

令和元年6月28日現在

機関番号：83501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03148

研究課題名(和文) 噴石衝突に対する山小屋のシェルター化に関する研究

研究課題名(英文) Study on reinforcement of mountain hut subjected to ballistic ejecta impact

研究代表者

藤井 敏嗣 (Fuji, Toshitsugu)

山梨県富士山科学研究所・その他部局等・所長

研究者番号：00092320

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：活火山に登山することの多い日本では、噴火時に既存の山小屋等を避難先として利用することが推奨されているにもかかわらず、山小屋の設計基準は定められていない。また、山小屋等の噴石への耐性を検討するために必要な噴石の飛来特性の理解も不十分である。本研究では、御嶽山2014年噴火と草津白根山2018年噴火の噴石調査を実施し、噴石の分布や速度推定を行った。また、噴石による被害状況の調査も行った。これらの現地調査の結果を踏まえ、模擬噴石を使用した衝突実験を実施して、既存山小屋の噴石耐性、および耐性強化素材を含む強化方法の検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本ではこれまで活火山の近傍に建設される木造構造物等への建築基準などが制定されていなかったが、本研究で得られた木造構造物の噴石に対する耐性のデータは、建築基準設定の基準となるデータとなると考えられる。また、本研究で提案された補強方法は、山小屋等の強化が検討されている地域において活用されると考えられる。また、本研究で明らかにされた噴石の分布や数密度のデータは、噴石の挙動を理解するための数値モデルを精緻化する上で最も重要なデータとなりうる。

研究成果の概要(英文)：There are many people like climbing several active volcanoes in Japan. Also, it is recommended to use a mountain hut as an evacuation shelter in the case of sudden eruption. However, there is no standard design for doing that because there is insufficient information about the physical property of the ballistic ejecta.

We have conducted the field surveys just after the Mt. Ontake 2014 eruption and the Mt. Kusatsu-Shirane 2018 eruption to estimate the distribution and velocity of the ballistic ejecta. Also, we have carried out the damage investigation of building and gondola due to the ballistic ejecta impact. We have conducted a test of the impact of simulated ballistic ejecta with a cylindrical abrasive through the pneumatic impact test apparatus in some structural specimens and materials. And we have examined the durability of the mountain hut, reinforcement materials, and the methods of reinforcement and proposed some method to improve the impact resistance against ballistic ejecta.

研究分野：火山学

キーワード：火山噴火 噴石 山小屋 補強 シェルター 衝突実験

様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19, CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

2014年9月27日に突発的に発生した御嶽山の水蒸気噴火では、火口近傍にいた63名の登山者が犠牲となった。その主な死因は、飛来してきた火山岩塊(噴石)の衝突によるものであった。一方、山頂部にいた登山客のうち山小屋に避難した約100名は、屋根を貫通してきた噴石によって負傷した者はいるものの、死亡者はいなかった。このことは、山小屋が退避壕(シェルター)としての効果があったことを示していた。研究開始当初、御嶽山2014年噴火の噴石の被害状況等は徐々に明らかになりつつあったが、噴石の衝突速度や噴石に対する木造家屋やコンクリート建造物の強度等は明らかにされていなかった。

内閣府は、御嶽山の2014年噴火災害を契機に「火山防災対策推進ワーキンググループ」を設置し、さらに「退避壕の整備に関する検討ワーキンググループ1」(以下WG)を立ち上げ、退避壕等の設置に関する手順や既存山小屋等の強化策を検討した。研究分担者の吉本、山田、石峯はこのWGに参画した。当WGでは、山小屋の強化策を検討するために、一般的な山小屋の屋根部材の一部に、高機能繊維(アラミド繊維)織物等を挟みこむことで、噴石に対する衝撃性能を向上することを衝突実験により明らかにした。一方で、時間的制約のため、噴石や木材の物性、他の高機能繊維織物、山小屋の多重構造化や屋根への敷砂の効果等も検討されたが、実験による検証は実施されていない。

また、既存の山小屋がどの程度の重量や速度の噴石に耐衝撃性能があるかなどの検証も行われていない。山小屋の耐噴石衝突の設計基準を制定するには、噴石自体の到達速度や木材や強化素材自体の物性などを計測する必要がある。さらに、水蒸気噴火などの突発的な噴火の予測は困難であることから、噴石災害を軽減するには火口近傍のシェルターが不可欠であり、山小屋のシェルター化に関する系統的な実験の継続と発展が必須であった。

### 2. 研究の目的

背景で述べたように、活火山を登山することの多い日本では、既存の山小屋等を避難先として利用することが推奨されているにもかかわらず、その設計基準がない。また、山小屋等の噴石への耐久性を検討するため噴石の飛来特性も理解されていない。本研究では、実際の噴火事例の調査をもとに噴石の挙動を明らかにする。さらに、模擬噴石を使用した衝突実験をとおして、耐噴石強度を有する山小屋の設計基準を制定するための基礎でデータを収集し、山小屋の強化素材の探求と効率的な施工方法の開発を目的として研究を実施する。

### 3. 研究の方法

(1) 噴石への耐久性を検討する上で、衝突時の噴石の挙動を理解することが重要である。一方、噴石は火口近傍に着地することや堆積物の識別が困難なことから、分布や粒径などの情報が少ない。御嶽山2014年噴火や草津白根山2018年噴火では、火口周辺に登山道があることや、過去の堆積物と識別が比較的容易である。研究当初御嶽山2014年噴火の追調査を検討していたが、立ち入り規制が長期にわたったこともあり、より保存状態の良い草津白根山2018年噴火の調査に変更し、噴石の基礎データを収集するため、噴火の噴石の分布についての踏査およびUAV空撮を用いた計測を実施した(図1)。また、建物やゴンドラ等の被害調査を実施した。調査は2018年1月25-28日、2月27日-3月2日、5月10-11日、10月23-25日合計4回実施した。

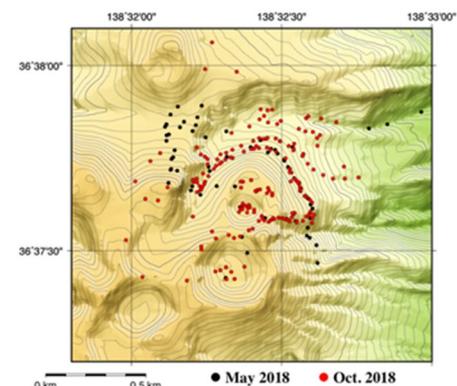


図1 草津白根山2018年噴火噴石調査地点

(2) 山小屋で使用されている木材の強度特性を明らかにするために、構造用木材としてよく使われるスギ材とヒノキ材について、準静的及び衝撃速度における圧縮試験やせん断試験を実施し、構造用木材の圧縮強度やせん断強度に及ぼすひずみ速度の影響について実験的に検討をおこなった。測定はスプリット・ホプキンソン棒型試験装置を用いた。それぞれ繊維方向と繊維と垂直な方向に二種類のひずみ速度急変試験(同一の試験片で負荷速度を変更する試験)を行った。また、準静的圧縮試験および衝撃圧縮試験も実施した。

(3) 既存の山小屋の屋根構造の噴石衝突による耐衝撃性能を明らかにするために、富士山で使用されている山小屋の構造と同等の試験体を作成し、衝突実験を実施した。飛翔体は、噴石の標準的な密度(約2400 kg/m<sup>3</sup>)に近い値を有するビトリファイド砥石(2421 kg/m<sup>3</sup>)を用いた。直径128 mmの噴石を想定し、試験装置で実験できる限界の直径90 mmの砥石を組み合わせて2.66 kgの飛翔体を作成した。試験装置は防衛大学所有の高速投射型衝突破壊実験装置を使用した。装置は発射部およびターゲット台で構成され、圧縮空気により飛翔体を加速し、ターゲットに衝突させる構造である。試験体は既存の山小屋屋根の構造と同様に杉板、防水シート、厚さ0.4 mmのガルバリウム鋼板®(溶融55%アルミニウム-亜鉛合金メッキ鋼板)の積層構造とした。試験体全体の寸法は600 mm×600 mmとし、杉板は150 mm×600 mmの板を3枚とその両端に75 mm×600 mmの板を1枚ずつ配置した。全ての試験体で、垂木の寸法は高さ90 mm、厚さ45 mm、長

さ 600 mm であり、垂木間隔は、垂木の中心を基準として 455 mm とした。後述の強化構造と区別するため、杉板が 1 層のものを基本試験体とする。実験は、速度を変化させ、試験体にほぼ損傷がないものおよび軽微な損傷だけのもの、試験体の破壊は生じるが貫通しなかったもの、試験体を貫通したものに区別した。

(4) 強化素材を用いない山小屋の補強方法を検討するために、屋根構造の複合化による耐衝撃性能の検証実験を行った。強化した構造として杉板 2 層を重ね合わせた試験体を作成した。杉板の重ね合わせ方は、1 枚目と 2 枚目を直交させるように重ね合わせるクロス型と平行に重ね合わせるスタッガード型の 2 種類とした(図 2)。また、杉板の厚さは 15 mm, 18 mm の 2 種類を用意した。このとき、試験体は 1 層につき 5 枚または 4 枚の杉板によって構成されている。なお使用した杉板はすべて杉板の繊維方向が長辺に平行のものを使用した。そのほか実験の方法は(3)と同様である。

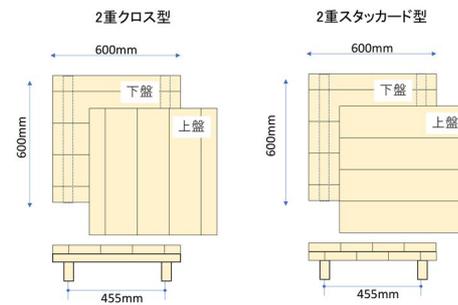


図 2 杉板 2 層を重ね合わせた試験体

(5) 山小屋等の木造屋根のアラミド繊維織物を用いた補強は、約 13 kJ の噴石衝突に耐えることを可能にする。一方で、アラミド繊維織物の単価が高いことに加え、既存の建物を補強するには屋根の葺き替えが必要なため、コストが増加する傾向にある。そこで、低コストでアラミド繊維織物と同様の耐噴石強度が期待できる素材として火山ガスに対する耐腐食性に優れたステンレス鋼板 (SUS304) とより安価な構造用鋼板 (SS400) について検討した。また、SS400 については、板状だけでなく波形のデッキプレート (厚さ 2.3 mm) についても検討した。実験は(3)(4)同様の衝突実験を実施した。

#### 4. 研究成果

(1) 草津白根山 2018 年噴火で被災したロープウェイの搬器の被害状況を調査した結果、噴火当時運航していた 40 器の搬器のうち、主火口の北から北東側に位置していた 9 機の搬器で噴石の貫通などの損傷が見られた。その東側に位置する 3 器の搬器では、天井に衝突痕が見られ損傷まで至らなかったものの噴石が落下してきたことが明らかとなった。また、主火口の北北西 500m に位置するロープウェイ山頂駅の屋根にも 4~5 カ所の貫通痕が見られる。いずれも地表踏査での分布と一致する。

分布調査の結果、噴石は主火口の周囲 500m 圏内に分布し、北~北東にかけて集中的に分布する(図 3)。最も火口から離れた噴石の確認地点は鏡池北の主火口中心から東北東約 600m 地点である。北側は、主火口から約 500m 地点、南東側は主火口から約 450m 地点まで噴石が確認される。噴石の最大長径は、西火口縁に落下した 480cm で、主火口付近の最大径は 340cm であった。主火口、西火口共に最大径の分布主軸を北北東に持つ。長径 64mm 以上の放出岩塊の降下個数密度は、1m<sup>2</sup> あたり 68 個であり、測定地点は主火口の北北東 200m 地点である。西から北西の分布限界付近では、個数密度 1m<sup>2</sup> あたり 0.2~0.01 個と少ないものの、長径約 20cm を超えるものが点在する。一方、それより小さい粒径の岩塊は存在しない。東側の分布限界付近では鏡池北火口の東側から急激に個数密度が小さくなり、こぶし大の噴石が散見される。本調査で観察された放出岩塊のうち長径約 23cm の岩塊の最大水平飛距離は 550m、長径 60cm の岩塊は 430m、長径 120cm の岩塊は 410m、長径 180cm の岩塊は 230m である。これらの粒径と最大飛距離から Mastin (2008) の Eject! を使用し、風速 0m, 発射角 60° の条件で初期速度を推定した。その結果、長径 23cm の岩塊は 82m/s、長径 60cm の岩塊は 70m/s、長径 120cm の岩塊は 69m/s、長径 180cm の岩塊は 52m/s の結果が得られた。これにより粒径毎に初期速度が異なることが示唆された。

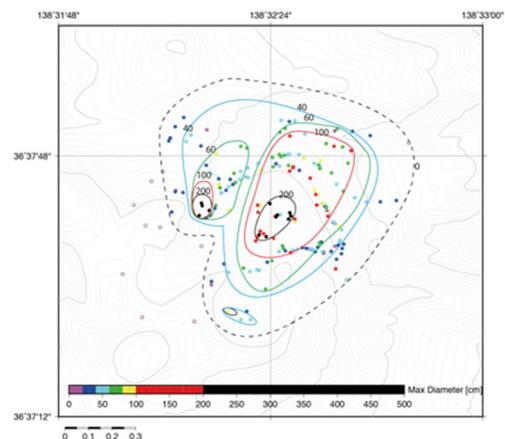


図 3 草津白根山 2018 年噴火の噴石の最大粒径分布図。カラーバーは粒径を示す。

(2) スギ材の縦方向試験片をひずみ速度  $2 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$  と  $4 \times 10^{-4} \text{s}^{-1}$  で準静的ひずみ速度急変試験を実施した結果、準静的ひずみ速度範囲であってもスギ材の繊維方向の圧縮試験中の圧縮応力は、比較的大きなひずみ速度依存性を示し、ひずみ速度が 1 桁上昇すると、10% 以上大きくなることが明らかとなった。また、この傾向は試験した変形範囲で、ほぼ同程度の応力上昇であった。縦方向の試験片を用いてひずみ速度  $2 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$  と  $5 \times 10^2 \text{s}^{-1}$  で行った静的動的ひずみ速度急変試験の結果、準静的ひずみ速度急変試験から予想される通り、衝撃圧縮試験では 70% を超える著し

い応力上昇が観察された。

(3)基本試験体において、衝突実験における速度、衝突エネルギー、貫通の有無の結果を表1に示す。この際、試験体にはほぼ損傷がないものおよび軽微な損傷を、試験体の破壊は生じるが貫通しなかったものを、試験体を貫通したものを×とした。なお、いずれの実験においても飛翔体に損傷は見られなかった。本研究では、この貫通と不貫通の境界を貫通境界エネルギー( $E_p$ )と定義する。15 mmでは1147 Jでは貫通することなく、1199 Jで貫通したことから、衝突エネルギー1200 J付近が $E_p$ となる。一方、18 mmは、1329 Jで貫通し、1386 Jで貫通しない。これらの結果から、安全を見込み、18 mm基本試験体の $E_p$ を1300 Jと推定した。すなわち、18 mm基本試験体の $E_p$ は15 mm基本試験体よりも約8%の増加となった。

表1 杉板基本試験体の衝突実験の結果

(a) 15mm										
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Impact velocity (m/s)	14.0	18.2	24.8	29.4	30.0	34.2	46.8	56.2	73.4	88.9
Impact energy (J)	262	440	818	1147	1199	1554	2915	4208	7172	10512
Result	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×

(b) 18mm										
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Impact velocity (m/s)	10.4	12.3	14.7	29.3	31.6	32.3	37.5	38.0	56.7	79.7
Impact energy (J)	144	201	288	1144	1329	1386	1868	1920	4274	8458
Result	○	○	○	○	×	○	×	×	×	×

(4)構造試験体の実験の結果を図4に示す。同一構造において、板厚の影響を見るため板厚が15 mmと18 mmの場合を比較するとスタagger構造、クロス構造いずれの構造でも板厚の増加に伴う若干の強度増加が確認された。また、同一の板厚での構造の影響を見るためクロス構造とスタagger構造を比較すると、クロス構造のほうがスタagger構造よりも貫通境界エネルギー値が高いことが明らかとなった。これはスタagger構造では2層とも杉板が横方向のため、衝突エネルギーが1層目の2枚と2層目の1枚にかかってしまうが、クロス構造では2層目の杉板の組み合わせ方向が1層目と異なるため2層目の杉板に衝突エネルギーが分散したためと考えられる。2層構造における杉板の $E_p$ は、板厚15 mmのスタagger構造において $E_p=1900$ J付近、クロス構造において $E_p=2250\sim 2500$ J、板厚18 mmのスタagger構造において $E_p=1900\sim 2500$ J、クロス構造において $E_p=2700\sim 3000$ Jと求められた。すなわち、板厚に関わらず、クロス構造はスタagger構造に比べて高い衝突エネルギーにおいて貫通の境界が現れた。そのため、杉板を2枚重ねて木造建築物屋根を作製する場合、クロス構造の方が噴石衝突に対する安全性が高いといえる。また、18 mmクロス構造はその $E_p$ から直径128 mmの噴石が約46 m/sで衝突しても耐えられることが推定される。

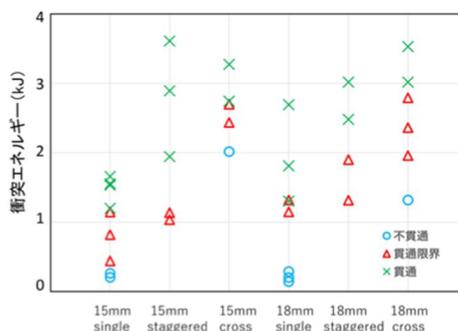


図4 試験体の構造と衝突エネルギーの関係

(5)飛来する噴石(2.66 kg)が速度約83 m/sで衝突した衝突エネルギーを9 kJと想定した場合、既往研究の実験結果から貫通しない鋼板の板厚を算出すると、貫通しない鋼板以上の厚みを持つ既製品の最小の厚みはSUS304が1.5 mm( $E_p=11$  kJ)、SS400が3.2 mm( $E_p=14$  kJ)となる(図5)。1 m<sup>2</sup>辺りの重量を比較するとSUS304は11.85 kg/m<sup>2</sup>、SS400は24.96 kg/m<sup>2</sup>であり、アラミド繊維の0.9 kg/m<sup>2</sup>以上と比べると非常に重い。アラミド繊維織物に比べてSUS304を使用した場合の材料費は相対的に安価であり、輸送費や建築上の強度の問題は検討しなければならないが、施工が容易な場所にはSUS304での補強も有効であると考えられる。

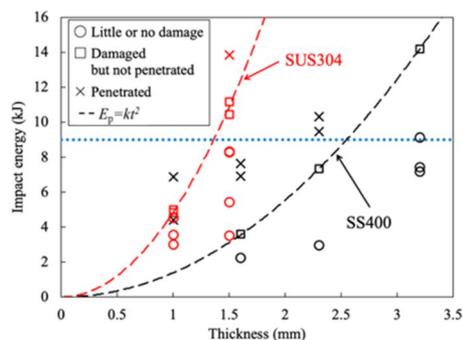


図5 SUS304とSS400における衝突エネルギーと板厚の関係

一方、SS400のデッキプレートの衝突実験では、11kJ(2.66kg,91m/s)に耐えられることが明らかとなり、構造を利用することで、シェルターの強化および軽量化に繋がることが示唆された。

(6)上記の結果から活火山における山小屋の強化は、噴火の形態、火口からの距離、登山道の形状(資材の運搬が用意かどうか)や経費に応じて、有効な方法が異なることが示唆された。例えば、火口から数km以内で、輸送車両が近づけない山小屋の場合、アラミド繊維織物を補強部材として使用する方法がもっとも有効であると考えられる。また安価で一定の効果見込まれる方法として18 mmクロス構造も有効な補強方法と考えられる。また、輸送車両が近くまでいける場合は、ステンレス鋼板を屋根の上面に覆うことでも十分に耐噴石衝突性能を向上させることが期待される。

一方で、火山弾などの高温な岩塊の熱の影響は考慮されていないので、今後飛来する物質の温度も考慮した強化方法の検討が必要であろう。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 7 件)

Yamada, H., Tateyama, K., Sasaki, H., Naruke, S., Kishimoto, H. and Yoshimoto, M., Impact resistance to ballistic ejecta of wooden buildings and a simple reinforcement method, using aramid fabric. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 査読有, 359, 37-46. 2018.

小川康雄, 青山裕, 山本希, 筒井智樹, 寺田暁彦, 大倉敬宏, 神田径, 小山崇夫, 金子隆之, 大湊隆雄, 石崎泰男, 吉本充宏, 石峯康浩, 野上健治, 森俊哉, 木川田喜一, 片岡香子, 松元高峰, 上石勲, 山口悟, 伊藤陽一, 常松佳恵, 2018 年草津白根火山噴火に関する総合調査, 自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, 査読無, 55, 25-30, 2018.

草津白根山降灰, 噴石合同調査班(石崎泰男(代表著者), 石塚吉浩, 大場武, 亀谷伸子, 関口悠子, 谷口無我, 寺田暁彦, 長井雅史, 古川竜太, 本多亮, 前野深, 南裕介, 築田高広, 吉本充宏) 本白根 2018 年 1 月 23 日噴火の火口及びその近傍での降灰, 噴石調査, 第 141 回火山噴火予知連絡会資料(その 2), 査読無, 2018, 97-110.

草津白根山降灰合同調査班(石崎泰男, 石塚吉浩, 入山宙, 及川輝樹, 金子隆之, 亀谷伸子, 神田径, 草野有紀, 小森次郎, 宝田晋治, 寺田暁彦, 長井雅史, 野上健司, 平林順一, 藤田英輔, 古川竜太, 本多亮, 前野深, 吉本充宏(代表著者)), 本白根 2018 年 1 月 23 日噴火による降灰分布, 第 140 回火山噴火予知連絡会資料(その 1 の 1), 査読無, 2018, 32-34.

Oikawa, T., Yoshimoto, M., Nakada, S., Maeno, F., Komori, J., Shimano, T., Takeshita, Y., Ishizuka Y., and Ishimine, Y., 2016, Reconstruction of the 2014 eruption sequence of Ontake Volcano from recorded images and interviews. *Earth, Planets and Space*, 査読有, 68:79, 2016. DOI: 10.1186/s40623-016-0458-5

Maeno, M., Nakada, S., Oikawa, T., Yoshimoto, M., Komori, J., Ishizuka, Y., Takeshita, Y., Shimano, T., Kaneko T., and Nagai, M., 2016, Reconstruction of a phreatic eruption on 27 September 2014 at Ontake volcano, central Japan, based on proximal pyroclastic density current and fallout deposits. *Earth, Planets and Space*, 査読有, 68:82, 2016. DOI: 10.1186/s40623-016-0449-6

Tsunematsu, K., Ishimine, Y., Kaneko, T., Yoshimoto, M., Fujii T., and Yamaoka K., 2016, Estimation of ballistic block landing energy during 2014 Mount Ontake eruption. *Earth, Planets and Space*, 査読有, 68:88, 2016. DOI: 10.1186/s40623-016-0463-8

〔学会発表〕(計 14 件)

立山 耕平, 山田 浩之, 吉本 充宏, 本多 亮, 藤井 敏嗣, 噴石衝突に対する木造建築物屋根の衝撃吸収特性, 地球惑星科学連合 2019 年大会, 5 月 26-30 日, 2019, 幕張メッセ国際会議場(千葉県・千葉市)

吉本 充宏, 古川 竜太, 石塚 吉浩, 南 裕介, 長井 雅史, 細川 周一, 本多 亮, 安田 泰輔, 寺田 暁彦, 西澤 達治, 石峯 康浩, 荒井 健一, 佐々木 寿, 成毛 志乃, 関口 悠子, 築田 高広, 石崎 泰男, 亀谷 伸子, 前野 深, 草津白根山 2018 年噴火における放出火山岩塊の分布-続報-, 地球惑星科学連合 2019 年大会, 5 月 26-30 日, 2019, 幕張メッセ国際会議場(千葉県・千葉市)

及川 輝樹, 吉本 充宏, 竹下 欣宏, 前野 深, 小森 次郎, 中田 節也, 嶋野 岳人, 佐々木 寿, 岸本 博志, 千葉 達朗, 石峯 康浩, 常松 佳恵, 石塚 吉浩, 御嶽山 2014 年噴火による投出岩塊の分布, 地球惑星科学連合 2019 年大会, 5 月 26-30 日, 2019, 幕張メッセ国際会議場(千葉県・千葉市)

山田 浩之, 本多 亮, 吉本 充宏, ステンレス鋼板を用いた山小屋の耐噴石簡易補強方法の提案, 日本火山学会 2018 年大会, 9 月 26-30 日, 2018, 秋田大学, (秋田県・秋田市)

亀谷伸子, 石崎泰男, 石峯康浩, 吉本充宏, 寺田暁彦, 降下堆積物からみた草津白根火山 2018 年噴火の推移 と本白根火砕丘群の熱水系, 日本火山学会 2018 年大会, 9 月 26-30 日, 2018, 秋田大学, (秋田県・秋田市)

石崎泰男, 亀谷伸子, 寺田暁彦, 吉本充宏, 本多 亮, 石峯康浩, 長井雅史, 古川竜太, 関口悠子, 築田高広, 石塚吉浩, 南 裕介, 前野 深, 草津白根山 2018 年噴火の火口近傍噴出物, 日本火山学会 2018 年大会, 9 月 26-30 日, 2018, 秋田大学, (秋田県・秋田市)

吉本充宏, 本多 亮, 長井雅史, 古川竜太, 関口悠子, 築田高広, 寺田暁彦, 石峯康浩, 石崎泰男, 亀谷伸子, 石塚吉浩, 南 裕介, 前野 深, 2018 年噴火における放出岩塊の分布, 日本火山学会 2018 年大会, 9 月 26-30 日, 2018, 秋田大学, (秋田県・秋田市)

Yoshimoto, M., Honda, R., Yasuda, T., Ishimine, Y., Yamada, H., Jiro Komori, J., Terada, A., Hirabayashi, J., Fujii, T., Preliminary report on damage caused by the ballistic block of the 2018 phreatic eruption of Kusatsu-Shirane volcano, *Cities*

on Volcanoes 10, Sep 2-7, 2018, Napoli (Italy)

Ishimine, Y., Oikawa, T., Yoshimoto, M., Terada, A., Preliminary report on a ground-hugging flow observed during Kusatsu-Shirane 2018 eruption, Cities on Volcanoes 10, Sep 2-7, 2018, Napoli (Italy)

石峯 康浩, 及川 輝樹, 吉本 充宏, 草津白根火山 2018 年噴火による噴煙を起源にしたグラウンドハッピング流に関する予察的検討, 地球惑星科学連合 2018 年大会, 5 月 20-24 日, 2018, 幕張メッセ国際会議場 (千葉県・千葉市)

吉本 充宏, 本多 亮, 小森 次郎, 石峯 康浩, 山田 浩之, 草津白根火山, 本白根山 2018 年噴火の放出岩塊による被害調査の速報, 地球惑星科学連合 2018 年大会 5 月 20-24 日, 2018, 幕張メッセ国際会議場 (千葉県・千葉市)

山田浩之・立山耕平・高畠基太雄・奥矢恵・吉本充宏, スギ板屋根の重ね合わせによる耐噴石衝突特性の向上. 日本火山学会 2017 年大会, 9 月 21-24 日, 2017, 熊本大学 (熊本県・熊本市)

立山 耕平, 成田 啓司郎, 山田 浩之, 奥矢 恵, 吉本 充宏, 噴石衝突に対する木造建築物屋根の安全性, 噴石衝突に対する木造建築物屋根の安全性, 地球惑星科学連合 2017 年大会, 5 月 20-25 日, 2017, 幕張メッセ国際会議場 (千葉県・千葉市)

小林 秀敏, 山田 浩之, 吉本 充宏, 小川 欽也, 構造用木材の強度に及ぼすひずみ速度の影響, 日本火山学会 2016 年大会, 10 月 12-16 日, 2016, 富士山市民会館・富士山ホール (山梨県・富士吉田市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名: 吉本 充宏

ローマ字氏名: Mitsuhiro Yoshimoto

所属研究機関名: 山梨県富士山科学研究所

部局名: 火山防災研究部

職名: 主任研究員

研究者番号 (8 桁): 20334287

研究分担者氏名: 石峯 康浩

ローマ字氏名: Yasuhiro Ishimine

所属研究機関名: 鹿児島大学

部局名: 地震火山地域防災センター

職名: 特任准教授

研究者番号 (8 桁): 40450259

研究分担者氏名: 山田 浩之

ローマ字氏名: Hiroyuki Yamada

所属研究機関名: 防衛大学校

部局名: システム工学群

職名: 准教授

研究者番号 (8 桁): 80582907

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名: 立山 耕平

ローマ字氏名: Kohei Tateyama

研究協力者氏名: 小林 秀敏

ローマ字氏名: Hidetoshi Kobayashi

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。