

# 芙蓉の新風

## INDEX

卷頭言	1
寄稿 単一雲滴中の硫酸塩の定量分析による雨雲プロファイル	2
寄稿 雷1フラッシュ当たりのNO生成量	3
活動ドキュメント2022	4 - 5
コラム 2022年夏期観測総括	5
助成事業報告	6 - 7
コラム 富士山環境研究センターの最近の活動について	7
コラム 芙蓉日記の会	8



「測定機材搬入」加藤俊吾理事 8月5日撮影

皆様におかれましては、ますます  
すご清栄のこととお慶び申し上げ  
ます。

また、常日頃から当会の活動に  
対しまして格別のご理解とご支援  
を賜つておりますことにつきまし  
て、厚く御礼申し上げます。

さて、昨年世界は、COVID-19  
が未だ終息を見ない中、3月にロ  
シアがウクライナに武力侵攻する  
という暴挙を目の当たりにするこ  
となりました。同時に世界は、  
グローバルサプライチェーンの下  
でエネルギーや食糧を如何にして  
安定的に確保するかという切実な  
課題に直面することになりました。

このよきな活動する世界情勢の中で、当会は昨年、COVID-19に適切に対処しつつ、着実に活動を実施し、成果につなげることができました。まず夏期観測については、万全の準備を整えた上で、7月1日から9月9日まで71日間にわたり、延べ約500人が参加し、25のプロジェクトを無事終了することができました。事前の2週間の体温測定、PCR検査、パーテイションの設置、消毒、換気の徹底などに取り組んだ山頂班、御殿場班を始め、裏方の努力が報われて無事故で観測を終えることができたことは、特筆に値すると思います。

科学界では、雷放電・雷雲から放射線が発生することが大きな話題になつておりますが、今年の富士山頂における夏期観測で、カリフオルニア大学サンタクルーズ校と静岡県立大学が高機能の機器を使い、落雷からの放射線の検知に成功しました。今回の成功は、放射線の発生機構の解明につながる貴重なデータとなるものです。

以上、昨年の当会の活動についてその一端をご紹介いたしましたが、今年もさらに工夫と努力を重ねて優れた成果につなげていきたいと考えています。不安定・不確実な時代においてこそ、グローバルな、普遍的なテーマに関する科学研究・調査の積み重ねが重要であると考えます。

皆様におかれましては、どうか当会の活動の意義とその重要性についてご理解、ご賛同をいただき、今年の活動に対しましても活動資金のご支援をはじめ引き続きのご協力を賜りますよう切にお願い申し上げます。

今年の当会の活動にどうぞご期待下さい。

2022年度のこのような活動の実施にあたつては、新技術振興渡辺記念会、日本郵便年賀寄付金配分事業、WIN気象文化創造センター、JT「SDGs貢献プロジェクト」、富士山後世継承事業費補助金、東京仕事財団のテレワーク促進助成金等、多くの機関からの助成・補助等のご支援をいただいておりますことを特記し、感謝申し上げたいと思いま

また、大河内副理事長グループが、大気中マイクロプラスチックを含む雲水、エアロゾルの観測結果などを9月の大気環境学会年会で多数発表し、ボスター発表部門で若手優秀発表賞を受賞しました。



卷頭言

会長宿利正史

# 单一雲滴中の硫酸塩の定量分析による雨雲プロファイル

静岡理工科大学 南齋勉

## 雨滴や雲滴の単滴分析による雨雲凝結や成長過程の解明

近年、都市域におけるゲリラ豪雨や、線状降水帯による集中豪雨は、各地で大きな被害をもたらすため、大きな問題となっています。急激な雨雲成長には、気象条件の他に、エアロゾルを凝結核とした雲滴形成と成長が大きく関与していると考えられます。

また、中国大陸から越境した微小粒子が、日本上空で雲核となり雨水として沈着する「越境大気汚染」は、依然として大きな問題となっています。

これまでにも、雲滴形成と成長についての研究報告は多くありますが、実環境中の状況を捉えた報告はほとんどありません。我々は、一滴ごとの雲滴や雨滴を採取し、その粒径分布と硫酸塩濃度分布から、雲滴の凝結成長過程を系統化できる手法を開発しました。

## 雲粒や雨粒を一滴ごとに定量分析する簡易手法

現状の降水分析は、一定期間に回収した試料に対して行われることから、結果的に時間・空間的に平均化されたものになり、貴重な大気の情報が失われています。現在まで、雨一滴の成分定性や、液滴径の計測に関する報告はありますが、採取と計測の難しさから溶存成分の定量に関するものはほとんどありません。

我々はこれまで、雨や霧の一滴ごとに含まれる成分を定量する新たな簡易手法（結晶生成による定量分析法）の開発を行ない、実際の降水の採取分析に応用できるレベルまで改良を重ねてきました。2019年度から、富士山頂の富士山測候所における直接雲滴採取や、富士山5合目の太郎坊サンプリングサイトにおいて、作製した雲滴採取ツールをドローンに搭載し、雲内に突入させることで直接雲滴の採取を行なってきました。

その結果、図3に示したような雲滴ごとに鮮明な結晶生成が確認され、同一の雲内においても、硫酸塩濃度が全く異なる雲滴が存在することを実証しました。また、その雲滴径分布や濃度分布は、雨雲によって異なることが分かってきました。

今後、これらの特徴と、雨雲を含む気塊の移流経路を紐づけることで、雨雲をプロファイルすることを目指し、雨雲の発生、成長、移流過程を明らかにする手法の基礎を構築していきます。



図1. 富士山頂の測候所前での雲粒採取シーン

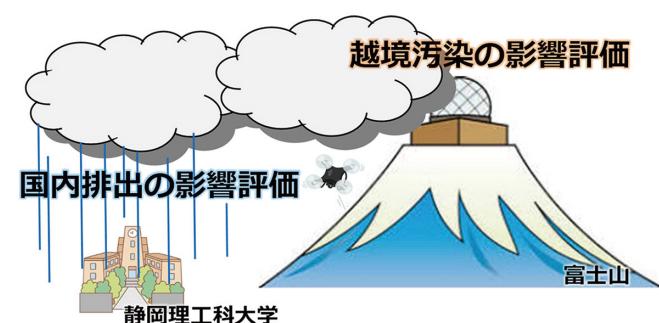


図2. 地上（雨滴）と富士山頂（雲滴）におけるサンプリング

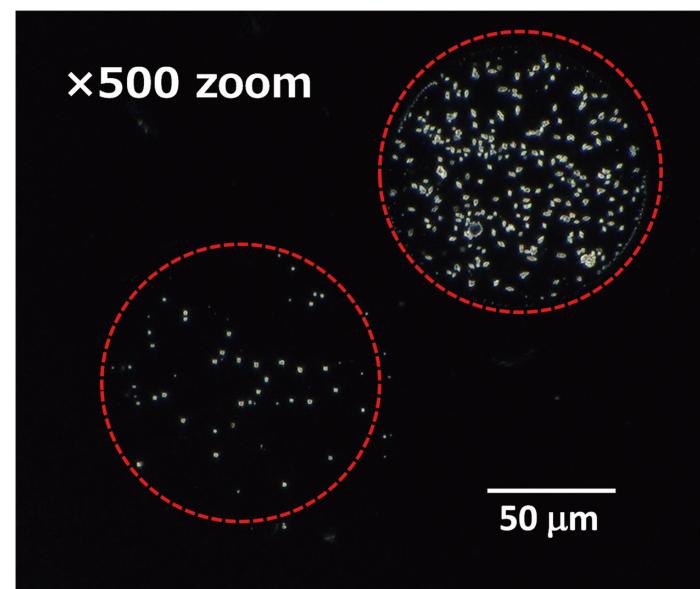


図3. 液滴径や硫酸塩濃度の異なる雲滴

# 雷1フラッシュ当たりのNO生成量

—富士山頂での窒素酸化物の計測—

帝京科学大学 和田 龍一

一般に窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) は一酸化窒素 ( $\text{NO}$ ) と二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ ) を足し合わせたものを指す。 $\text{NO}_x$ は大気中の化学反応によりオゾン ( $\text{O}_3$ ) を生成し、人体や植物の生長に悪影響をあたえ、光化学スモッグ、酸性雨、さらには地球温暖化といった環境問題を引き起す。 $\text{NO}_x$ は化石燃料の燃焼といった人為的な発生源だけでなく、自然由来の発生源を持つ。自然由来の発生源の一つとして雷による生成が挙げられ、地上の窒素酸化物全発生量の10~20%を占める。

雷により発生した窒素酸化物 (Lightning  $\text{NO}_x$ , 以下  $\text{LN}\text{O}_x$ ) は地表面への窒素供給量にも影響を与え、また大気中での化学反応を通して温室効果気体であるメタンの濃度にも影響を及ぼすなど、大気環境に与える影響は大きい。温暖化により今後雷の発生回数が増加すると考えられており (Chen et al., Nature, 2021)  $\text{LN}\text{O}_x$ の影響がさらに増大することが予想される。

$\text{LN}\text{O}_x$ の計測は、古くは1960年代から行われているが、ほとんどが航空機を用いた観測である。これは地表付近では、化石燃料の燃焼により生成する $\text{NO}_x$ が多く存在し、 $\text{LN}\text{O}_x$ と区別することが難しいためである。 $\text{LN}\text{O}_x$ の地球全体における年間の発生量は2~8TgN/yrと推定されているものの大きな不確かさがある (Schumann and Huntrieser, ACP, 2007)。不確かさの要因の一つとして、 $\text{LN}\text{O}_x$ の観測例が少ないと挙げられる。

航空機観測は、大きな費用がかかることから実施頻度に限りがあり、さらに観測時に必ずしも雷が発生するとは限らない。また安全面から

雷から100km以上離れて計測され、落雷すぐそばの $\text{LN}\text{O}_x$ を計測することは難しい。近年人工衛星による $\text{LN}\text{O}_x$ の観測がなされている。衛星観測は広域的な観測が可能である利点があるものの、 $\text{LN}\text{O}_x$ の推定量には同様に大きな不確かさがある。

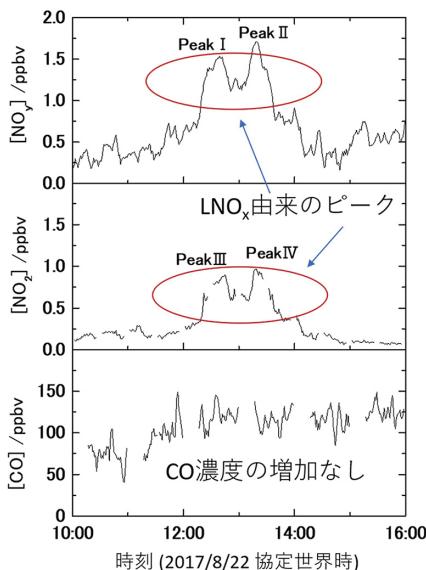


図1.  $\text{LN}\text{O}_x$ 観測結果：  
モデル計算結果と合わせ、ピーク（I II III IV）を $\text{LN}\text{O}_x$ 由来と推定した。  
 $\text{CO}$ 濃度がないことから化石燃焼由来でないことがわかる。

$\text{NO}_x$ は、大気中での化学反応を通して硝酸や有機硝酸といった化合物へ形を変える。これら形を変えた窒素酸化物群を $\text{NO}_z$ と呼ぶ。 $\text{NO}_x$ と $\text{NO}_z$ の総和を総反応性窒素酸化物 ( $\text{NO}_y$ ) と呼ぶ。雷により生成した $\text{NO}$ は $\text{NO}_2$ 、そしてさらには $\text{NO}_z$ と形をえていくため、 $\text{LN}\text{O}_x$ の総量およびその輸送中の反応過程を推定するためには $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}_y$ および $\text{NO}_z$ の同時計測が有用である。私たちはこれらの窒素酸化物の同時分析装置を開発し (和田ら、分析化学、2018) 富士山頂での計測に応用している。

富士山頂は地表面の大気の影響を受けにくい自由対流圏に位置し、近傍地表面からの化石燃料の燃焼に由来する窒素酸化物の影響をほぼ無視することができる。さらに一酸化炭素 ( $\text{CO}$ ) は化石燃料の燃焼により生成するが、雷によりほとんど生成しないことから、 $\text{CO}$ を同時に計測することで $\text{LN}\text{O}_x$ を長距離輸送された化石燃料燃焼由来の窒素酸化物と区別することができる。私たちは雷の発生した時刻位置情報、後方流跡線解析、および領域気象化学モデル (Kajino et al., GMD, 2021) を用いて、山岳地上観測における $\text{LN}\text{O}_x$ の定量的な観測に成功した (Wada et al., J. Atmos. Chem., 2019)。 $\text{LN}\text{O}_x$ 観測結果を図1に示す。

ここで雷1フラッシュあたりに生成する $\text{LN}\text{O}_x$ 発生量を $660 \pm 270 \text{ mol} / \text{フラッシュ}$ と推定し、また雷により発生した $\text{LN}\text{O}_x$ が輸送される間に $\text{NO}_x$ から $\text{NO}_z$ へ変換される大気化学反応過程を明らかにした。今後、富士山頂での地上観測による $\text{LN}\text{O}_x$ 計測例を積み重ねることで、地球規模での $\text{LN}\text{O}_x$ の発生量と時間変動を正確に見積もることが期待できる。



図2. 富士山頂での観測作業の様子：  
帝京科学大学4年生の学生が、レーザーの光路を調整している様子。  
 $\text{NO}_2$ の計測には、正確かつ高感度に計測可能なレーザー分光計測装置を用いた。

# 活動ドキュメント2022

— 富士山測候所を活用する会の1年を追って —

## 1月

2日：“AERA dot.”に長尾理事の記事が掲載

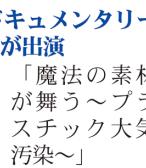
「巨大地震と富士山噴火の関連」・「南海トラフ巨大地震に連動して富士山も噴火する可能性」を指摘

8日：「サイエンスZERO」再放送、鴨川専務理事出演 「超巨大雷スーパー！謎の“対消滅”を追え」

13日：日本たばこ産業（JT） 静岡支店様から助成金贈呈式

「富士山噴火監視モニタリングと防災」事業に持続可能な地域社会の発展に取り組む団体を支援する「SDGs貢献プロジェクト」の助成金

16日：RKB毎日放送（TBS）ドキュメンタリー「解放区」に大河内副理事長が出演



「魔法の素材  
が舞う～プラスチック大気汚染～」

17日：韓国TV “揺れる富士山…「いつでも噴火」”に長尾理事と藤井理事が出演

20日：日本消費者連盟1653号に大河内副理事長の記事が掲載 「見えない大気中のプラスチック（AMPs）気候や人体にも影響か」



21日：サステナブル・ビジネス・マガジンオルタナに大河内副理事長の記事が掲載 「富士山頂で空飛ぶマイクロプラスチックに迫る」 地球規模でプラスチックによる大気汚染が起きている可能性を示唆

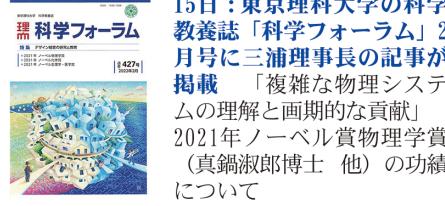
21日：ヤフーニュースに大河内副理事長のオルタナの記事が掲載

22日：香港メディア 香港フェニックステレビに長尾理事出演

## 2月

11日：国際シンポジウム「防災×環境×SDGs」

鴨川専務理事「雷活動から気候変動を知る」講演、楠城理事「地震・火山を知つて備える：静岡SDGsへの第一歩」講演



23日：富士山の日にちなんでエフエム御殿場に鴨川専務理事が出演

## 3月

4日：【JAIST エクセレントコアシンポジウム】に鴨川専務理事が招待講演

サイレントボイスセンシング～自然との共感～「気象観測と災害予知」を講演



5日：木耐協オンラインセミナー「住まいと生活を安心に♪」で長尾理事が講演

“南海トラフ巨大地震や富士山噴火の可能性は”

5日：第15回成果報告会開催

一年ぶりの成果報告会をZoomを使用したオンラインで開催、89名の参加を得てつながりなく終了



10日：第6回東京工業大学COIシンポジウム

「次世代型センサー・通信機器は自然災害予測をどう変えるか？」鴨川専務理事が招待講演

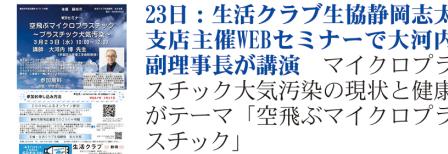
14日：日経ヘルス 2022春号に大河内副理事長の記事が掲載

「大気にも検出マイクロプラスチックの影響は」「大気中に舞うマイクロプラスチック」についてわかりやすく解説



17日：大河内副理事長監修「地球からの挑戦状 ビイの大冒険」出版 溫室効果ガス、地球温暖化、異常気象、海洋プラスチック、SDGsなど環境問題をわかりやすく監修

20日：日本エアロゾル学会の機関誌「エアロゾル研究」に三浦理事長の研究室の査読付き論文が掲載



23日：生活クラブ生協静岡志太支店主催WEBセミナーで大河内副理事長が講演 マイクロプラスチック大気汚染の現状と健康がテーマ「空飛ぶマイクロプラスチック」

26日：富士山レーダードーム館のオープン式典に三浦理事長が参加 富士吉田市の富士山レーダードーム館が改装オープン、本NP0の活動についてのパネルも展示



31日：神奈川新聞に藤井理事の記事が掲載

「溶岩流マイカー避難も富士山噴火県西部7市町」富士山の大規模噴火で避難計画の検討概要が公表、神奈川県西部の7市町に到達の恐れがある溶岩流についてはマイカーも可能とする案も提示

## 4月

1日：「地震と火山と防災のはなし」（楠城一嘉編著）

出版 楠城理事・長尾理事・鴨川専務理事を含む8人の専門家が執筆「日本列島の地形の基礎知識」から「日頃の防災対策」まで



1日：「地震と火山と防災のはなし」

出版 楠城一嘉編著

12日：エフエムみしま・かんなみ VoiceCue 「福耳玉手箱」に鴨川専務理事が出演

14日：テレビ朝日 三浦雄一郎本NP0顧問の近況が放映

報道STATION「未来をここからプロジェクト」障がい者も楽しめるスキー・三浦雄一郎さん89歳の挑戦



14日：WEBメディアに大河内副理事長の記事が掲載

～プラごみの行方を追う！地球規模で広がる大気中のマイクロプラスチック～

## 5月

3日：AERA dot.に藤井理事のインタビュー記事が掲載 健常者であれば徒歩で避難可、高齢者や要介護者については優先的に車…

“正しい避難”的考え方を伝える

3日：英語を学ぶサイト「World Life」に大河内副理事長の記事が掲載 「あなたが年間2万個吸ってるもの」

7日：女性誌「VERY」6月号に大河内副理事長の記事が掲載

「地球環境に広がるマイクロプラスチック」

7日：韓国SBSテレビ「そこが知りたい」に藤井理事、長尾理事が出演



11日：読売新聞夕刊第一面に大河内副理事長の記事が掲載

「プラ粒子 大気中飛散か」

13日：NEWSポストセブンに長尾理事が掲載 地下の異常が発生しているエリア「地震活動度の地下天気図」を解析

22日：JpGU（日本地球惑星科学連合）2022年度大会で本NP0理事が発表

5月22日～6月3日まで開催 三浦理事長、楠城理事らが富士山関係の発表

27日：WNI気象文化創造センター 第11回気象文化大賞 Zoomによる成果報告会で富士山環境研究センターの安本研究員と長尾理事が受賞講演

28日：2022年夏期観測キックオフミーティング・総会・講演会開催 中野サンプラザ研修室とZoomを使用したハイブリッドで開催

28日：TBS番組「まるっと！サタデー」に大河内副理事長が出演

早稲田大学の屋上に設置された“大気中のマイクロプラスチック観測装置”を紹介

6月

15日：TBS「news23」に大河内副理事長が出演

「新宿の大気中1立方メートルあたり6.5個のマイクロプラスチックを確認」

4



## 7月

### 1日：2022年夏期観測がスタート

9時40分、商用電源を投入して測候所開所



### 25日：静岡放送ニュース番組に楠城理事が出演

頻発する地震、富士山噴火との関連について解説



### 25日：フジテレビ「Newsイット！」に長尾理事が出演

桜島の噴火と静岡県東部の地震について解説

### 28日：「富士山測候所のはなし 日本一高いところにある研究施設」が成山堂書店より出版

佐々木一哉・片山葉子・土器屋由紀子・松田千夏 共編著



## 8月

### 4日：あなたの静岡新聞で夏期観測を紹介

「夏の山頂、3年ぶり本格観測」

### 5日：富士山頂上ライブカメラからYouTubeライブ配信スタート

日本一高い所にいるライブカメラから24時間中継（御来光カメラ）



### 13日：TBS「まるっと！サタデー」に大河内副理事長が出演

早稲田大学の屋上に設置された“大気中のマイクロプラスチック観測装置”を紹介

### 18日：富士山頂から電話中継で鴨川専務理事がラジオ生出演

富士山GOGOエフエム、FMみしま・かんなみ「Voice Cue」の2番組に生電話

### 31日：「林修のニッポンドリル 学者と登る世界遺産！富士山SP」に鴨川専務理事、佐藤監事、大河内副理事長が出演

佐藤監事が真冬の測候所の経験談、富士山測候所の内部やNPOの研究活動を紹介



### 31日：2022年度富士山夏期観測終了

## 9月

### 1日：長尾理事著書「巨大地震列島 ビッグデータ活用で予測は可能！」ビジネス社より出版

地図・大気圏・電離圏カップリング (LAIカップリング)、地下天気図により地震発生を予測



### 9日：測候所閉所

測候所の商用電源を10時43分に切断、測候所を10時53分に閉鎖



### 14日：第63回大気環境学会

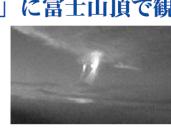
本NP0の土器屋理事が大気環境学会名誉会員に推戴

### 20日：日本エアロゾル学会機関誌に三浦理事長の研究室の論文が掲載

富士山頂の「新粒子」の新しい研究報告として注目

### 21日：学術誌「Atmosphere」に富士山頂で観測されたスプライトに関する論文が掲載

鈴木智幸博士、鴨川専務理事、藤原研究員ら連名



### 28日：源特任研究员 富士山環境研究センター初の論文博士に「南極・昭和基地における大気電場変動と全地球電気回路に関する研究」で学位を授与

## 10月

### 1日：2022年夏期観測反省会開催

中野サンプラザ研修室とZoomを使用したハイブリッドで開催



### 12日：「週刊現代」に富士山測候所の記事が掲載

「情熱の時代-富士山測候所-日本の気象を見つめた天空の守りびとたちの記」



## 11月

### 2日：TBS「news23」に大河内副理事長が出演



### 12日：富士山・箱根・伊豆国際学会フォーラムで鴨川専務理事が講演

「研究の場として理想的な山」



### 14日：議員会館で大河内副理事長が“大気中マイクロプラスチック”に関するレクチャー

「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン推進議連」の総会にて

## 2022年夏期観測総括

2022年夏期観測はコロナ禍における2回目の夏期観測です。一般社会ではコロナ禍に適応する体制、つまりコロナ禍初期の頃の厳格な体制を取らないようになってきていますが、山岳においては言わずもがなで迅速な行動ができる環境でないことから、我々富士山測候所を活用する会としては、2021年夏期観測とほぼ同等なコロナ対策で挑むこととしました。ただ、夏期観測初期段階では、2021年夏期観測で参加者に要請していたPCR検査結果の報告は義務付けられず、また、2021年では認められなかった新規参入のグループも認めるようになりました。十分なコロナ対策を行っていましたが、8月上旬に山頂班が感染し、一定期間、山頂利用が休止されることとなりました。

コロナ禍の夏期観測運営の話で隠れてしまうところですが、2022年夏期観測の特徴は、過去最長の観測期間（研究者は7月2日から9月6日まで観測が可能）となったことです。ここ数年間の終了日より1週間ほど延びた期間で、多くの研究者は長く活動ができたことになります。この延長による効果は、年度末の成果報告会で実感できるはずです。

山頂利用のペースは、こちらも過去最大となりました。参加プロジェクト数は過去最多を記録した2019年度のほぼ半数ですが、利用のペースが多いことは、効率的な山頂利用のみならず活気が戻ってきたことを示しています。この勢いで2023年度に向かっていきたいと思います。

## プロジェクト2022

### 《研究プロジェクト》

- R01: 富士山における全磁力測定による火山噴火監視（長尾年恭、富士山環境センター）
- R02: 富士山における大気電気・雷研究（鴨川仁、静岡県立大学） ●R02-1: 高所建築物における被雷対策研究および富士山体を測定器とした雷の研究（佐々木一哉、弘前大学） ●R02-2: 雷放電・雷雲活動において発生する高エネルギー放射線（David Smith、カリフォルニア大学） ●R02-3: 高高度放電発光現象および広域雷活動研究（鈴木智幸、静岡県立大学） ●R02-4: 新型広域大気電場測定機器の実証実験（音羽電機工業株式会社） ●R02-5: 首都圏における極端気象（豪雨・降雪）の発生起因（藤原博伸、早稲田大学/富士山環境研究センター） ●R02-6: 冬季の地吹雪に伴う大気電場変動（源泰拓、富士山環境研究センター） ●R03: 富士山頂における長期二酸化炭素濃度観測（寺尾有希夫、国立環境研究所） ●R04: 富士山頂における一酸化炭素、オゾン、二酸化硫黄の夏季の長期測定（加藤俊吾、東京都立大学） ●R05: 日中韓同時観測による長距離輸送されたPM<sub>2.5</sub>/PM<sub>1</sub>の化学組成分析（米持真一、埼玉県環境科学国際センター） ●R06: 富士山頂教育用高精密ドーム映像制作プロジェクト（宮下敦、成蹊大学） ●R07: 富士山頂における雲水および降水試料中の水晶核の計測（村田浩太郎、埼玉県環境科学国際センター） ●R08: 富士山体を利用した自由対流におけるエアロゾル-雲-降水相互作用の観測（大河内博、早稲田大学） ●R09: 富士山体を利用したエアロゾルの気候影響の研究（三浦和彦、富士山環境研究センター） ●R11: 富士山頂における窒素酸化物の観測（和田龍一、帝京科学大学） ●R12: 宇宙線ミュオンによる富士山頂近辺の内部構造の探索（後藤聰、山梨大学） ●R15: 富士山域の大気環境計測用のレーザーセンサーの開発（小林喬郎、福井大学） ●R16: 富士山頂および山麓における単一の雲滴採取分析（清水健太郎、大阪大学医学部附属病院） ●R17: 酸素運搬量からみた高山病の発症と脳内酸素飽和濃度の活用（清水健太郎、大阪大学医学部附属病院）

### 《活用プロジェクト》

- U01: 旧富士山測候所におけるライブカメラ実証実験（鴨川仁、NPO法人富士山測候所を活用する会） ●U02: 旧富士山測候所における気象観測（鴨川仁、NPO法人富士山測候所を活用する会） ●U03: 富士山頂におけるソフトバンクユーザーのスマート利用分布に関する分析（ソフトバンク株式会社東海ネットワーク技術部） ●U04: 富士山プロジェクト（青山シビルエンジニアリング株式会社） ●U05: 富士山頂における携帯電話の5G/マイクロ通信高速化検証（エリニア・ドコモCS東海） ●U06: 旧富士山測候所を利用した通信の可能性について（KDDI株式会社） ●U07: 富士山頂の1.7GHz帯エリア化及びトラフィックの研究（楽天モバイル株式会社） ●U08: 被災地におけるバッテリー駆動型映像伝送システムの運搬・設置を含む実証実験（村田健史、情報通信研究機構） ●U09: 富士山頂AIセミナー（柳井啓司、電気通信大学） ●U10: 旧富士山測候所における気象観測（株式会社ウェザーニューズ） ●U11: 旧富士山測候所庁舎内でのCO<sub>2</sub>濃度変動の測定（前田源次郎）

## 鴨川専務理事



## 一般財団法人 新技術振興渡辺記念会 2022年度受託事業

## 富士山体を利用したマイクロプラスチックの東アジア大気汚染の実態把握に関する調査研究

早稲田大学・富士山環境研究センター 大河内博・廣瀬勝己

人間活動の増大により、多量のプラスチック廃棄物が環境に放出されてきました。5mm以下の微小プラスチックをマイクロプラスチック (Micro Plastic : MPs) と総称して、その環境影響が注目されています。

MPsは、微細粒子の取り込みによる生体への悪影響に加え、MPsに含まれる有害添加物や、MPsの化学的性質によりPCB、PAHs等の有害化学物質を吸着濃縮することが知られており、その生物影響が懸念されています。MPsの生態系への明瞭な影響についての知見はまだ得られていませんが、本来地球環境に無かった物質であり、放置してその生態影響が顕在化してからでは、環境修復が困難で取り返しがつかないリスクとなる可能性があり、近年、海洋のMPsを中心に研究が行われてきました。そして、海洋に輸送されて微細化して生成したMPsが波飛沫によって大気を経由して陸域に年間14万トン程度が輸送されているという推計がなされています(図1)。この輸送量は国内から河川を通じて排出されるプラスチックゴミと同程度です。

大気中のMPsについては、海洋に比べて研究例が少なく、大気中のMPsの挙動は不明の点が多いのですが、2019年から富士山頂でMPsの観測を始めた早稲田大学グループが中心となり、富士山環境研究センターが総力を挙げて、積雪中のマイクロプラスチックの採取と解析を目指して2022年5月から観測研究を始めています。まず、残雪中のMPsを中心に調査研究(図2)を行い、富士山測候所が活用できる夏季には、PM<sub>2.5</sub>や雲水に含まれる大気中マイクロプラスチック (Airborne Microplastics : AMPs) の汚染の実態(濃度、形状、材質、大きさ)を明らかにし、空気が運ばれている方向や高度との関係から発生源を推計し、現在と未来の環境負荷の実態把握に役立てることを目指しています。2022年はAMPs関係の多くの取材もありました。測定はいまも続けています(図3)。富士山の積雪中のMPsの測定に関する最新の成果を図4に示します。富士山積雪のMPsは人為的汚染の少ない南極やエベレストよりやや高いレベルですが、形状は異なっており大気を経由して輸送されたものと考えられています。



図2. 実験室でフジTVの取材を受ける大河内教授 (2022年8月)

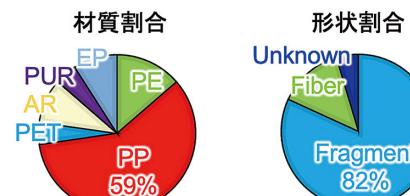


図3. 2022年5月に富士山頂で採取した積雪中マイクロプラスチック  
(PP: ポリプロピレン, PET: ポリエチレンテレフタレート,  
AR: アクリル樹脂, PUR: ポリウレタン, EP: エボキシ樹脂,  
PE: ポリエチレン)



図1. 地球表面を巡るマイクロプラスチック

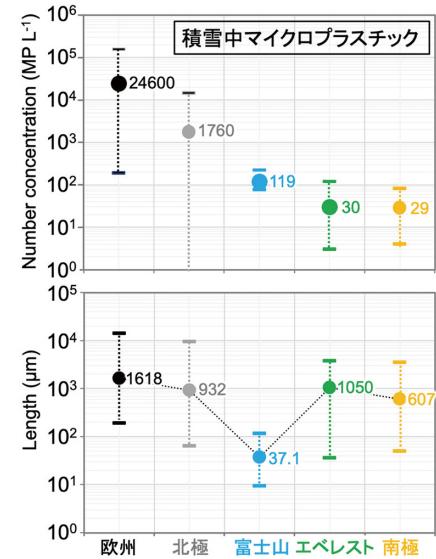


図4. 積雪中マイクロプラスチック濃度及び  
サイズ(長径)の比較  
欧洲と北極圏: Bergmann et al., 2019,  
エベレスト: Napper et al., 2020, 南極: Aves et al., 2022

## 一般財団法人WNI気象文化創造センター

## 地面の揺れのビックデータから富士山の火山活動監視

静岡県立大学 楠城一嘉

一般財団法人WNI気象文化創造センターから、「地面の揺れのビックデータから富士山の火山活動監視」と題した研究に対する助成を頂き、第12回気象文化大賞(2022年)を頂きました。

富士山は1707年の宝永噴火後、300年以上も噴火がないので、噴火の可能性が高まっていると指摘されています。本研究では、富士山の地下を監視する手法の確立を目指します。富士山の地下にはマグマだまりがあり、液体のマグマが亀裂に入り込み、地殻を破る時に、規模の小さい火山特有の地震(低周波地震)が起きます(図1)。マグマは噴火以外の時も動いており、この地震は平時から起きています。平時と火山噴火直前の時との違いにいち早く気づくために、平時の低周波地震の活動を知る事が必要です。

本研究では、富士山周辺で多数の地震計が常時記録している地面の揺れのデータにマッチドフィルタ法という特殊な手法を適用して、2003-2019年に低周波地震を約6,000回検知できる事が分かってきました(図2)。

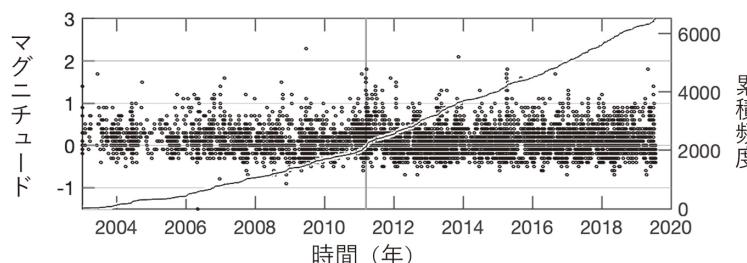


図2. 富士山の低周波地震の規模を表すマグニチュードを時間の関数としてプロットした図  
2003年以降の同地震の累積頻度の時間変化も重ねてプロットした  
縦線は2011年東北地方太平洋沖地震のタイミングを示す

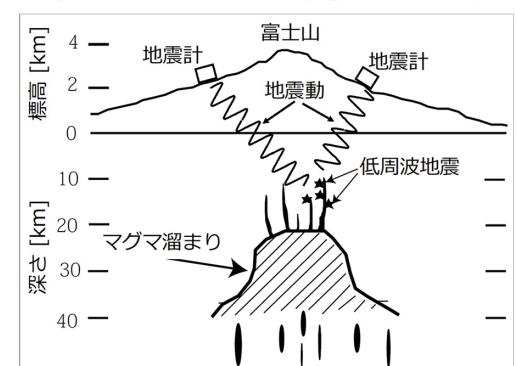


図1. 富士山の低周波地震のイメージ。出典1)より一部改変  
1)鵜川元. 2007. 富士山の低周波地震. 富士火山 (荒牧重雄ほか編)  
山梨県環境科学研究所, 161-172

これは、同年に気象庁が観測した約2,000回よりも多く、丁寧に火山活動を監視できる可能性が出てきた事を示唆します。現在、信頼度により低周波地震を精査し、その地震の様子を把握する研究を進めています。また、平時からデータが示す意味を地域住民へ説明するために、成果のWeb化、SNSでの発信も実施する予定です。

## 一般財団法人WNI気象文化創造センター(アジア・太平洋地域助成)

# Asia-Pacific region project furtherance, WNI WxBunka Foundation

富士山環境研究センター・シニアリサーチフェロー / 東海大学海洋研究所・客員教授 長尾年恭

地球には、地球規模の磁場となる地磁気が存在する。南極、北極をそれぞれN極、S極となるような巨大磁石であり、地球上どこでもこの地磁気を測定することができる。一方、電気も地球規模の電気が存在する。それは、地上と電離圏（高度80km以上の宇宙空間）の間に250kV/mにもなる大きな電位差が存在し、この電位差が形成する大気電場（電界）が晴天静穏時と呼ばれる天気の領域では、地表で約100V/mの値を示している。

この大気電場は地表が最大で、高度が上がるごとに、桁が変わらほど小さくなる。この地上と電離圏の電位差の源はなんであろうか。それは、全球の雷および降雨活動であると言われている。また、電位差を変化させるものとしては、全球の放射能状態を変化させた1960年前後の大気中の核実験などがある。このように、こと電位差の小さな変化を捉えることで地球全体の環境を知ることができます。このため、地上と電離圏の間の測定は以前から行われてきた。この電離圏との電位差を定期的に測定していたアメリカの研究者の死去により、現在、世界的にこの電位差測定を定期的に測りたいと考えている研究者が多い。

本NPOではドローンによる大気化学の観測の経験があつたことにより、従来航空機やバルーンでおこなっていたこの電位差の観測をドローンでできないか試みる。本研究では太郎坊にて、大気電場計測機器を搭載したドローンを運用し、地上・電離圏の電位差の測定を試みる。



図1. 大気電場測定器を搭載したドローン  
(2021年能登半島にて撮影)

## 富士山後世継承事業費補助金

鴨川仁専務理事



本助成は、静岡県の登山道を利用する登山客から徴収する環境保全協力金が原資とした、関係者に対する支援である。登山の安全に必要とされるもので、かつ静岡県側の登山道に関するものに対して経費の一部が充当される。本NPOでは、山頂におけるAEDとライブカメラの設置・運用経費に関して支援が得られている。本事業は平成26年から行われており、トイレや登山道の整備に大きく充当されてきた。

本NPOでは、参加資格が長い間なかったが、我々の山頂事業にも充当ができないか静岡県側に要望していた。その要望が実を結び、近年、応募資格の制度変更があったことから、無事に令和4年の事業から充当されることになった。本NPOが旧測候所内に設置するAEDについては、夏期観測事業が開始された2007年から行われているが、実際に活用があったのは2009年の1度のみであり、AED使用対象者は旧測候所利用者ではなく弾丸登山を行った登山者であった。

一方、本NPOで行っていたライブカメラの運用は、本来、研究用途のための設置であり、一般公開に対しては限定的であった。しかし、近年ライブカメラによる映像公開の要望が多いことから、撮影した映像を動画投稿サイトYouTubeでライブ配信することにした。このライブカメラは日本最高地点のライブカメラであり、登山客にとって有用なものであろう。

## 富士山環境研究センターの最近の活動について

廣瀬勝己理事

富士山環境研究センターは、発足後4年を迎え新しい発展に向けて活動しています。2020年以来のコロナ禍で、研究センター独自の研究活動ができてはいませんが、所属の研究員の努力で、2021年度は原著論文12本、総説等2本、20の学会発表、成書1冊と多くの成果をだすことができました。2022年は、認定NPO法人「富士山測候所を活用する会」として『富士山測候所のはなし 日本一高いところにある研究施設』を出版しました。研究センターとしても、出版に総力で協力しました。研究活動としては原著論文4本等着実に成果を挙げています。

2022年4月には、シニアリサーチフェローとして、前弘前大学教授の野尻幸宏先生が着任されました。野尻フェローはつくばに自力で「つくばラボ」を開設し、環境試料の基本的な化学成分の分析が可能となるよう努力されています。

「つくばラボ」が富士山試料の分析にも活用され、当センターの研究の進展に資することを願っています。また、9月に小室悠紀博士（極地研究所）が特任研究員として着任されました。小室特任研究員は、グリーンランドの積雪ピットの化学成分等の分析で重要な成果を公表しています。富士山の観測で大きな力を発揮していただけると期待しています。

今年の9月には論文題目「南極・昭和基地における大気電場変動と全地球電気回路に関する研究」で源泰拓特任研究員が総合研究大学院大学より博士（理学）の学位を取得しました。富士山環境研究センターとして初めての学位取得者であり、今後の研究センターの研究の発展に貢献されるものと期待されています。

富士山環境研究センターでは独自の資金が無いため、研究を続けたいという意欲のある方々に場所を提供して、主に富士山を研究のフィールドにした大気化学、大気電気、火山噴火予知など幅広い研究を実施しています。現在は、ウェブを利用してセミナー・講習会等を実施して、研究活動の活性化を図っています。今後、継続的に独自資金が得られるようになれば、若い研究者も参加が可能となり、研究が一層発展できるのではないかと願っています。



源特任研究員の学位授与式の会場の様子

