精度に推定する方法に注力している。

「20以上の観測点で同時に観測しているので、風向きの変化にもある程度は対応できるはずですが、まだ完全ではありません。今後、運用を続けながら修正していく必要があります」。



▲ 図3左 桜島での上空二酸化硫黄量測定例(2017年9月5日)。赤色は、上空に噴煙が流れていた東側観測点の測定例。水色は、噴煙が流れていなかった南側観測点。数値は10秒間の平均値を記録したもののppmmは、100万分率濃度(ppm)の視線方向距離(meters)積分值。
▲ 図3右 多数の観測点で捉えた火山噴煙二酸化硫黄のプロファイル(2018年1月17日)。東側の観測点(17~26番)で、上空の二酸化硫黄を捉えている。



▲ 図4 桜島の観測網(写真出典:国土地理院タイル)。

防災、減災のための実用化をめざす

昨年10月、桜島と同じく九州南部に位置する霧島山(新燃岳)が噴火した。これを受け、二酸化硫黄観測装置の他、火山灰を自動で採取、洗浄、乾燥し、顕微鏡画像を撮影、送信する「火山灰自動採取・可搬型分析装置」や、火山ガスの組成を分析する「火山ガス多成分組成観測装置」を同山に設置した。「ガスや灰だけで火山活動の現象全てを説明できるわけではありませんが、有力な手掛かりが得られます。火山の理解を深める一歩にしたい」と森さんは目を輝かせる。

課題はまだある。観測システムを社会に役立てるには、維持管理が必要だ。このため、安価で頑丈な測定機器や既存の携帯電話通信網の利用など、将来の応用を見据えた開発を進めてきた。限られた予算の中では、装置をいくつ、どのように配置すれば十分な効果が得られるのかをさらに検証していく必要がある。その意味でも、配置を工夫できるように可搬型の装置となっているのも強みである。

「現在の配置より粗い間隔であっても、適切に再配置すれば、防災、減災の観点から必要十分な情報を得られるのではないかと考えています。地元の方々や関係機関と協力してモデリングを併用しながら、実用化に向けた準備を進めているところです」。

SIPでは、得られたデータをどのように使えば防災や減災に役立てられるかの議論も進められている。噴火を止めることはできないが、さまざまなデータから火山の活動を把握し、災害に備えることはできるのだ。