

富士山噴火に備えよ！～小型センサーによる火山ガスモニタリング～

布袋愛斗¹, 矢田茂久¹, 加藤俊吾¹, 鴨川仁², 土器屋由紀子³

1. 東京都立大学, 2. 静岡県立大学, 3. 富士山環境研究センター

1. はじめに

富士山は最後に噴火してからおよそ300年が経っており今後いつ噴火してもおかしくないと考えられている。火山性ガス(H₂S, SO₂)の濃度観測装置と得られたデータをネット上で確認できるシステムが確立できれば登山客や近隣住民に向けた防災の手助けとなる。富士山頂では、夏期以外電源が供給されずまた、登山することもできないという問題がある一方、噴火への備えは24時間365日怠ることが出来ない。本研究では、バッテリーと小型かつ小電力の電気化学センサー、長距離通信機器で構成される無人観測装置が、設置された富士山頂において通年かつリアルタイムでの火山性ガスの観測を行えるようにした。さらに山頂以外の火口での噴火に備えるべく、装置の軽量性を生かして広範囲に渡る火山性ガス濃度マップを作製した。

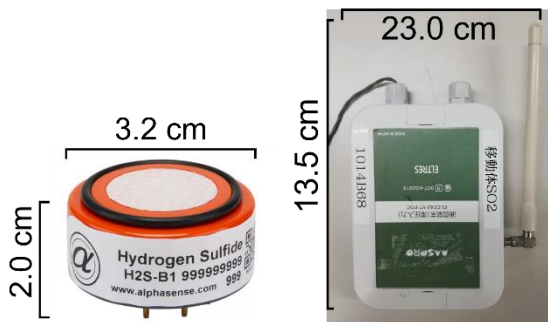


図1. 小型ガスセンサー(Alphasense 製, 左)と長距離通信端末(ELTRES の通信端末, 右)

2. 小型火山ガスセンサー

火山性ガスとしてH₂SとSO₂の測定を行った。センサーは小電力で動作する Alphasense 社の電気化学ガスセンサーを使用した(図1)。実験室内において標準ガスを用いて大型のSO₂計と本センサーの比較測定をおこなったところ数 ppb までの低濃度のSO₂検出が可能であったが、実大気においては温度変化等の影響を受けるため数十 ppb 程度の変動を生じてしまうことが分かった。

3. 実大気での火山性ガスの検出(場所:大涌谷)

実際に火山活動が活発な場所でセンサーが火山性ガスを検出できるか確かめるため、箱根大涌谷において大気観測テストを行った。その結果、火山性ガスが存在する地点では数百 ppb となるH₂S, SO₂が検出され、実大気でも本センサーが噴火の影響による火山性ガスを補足できることが確認できた。(図2)

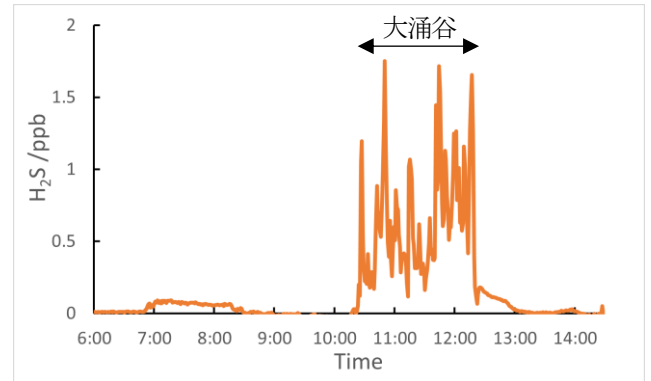


図2. 大涌谷でのフィールドワークで測定されたH₂Sの濃度(10:30 大涌谷到着, 12:00 大涌谷出発)

4. 富士山頂での無人リアルタイム観測(2021年8月～)

火山噴火は、いつ起こるかわからないものである。防災のためにはH₂SおよびSO₂の濃度をリアルタイムで把握できる必要がある。そのためには、電源の供給されない期間でも富士山頂から観測データを発信するシステムが不可欠である。ELTRESはソニーセミコンダクタソリューションズが開発した低消費電力長距離通信(LPWA)機器である。富士山測候所内部においてELTRESは、通信状況の良い窓際に設置されている。ガスセンサーからの出力はELTRESによって3分毎にインターネット上へアップロードされる。アップロードされたデータは当NPOのウェブサイト上で一般公開しており、誰もが火山ガスの濃度を確認できる。

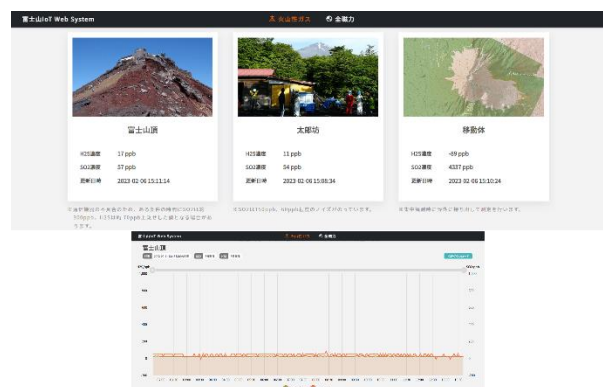


図3. 現在の火山性ガスの濃度が確認できる web ページ URL https://www.fujimonitor.org/volcanic_gas_list

このようにして富士山頂における火山性ガスの濃度記録を図4に示す。2021年8月25日から2022年7月6日までの約1年間に渡り無人かつリアルタイムで火山性ガスを観測することに成功した。システムは作業可能な夏期のおよそ1ヶ月のメンテナ

ンス期間を挟み同年8月5日に記録が再開され、現在も無人での越冬観測が行われている。バッテリー等の劣化がなければ2023年の7月まで記録は継続可能と考えられる。

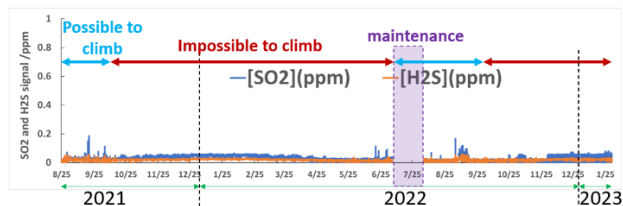


図4. 富士山頂における火山性ガスの濃度記録(2021年8月25日～2023年2月)

5. 太郎坊でのリアルタイム観測(2021年8月～)

富士山にはいくつもの火口が存在しており、噴火は山頂以外の火口からも起こる。より効率的に防災情報を得るためには、富士山頂以外の地点からでも火山性ガスのモニタリングを行う必要がある。そのため富士山麓に位置する太郎坊が多地点観測の拠点として活用されている。太郎坊は、富士山頂からおよそ8 km 南東の地点にある観測地で標高は1300 mほどである。太郎坊付近にはいくつかの火口があり、また、噴火の際には新たに火口ができる可能性も高い。したがって、この付近で火山活動が活発になった際はモニタリング結果にも素早く反映されることが予測できる。太郎坊で観測された火山性ガス濃度を図5に示す。観測装置はバッテリーの量を除き山頂で運用したシステムと同様のものを使った。バッテリー切れにより数回観測が停止したものの、大きな問題はなく運用できている。ウェブサイト上でも太郎坊の火山性ガス濃度がリアルタイムで確認できる。

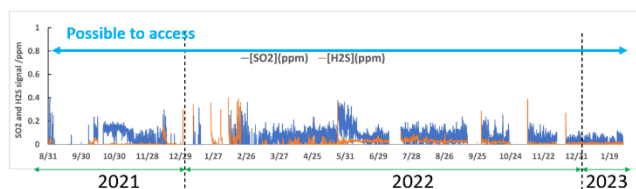


図5. 太郎坊における火山性ガスの濃度記録(2021年8月31日～2023年2月)

6. 登山道での観測(2022年5月,8月,9月)

より多くの地点で火山性ガスの濃度を測定するために、乾電池を電源とする携帯可能な観測システムを作成した。このシステムを携帯し、富士吉田ルート、御殿場ルート、富士宮ルートの4つの登山道を歩くことで広範囲に渡る火山性ガスの濃度マップを作成できた。SO₂、H₂Sそれぞれの濃度マップを図6,7に示す。

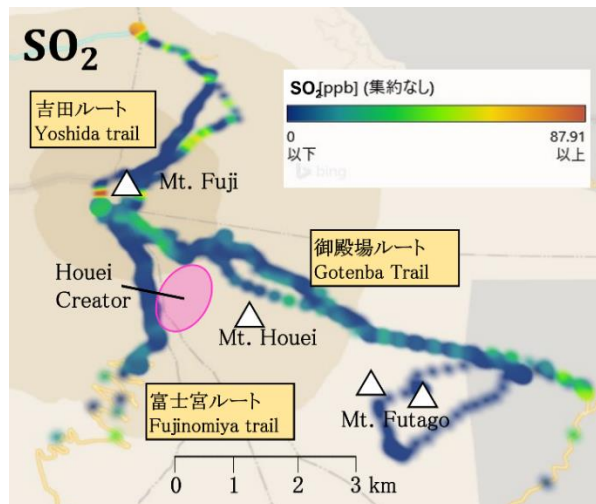


図6. 登山道におけるSO₂の濃度マップ

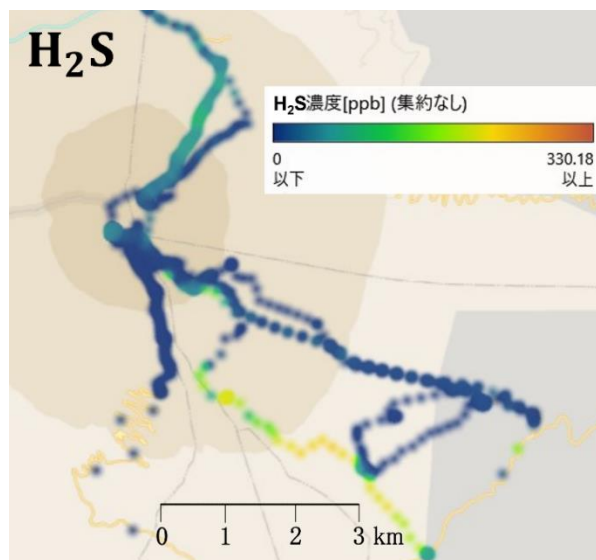


図7. 登山道におけるH₂Sの濃度マップ

7. おわりに

富士山頂における通年での無人観測、データアップロードは成功し、火山性ガスのモニタリングが順調に継続できた。さらに詳細なモニタリングを行うために多地点での観測と濃度ロードマップの作成を行った。結果として太郎坊に設置されたシステムでも通年観測が可能であることを確認でき、ロードマップの作成ではより広範囲の火山性ガス監視が可能となった。無人かつリアルタイムで火山性ガスをモニタリングできるシステムが一般に実用化できれば、登山客や近隣住民にとって有効な防災情報を提供できると考えられる。

謝辞：本研究は新技術振興渡辺記念会の援助を受けて行われました。登山道での観測は山頂班にご協力いただきました。また、多くの観測関係者に感謝いたします。