

## 第 144 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会 プレスリリース論文一覧

### (1) 超低周波音を用いた津波や異常気象の検知手法を構築

～モデル地区の高知県では 15 カ所に設置。愛知・三重 5 カ所でも今月から観測～

山本 真行（高知工科大学システム工学群）、他

（関連発表：11 月 25 日（日）11:45 C 会場：豊田講堂 1F シンポジオン会議室）

高知工科大学 総合研究所 インフラサウンド研究室（以下「高知工大」）は、超低周波音（インフラサウンド）の観測センサーを共同開発し、2015 年 2 月には製品化に成功、2017 年 11 月 24 日までに高知県内計 15 カ所からなる都道府県規模超低周波音観測ネットワークを世界に先駆け構築しました。大規模津波発生時に観測される超低周波音を多地点で精密計測できれば、津波規模（津波マグニチュード）の準リアルタイム推定や津波警報の高度化など、国レベルの防災・減災に寄与すると期待されます。また、本観測ネットワークによる観測で、火山噴火に伴う空振や、台風通過、線状降水帯などの気象現象の検知にも有効であることがわかりました。さらに、2018 年 11 月より、愛知・三重両県内の計 5 カ所で観測を開始し、観測データを一般に公開する予定です。

### (2) 阿蘇山マグマ噴火に伴う地下熱水系時間変化の可視化に成功

南 拓人（東京大学地震研究所）、他

（関連発表：11 月 25 日（日）10:15 B 会場：野依記念学術交流館 1F 会議室）

東京大学地震研究所の南拓人研究員と京都大学火山研究センターの宇津木充助教らのグループは、2014 年 11 月に発生した阿蘇山マグマ噴火の前後に、電磁気学的な探査を複数回実施し、噴火に伴う地下の電気伝導度構造の時間変化を可視化することに成功しました。その結果、火口直下約 400m の深さで、水平に広く電気伝導度が下がったことが判明しました。これは、火山ガスの溶け込んだ地下水が、マグマの上昇により沸騰し、地下水の量が広域で減少したことを示唆しています。噴火発生に伴う電気伝導度の時間変化を三次元的に可視化した研究は、本研究が世界で初めてとなります。今後、同様の手法により火山を常時監視することで、地下熱水系の変化を噴火前に捉え、噴火予測に貢献できる可能性があります。

### (3) 古地磁気学的手法を用いた富士山の噴火年代・推移の解明

～火山ハザードマップ・防災対策への貢献～

馬場 章（山梨県富士山科学研究所）、他

（関連発表：11 月 25 日（日）13:45-17:30 ポスター会場：豊田講堂）

山梨県富士山科学研究所（以下「富士山研」）は、これまで歴史資料の解釈から、西暦 800-802 年に噴出したとされてきた鷹丸尾溶岩流に対して古地磁気方位を解析した結果、西暦 580~700 年頃のおよそ 120 年間に小規模な溶岩流が数十年間隔で 4 回にわたって噴出したことを明らかにしました。また、富士山北東麓の地質調査によって一部の鷹丸尾溶岩流の下に火砕流堆積物を新たに発見しました。この火砕流は、古地磁気方位と地磁気永年変化曲線との対比により、西暦 600、630 年頃の 2 回、鷹丸尾溶岩流の一部と同時期に発生したものと考えられます。今回の研究成果により、富士火山の噴火現象の推移・規模・様式の詳細がさらに明らかになり、2020 年度に改訂予定の富士山噴火ハザードマップの基礎資料として富士火山の防災対策に寄与することが期待されます。

## 超低周波音を用いた津波や異常気象の検知手法を構築 ～モデル地区の高知県では15カ所に設置。愛知・三重5カ所でも今月から観測～

### 【概要】

高知工科大学 総合研究所 インフラサウンド研究室(以下「高知工大」)は、超低周波音(インフラサウンド)の観測センサーを共同開発し、2015年2月には製品化に成功、2017年11月24日までに高知県内計15カ所からなる都道府県規模超低周波音観測ネットワークを世界に先駆け構築しました。大規模津波発生時に観測される超低周波音を多地点で精密計測できれば、津波規模(津波マグニチュード)の準リアルタイム推定や津波警報の高度化など、国レベルの防災・減災に寄与すると期待されます。また、本観測ネットワークによる観測で、火山噴火に伴う空振や、台風通過、線状降水帯などの気象現象の検知にも有効であることがわかりました。さらに、2018年11月より、愛知・三重両県内の計5カ所で観測を開始し、観測データを一般に公開する予定です。

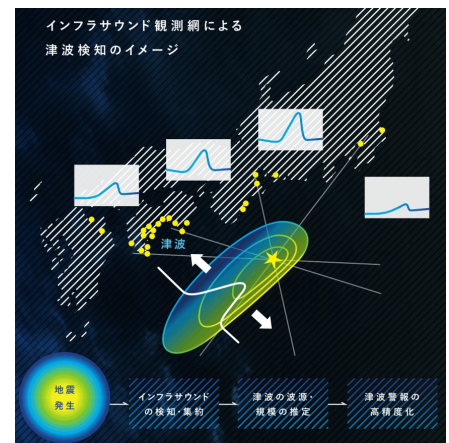
### 【背景】

地球大気中の様々な現象を遠隔観測(リモートセンシング)する方法として、一般的なものとしては電磁波を利用したレーダーや赤外線を利用した衛星搭載カメラ等が使われています。一方、大気中では音波も遠隔観測に活かされます。例えば、2011年の東日本大震災時の津波により発生した超低周波音が日本や欧州・南極で観測されるなど、近年、音波などの空気中の波が、災害をもたらすような地球物理学的現象によって発生し、地球規模で伝播しているということがわかってきました。津波の陸上到達よりも2~3倍早く検知できる超低周波音(参考1)は津波防災に活かすことができますが、そのためには100kmスケールの多地点観測網を構築する必要があります。従来の海外製センサーは高コストのため、CTBTO観測網(参考2)のような数1000kmスケールの観測網は存在していますが、地域的な現象の検知が可能な100kmスケールの多地点観測網はありませんでした。

### 【今回の成果】

独自に共同開発した複合型インフラサウンドセンサーにより1/2程度のコストダウンに成功し、自治体・住民等の協力により高知県をモデル地域とした都道府県規模の多地点観測網を構築しました。県内15カ所もの稠密な超低周波音観測網は世界初となります。

本システムは陸上設置が可能なため、海上または海底への設置が必要である既存の津波検出方式に比べ、設置及び保守コストを格段に低くすることが可能です。住民協力などの環境が整った場所から順に設置して観測地点数を増やすことで、現象の情報収集精度を上げることができます。これまでに、台風21号通過の事象を高知県内の観測網で捉えており、多地点観測の事例を蓄積しているところです。



### 【今後の展望】

津波防災は国レベルの課題であり、モデル地域での観測網を参考に全国展開が望まれます。観測データを常日頃から観察することは平穏時と異常時の峻別のために重要であり、データの一般公開も進めています。本研究開発の詳細については、2018年11月25日(日)に名古屋大学で行われる「地球電磁気・地球惑星圏学会 総会および講演会」で発表される予定です。また、同日より愛知・三重両県5カ所のデータも一般公開する予定です。

< 本件に関する問い合わせ先 >

高知工科大学 総合研究所  
インフラサウンド研究室  
山本 真行  
Tel: 0887-57-2112  
E-mail: yamamoto.masa-yuki@kochi-tech.ac.jp

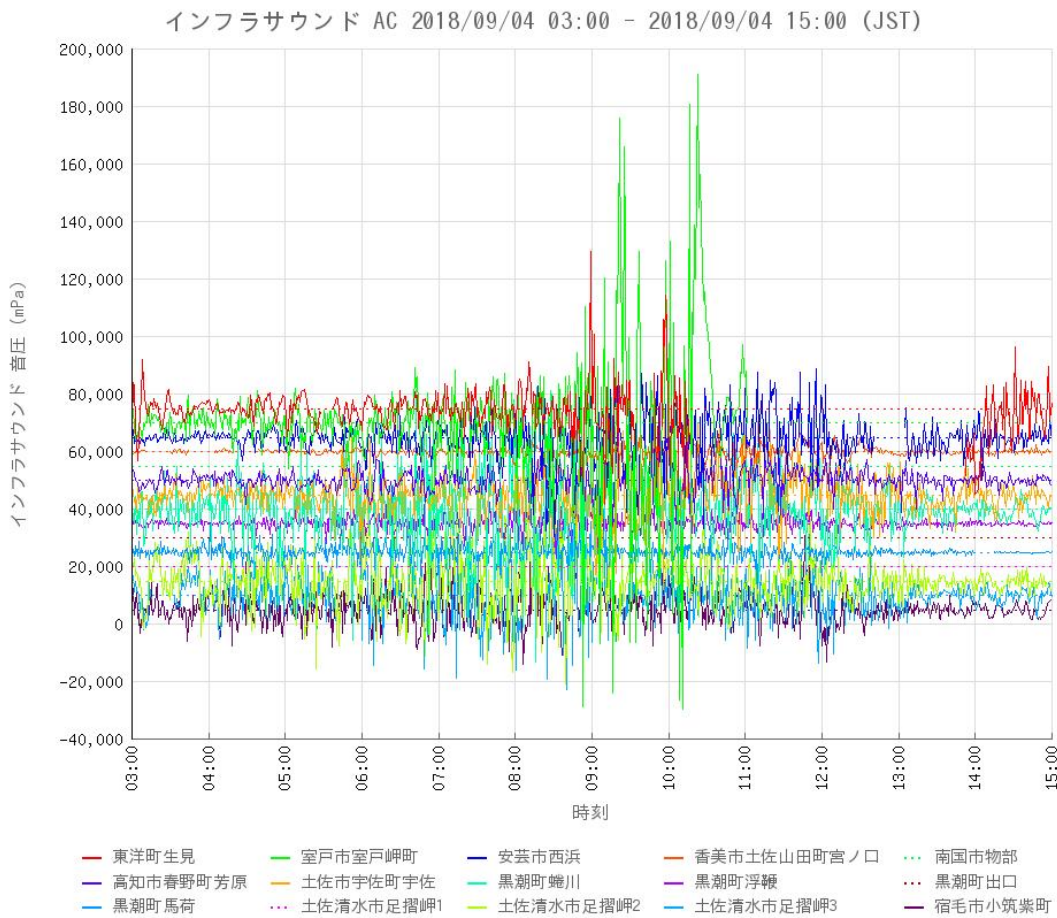
< SGEPSS プレスリリース担当 >

運営委員 津川 卓也  
Tel: 042-327-5239  
Fax: 042-327-6163  
E-mail: tsugawa@nict.go.jp

(参考資料)

(1) 超低周波音とは、人間の耳には聞こえない重低音(周波数 20 Hz 以下)で、災害をもたらすような大規模な地球物理学的な事象によって普遍的に発生します。2011 年 3 月 11 日の東日本大震災の津波により発生した超低周波音は地球を半周したヨーロッパや南極でも観測された他、日本上空の超高層大気でもその影響が観測されています。超低周波音は音速で伝わるため、津波到達より早く陸上で観測でき、例えば、南海・東南海トラフ域を震源とする海底地震による伊勢湾岸での津波想定の場合、湾口を挟む太平洋に面した地域で、超低周波音は津波より 2~3 倍速く検知できます。さらに観測情報を湾奥の人口密集域に伝達できれば、30 分~1 時間以上の避難余裕があり初動対応にも活かれます。

(2) CTBTO 観測網とは、包括的核実験禁止条約(CTBT)のための観測網で、超低周波音のほか地震波や放射性核種のモニタリングにより、地球上のいかなる場所での核実験をも検知できるシステムであり、国連が運用しています。日本では外務省管轄で、委託先の日本気象協会が千葉県いすみ市内の IS30 観測点を運用しています。近年は CTBTO 観測データの防災活用研究もありますが、数 1000 km スケールの配置のため、地域的な現象の検知は困難です。



Copyright (C) KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, All rights reserved.

図1 台風 21 号通過時の高知県内での超低周波音観測事例(各系列が重ならないよう 5 Pa 毎シフト表示している) 上から 2 列目の緑色のグラフが室戸岬での観測データ。台風は強い勢力のまま室戸岬付近を北上し、関西空港や大阪湾沿岸で大きな被害となった。室戸岬が台風の入った 9:40 前後に 100 Pa を超える圧力変動が記録された。



## 「地球の声」を聞き漏らさないために。インフラサウンド・センサー、その可能性

高知工科大学 総合研究所 インフラサウンド研究室・室長 兼 同 システム工学群・教授 山本 真行

### 聞こえない「超低音」、インフラサウンド

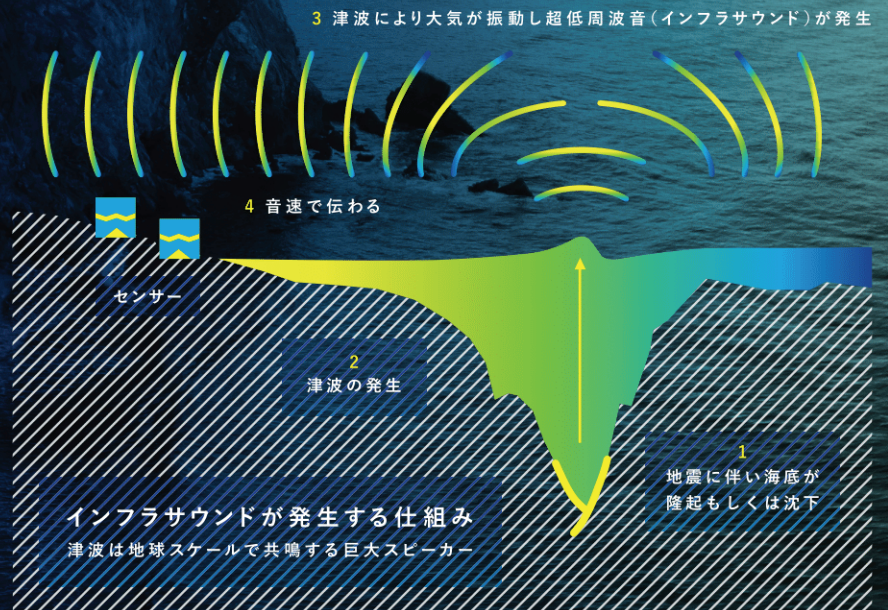
あなたの耳に聞こえるものだけが「音」ではない。いきなり、こんなことをいうと混乱させてしまうかもしれませんが。そもそも音とは、何かが振動することで生み出された「波」です。それを耳という聴覚器官が捉えて、初めて人間は音を認識できるのです。そして、聴覚器官は生き物の種類によって様々です。コウモリは人間には聞こえない高音を捉えられますし、逆に象は低音に反応します。わたしたちの研究室では、インフラサウンドといわれる人間には聞こえない超低周波音の研究を行っています。ただ、象が何をしゃべっているのか解明しようとしているわけではありません。

### 地球の声を聞けば、津波は感知できる

わたしたちの目的を説明する前に、高音と低音の違いについて説明をさせていただきます。音の高さは、どのように生まれるのでしょうか。先ほど「音は振動から生まれる」と言いました。振動している物体が、小さければ小さいほど高い音になり、大きければ大きいほど低い音になります。コウモリと象を想像してみるとわかりやすいかもしれません。さらに、大きな違いは、低音であればあるほど遠くまで音が届きやすいこと。象が低音を捉えられるのは、広大なサバンナでコミュニケーションをとるためだともいわれています。

実はわたしたちが研究しているインフラサウンドは、象よりもっと大きなものから生み出されています。それは地球です。地下深くにある

岩盤同士が起こした摩擦による振動が直接伝わるのが地震であり、その振動が海の水と共振し津波となります。その時、津波は大気を振動させインフラサウンドが生まれるのです。「地球の声」であるインフラサウンドを研究することは、災害の感知に繋がる可能性を秘めています。津波は、島国・日本が避けることの難しい災害です。津波感知の信頼性を高めるため、わたしたちは「インフラサウンド」の研究を行っています。地震と津波は地面と海水という異なる物体の上下移動であるため、地球のプレートの「ズレ」という同じ原因により発生したとしても、異なる現象として分析を行う必要があります。地震波の観測に加えて、「ズレ」による海水変動が生むインフラサウンドを観測し、津波の感知を直接行うことで、より精度の高い情報を沿岸の人々に伝えることが可能になるのです。



#### インフラサウンド計測の対象





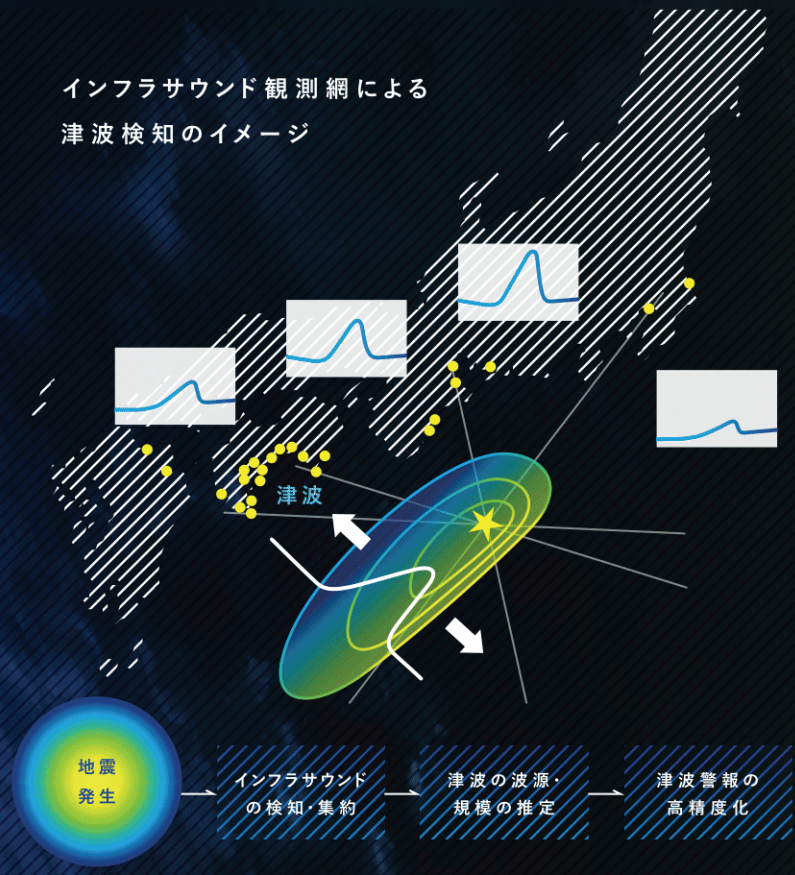
## 海底からロケットまで：インフラサウンドを求めて

では、どうやってインフラサウンドを観測すればいいのでしょうか。まずわたしたちは、企業と共同でインフラサウンドを計測できるセンサーを開発しました。どんなに小さな音でも捉えられる優れものです。ただ、高性能だから、すぐ防災に役立つというわけではありません。自然は常にインフラサウンドを生み出しているからです。たとえば風が発生させた音を感知すれば、誤報に繋がってしまいます。

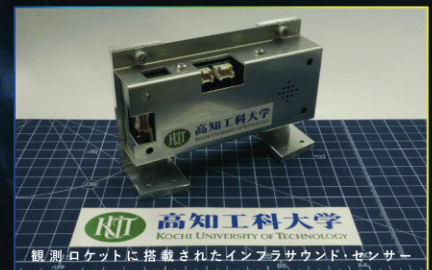
津波のような大きな自然現象を観測するためには、多くの場所で「面的に計測を行い、津波とノイズを区別する必要があります。そこでわたしたちは2017年に高知県内の15カ所にセンサーを配備しました。将来起こるとされている南海トラフ地震に備え、全国にセンサーを設置できるよう、研究を進めています。

さらに、ベンチャー企業と協力して、観測ロケットにセンサーを搭載する試みも行っています。花火で疑似的に発生させたインフラサウンドを、空中から検出できないか実験を行うことで、自然に大きく依存していた実験を自在に行えるように新しい方法を模索し続けています。

### インフラサウンド観測網による津波検知のイメージ



### 観測ロケットを用いた高層大気中における音波伝搬の計測



## OUR DREAM

### もっと「音」を捉える未来へ

音波は、光や電磁波よりも、伝達速度が遅いという性質を持っています。これは裏を返してみると、位置情報を検出する精度が高いということです。わたしたちは「音」の観測は、災害以外の分野でも活用できると考えています。たとえば、ドアの開閉を感知することで家庭のセキュリティを向上できるかもしれません。もしインフラサウンドのセンサーが一般家庭まで普及すれば、災害の検知にも活用できる……。そんな「音」を捉えることが一般的になった未来を想像しながら、わたしたちは日々研究に取り組んでいます。





## 阿蘇山マグマ噴火に伴う地下熱水系時間変化の可視化に成功

### 【概要】

東京大学地震研究所の南拓人研究員と京都大学火山研究センターの宇津木充助教らのグループは、2014年11月に開始した阿蘇山マグマ噴火の前後に電磁気学的な探査を実施し、噴火に伴う地下の電気伝導度(※1)構造の時間変化を可視化することに成功しました。その結果、火口直下約400mの深さで、水平に広く電気伝導度が下がったことが判明しました。これは、火山ガスの溶け込んだ地下水が、マグマの上昇により沸騰し、地下水の量が広域で減少したことを示唆しています。噴火発生に伴う電気伝導度の時間変化を三次元的に可視化した研究は、本研究が世界で初めてとなります。今後、同様の手法により火山を常時監視することで、地下熱水系の変化を噴火前に捉え、噴火予測に貢献できる可能性があります。

### 【背景】

火山では、近年多くの連続観測が行われていますが、地下の温度、圧力、地下水量など、噴火に関わる地下の状態を監視することは、依然として難しいのが現状です。そのような中で、電磁気学的な探査で得られる電気伝導度(※1)の構造は、地下水の状態や、マグマの分布に関する情報を与えるため、噴火に直接関わる地下の状態を知ることができる貴重な観測量と言えます。しかしながら、火山における電磁気学的な連続観測は、これまで実施例が少なく、特に噴火の際に地下の電気伝導度がどのように変化するかについて、三次元的に明らかされた例は、これまでありませんでした。

### 【今回の成果】

本研究では、ACTIVE(※2)と呼ばれる電磁探査を、阿蘇山のマグマ噴火(2014年11月25日-2015年5月)(※3)の前後に実施し、二時点の構造の差を取ることで、噴火に伴う電気伝導度の時間変化を可視化することに成功しました。火山の複雑な地形を考慮し、電気伝導度の時間変化を三次元的に推定した世界で初めての成果となりました。噴火中にも観測が実施された数点では、噴火中の観測値に大きな変化が見られないため、図1の時間変化は主に噴火前に起きたと推察されます。特に、地下約400mにおける電気伝導度の低下(図1青色領域)は、噴火前のマグマ上昇に伴い、地下水の温度が上昇して沸騰した結果、液体としての地下水の量が大きく減少した可能性を示唆しています。

### 【今後の展望】

噴火に伴う地下電気伝導度の変化が三次元的に明らかになった例は、本研究の成果が初めてです。今後、他の火山観測の結果と詳細に比較することで、より具体的な地下の物理量(地下水の温度・圧力・溶存火山ガスの成分などの変化)を特定し、噴火の予測につながる地下構造の変動メカニズムを解明できる可能性があります。さらに今回の観測手法は、マグマの上昇に伴う地下水量の変化(沸騰を通じた水蒸気への変化)を捉えた可能性が非常に高く、現状予測が困難な水蒸気噴火の予測に応用できる可能性があります。

なお、本研究結果の詳細については、2018年11月25日に名古屋大学で行われる「地球電磁気・地球惑星圏学会 総会および講演会」で発表される予定です。また、本研究内容は、英文科学誌「Earth, Planets and Space」誌に掲載されました。

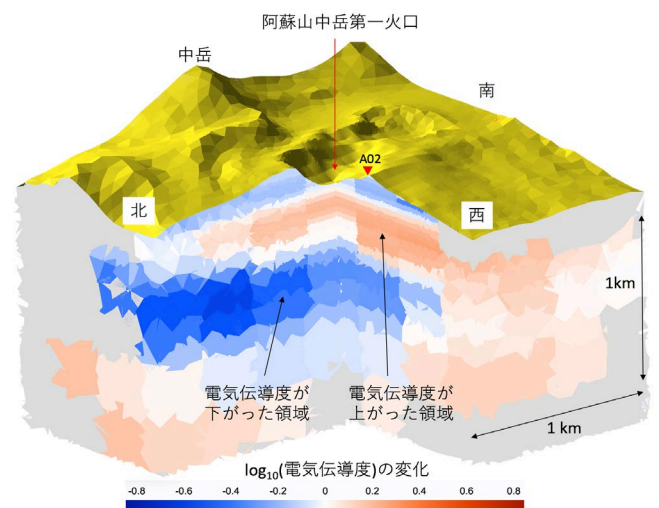


図1. 2014年8月から2015年8月の間の電気伝導度構造の時間変化。変化の多くは、噴火発生(2014年11月25日)以前の噴火準備期間に起きた可能性が高い。青色が電気伝導度の低下、赤色が上昇を示す。灰色の領域は、今回の観測網では感度がない領域。

## ■用語解説

### ※1:電気伝導度

「電流の流れやすさ」を表す物理量であり、乾いた岩石で低く、マグマや火山ガスが溶け込んだ地下水では高くなります。同じ地下水であっても、温度、圧力、溶け込んだ火山ガスで値が変わり、沸騰するなどして液体から水蒸気になると、電気伝導度は低下するという性質を持ちます。

### ※2:ACTIVE

人工電流を地上に流し込み、それによって発生した磁場シグナルを複数の磁力計で受信する観測システムです(図2)。地下のマグマや地下水の変化などに対応する電気伝導度の変化を、磁場の変動値として磁力計による観測で検出することができます。

### ※3:阿蘇山のマグマ噴火(2014年11月25日 - 2015年5月)

阿蘇山は、2014年11月25日に約20年ぶりにマグマ噴火を開始しました(図3左)。噴火活動はその後にも継続しましたが(図3右)、2015年5月に火口底崩落により一時終了しました。その後も噴火は断続的に発生しましたが、2016年10月8日に発生したマグマ水蒸気噴火の後、静穏な活動状態が現在まで続いています。

2015年1月13日の噴火

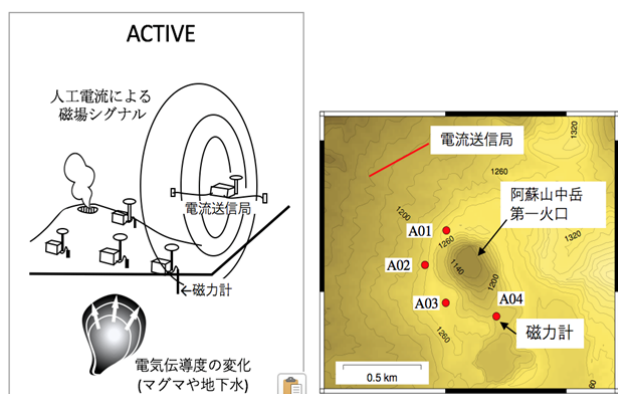


図2. ACTIVE観測の概略(左)と阿蘇山における観測網(右)



図3. 阿蘇山マグマ噴火の様子。マグマ噴火開始時(左)とその後のストロンボリ式噴火(右)(Yokoo and Miyabuchi, 2015より転載)

## ■論文情報

本研究内容は、本年8月に以下の通り Earth, Planets and Space 誌から出版されました。

著者: Takuto Minami, Mitsuru Utsugi, Hisashi Utada, Tsuneomi Kagiya, Hiroyuki Inoue

タイトル: Temporal variation in the resistivity structure of the first Nakadake crater, Aso volcano, Japan, during the magmatic eruptions from November 2014 to May 2015, as inferred by the ACTIVE electromagnetic monitoring system

雑誌名と巻番号: Earth, Planets and Space, 70(1), 138.

< 本件に関する問い合わせ先 >

東京大学地震研究所  
日本学術振興会特別研究員 PD  
南 拓人 (みなみたくと)  
電話: 03-5841-5662  
E-mail: tminami@eri.u-tokyo.ac.jp

京都大学総務部  
広報課国際広報室  
電話: 075-753-5729  
E-mail: comms@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

< SGEPS プレスリリース担当 >

運営委員 津川 卓也  
Tel: 042-327-5239  
Fax: 042-327-6163  
E-mail: tsugawa@nict.go.jp

## 古地磁気学的手法を用いた富士山の噴火年代・推移の解明 ～火山ハザードマップ・防災対策への貢献～

### 【概要】

山梨県富士山科学研究所(以下「富士山研」)は、これまで歴史資料の解釈から、西暦800-802年に噴出したとされてきた鷹丸尾溶岩流に対して古地磁気方位<sup>※1</sup>を解析した結果、西暦580～700年頃のおよそ120年間に小規模な溶岩流が数十年間隔で4回にわたって噴出したことを明らかにしました。また、富士山北東麓の地質調査によって一部の鷹丸尾溶岩流の下に火砕流堆積物<sup>※2</sup>を新たに発見しました。この火砕流は、古地磁気方位と地磁気永年変化曲線<sup>※3</sup>との対比により、西暦600、630年頃の2回、鷹丸尾溶岩流の一部と同時期に発生したものと考えられます。今回の研究成果により、富士火山の噴火現象の推移・規模・様式の詳細がさらに明らかになり、2020年度に改定予定の富士山噴火ハザードマップ<sup>※4</sup>の基礎資料として富士火山の防災対策に寄与することが期待されます。

### 【背景】

2016年に改訂された富士火山地質図第2版では、地質調査、多数の<sup>14</sup>C年代測定<sup>※5</sup>から噴出物の噴火年代が明らかにされ、詳細な火口位置や溶岩流の分布域がまとめられています。一方で、従来の調査方法では噴火年代が特定できていない噴出物も認められます。そこで富士山研では、噴火災害を軽減するために噴火履歴や予測に関する研究を進めておりますが、このような従来の手法では噴火年代を特定できない噴出物に関して、古地磁気方位を解析する手法を用いて富士火山の噴火年代・推移を解明する研究にも取り組んでいます。

### 【今回の成果】

鷹丸尾溶岩流は、これまで歴史資料の解釈に基づいて、西暦800-802年の2年間に中規模の溶岩流を噴出したと考えられてきましたが、古地磁気方位を解析する手法を用いることで西暦580～700年頃のおよそ120年間にかけて、小規模な溶岩流が数十年間隔で4回噴出したことがわかりました。鷹丸尾溶岩流の下にある、2回の噴火による火砕流堆積物の総体積は、露出部分の解析から約1,240万 $m^3$ と推定され、現行の富士火山防災マップで想定されている噴火規模(滝沢B火砕流堆積物の242万 $m^3$ )の約5倍に当たります(図1)。噴火現象の推移や規模をより詳細に解明することは、今後起こりうる火山災害予測のシミュレーションや噴火推移を予測する上で重要であり、2020年度に改定予定の富士山噴火ハザードマップの基礎資料として富士火山の防災対策に大きく寄与することが期待されます。

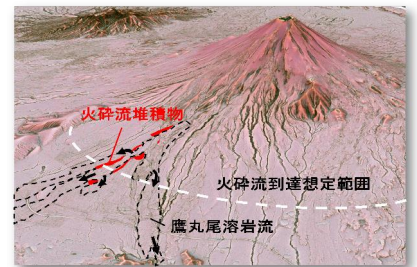


図1.富士火山北東麓の赤色立体地図  
火砕流堆積物(赤)は、現行の富士火山防災マップの火砕流到達想定範囲(白点線)外に分布しています。また、鷹丸尾溶岩流(黒点線)は、火砕流堆積物が形成した流れ山地形を避けるように枝分かれして流下したことがわかりました。

### 【今後の展望】

本研究は、富士山研 基盤研究「古地磁気永年変化を用いた富士火山の噴火履歴の解明」(平成30～32年、研究代表者:馬場)において調査・分析されています。なお、本研究結果の詳細については、2018年11月25日に名古屋大学で行われる「地球電磁気・地球惑星圏学会 総会および講演会」で発表される予定です。

#### < 本件に関する問い合わせ先 >

山梨県富士山科学研究所  
環境教育・交流部 広報交流担当  
三浦 和朝・奥矢 恵  
Tel: 0555-72-6206  
E-mail: kouryu@mfri.pref.yamanashi.jp

#### < SGEPSS プレスリリース担当 >

運営委員 津川 卓也  
Tel: 042-327-5239  
Fax: 042-327-6163  
E-mail: tsugawa@nict.go.jp



<用語解説>

※1 古地磁気方位

ある地点での地磁気の方法は、真北からの角度である偏角と、水平面からの角度である伏角で表わします(図 2)。溶岩流が冷えて固まることでできた火山岩は、その当時の地磁気方向を「古地磁気方位」として記録します。

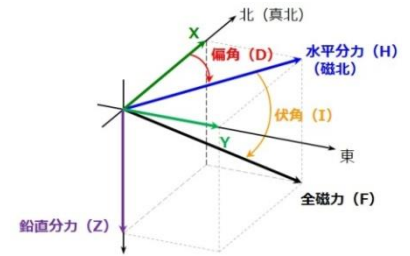


図 2.地磁気の成分(国土地理院より)

※2 火砕流堆積物

火砕流とは、高温の火山灰、溶岩片などが一団となって高速で山を流れ下る現象です。富士火山では先行研究により①噴煙柱が崩れて発生する火砕流(図 3)、②火砕丘の一部が崩壊して発生する火砕流(図 4)が知られています。本研究で発見された火砕流堆積物は、特徴から②のタイプと考えられます。

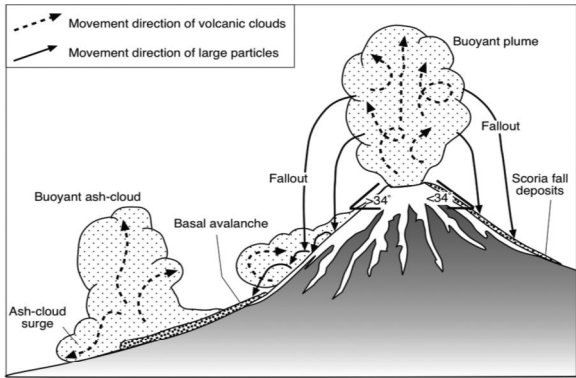


図 3. 大沢火砕流堆積物 : 山元ほか(2007)

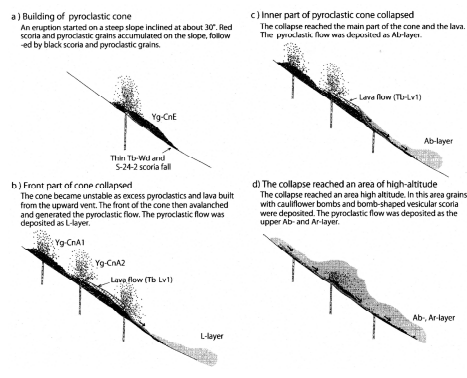


図 4. 滝沢火砕流堆積物 : 田島ほか(2013)

※3 地磁気永年変化

地球の磁場(地磁気)は数十年から数百年という長い間に変化しており、地磁気永年変化と呼んでいます。古地磁気方位を用いた年代推定手法に関しては、<補足資料>を参照願います。

気象庁 地磁気観測所 (<http://www.kakioka-jma.go.jp/index.html>)

国土交通省 国土地理院([http://www.gsi.go.jp/buturisokuchi/geomag\\_index.html](http://www.gsi.go.jp/buturisokuchi/geomag_index.html))

※4 富士山噴火ハザードマップ

富士山が噴火した際に、いつ、どのような現象が、どの範囲まで到達するかを示した「富士山火山防災マップ」は、平成 16 年に作成され、現行の防災対策、地域防災計画策定に活用されています。平成 30 年 3 月の富士山火山防災対策協議会において、改定が決まり、平成 32 年度までに「富士山噴火ハザードマップ」の作成が予定されています。

内閣府 防災情報のページ (<http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan-kyougikai/report/>)

山梨県 防災危機管理課(<http://www.pref.yamanashi.jp/bousai/index.html>)

※5 <sup>14</sup>C 年代測定

放射性同位体である炭素 14(<sup>14</sup>C)の存在比率が自然界において約 1 兆分の 1 であることを基にした年代測定手法のことです。炭素 14 は、大気中の二酸化炭素にほぼ一定の濃度で含まれており、同じ比率で生物中に存在します。しかし、生物の死後は炭素 14 が取り込まれることはないの、死骸中では約 5730 年の半減期で放射壊変によって減り続ける性質を持っています(図 5)。そのため、火砕流などで焼かれて炭化した木片の炭素 14 量を測定することで、炭化して以降の年代を推定することができます。

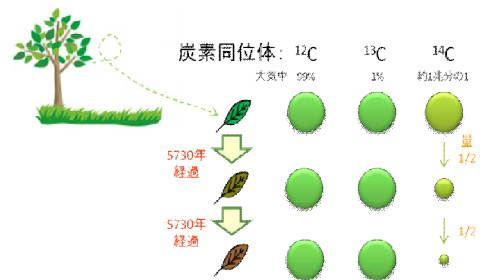


図 5. 放射性炭素(<sup>14</sup>C)年代測定法の概要 (東濃地科学センターより引用)

## ～火山岩の古地磁気を測ると、なぜ、噴火した年代が推定できるの？～

### 1)地球磁場は絶えず変動している

なぜ火山岩の磁気を調べると噴火年代がわかるのか、疑問に思われる方もいらっしゃると思います。それは地磁気(地球の磁場)が一定ではなく、時間と共に絶えずその方向や強さが変化してきたからです。その痕跡を二条城の区画に見ることができます。京都の町並み(平安京)は東西南北に整然と区画されていますが、17世紀初めに築城された二条城は南北の区画から東に約3度傾いています(図6)。これは平安京が北極星(真北)を基準に計画されたのに対し、二条城は徳川家康の命令でその当時の最新技術であった方位磁石(磁北)を用いたため、と言われてています。



図6. 二条城周辺の地形図 (国土地理院地理地殻活動研究センターより)

現在の日本では真北に対して磁北が約7度西側(西偏)を示し、さらに古い年代の遺跡、窯跡などの古地磁気を調べた結果、地球磁場は不規則に変動していることがわかってきました(Hirooka,1971; Shibuya,1980など)。この地球磁場の変動は、古地磁気永年変化と呼ばれています。考古遺跡から得られた古地磁気データから求められた地磁気変動モデル(JRFM2K.1)は、日本考古地磁気データベース(<http://mag.center.ous.ac.jp/>)に公開されています(図7)。



図7. 日本考古地磁気データベース HP

### 2)火山岩には噴火時の地球磁場(古地磁気方位)が記録されている

火山岩には、磁鉄鉱という磁性鉱物が多く含まれています。磁鉄鉱は、580°C以下に冷えた段階から磁化し、安定して保持する性質があります。約1000°C以上で噴出した溶岩流は、定置後に徐々に冷却され、当時の地球磁場を記録します。つまり、火山から噴出した溶岩流や火砕流堆積物はそれぞれ噴火時の古地磁気を保持しているので、これらの火山岩類の地磁気の方向や強さを正確に測り、古地磁気永年変化と比較すると噴火年代を推定することができるのです。

一例として、史料では西暦800-802年の噴火とされている鷹丸尾溶岩流とその下にある火砕流堆積物の古地磁気方位を離れた複数地点で測定した結果、それぞれが西暦580-700年頃を示し、およそ120年間に亘って断続的に噴出していたことがわかりました(図8)。鷹丸尾溶岩流については、これまで西暦800-802年の短期間に噴出した中規模な溶岩流であると推定されていましたが、古地磁気方位を用いることで、数十年間隔で小規模な火砕流と溶岩流が噴出した可能性が明らかになりました。

古地磁気方位を用いた火山岩の研究手法は、日本国内では桜島(味喜,2015)や由布火山(齊藤ほか,2000)、海外ではイタリアヴェスビオ・エトナ火山(Tanguy et al.,2003)など世界各地で幅広く行われており、活火山の噴火史解明に役立てられています。

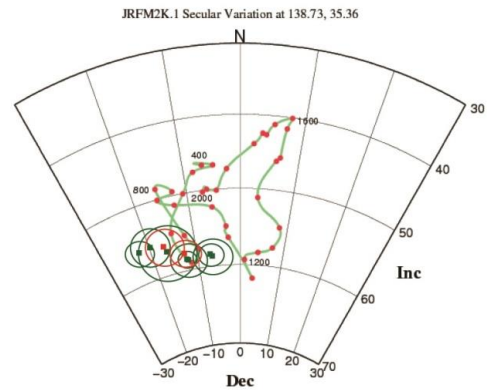


図8. 古地磁気永年変化曲線と古地磁気方位プロット

赤色:火砕流堆積物、緑色:鷹丸尾溶岩流  
四角:採取地点ごとの古地磁気方位の平均値  
大小の円:古地磁気方位の信頼限界(α95)

緑線: 古地磁気永年変化曲線(富士山の緯度経度に補正)、数字:西暦、Dec: 偏角、Inc: 伏角