

2022年  
2月号NEWS  
LETTERIEVG ニュースレター  
Vol.8 No.6

[ 研究現場紹介 ]

## 火山機動観測実証研究事業による阿蘇山 2021 年噴火緊急調査の参加報告

森田雅明（マグマ活動研究グループ）

阿蘇山（熊本県阿蘇市）の中岳第一火口では、2021年10月20日に噴煙が高度3.5 kmに達する噴火が発生しました。この噴火にともない、火山弾が火口周辺に飛散するとともに、火砕流が北西側を中心に流下しました。この噴火による火口周辺の被害状況を把握するために、文部科学省の火山機動観測実証研究事業により、防災科学技術研究所（防災科研）を調整役として、地元の京都大学火山研究センター（京大）から全国の火山研究者にドローンを用いた緊急調査への参加が呼びかけられました。私たち産総研地質調査総合センターも、その参加機関のひとつとして、京大の立案した計画のもとに被害状況把握のためのドローンによる空撮および地形測量を、東京工業大学（東工大）および北海道大学（北大）とともに実施しました。本稿では、

この緊急調査への参加についてご報告します。

噴火は10月20日の11時43分に発生しました。発生当時、噴火警戒レベルは2（火口周辺規制）で、火口から1 kmの範囲に立入規制が敷かれていましたが、噴火後すぐの11時48分に噴火警戒レベルは3（入山規制）に引き上げられ、規制範囲は2 kmに広げられました。報道によれば、噴火時に登山をしていた方々や火口から1 kmのところにある山上広場にも観光客がいたとのことですが、幸いなことに人的被害はありませんでした。しかし、気象庁の火山活動解説資料によれば、火砕流は北側に1.6 km、西側に1.0 kmほど流下し、火山弾も火口から900 m（速報値）まで飛散しました。その後京大と防災科研の調整により、火口周辺の火山弾の飛散状況や噴火による被害を把握することを目的

## Contents

- 01 研究現場紹介 火山機動観測実証研究事業による阿蘇山 2021 年噴火緊急調査の参加報告 …… 森田雅明
- 04 研究現場紹介 標津断層帯の活断層調査におけるテフラ調査 …… 吾妻 崇
- 08 外部委員会活動報告 2021 年 12 月～2022 年 1 月

として、10月下旬、火山機動観測実証研究事業の取りまとめをされている防災科研の森田裕一氏から全国の火山研究者に対して、ドローンを用いた調査についてどのような対応が可能か問い合わせをいただきました。その結果、産業用ドローンで被害状況の空撮に対応可能な4台（京大・東工大・北大・産総研）を合同で使用する緊急調査を実施することになりました。調査期間は11月21～27日で、参加者は5機関で13名、計画は京大の横尾亮彦氏を中心に立てられました。

調査は、火砕流の到達範囲や顕著な降灰域を取り囲むように、火口を中心に南北約2.4 km、東西約2.1 kmの領域を対象として、4台で空撮を分担しました（図1）。使用機材はDJI製のMatrice 200が3台（搭載カメラはDJI製Zenmuse X5Sが2台、Zenmuse XT2が1台）、Matrice 600が1台（カメラはDJI製Zenmuse XT2）でした。調査領域の分担は、

機材の飛行可能時間や保有バッテリーの数、カメラの空間解像度、地形（標高）、フライト高度（対地高度）などをもとに設定されました。特に、火山弾の飛散状況を明瞭に把握するために、数十cm程度の岩塊が判別できるような空間解像度を実現するため、平均対地高度が75～100 m程度となるように、標高に合わせて調査領域を細分しました。この領域の分担や飛行の設定については、横尾氏が大変ご苦労されながらも最適な設定を導き出してくださり、参加者は大変助けられました。また、写真測量のためにグラウンドコントロールポイント（GCP）が領域内に18点設定され（図1）、それぞれに対空標識の事前設置が計画されました。

実際の調査では、初日の21日は天候が悪かったため、予定されていた対空標識設置はかなわず、23日に参加者の打合せと機材や設定の確認、24日に

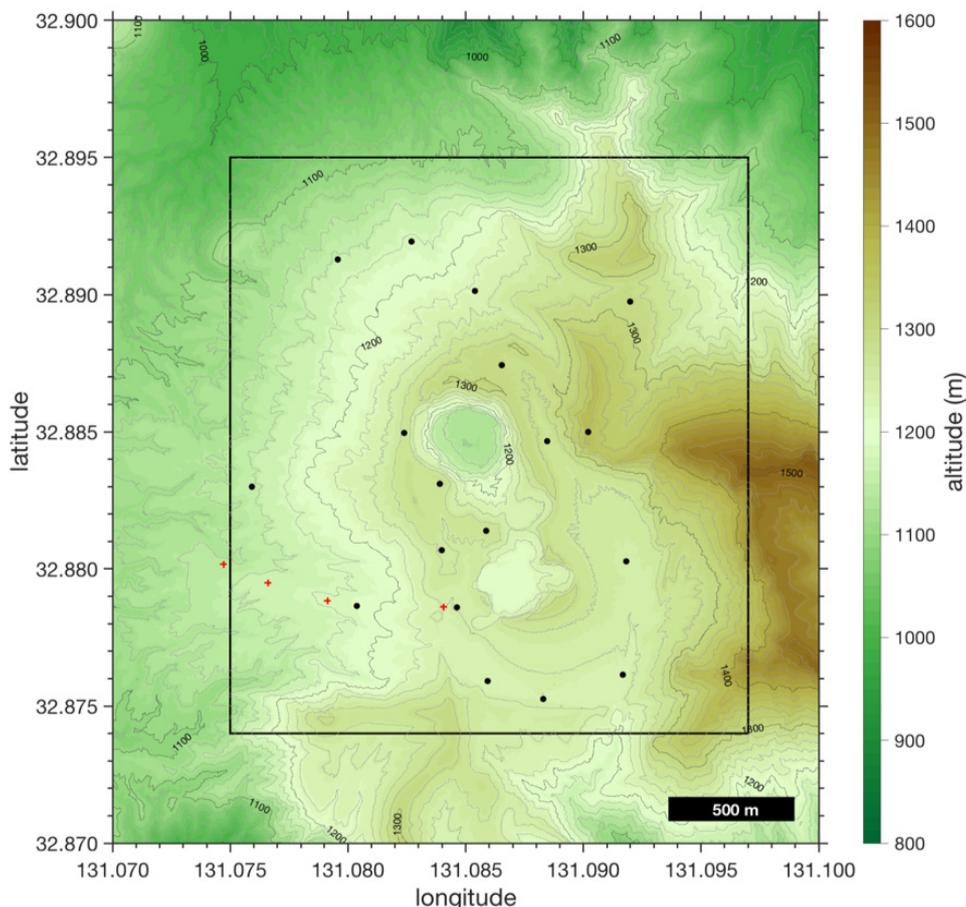


図1 調査領域の位置図（横尾亮彦氏提供）。赤十字は各ドローンの離発着地点、黒点是对空標識の設置位置を示しています。背景の標高には、国土地理院と京都大学の測量によるデータを使用しました。

対空標識の設置作業，25～27日にドローンによる空撮が行われました。対空標識の設置作業（写真1）では，3班に分かれ，それぞれ担当した地点に45cm四方の対空標識を杭で地面に固定し，GPSによる位置座標の計測を実施しました。筆者は火口の南側～東側の地点を担当しましたが，降灰やその後の悪天候により足元がぬかるんでいるところが多く，登山靴では足がはまってしまう場所もあり，歩くのに苦労しました。空撮では，車両で入っていくことが可能なところに離発着地点を設定し，4台がそれぞれ離れた場所から離発着を行いました（写真2）。各班には，操縦者のほかに補助者がおかれ，飛行について操縦者を補助するとともに，飛行中のドローン同士が接近しないように他の班との無線通信を随時行いました。実際にドローンで空撮した火口周辺の状況を写真3に示します。この写真のように，火口周辺では火山弾によるインパクト・クレーターが無数に見られました。このような写真を飛行中にモニターで確認しながら操縦を行いましたが，遠隔で火山弾の飛散状況や火口周辺の被害状況を確認できることにドローンの利点をあらためて実感しました。空撮を実施した25～27日は，寒かったものの天気は大変よく，調査は順調に進み，無事に全領域を空撮することができました。

本調査では，噴火後の緊急調査を火山機動観測実証研究事業の枠組みのもと実施しました。今までも，噴火の緊急調査は大学や研究機関の連携のもと



写真1 対空標識の設置作業のようす。地面に固定された白黒のパネルが対空標識で，GPSによる位置座標の計測を実施しているところを撮影しました。

に実施されてきましたが，このような枠組みのおかげで円滑な情報共有や連携が進むと期待されます。実際に今回の場合も，ドローンによる空撮・地形測量について筆者は経験が少なかったですが，他機関のみなさまから詳細にご教示いただき，無事に調査を終えることができました。一方で，日頃からの情報共有，例えば，どの機関がどのような機体を保有しており，どのような調査が可能か，などといった情報を取りまとめておくことが，緊急時の迅速な対応につながるという教訓を得ることもできました。今後も日頃からの連携を大事に，ドローンを使用した研究を継続していきたいと考えています。

本調査の実施にあたっては，阿蘇火山防災会議協議会，気象庁のご協力を賜りました。また，京大，防災科研，東工大，北大の皆様には調査への参加にあたって大変お世話になりました。末筆ながら記して感謝申し上げます。



写真2 ドローンを離陸させようとしているところ。



写真3 ドローンで空撮した写真の例。火山弾が衝突することで形成されたインパクト・クレーターが，堆積した火山灰の上に無数に確認されます。

## 研究現場紹介 標津断層帯の活断層調査におけるテフラ調査

吾妻 崇 (活断層評価研究グループ)

### 1. はじめに

活断層の過去の活動時期を明らかにしたり、平均変位速度を算出する際には、地形面の形成年代や地層の堆積年代を明らかにすることが重要です。私が調査を担当している標津断層帯の周辺では、最終氷期に形成された河成段丘の礫層をテフラ（火山噴出物）が厚く覆っているほか、海岸露頭では段丘礫層の下位に火砕流や軽石層を含む更新世後期の地層が露出しており、河成段丘の形成時期を特定する上で貴重な情報が得られました。

本稿では、標津断層帯の平均変位速度を検討する際の変位基準となる河成段丘の形成年代を検討するために、断層周辺で観察した火山噴出物の状況を紹介します。

### 2. 地域概観

標津断層帯は、北海道の最東端に位置する知床半島の南側に位置する逆断層です（図1）。断層帯を構成する開陽断層によって高位段丘面が撓曲変形



図1 標津断層帯と調査地点の位置図。産総研「活断層データベース」の画面画像に断層名や地点情報を追加して作成。括弧の断層名は活断層データベースで用いられている名称。

する変位地形（写真1）が顕著ですが、その活動時期や平均変位速度に関する情報は得られていません。

この断層帯の周辺には、屈斜路カルデラ、摩周カルデラ（写真2）、阿寒カルデラなど、更新世に巨大噴火を起こした活火山が分布しており、周辺地域はそれらの火山から噴出した火砕流堆積物や軽石堆積物によって厚く覆われています。



写真1 標津断層帯（開陽断層）によって撓曲変形した高位段丘面。

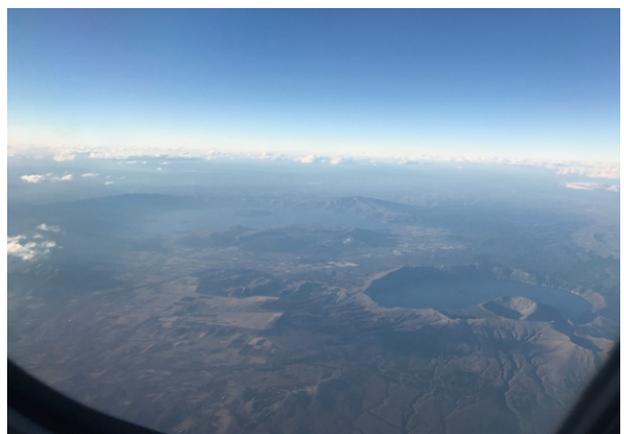


写真2 屈斜路湖（奥）と摩周湖（手前）。どちらも大量の火砕流を噴出したカルデラに形成されたカルデラ湖である。新千歳空港から根室中標津空港へ向かう飛行機から撮影。

### 3. 河成段丘を覆う火山噴出物

標津断層帯の主要部が位置する中標津町と標津町には、武佐岳の南東麓に沿って最終氷期に形成された扇状地性の河成段丘が広く分布しています。河成段丘上に点在する採石場の露頭では、厚い扇状地礫層とそれを覆う火山灰層を見ることができます。火山灰の中で一際目を引くのが、赤褐色をした層厚1 m程度の軽石層です(図1)。この軽石層は摩周-I(Ma-I)と呼ばれるもので、約14,000年前以前に摩周カルデラから噴出したと考えられています。

扇状地礫層の露頭を丁寧に観察していくと、Ma-Iの下位に風成ローム層を伴うところとMa-Iが礫層直上に覆うところがあり、扇状地面の新旧を判断することができます。中標津町武佐地区で観察した露頭(図1)では、Ma-Iよりも下位の風成ローム中に層厚5 cm程度の白色軽石層が確認されました(写真3, 4)。この火山灰は、火山ガラスと斜方輝石の屈折率の値から、アトサヌプリ火山灰(町田・新井, 2003)に対比されると考えられます。

また、2018年に実施した西古多糠地点(図1)で実施したトレンチ調査では、段丘礫層を覆う砂層の中に白色の軽石が含まれていることが確認され、その火山ガラスの屈折率に基づくと町田・新井(2003)の西別床丹テフラ(Ns-T1~Ns-T3)のいずれかに

対比されると推定されました。西別床丹テフラの噴出年代は、その層位から屈斜路I火砕流(KpI:約4万年前に噴出)以降であることが明らかです。また、西別床丹テフラの模式地とされる床丹海岸の露頭における対比から、これらのテフラは宮田ほか(1988)のNu-nとNu-pに対比されています。長谷川ほか(2009)および山元ほか(2010)によると、Nu-nの上位から $27,970 \pm 470$  yBP、Nu-nとNu-pの間の層準から $30,330 \pm 620$  yBPの放射性炭素同位体年代が得られています。したがって、西古多糠トレンチで確認された軽石を含む砂層が堆積した年代は2.8万~3万年前頃であった可能性があります。ただし、砂層に含まれる軽石の量はごく僅かであったため再堆積の可能性があることに注意が必要です。

### 4. 河成段丘の礫層に覆われる火山噴出物

上述の西古多糠地点では、2018年度の活断層調査でトレンチ調査のほかに群列ボーリング調査を実施しました。ボーリング調査では、層厚20 m以上の河成段丘礫層の下位に屈斜路IV火砕流堆積物(KpIV:約11.5~12万年前に噴出;町田・新井, 2003)が確認され、その地層境界の高度不連続から標津断層帯による上下変位量が9.1~1.6 mと見積も

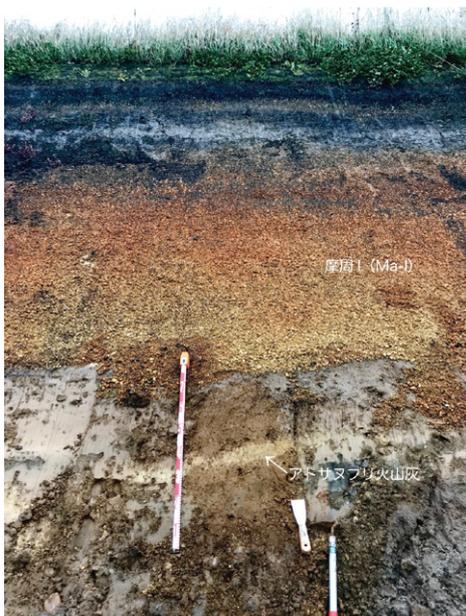


写真3 河成段丘礫層を覆う火山噴出物の露頭(中標津町武佐地区)。



写真4 摩周I (Ma-I) 軽石層下位の風成ローム層中に認められたアトサヌプリ火山灰。

られました（図2）. 上下変位量の誤差幅がやや大きいことも問題ですが、それと同時に変位基準とした地層境界の年代が不明なことが問題となりました. 産業技術総合研究所（2019）では、変位基準の年代として屈斜路IV火砕流堆積物の噴出年代（11.5～12万年前）を用いています。河成段丘礫層はこれらの火砕流堆積物を侵食して不整合に覆って堆積しており、その年代はより新しいはずです。

そのことの答えを、標津町の海岸露頭（図1）で確認することができました。この海岸露頭は、南北に約4 kmにわたって連続し、河成段丘礫層とその下位の地層を観察することができます。河成段丘礫層よりも下位の地層は、南へ緩く傾斜しており、北から南へ順に上位の地層が露出しています。2018年および2020年に観察した時には、露頭の下部が崖錐に覆われていて河成段丘礫層よりも下位の地層はごく一部しか観察できませんでした。2021年11月に再度訪れた時には崖基部が波に洗われて綺麗に露出している状況で地層を観察することができました。

海岸露頭の北部では、屈斜路IV火砕流堆積物が観察されました。火砕流堆積物は全体に黒灰色を呈していますが、上部は脱色して乳白色でした（写真5、6）火砕流堆積物の上位には砂層および砂礫層が堆積し、一部に白色の軽石層を挟んでいます。

海岸露頭の中部では、層厚1 mを超える軽石層の上位に泥炭層が数枚出現しています。この泥炭層に挟まれて、層厚10 cm程度のガラス質火山灰層と層厚約1 mの軽石層が確認されました（写真7）。ガラス質火山灰がAso-4火山灰（8.5～9万年前）、その直上の白色軽石が屈斜路II / III火砕流堆積物です。標津周辺では、奥村（1991）によってAso-4火山灰の存在が報告されているほか、杉下（2000MS）によってこの海岸露頭においてもその存在が確認されていました。

この露頭よりも南方の露頭でも数枚の白色軽石層や火砕流堆積物を観察することができ、今後の分析結果によって、既知の火山噴出物との対比を行う予定です。

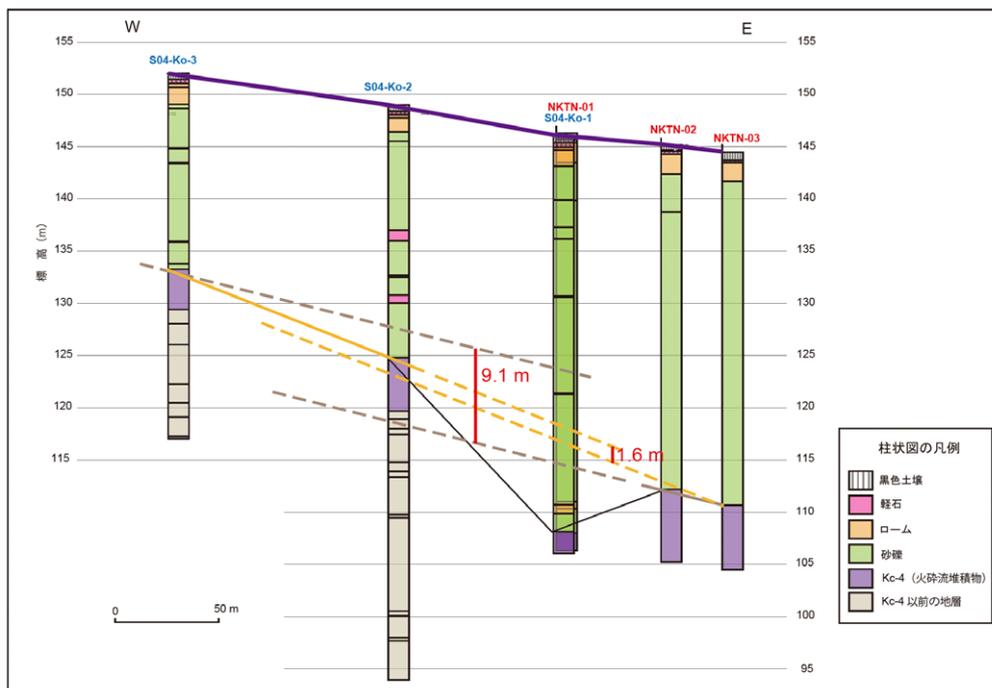


図2 西古多糠地点で掘削したボーリング調査に基づく地形地質断面図（産業技術総合研究所，2019）。古多糠断層による屈斜路IV火砕流堆積物（Kp IV：図中のKc-4）上面の上下変位量を推定。

## 5. おわりに

河成段丘礫層より下位の地層にも新しい火砕流堆積物や軽石層を見出すことができれば、河成段丘の形成年代を限定することが可能となり、結果として標津断層帯の平均変位速度の精度を向上させることが期待されます。本稿に関する内容やデータについては、後日に論文等の形で公表したいと思います。



写真5 標津町浜古多糠付近の海岸露頭。河成段丘礫層の下位に砂層・砂礫層を挟んで屈斜路IV火砕流堆積物 (Kp IV) が存在していることが観察された。



写真6 海岸露頭で観察された屈斜路IV火砕流堆積物 (Kp IV)。

## 文献

- 長谷川健・岸本博志・中川光弘・伊藤順一・山元孝広 (2009) 北海道東部，根釧原野および斜里平野における約3万5千～1万2千年前のテフラ層序と後屈斜路カルデラ火山の噴火史。地質学雑誌，第115号，第8号，p.369-390。
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺]。東京大学出版会，338p。
- 宮田雄一郎・山口昇一・矢崎清貫 (1988) 計根別地域の地質。地域地質研究報告'5万分の1地質図幅)。地質調査所，77p。
- 奥村晃史 (1991) 北海道地方の第四紀テフラ研究。第四紀研究，第30号，第5号，p.379-390。
- 産業技術総合研究所 (2019) 2. 標津断層帯 (北海道)。内陸及び沿岸海域の活断層調査 平成30年度成果報告書，53p。 ([https://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/nairiku\\_engan\\_katsudanso/h30\\_shibetsu.pdf](https://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/nairiku_engan_katsudanso/h30_shibetsu.pdf))
- 杉下一郎 (2000MS) 知床半島とその周辺地域における後期更新世の地形発達史。広島大学文学部地理学教室修士論文。
- 山元孝広・伊藤順一・中川光弘・長谷川健・岸本博志 (2010) 北海道東部，屈斜路・摩周カルデラ噴出物の放射炭素年代値。地質調査研究報告，第61巻，第5/6号，p.161-170。

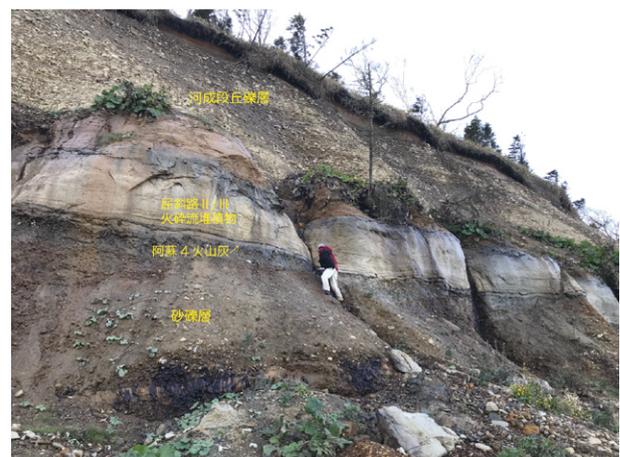


写真7 海岸露頭で観察された屈斜路II/III火砕流堆積物 (Kp II/III) と阿蘇4火山灰 (Aso-4)。

## 外部委員会等 活動報告 (2021年12月～2022年1月)

2021年12月7日

地震調査委員会地震動評価部会地下構造モデル検討分科会 (吉見出席 /Web 会議)

2021年12月7日

南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会, 地震防災対策強化地域判定会 (松本・板場出席 /web 会議)

2021年12月9日

地震調査委員会 (岡村・宮下出席 /Web 会議)

2021年12月13日

火山防災に係る調査企画委員会 打合せ会 (非公開) (田中出席 /web 会議)

2021年12月14日

火山噴火予知連絡会, 口永良部部会 (篠原出席 /Web 会議)

2021年12月17日

火山噴火予知連絡会, あり方検討 (篠原出席 / 気象庁)

2021年12月17日

令和3年度第7回東京都環境影響評価審議会第二部会 (宮越出席 /web 会議)

2021年12月21日

令和3年度第10回東京都環境影響評価審議会総会 (宮越出席 /web 会議)

2021年12月27日

第149回火山噴火予知連絡会 (篠原出席 /Web 会議)

2022年1月11日

南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会, 地震防災対策強化地域判定会 (松本・板場出席 /web 会議)

2022年1月18日

令和3年度第8回東京都環境影響評価審議会第二部会 (宮越出席 /web 会議)

2022年1月25日

科学技術・学術審議会 測地学分科会 地震火山観測研究計画部会 (第44回) (田中出席 /web 会議)

2022年1月25日

令和3年度第11回東京都環境影響評価審議会総会 (宮越出席 /web 会議)

## IEVG ニュースレター Vol.8 No.6 (通巻48号)

2022年2月発行

発行・編集 国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
活断層・火山研究部門  
編集担当 黒坂朗子

問い合わせ 〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

Tel: 029-861-3691 Fax: 029-861-3803

URL <https://unit.aist.go.jp/ievg/index.html>