

2019年 WNI 気象文化創造センター「気象文化大賞」報告書

火山噴火に備えた富士山での大気観測

研究代表者： 加藤 俊吾

(認定 NPO 法人富士山測候所を活用する会)

2020年8月

1. プロジェクト目的と意義

日本列島は数多くの火山が存在し、富士山も噴火が懸念されている火山の一つである。2014年の御嶽山の急な予期せぬ噴火においては多くの登山者が犠牲になったが、より多くの登山者が訪れる富士山が噴火した場合には、甚大な被害が生じることが予想される。本研究では、突然の噴火による被害を少しでも軽減するために、富士山（山頂の富士山特別地域気象観測所および山麓の太郎坊）において火山性ガスの常時モニタリングをできるようにし、測定データをリアルタイムで発信するシステムを構築するための研究を行い、災害対策に生かすことを目的としている。

2. プロジェクト背景

富士山は古くからたびたび噴火が記録されている火山として知られているが、最後の大きな噴火(宝永噴火 1707 年)ら 300 年以上経過し、いつ噴火をしてもおかしくない状況である。2014 年 9 月末の御嶽山噴火では多くの登山者が犠牲になったが、夏季には桁違いに多くの登山者でにぎわう富士山において同様な噴火が起これば、その被害は計り知れない。同時に、富士山は巨大な人口を抱える首都圏の近くに存在するため、近傍の地域に火砕流や岩石の飛来の恐れがあるだけでなく、多量の火山灰は人口密集地域である関東に甚大な影響を及ぼすと予想されている。

富士山の火山活動をいち早く察知し状況を把握することは重要であり、現在では地震波や山体の変化、可視画像などにより監視されている。しかし、たとえば可視画像では雲がかかってしまうなど天候によっては利用できないなど、それぞれの観測の弱点もある。

そこで、現地において火山性ガスを測定しリアルタイムでデータを見ることができるようになれば、その場での状況を知ることができ、噴火の防災の観点から多大な貢献をすることができる。さらには、噴火が迫っていることを大気中の火山ガス濃度から把握できる可能性もある。そのため、富士山において火山性ガスを測定し、リアルタイムでデータを配信できるようにすることは非常に重要である。さらに、簡便なシステムでこのような測定を可能にし、より多くの地点でのデータを入手できるシステムの構築は、この技術を普及させるために必要とされている。

すでに大規模な火山活動をしており火山性ガスが高濃度となる地点においては常設された観測が行われている。それに対して、この申請研究で目指しているのは、今すぐ噴火する可能性は低いもののその影響が大きい数多くの地点におけるモニタリングを可能にすることである。そのため、小型で商用電源を必要とせず、安価な火山性ガスモニタリングシステムを構築することがこの研究の特徴で、既存の研究と異なっている点がある。日本の象徴的な山である富士山において、大気中の火山性ガスをモニタリングしてリアルタイムでデータ配信するという試みは、富士山での火山活動による災害への防災に役立つだけでなく、噴火

が懸念される他の火山においても、同様なシステムが防災に役立つものとして導入され、普及するきっかけとなりうる。

また、商用電源の利用できる夏季の富士山頂での火山性ガス測定は高精度の測器を用いて行えることは10年以上の研究(Kato et al, 2016)で実証してきたが、それらを用いて、富士山自体からの火山性ガスだけでなく、他の国内の火山の噴煙が飛来する状況をとらえたり、大気汚染物質が国外から長距離越境輸送をする様子をとらえたりすることができる。富士山頂という特別な地点においてこのような観測が行えるということは、一般市民が大気環境に関心を持ってもらうのに大きなメリットとなると考えられる。

3. プロジェクト手法と成果

1) 夏季の富士山頂での火山性ガス（二酸化硫黄：SO₂）のリアルタイム配信

富士山頂の富士山特別地域気象観測所において、商用電源が利用できる夏季（7～8月）にSO₂の精密測定装置(Thermo Environmental Instruments Model43C)を設置し、観測を行った（図1-1）。その観測結果を本NPOのウェブサイト (<https://npofuji3776.org/>) にリアルタイム配信を行い、山頂での現在のSO₂濃度を一般公開した。夏季には山頂においても携帯電話の電波が利用できるため、常時観測データを提供することか可能である。2019年夏季のSO₂測定においては、測器が不安定であったためバックグラウンド濃度の変動が大きく、低濃度では信頼性の低いデータとなってしまった。しかし、過去の観測結果では、他の火山からの影響を受けた場合には数ppb程度のSO₂濃度が見られていた。そのため、2019年夏季には火山ガスによる影響が顕著に表れるイベントはなかったと判断できる（図1-2）。

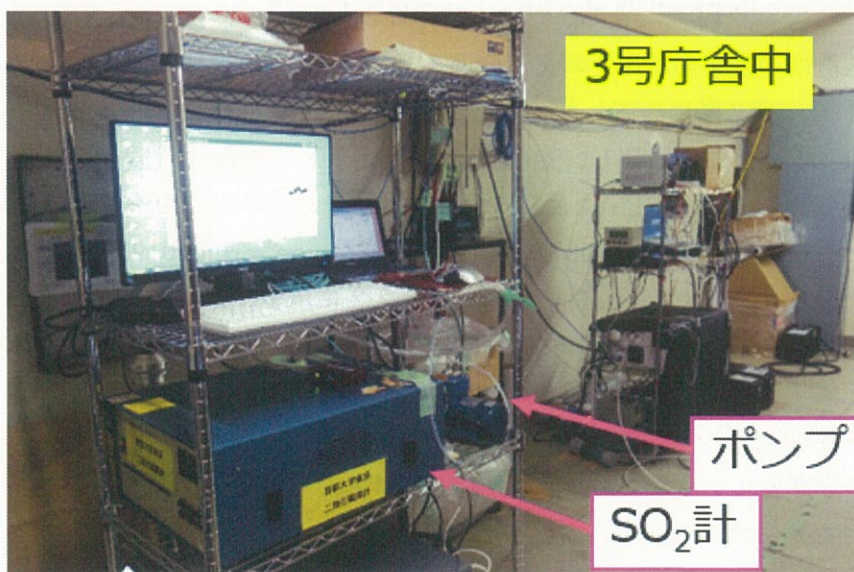


図1-1 富士山特別地域気象観測所の3号庁舎に設置した二酸化硫黄（SO₂）精密測定装置

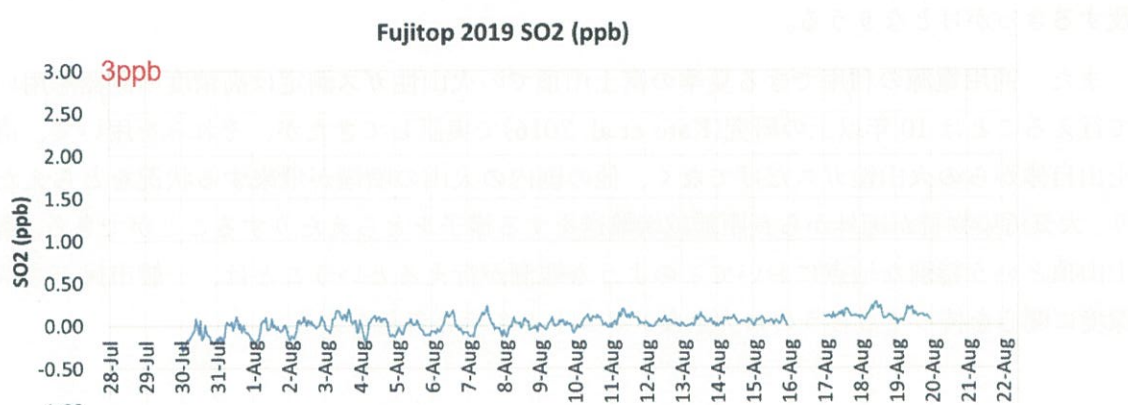


図 1-2 2019 夏季の山頂での二酸化硫黄 (SO₂) の測定結果

2) 富士山頂での火山性ガスの通年観測、リアルタイム配信

富士山頂において商用電源が利用できない期間においても、山頂付近での火山活動をモニタリングすることを目指している。そのためには商用電源を用いずに火山性ガスのセンサーとデータをリアルタイムでインターネット上に送信するシステムを構築する必要がある。冬季の厳しい状況でも小電力のガスセンサーをバッテリーで長期間動作するようにするために、寒冷地対応のバッテリーを複数個用いて通年の電源供給を確保した。また、測定データのリアルタイム配信には、SONY が開発した ELTRS を利用した。ELTRES は転送できるデータの情報量は多くないものの、非常に長距離でも安定して通信を行うことができ、これまで富士山頂において冬季の通信に成功をしている実績がある)。
(https://www.sony-semicon.co.jp/products_ja/eltres/index.html)

富士山特別地域気象観測所の夏季の利用をおえる直前の 2019 年 8 月の末にこの火山性ガス越冬観測システムを 1 号庁舎 2 階に設置した (図 2-1)。火山性ガスのセンサーはベニア板で封鎖した大気インレットの外側に設置し、通信機器の ELTRES は窓際に設置した。測定シグナルは 3 分に一度の頻度で ELTRES により送信され、リアルタイムでの濃度測定結果を本 NPO のウェブサイト (<https://npofuji3776.org/info/H2S-monitoring2019.html>) で閲覧できるようにした。リアルタイム測定公開画面の例を図 2-2 に示す。このシステムにより 2019 年の観測の閉所から 2020 年 7 月にかけて閉鎖された無人の観測所において越冬観測結果をリアルタイム配信することに成功をした。この期間の SO₂ の測定結果を図 2-3 に示す。ガスセンサーの測定精度が夏季に使用している精密測定測器ほど良くないため、SO₂ の測定シグナルにばらつきがみられるが、少なくとも近傍での火山ガス放出による影響 (数約 ppb 以上) は観測されなかったことが分かる。



図 2-1 2019 年 8 月末に富士山頂に設置した火山性ガス越冬観測システム

SO₂ 濃度



図 2-2 富士山頂での越冬システムによる火山性ガスのリアルタイム測定を NPO のウェブサイト公開している画面の例

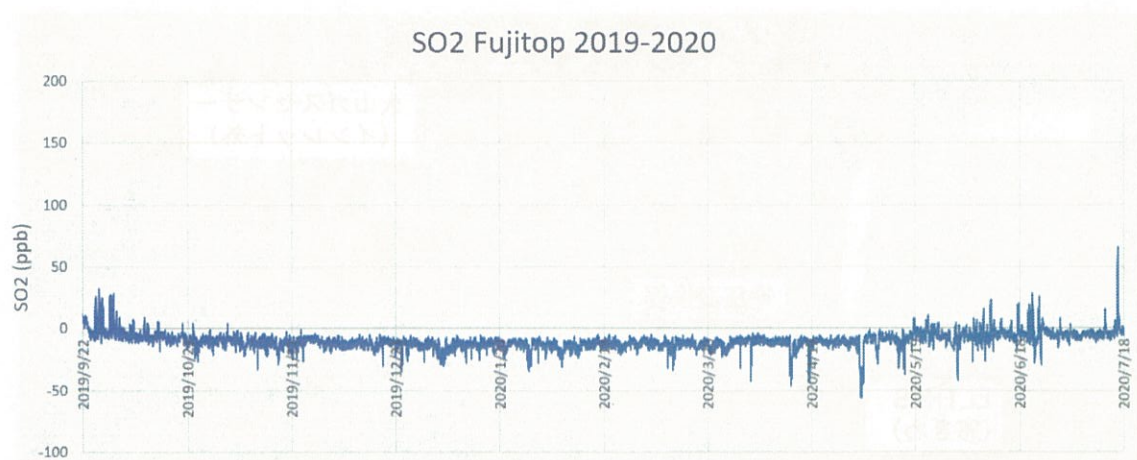


図 2-3 2019 年の観測の閉所から 2020 年 7 月にかけて閉鎖された無人の観測所における SO₂ リアルタイム測定の結果

3) 簡便な火山性ガスのリアルタイム配信システム

富士山での観測として富士山頂は実際に重要であり象徴的な地点でもあるが、からずしも噴火は山頂で起こるわけではない。そのため、とくに夏季の登山者が集中する期間においては、多地点での火山性ガスモニタリングができることが望ましい。夏季に営業している山小屋などにモニタリング測器の設置を依頼するには簡便で小さなシステムである必要がある。そこで、電池だけで 1-2 か月駆動するシステムを作り、富士山麓の太郎坊においてテスト測定を行った。太郎坊は御殿場口の登山口付近にあり、低温になる冬季にも行くことが可能である。火山ガスセンサーと ELTRES をリチウム乾電池により駆動し、防水対策を行ったうえで野外に設置した (図 3-1)。この簡便なシステムにより 3 週間ほどのリアルタイム観測に成功した。しかし、富士山の登山道が一般公開され登山者が多い 2 か月ほどの期間をカバーするためには、電池の並列化等による大容量化をして、まだテストをできていない台風時の防水対策などを進める必要がある。



図 3-1 小型の火山性ガス観測システムと富士山麓太郎坊でのテスト測定の様子