

3.3 「火山災害対策のための情報ツールの開発」

目 次

(1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 10 か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）
- (e) 平成 31 年度業務目的

(2) 平成 3 1 年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
- (c) 業務の成果
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表等
- (g) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

(3) 令和 2 年度の業務計画案

- (a) 周知啓発教育用コンテンツ試作版の開発
- (b) 降灰被害予測コンテンツ試作版の開発
- (c) 避難・救助支援コンテンツ試作版の開発

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

火山災害対策技術の開発

「火山災害対策のための情報ツールの開発」

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
国立研究開発法人防災科学技術研究所 火山研究推進センター	センター長	中田節也	nakada@bosai.go.jp
	研究統括	宮城洋介	m_yousuke@bosai.go.jp
	研究員	棚田俊收	tanada@bosai.go.jp
	客員研究員	宮村正光	miyamura@cc.kogakuin.ac.jp
	客員研究員	中村洋一	ynakamu@cc.utsunomiya-u.ac.jp
株式会社大林組 技術本部 技術研究所	上級主席技師	野畑有秀	nobata.arhide@obayashi.co.jp
	上級主席技師	大塚清敏	otsuka.kiyotoshi@obayashi.co.jp
	主任研究員	諏訪仁	suwa.hitoshi@obayashi.co.jp
山梨県富士山科学研究所	主幹研究員	吉本充宏	myoshi@mfri.pref.yamanashi.jp
	主任研究員	石峯康浩	ishimine@mfri.pref.yamanashi.jp
	研究員	本多亮	honda@mfri.pref.yamanashi.jp
	研究員	久保智弘	tkubo@mfri.pref.yamanashi.jp
	契約研究員	堀内佑紀	fsp-j@mfri.pref.yamanashi.jp

(c) 業務の目的

本業務では、火山災害に関わる自治体の防災担当者らが、災害発生時に適切な初動対応及び防災活動を行うことを支援するための「火山災害対策のための情報ツール（以下、「情報ツール」という。）」を開発することを目的とする。情報ツールとは火山災害対策のために必要となる情報を出力する各種コンテンツからなり、本業務ではこれらコンテンツの開発を中心に行う。開発するコンテンツは、専門家が自治体の防災担当者に対して情報を伝える際に使用されるコンテンツや、降灰による都市部の施設やインフラの被害を予測するコンテンツ等である。この情報ツールは、本事業の課題 A（各種観測データの一元化）で開発される一元化共有システムのデータベースに保存される他の課題及びサブテーマで得られる解析結果等の研究成果を活用し、火山防災協議会において火山専門家が地方自治体等へ助言する際にも利用される。開発に当たっては初期段階からユーザーである自治体や火山防災協議会に参加している火山専門家等と連携して取り組む。

(d) 10 か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成 28 年度：

- ・ 過去の火山災害及び降下火山灰に関する文献調査、情報収集を行った。
- ・ 常時観測火山におけるハザードマップのデジタル化を行った。
- ・ 自治体を対象とした火山対策の現状を調査した。
- ・ 都市部の施設に対する降灰影響評価実験の実験計画を作成した。

2) 平成 29 年度：

- ・ 過去の火山災害と降灰についての文献調査、情報収集結果の整理と分析を行った。
- ・ 常時観測火山におけるハザードマップのデジタル化を行った。
- ・ 自治体を対象とした火山対策の現状調査と結果の比較・分析を行った。
- ・ 都市部の施設に対する降灰影響評価実験を行った。
- ・ 登山者動向把握実験へ参加した。

3) 平成 30 年度：

- ・ 周知啓発教育用コンテンツの基盤となる火山災害に関する調査や情報収集を行った。
- ・ 常時観測火山におけるハザードマップのデジタル化を行った。
- ・ 自治体を対象とした火山対策の比較・分析を行った。
- ・ 都市部の施設に対する降灰影響評価実験として、冷却塔を対象とする降灰実験を行った。
- ・ 平成 29、30 年度に実施された降灰影響評価実験の結果を受け、都市部の施設における建築設備の損傷度評価法の開発に着手した。
- ・ 登山者動向把握実験へ参加し、得られた登山者動態データの火山防災対策への利用に関して検討した。

4) 平成 31 年度：

- ・ 常時観測火山 5 火山におけるハザードマップのデジタル化を行った。
- ・ 周知啓発教育用コンテンツの試作版として火山防災ポータルサイトを開設した。
- ・ 前年度までに実施した降灰影響評価実験結果の妥当性を確認し、降灰被害予測コンテンツの試作版を開発した。
- ・ 降灰量に対する木造建築物の屋根の安全性について評価した。
- ・ 文献調査を行い、火山現象が社会活動に及ぼす影響を整理した。
- ・ 避難・救助支援コンテンツの試作版（登山者動態データの可視化ツール）を開発した。
- ・ 登山者動向把握実験に参加し、避難・救助支援コンテンツ試作版のインプットデータを取得し、本コンテンツ試作版の活用について検討した。
- ・ 国内外の学会におけるブース展示、論文で研究成果を特集、プロジェクトの紹介動画とパンフレット・リーフレット（英語版）を作成、英語版の紹介用ホームページを開設するなど、次世代火山研究推進事業の周知広報活動を行った。

5) 令和 2 年度：

- ・ 周知啓発教育用コンテンツの試作版を高度化する。
- ・ 降灰被害予測コンテンツの試作版を高度化する。
- ・ 避難・救助支援コンテンツの試作版を高度化する。

6) 令和 3 年度 :

- ・ 周知啓発教育用コンテンツの試作版を利用したアウトリーチ活動等を行う。
- ・ 降灰被害予測コンテンツの試作版を利用した実証実験を行う。
- ・ 避難・救助支援コンテンツの試作版を利用した実証実験を行う。

7) 令和 4 年度 :

- ・ 周知啓発教育用コンテンツを利用したアウトリーチ活動を踏まえ、コンテンツの高度化を図る。
- ・ 降灰被害予測コンテンツを利用した実証実験の結果を踏まえ、コンテンツの高度化を図る。
- ・ 避難・救助支援コンテンツを利用した実証実験の結果を踏まえ、コンテンツの高度化を図る。

8) 令和 5 年度 :

- ・ 各種コンテンツの汎用化に着手する。

9) 令和 6 年度 :

- ・ 各種コンテンツの汎用化を進める。

10) 令和 7 年度 :

- ・ 周知啓発教育用コンテンツの社会実装として、テキストを作成する。
- ・ 降灰被害予測コンテンツの社会実装として、自治体に対するアクションプランを提案する。
- ・ 避難・救助支援コンテンツの社会実装として、自治体の避難計画への反映を行う。

(e) 平成 31 年度業務目的

平成 29 年度及び平成 30 年度に引き続き、未整備の火山ハザードマップのデジタル化を行う。さらにこれらデジタル化したハザードマップについて WebGIS 等で表示できるようにし、平時の利活用について検討を進める。

これまで行った自治体を対象としたヒアリング調査やアンケート調査の結果を基に、周知啓発教育用コンテンツの試作版を開発する。本コンテンツ試作版として、自治体防災担当者が火山災害及び火山防災に関して手軽に学べるテキストや、関連する情報等を取得できる総合的なポータルサイトの開発を進める。また、本コンテンツ試作版を協力機関の自治体防災担当者に試用してもらい、使用に関する感想や要望等のさらなるニーズを収集する。協力機関以外の自治体へも、内閣府が主催する火山防災協議会等連絡連携会議の場で周知する。

平成 29 年度及び平成 30 年度に実施した建築設備を対象とした降灰影響評価実験の成果を基に、降灰被害予測コンテンツの試作版を開発する。本コンテンツ試作版の開発に当たっては、建築物の機能継続に影響を与える降灰深の閾値を設定する。またその閾値を他課題で得られる降灰観測データや降灰シミュレーションの結果と併せて GIS 上で表示できるようにする。その際、これまで実施した降灰影響評価実験による結果の妥当性確認を行う。降灰量に対する木造建築物の屋根の安全性について検討する。大規模噴火による都市機能への影響について文献調査を行い、火山ハザード事象毎に都市機能を支える各施設やインフラへの被害を整理する。

登山者の避難・救助支援コンテンツ開発のために、平成 29 年度及び平成 30 年度に引き続き、富士山における登山者動向把握実験（富士山チャレンジ）に参加し、登山者動態データを取得する。得られた登山者動態データを地図上で可視化することができる避難・救助支援コンテンツ試作版を開発し、火山災害対策への活用について検討する。

次世代火山研究推進事業の周知広報活動として、国内外で開催された学会（JpGU、日本火山学会、及び IUGG）におけるブース展示、査読付き論文（Journal of Disaster Research）での特集号の企画と公開、英語版のプロジェクト紹介動画やパンフレットの作成、英語版のプロジェクト紹介ホームページの開設を行う。

(2) 平成 31 年度の成果

(a) 業務の要約

周知啓発教育用コンテンツ試作版として「火山防災ポータルサイト」を開設した。本サイトでは前年度までに収集した約 300 の情報素材を分類し、検索が可能となるようにキーワードをつけて登録を行った。また、自治体の防災担当者が火山災害及び火山防災に関して手軽に学べるテキストを作成した。本コンテンツ試作版を自治体防災担当者に実際に試用してもらい、使用時の感想や要望等の収集を行った。

前年度までに実施した降灰影響評価実験の成果を基に、降灰被害予測コンテンツの試作版を開発した。本コンテンツ試作版の開発にあたり、前年度までの実験結果の妥当性を確認した。本コンテンツ試作版では実験の成果を基に建築物の機能継続に係る降灰深の閾値を設定し、その閾値を降灰観測データや降灰シミュレーションの結果と併せて GIS 上で表示できるようにした。その他文献などから引用した道路や電気等インフラに対する降灰の影響も GIS 上で重ねることで、簡易的ではあるが降灰による複合的被害予測が可能となった。また、降灰量に対する屋根の安全性を評価するために、木造建築物の屋根に注目し、降灰深と屋根の損傷確率の関係を評価した。また文献調査を行い、降灰量と都市施設やインフラへの機能障害の関係を示す基礎資料を作成した。

登山者の避難・救助支援コンテンツ開発のために、前年度までに引き続き、富士山における登山者動向把握実験（富士山チャレンジ）に参加し、4 日間で約 11,000 人の登山者動態データを取得し、移動速度や混雑状況に関する解析結果を得た。また、避難・救助支援コンテンツ試作版として、本データをインプットデータとする可視化ツールを開発した。本ツールでは得られた動態データの他に登山道や山小屋などの情報も併せて地図上で表示させることができることから、平時の地域防災計画や避難計画の作成等事前防災に役立てることが可能となった。また災害発生時の活用についても検討を起こった。

前年度に引き続き、各種コンテンツ及びアウトリーチ活動等での利用を想定したハザードマップのデジタル化（GIS 化）を、岩木山、栗駒山、秋田焼山、鳥海山、乗鞍岳について実施した。GIS 版ハザードマップの用途として、250m メッシュによる火山ハザードマップデータベースの構築と、開発中の情報ツール（各コンテンツ）での利用が可能である。また、前年度に引き続き内閣府の総合防災情報システムに活用された。

次世代火山研究推進事業の周知広報活動として、国内外で開催された JpGU、日本火山学会、IUGG の 3 つの学会においてブース展示を行った。また、査読付き論文である *Journal of Disaster Research* (Vol. 14, No. 4&5) において本プロジェクトの研究成果を集めた特集号を企画し公開した。本プロジェクトの紹介用動画、パンフレット・リーフレットの英語版を作成し、これらにアクセスが可能な英文紹介を含むホームページを開設した。

(b) 業務の実施方法

周知啓発教育用コンテンツ試作版として、火山防災ポータルサイトを開設する。本サイトには前年度までに収集した情報素材を登録し、キーワード検索もできるようにする。ユーザーである自治体防災担当者に実際に試用してもらい、今後の高度化に反映さえるべく感想や要望等を収集する。

前年度までに実施した実験の結果に基づいて建築物の機能継続に影響を及ぼす降灰深の閾値を設定し、降灰シミュレーションの結果と併せて GIS 上で表示できる降灰被害予測コンテンツ試作版を開発する。また、降灰量に対する屋根の安全性評価について、木造建築物の屋根に対して検討を行う。また、降灰量と都市部の施設やインフラなどに機能障害を及ぼす関係を明らかにするため文献調査を行う。

避難・救助支援コンテンツ試作版のインプットデータとなる登山者動態データ取得のため、富士山における登山者動向把握実験（富士山チャレンジ）に参加する。また、避難・救助支援コンテンツ試作版として、得られた動態データを地図上で可視化するツールを開発する。本コンテンツの防災利用に関して検討を行う。

各コンテンツ及びアウトリーチ活動等での利用を想定したハザードマップのデジタル化（GIS 化）も前年度に引き続き実施し、その活用についても検討を進める。

次世代火山研究推進事業の周知広報用のブース展示、論文特集号の公開の実施と、英語版のプロジェクト紹介動画、パンフレット・リーフレットの作成、英語版のプロジェクト紹介用ホームページの開設を行う。

(c) 業務の成果

1) 周知啓発教育用コンテンツ試作版の開発

1-1) 火山防災ポータルサイトの開設

今年度、富士山周辺自治体の防災担当者（環富士山火山防災連絡会（回答数 46））及び、北海道駒ケ岳周辺自治体の防災担当者（回答数 8）を対象に火山防災を進めるためのアンケート調査とヒアリング調査を行った（図 1、2）。図 1 より、自治体防災担当者自らが学ぶために、動画や対象とする火山の特徴に関する情報を必要としていることが分かる。また図 2 より、防災担当者が住民等を対象とした講演を行う際に、動画や写真、対象とする火山の特徴に関する情報を必要としていることが分かり、ヒアリング調査からも「現象に関するシミュレーションの結果や動画といった情報は非常に有益であり、防災に関する講演などで使えるので整備してもらえると活用できる。」といった意見が見られた。また、北海道駒ケ岳周辺自治体へのヒアリング調査から、「定期的に気象庁の情報を確認することはない」、「北海道大学大島弘光研究支援推進員が開発した火山防災情報表示システム 1）（図 3）を活用して、火山情報以外の風水害に関する情報なども合わせて定期的に確認している」といった回答があった。また、火山に関する情報への要望として、「山ごとで考えると、機関によって情報がバラバラなのでまとめてもらえるとよい。」といった意見があり、さらに災害対応での降灰に関する情報について、「直後の予測や今後の広がりなどの情報が欲しい」といった意見や「土砂災害や道路などに影響するので活用できる」といった意見が得られた。

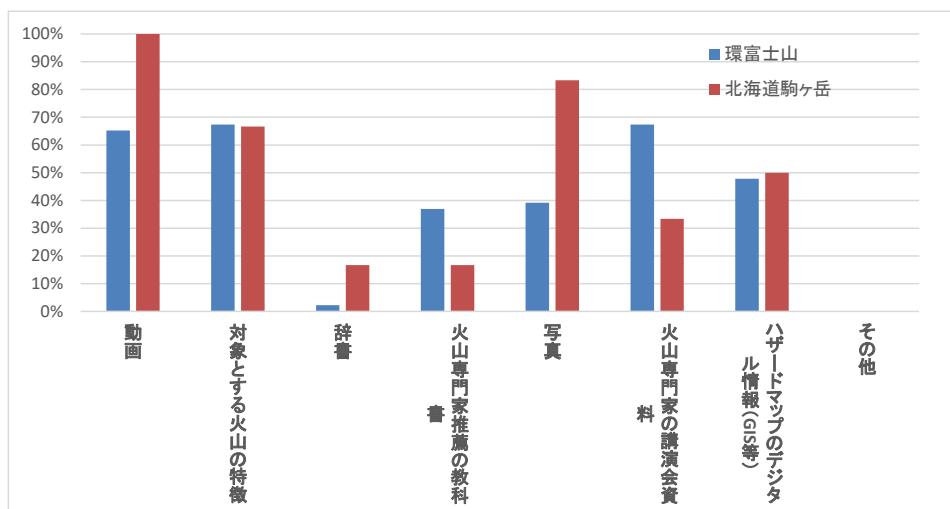


図 1. 防災担当者が自身で学ぶために必要な素材について

※回答数を基に標準化したもの

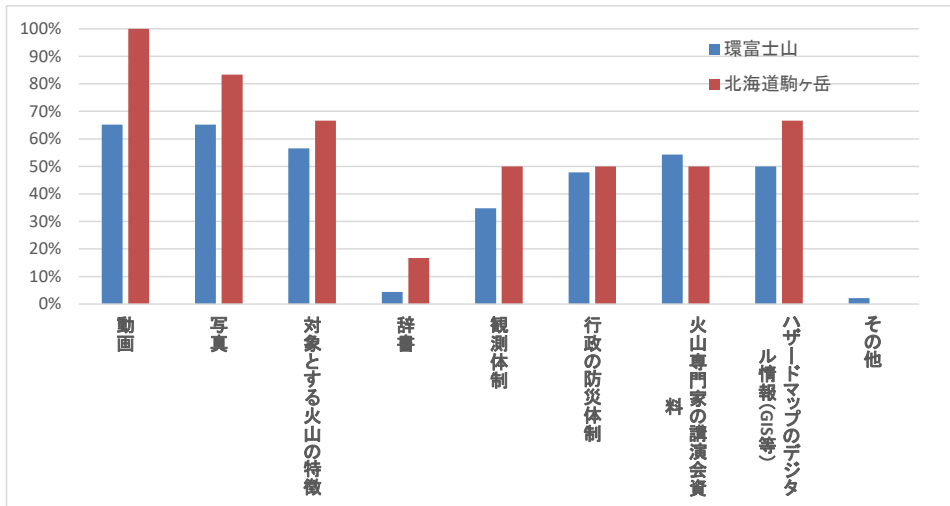


図 2. 防災担当者が防災講演を行う際に必要な資料・情報について
 ※回答数を基に標準化したもの

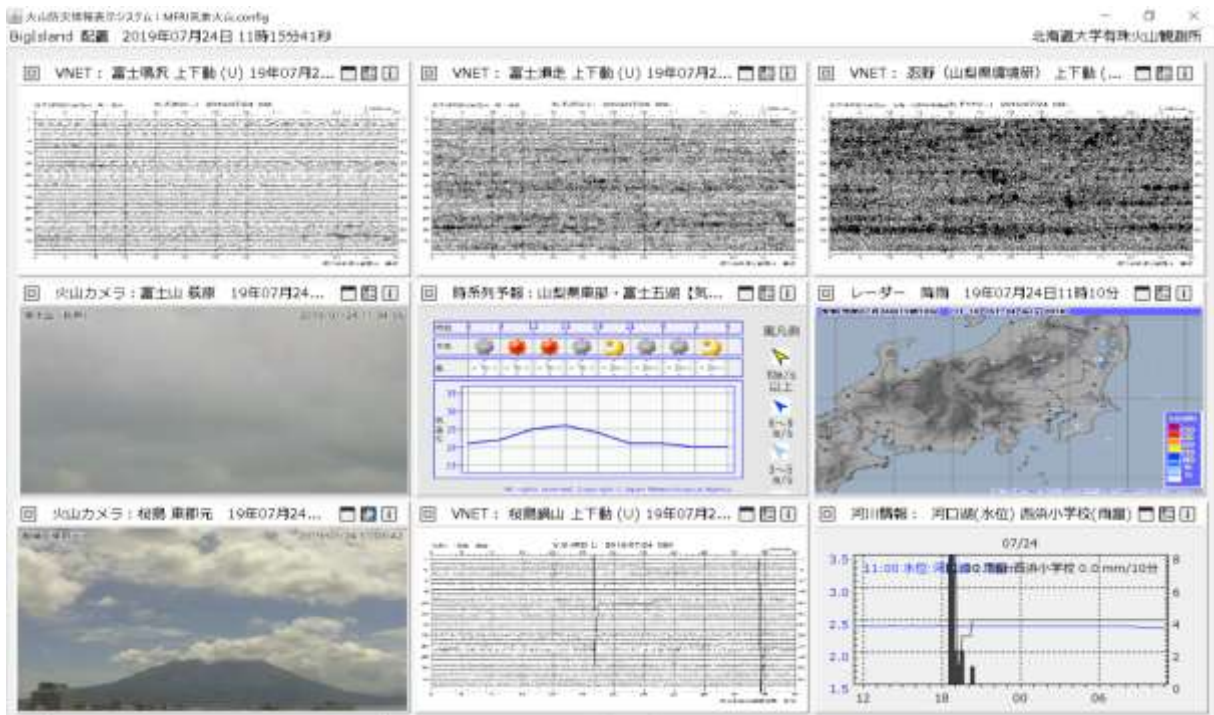


図 3. 火山防災情報表示システム 1)

前年度までに実施した自治体を対象としたヒアリング調査やアンケート調査の結果と上述した今年度の結果を基に、周知啓発教育用コンテンツ試作版を開発した。本コンテンツ試作版は、自治体防災担当者からの様々なニーズ（例えば、情報へアクセスしづらい、探し難い、住民向け説明用の素材が欲しい等）に応えるべく、火山（現象、災害、防災等）に関する様々な情報（データ、資料、画像、動画、教科書等）にワンストップでアクセスすることが可能なポータルサイト（火山防災ポータルサイト）を開設した。開設したポータルサイトを図 4 に示す。



図 4. 周知啓発教育用コンテンツ試作版として開発した「火山防災ポータルサイト」
(左：トップページ、右：検索したページ)

図 4 に示したサイトでは、昨年度までに収集した 284 件の様々な情報素材を「地域防災計画」、「火山現象」、「火山災害」、「関係法令」、「火山災害の体験談」「防災講演のための情報」に分類し、検索が可能となるようにキーワードをつけて登録を行った。また、自治体の防災担当者自身が手軽に学ぶための教材として、また火山災害及び火山防災に関して住民説明会等で使用するための素材として、93 枚のスライドを新たな情報素材として作成した。このテキストは、火山災害の要因となる 16 の現象（小さな噴石・火山灰、大きな噴石、火砕流、溶岩流、泥流・土石流、融雪型火山泥流、山体崩壊・岩屑なだれ、洪水、地すべり・斜面崩壊、火山ガス・噴煙、津波、空振、地震、地殻変動、地熱変動、地下水・温泉変動）について公的機関で公表されている資料を基に「現象の説明」、「映像資料」、「被害」、「対策」の 4 項目について画像や映像を交えながら整理した（図 5）。なお、自治体防災担当者がさらに深く学習できるよう出展を明記した。また、ヒアリングやアンケート調査等で要望の多かった図上訓練等について、火山防災協議会等の研修の際に活用可能な演習事例 2 事例の資料（図 6）を作成した。

本コンテンツ試作版を複数の自治体防災担当者実際に試用してもらい、今後のコンテンツの高度化に反映するべく感想や要望等の収集を行った。その中には、「見難い」や「情報が探し難い」といった感想があったため、具体的にどのような構成であれば見やすく、情報が探し易いかをユーザーと相談し、次年度のアップデートにおいて反映させる。

火山災害要因 ⑤ 溶岩流

1. 現象

- 溶岩流は火山の火口から噴出した溶岩が高温のまま粘性の高い流体として山腹斜面を流下する現象である。
- 流下速度は地形や溶岩の温度・組成によるが、比較的ゆっくり流れるので歩行による避難が可能な場合もある。



引用：火山防災マップ作成指針2-3-5（内閣府、消防、国土交通省水管理・国土保全局砂防部、気象庁）を一部改変
http://www.bousai.go.jp/kazan/shiryu/pdf/20130404_mapshishin.pdf
 引用：気象庁ホームページ 主な火山災害「溶岩流」
<https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/volsaiga/saigai.html>

火山災害要因 ⑤ 溶岩流

2. 現象の映像イメージ

<内閣府 防災情報のページ>
 【動画】登山者の心得 ～火山災害から命を守るために～
 ▶警戒すべき現象 【溶岩流】（00：02：02から）



引用：内閣府 火山防災に関する普及啓発映像資料
http://www.cao.go.jp/ib_012/tozansha_02.html

火山災害要因 ⑤ 溶岩流

3. 被害

- 溶岩流は進行方向上の農地、林地、住宅地等を完全に埋没、焼失させる。
- 日本の火山は安山岩質マグマを噴出する火山が多いため、溶岩流の粘性は比較的高く、時間をかけて流下することから避難することが可能である。



引用：気象庁ホームページ「溶岩流」
<https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/volsaiga/saigai.html>

被害例

- 1914年◆桜島大正噴火◆村落埋没、焼失。死者58名。農作物大被害等。
- 1983年◆三宅島噴火◆住宅の埋没・焼失約400棟。山林耕地等に被害。
- 1986年◆伊豆大島噴火◆全島民等約1万人島外避難。

引用：火山防災マップ作成指針2-3-5（内閣府、消防、国土交通省水管理・国土保全局砂防部、気象庁）を一部改変
http://www.bousai.go.jp/kazan/shiryu/pdf/20130404_mapshishin.pdf
 引用：気象庁ホームページ 過去に発生した火山災害
http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/volcano_dossier.htm
 引用：『日本活火山総覧(第4版)』（気象庁編 平成25年）主な火山災害年表 を一部改変
http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/souran/main/dlistster_table.pdf

火山災害要因 ⑤ 溶岩流

4. 対策

溶岩流による災害を軽減するため、様々な手法の溶岩流制御が行なわれている。

- 溶岩流の先端部に放水して冷却させ、粘性を増大させて溶岩の堤防をつくり、その方向への流下を止める。（1983年◆三宅島／1986年◆伊豆大島）
- 内陸の火山など大量の水がないところでは、人工的な堤防を構築して溶岩流の流れを止めるか向きを変える。（1950年◆伊豆大島◆コンクリートブロックを使った流路変更の試み）



引用：火山防災マップ作成指針2-3-5（内閣府、消防、国土交通省水管理・国土保全局砂防部、気象庁）を一部改変
http://www.bousai.go.jp/kazan/shiryu/pdf/20130404_mapshishin.pdf
 引用：気象庁ホームページ 月別火山概況（北海道）・火山活動解説資料（2002年11月 防災メモ「溶岩流」）を一部改変
https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/sapporo/02m11/00_02m11memo.pdf

図 5. 本年度作成したテキストの一例

演習事例 ①

1. 今回の図上演習の目的

- 大規模噴火時等の協議会関係機関の対応・行動の確認、また不足事項の洗い出し
- 対策がわからない活動の抽出と、その相談先の検討
- 顔の見える関係づくり、及び関係の深化

演習事例 ①

4. 演習実施イメージ

※特別所：諸条件、ステークホルダーを覚えることで多様な訓練シーンや実施場所での訓練実施を可能とする仕組み

今回のテーマ
要支援者対策

観覧日時	x年9月1日(水)	x年12月8日(土)	...
対象	地区等	関係機関	...
噴火警戒レベル	3	5	...
市町村	市町村	市町村	...
関係機関	関係機関	関係機関	...

【方法】
 ・横道紙と付箋紙を使います。
 ・災害対応は、自由な発想(妄想)と班員のチーム力で検討を進めてください。

【使用するもの】
 ・黒いペン(ラッシュペン)
 ・横道紙2枚
 ・付箋紙(黄色多量、赤色、青色)
 ・今後の対応目録シート

図 6. 本年度作成した演習事例

1-2) 研修プログラムの開発

今年度の自治体防災担当者を対象とした研修として、2020年2月12日に山梨県コアグループ担当者会議で富士山の噴火警戒レベルが上がったことを想定した住民避難について図上演習を行った。この中で、富士北麓地域から噴火の影響が少ない地域へ避難することなど、利用できる幹線道路が限られることと一斉に避難することで渋滞発生の恐れがあることなどの課題が把握できた。これは、富士山周辺に限ったことではなく、桜島等のほかの火山においても起こり得る可能性があるため、今後自治体防災担当者が火山災害対策を検討するうえで重要な課題となることが確認できた（写真1）。



写真 1. 2020 年 2 月 12 日に実施した図上訓練の様子

1-3) 火山防災イベントカレンダー

前年度までに実施されたヒアリング調査から、防災担当者のニーズとして各都道府県の避難訓練などの防災イベントに関する情報の共有が挙げられた。このニーズに応えるべく、フリー素材 ②を利用して、「火山防災イベントカレンダー」（図 7）を構築し、中部甲信越地域の火山防災担当者間で利用を開始した。このカレンダーに自治体の防災担当者や研究者が防災訓練や防災・減災に関するイベントを入力することで、近隣の取り組みを確認することができることもお互いに連絡を取り合い、見学や情報交換などを行うことができる。



図 7. 火山防災イベントカレンダー

2) 降灰被害予測試作版の開発

2-1) GIS 上で表示される降灰被害予測

これまでに行った自治体防災担当者を対象としたヒアリング調査やアンケート調査の結果、噴火ハザードの内、特に首都圏を含む都市部において最も広範囲に影響を及ぼす「降灰」に関して、多くの自治体で対応経験もなく十分な対策がとられていないことが明らかになった。また、「降灰情報は土砂災害や道路被害など災害対応につながるため必要である」とのニーズが得られた。これら課題やニーズに対応できるように、主に都市部における降灰による被害予測を地図情報として提供するための降灰被害予測コンテンツ試作版を開発した。本コンテンツ試作版では、前年度までに実施した建築設備（エアコン室外機と開放型冷却塔）を対象とした降灰影響評価実験の結果に基づき設定された、建築物の機能継続に影響を与える降灰深を、降灰シミュレーションの結果等と併せてGIS上で表示することができる。図8に、富士山宝永噴火（1707年）のシミュレーションによって得られた火山灰分布と降灰深³⁾を用い、本研究によって得られた建築物の機能継続に影響を与える降灰深を併せてGIS上で表示する。これらの関係から、降灰による建築物への影響を評価することができる。例えば、災害対応で重要となる病院や行政施設などの建築物への被害を予測することが可能となる。そしてこの情報を然るべき防災機関に伝えることで、降灰に起因する災害対応に役立てることができると考えられる。

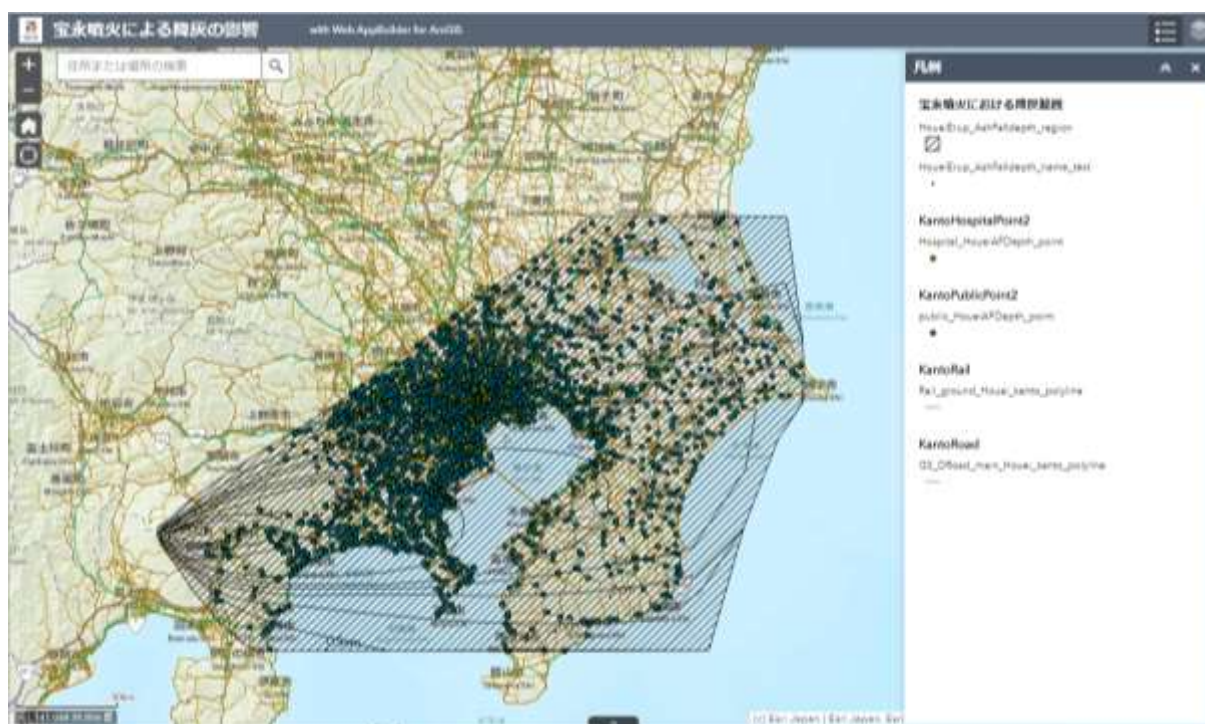


図8. 富士山宝永噴火を想定した降灰分布と基盤情報(鉄道、幹線道路、病院施設)をWebGIS上で重ね合わせた例

発電所などの電力施設は、災害時において重要な役割を持つ。ここでは公開されている電力施設に関する資料⁴⁾を整理し、それを基に電力ネットワークのGISデータを整備した。これを図8と同様に降灰分布と重ねることによって、これらの施設に影響する降灰深を特定すれば、降灰による被害が発生する可能性のある電力施設を把握することができる（図9）。

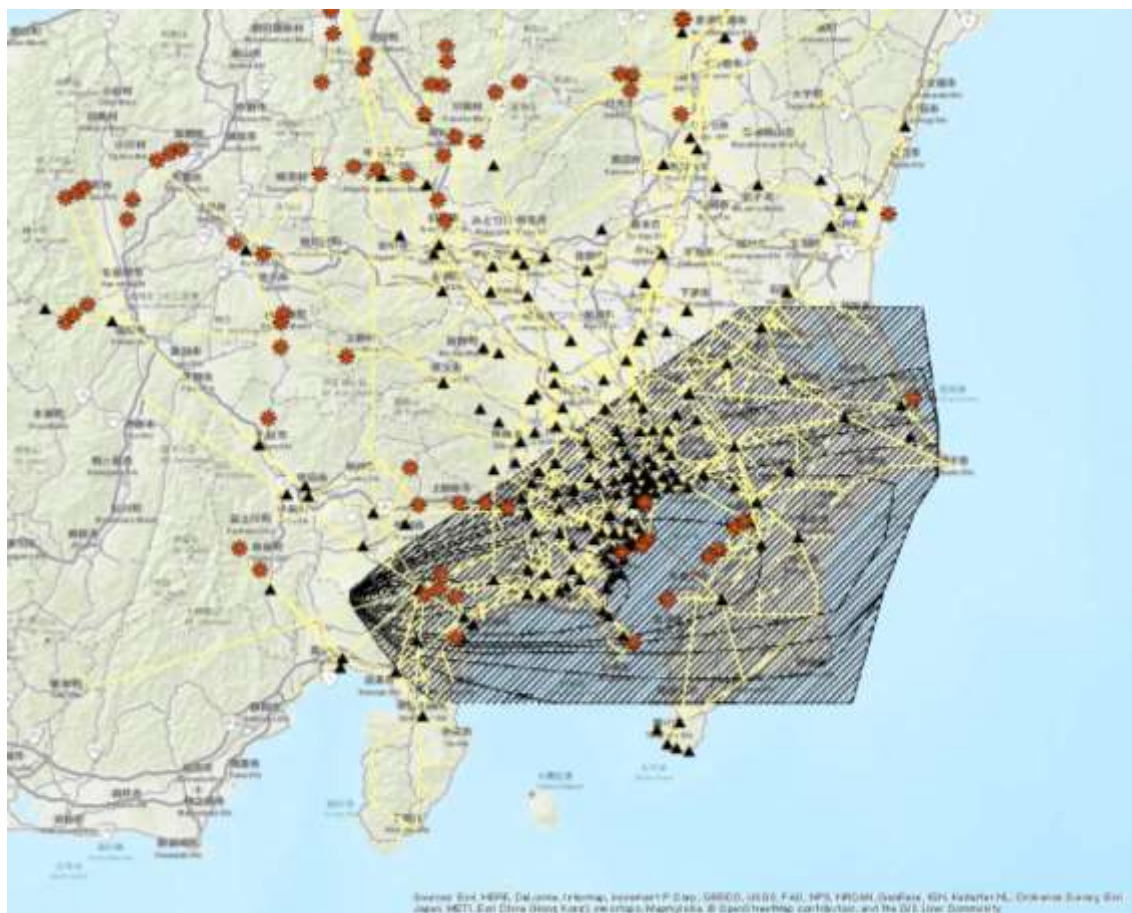


図9. 富士山宝永噴火を想定した降灰分布と関東地方の電力施設ネットワークをWebGIS上で重ね合わせた例

図8と図9のように、基盤となる情報をGISデータとして整備し、これまでの降灰影響評価実験結果や文献調査などから得られる降灰深の閾値を使用することで、簡易的ではあるが降灰による都市部の施設やインフラなどに対する複合的な被害予測が可能となった。

2-2) 空調吸気口への火山灰流入に関する考察と実験結果の妥当性の確認

前年度までに行われた空調設備を対象とした降灰影響評価実験における供給降灰量と設備機器に吸入される火山灰の量の関係を定量的に評価し、実験結果の妥当性を確認した。換気を含む空調設備の稼働では、機器あるいは室内への外気取入れを伴う。エアコンの室外機や冷却塔では熱交換のための、換気は屋内CO₂濃度などを一定に保つための外気取入れである。空調設備の外気取入れ口（吸気口）は、通常図10(a)のように機器の側面に設けられ、排気口は機器の上部に設けられる。また機器が直接屋外に暴露されておらず、建物外壁の吸気口から室内ダクトを介して熱交換機に至る場合でも、外気の吸気口は建物の側壁に設けられる（図10(b)）。

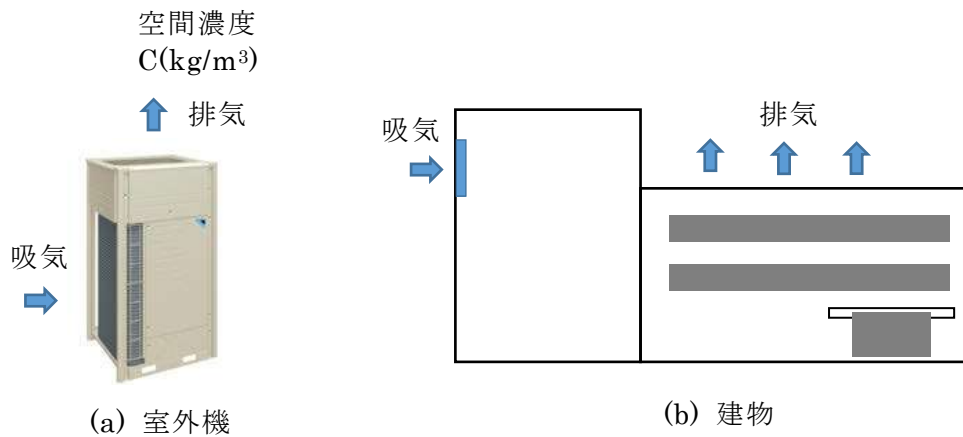


図10. 設備機器や建物の吸気口と排気口の配置のよくある例

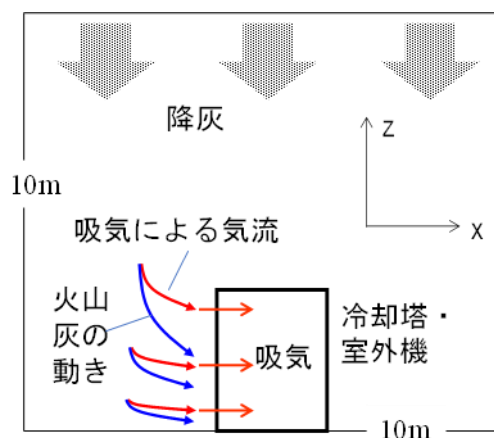


図11. 空調設備に対して火山灰を降らせた時の吸気による気流（赤矢印）と実際の火山灰の動き（青矢印）のイメージ

落下中の火山灰粒子は実際には図11に示すように慣性力の影響により、その運動は機器直近の気流の変化には即座には追従できず、気流の変化にやや遅れた動きをすると考えられることから、ここでは空調設備への火山灰の吸収に関し、慣性を持った火山灰粒子の吸気気流への追従性とそれによる吸気口への侵入量の影響に対する検討を、数値計算的手法を用いて行った。その結果、吸気口への侵入量の計算に、粒子の運動方程式から得られる粒子速度を用いる場合と、気流速度+終端落下速度を用いる場合とでは、両者間に少なからず差が出ることがわかった。その差は、慣性力に対する空気抵抗力が相対的に大きくなる小さい粒子（非球形で空気抵抗が大きくなる粒子）では小さく、すなわち気流の変化への追従性が高く、逆に慣性力に対する空気抵抗力が相対的に小さくなると、気流の変化への追従性が高くないことがわかった（このことは、軽い粒子ほど空気に乗って吸い込まれやすいという直感や経験とも合致する）。

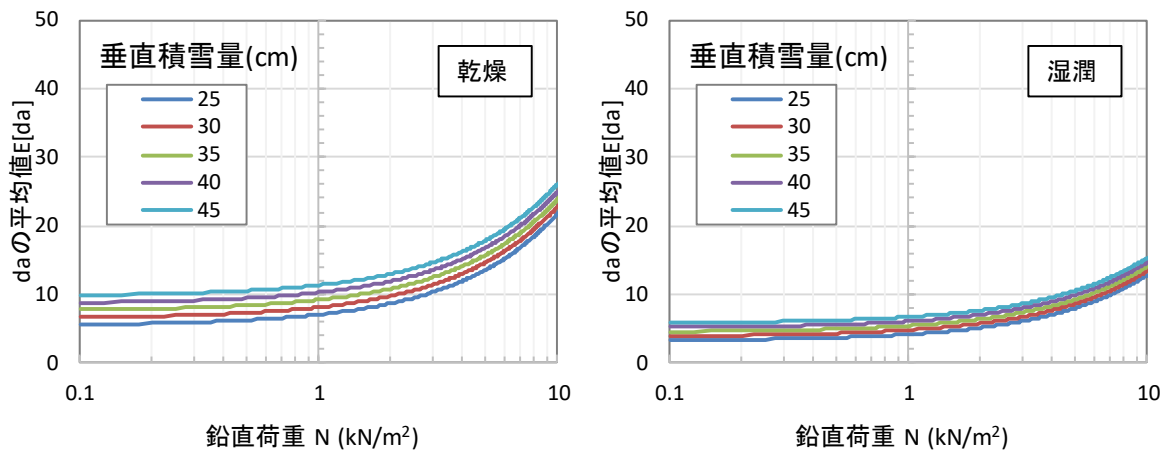
前年度までの降灰影響評価実験において降灰深の閾値を求めるにあたり、後者の（気流速度+終端落下速度を用いる）考え方に沿って累積の火山灰吸引量と降灰深の関係を導いたが、本検証の結果粒子の運動方程式を考慮することで、得られる（障害が出始める）降灰深がやや大きくなる可能性があることが示された。

2-3) 降灰荷重による木造建物屋根の安全性の検討

降灰被害予測コンテンツにおける降灰深の閾値の設定に関連して、前年度は鉄筋コンクリート造（RC造）及び鉄骨造の構造物に対して建築基準法で定められた屋根の積雪荷重を計算し、積雪荷重の換算による限界降灰深を求め降灰量に対する屋根の安全性について評価を行った。今年度は木造建築物の屋根の安全性について検討を行い、安全率の変動を考慮した屋根の被害関数を提案した。ここでは、積雪荷重の短期許容応力度の安全率と雪による屋根被害を考えた時の積雪荷重の安全率を用いて、換算積雪荷重をそれぞれ計算し、降灰荷重に置換して建物屋根の限界降灰深を評価する。

木造建物屋根の短期許容応力度とそれに対する安全率が建築年により異なるため、ここでは1982～2000年及び2001年以降の2ケースを対象に、限界降灰深を求める。例として、強度換算積雪荷重を用いて垂直積雪量を25～45cmに変化させた時の鉛直荷重 N と限界降灰深 da の平均値 $E[da]$ の関係を図12に示す。

建築年：1982～2000年



建築年：2001年以降

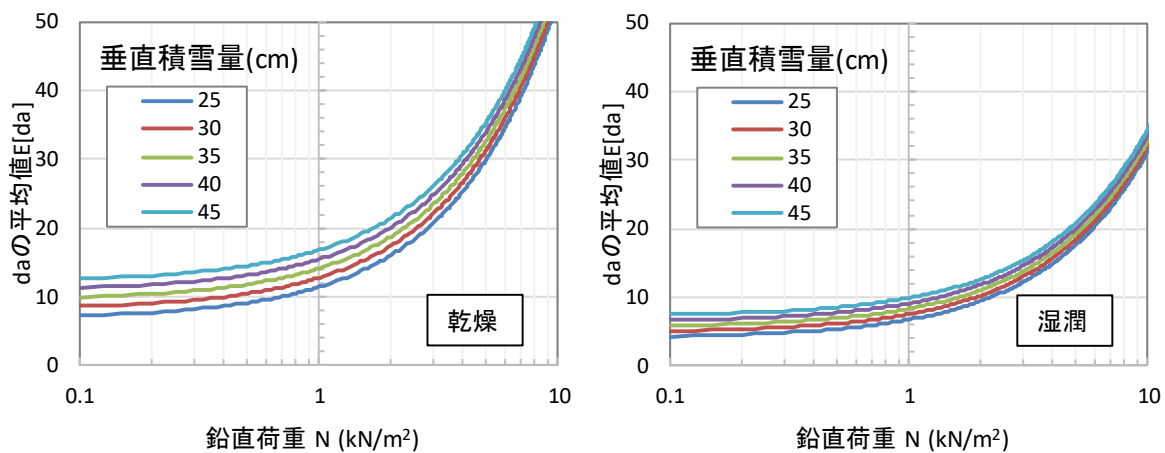


図12. 鉛直荷重 N と限界降灰深 da の平均値の関係

一方、設計時の積雪荷重を上回る荷重が作用する場合、強度換算積雪荷重の代わりに崩壊換算積雪荷重を用い、その際の限界降灰深 dm の平均値 $E[dm]$ と垂直積雪量 ds と変動係数 $V[dm]$ を図13に示す。

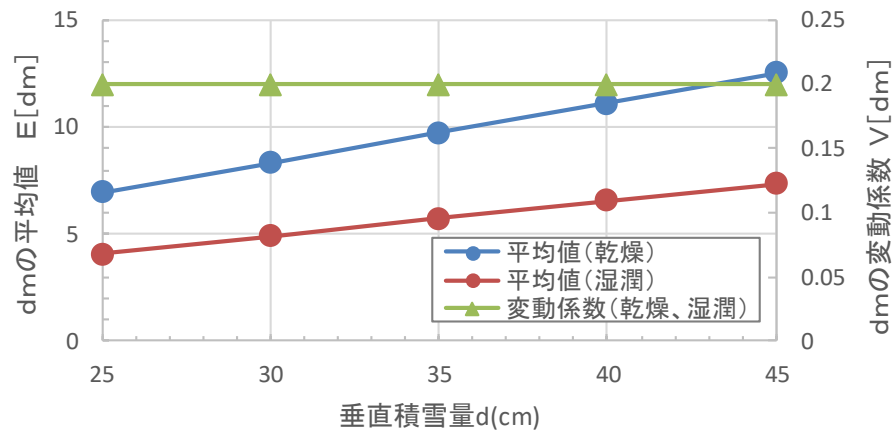
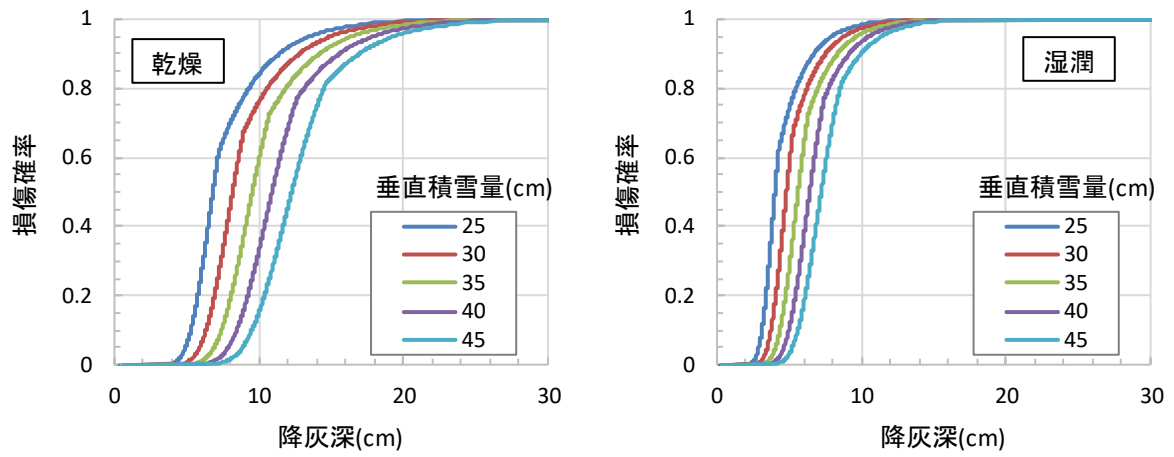


図13. 垂直積雪量 ds と限界降灰深 dm の関係

建築年が1982～2000年と2001年以降の2ケースを対象に、鉛直荷重を $1.0(kN/m^2)$ に固定して垂直積雪量を25～45(cm)に変化させたとき、屋根の被害確率関数は図14となる。次に、垂直積雪量を30(cm)に固定して鉛直荷重を $0.5\sim 1.5(kN/m^2)$ に変化させたとき屋根の被害確率関数は図15となる。屋根の損傷確率は、積雪荷重の垂直積雪量が大きいかまたは鉛直荷重が大きいかほど低下する。降灰が乾燥状態と湿潤状態を比較すると、湿潤状態の降灰の単位重量は乾燥状態より大きいため湿潤状態の損傷確率が高くなる。建築年1982～2000年と建築年2001年の損傷確率を比較すると、建築年1982～2000年の損傷確率が高くなっている。これは、建築年1982～2000年における短期許容応力度の安全率の平均値 $E[a]$ が建築年2001年と比較して小さいためである。

建築年：1982～2000年



建築年：2001年以降

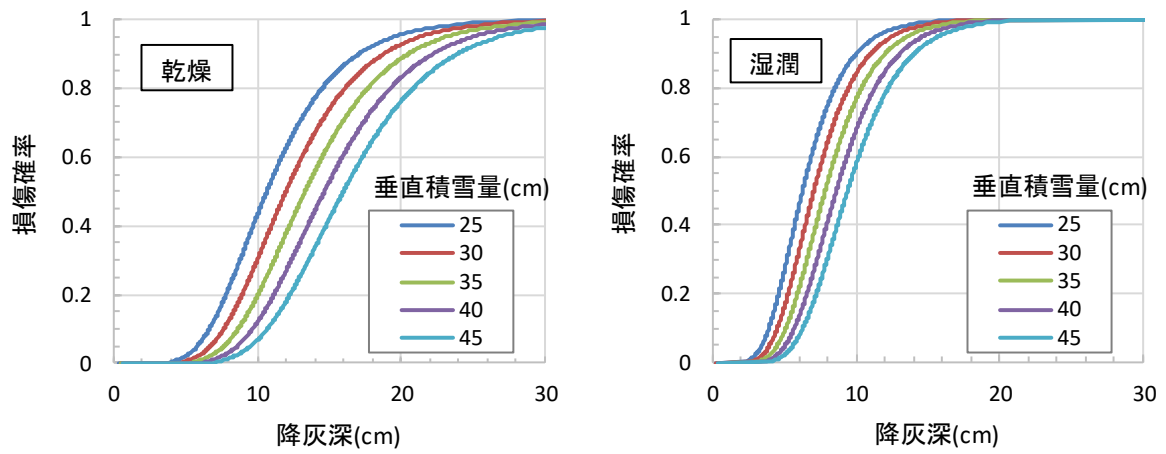
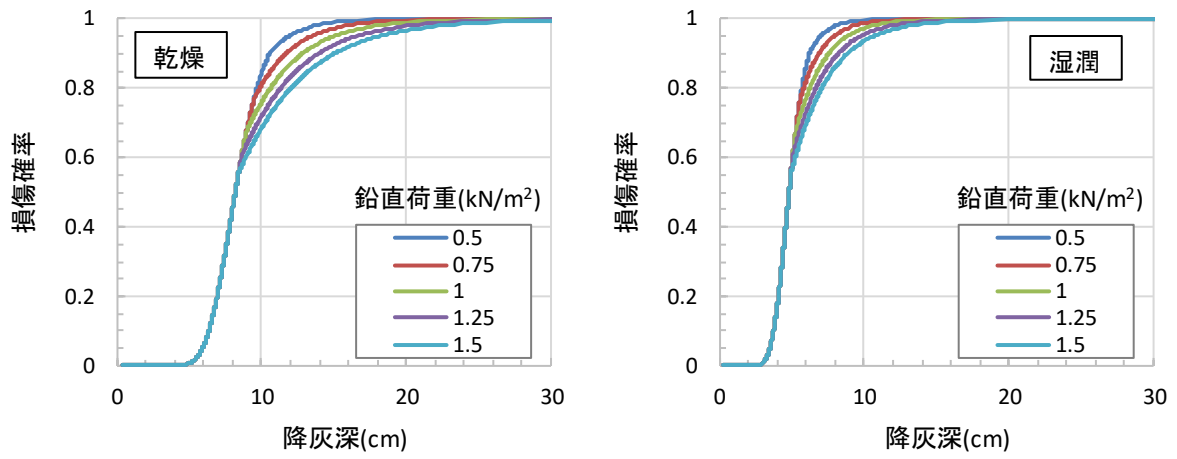


図14屋根の被害確率関数 (鉛直荷重1.0kN/m²)

建築年：1982～2000年



建築年：2001年以降

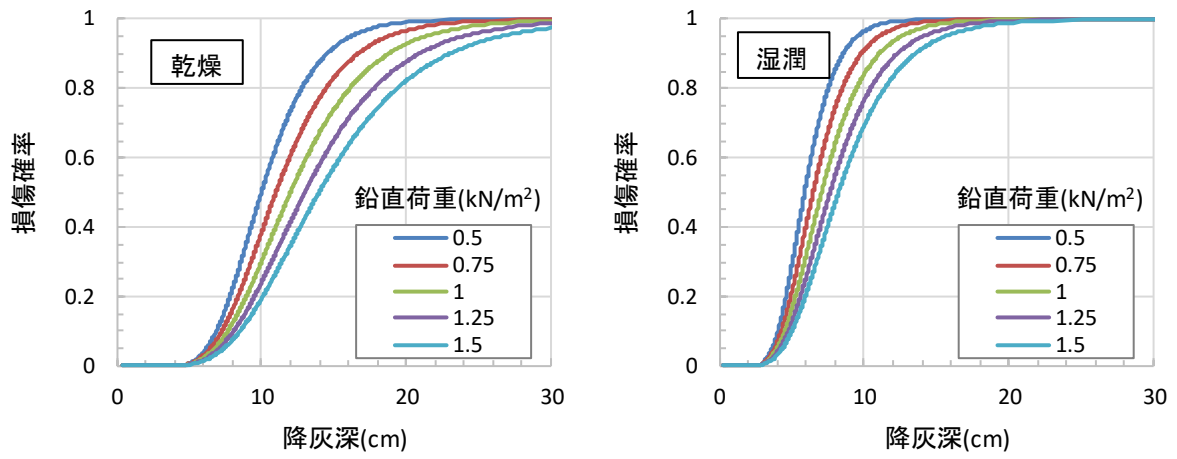


図15. 屋根の被害確率関数（垂直積雪量30cm）

2-4) 火山現象による社会活動への影響の検討

大規模噴火による都市機能への影響評価は多岐にわたっていることから、降灰被害予測コンテンツにおける閾値設定の参考にするため、火山噴火による被害報告や実験に関する137件の文献を収集し、火山現象が社会活動に及ぼす影響を整理した。そして、定量的に評価が可能である降灰深と被害（障害発生）との関係に対数正規分布で回帰することで、各々の被害の信頼度曲線の構築を行った。

整理した内容は、国内外で発生した火山噴火被害事例に加えて、近年の国や地方自治体等が作成した被害想定を含む火山防災マップなどを対象に、表1の火山現象に対する表2の対象物の受ける影響についてである。

表1. 火山現象の種類

降下火砕物(降灰等)	新しい火口の開口
火砕流(火砕物密度流)	火山に起因する津波
溶岩流	大気現象(空振・火山雷・ブラスト)
岩屑なだれ(山体崩壊等)	地殻変動
火山泥流(火山性土石流)	火山性地震
噴火により発生する飛来物(噴石)	熱水および地下水の異常
火山ガス	

表2. 火山現象により影響を受ける対象物

建物	建物
	建築設備
ライフライン	電力
	上水道
	下水道
	通信
交通	道路
	鉄道
	航空
	船舶

ここでは、例として降下火砕物（降灰等）による電力施設への影響と、噴火より発生する飛来物（噴石）による建築物への影響について整理した内容を記す。なお、ここで言う「降下火砕物」とは、風の影響を受け遠方まで運ばれながら降下する火山砕屑物のことであり、粒径や形、表面の性状などから表3のように細分され、降下テフラまたはテフラとも呼ばれている。また「噴石」は、一般的に噴出したマグマが空気中で冷えて固まった物の内、その形状や構成している岩石などから「火山弾」、「軽石（スコリア）」、「火山岩塊」などに分類される（粒径は考慮されない）。

表3. 火砕物の分類

粒径	特定の外形を持たない	特定の外形を持つ	多孔質
64 mm以上	火山岩塊	火山弾など	噴石、軽石など
2～64 mm	火山礫		
2 mm以下	火山灰		

まず電力施設への障害発生事例のある降灰量を図 16 に示す。凡例の「停電」には火山灰の荷重による断線が含まれ、「その他」には、タービンの孔食や灰の付着による発火などが含まれる。障害が発生した最小の降灰量は 0.1 cm 程度で同程度の降灰量で除灰作業も行われている。収集した事例の中での降灰量が最大の 90 cm となった 1994 年のラバウル火山の事例では、樹木や家屋の倒壊により電線が断線された⁵⁾。降灰量が増加するとともに発生が増加する障害は、電力設備のフラッシュオーバー（後述）、フラッシュオーバーに伴う停電、太陽光発電の発電量の低下、送電線の切断による影響などが挙げられる。留意すべき点として、降灰量が同程度であった場合、火山灰が湿潤状態である方が障害が発生しやすい傾向がある、ということがある⁵⁾。

電力施設への降灰の影響で多いフラッシュオーバーとは絶縁体の表面付近の意図しない放電で、碍子等の絶縁体に付着した火山灰に通電することにより発生するものである。2008 年のチャイテン火山での事例では、延長 68km の区間に 0.2～5cm 程度の降灰があり、軽度の霧雨の後にフラッシュオーバーが発生し、これらの区間では清掃を断念し電線を交換した⁶⁾。碍子の火山灰に対する絶縁耐力試験は多数行われており、粒径の小さな火山灰が湿潤状態で碍子に接触した場合にフラッシュオーバーが発生しやすいという結果が得られている^{7)・8)}など。

また、発電所、変電所において、吸気系から火山灰が侵入しタービンの摩耗が発生している^{6)・9)}など。1995 年のルアペフ火山の事例では、トンガリロ川流域のランギポ水力発電所の集水域に粗粒玄武岩質安山岩の火山灰が堆積し、翌年の点検において噴火活動があった約 7 か月で、通常の 15 年分に相当する摩耗が生じていたことが確認された^{6)・10)}。1999 年から断続的に噴火を繰り返したトゥングラワでは、2006 年にアゴヤン水力発電所のタービン（羽根）が火山灰により摩耗していることが確認された（写真 2）。アゴヤン水力発電所では 21 年間で 4 回タービンの羽根の交換が行われている⁹⁾。火山灰の研磨性については、次のような事例もある。1976 年のオーガスティン火山の噴火では、天然ガス火力発電所のタービンが火山灰によって研磨され、元々付着していた腐食層が取り除かれたことによって、発電効率がかえって上昇した¹¹⁾。

太陽光発電への影響として、2011 年の新燃岳の事例では、大学の太陽光発電パネルに降灰があり発電量が通常よりも 60% 程度落ちたが（通常発電量の 40% 程度）、降雨により火山灰が除去されると発電量は回復した⁸⁸⁾。火山灰による太陽電池モジュールの発電量低下特性について、川畑ほか（2016）⁵⁾で検証が行われており、降灰量がおおよそ 0.005 cm で発電量は半減し、おおよそ 0.03 cm でほぼ 0 となるという結果が得られている。



写真2. アゴヤン水力発電所での火山灰によるタービンの摩耗の様子⁸⁸⁾

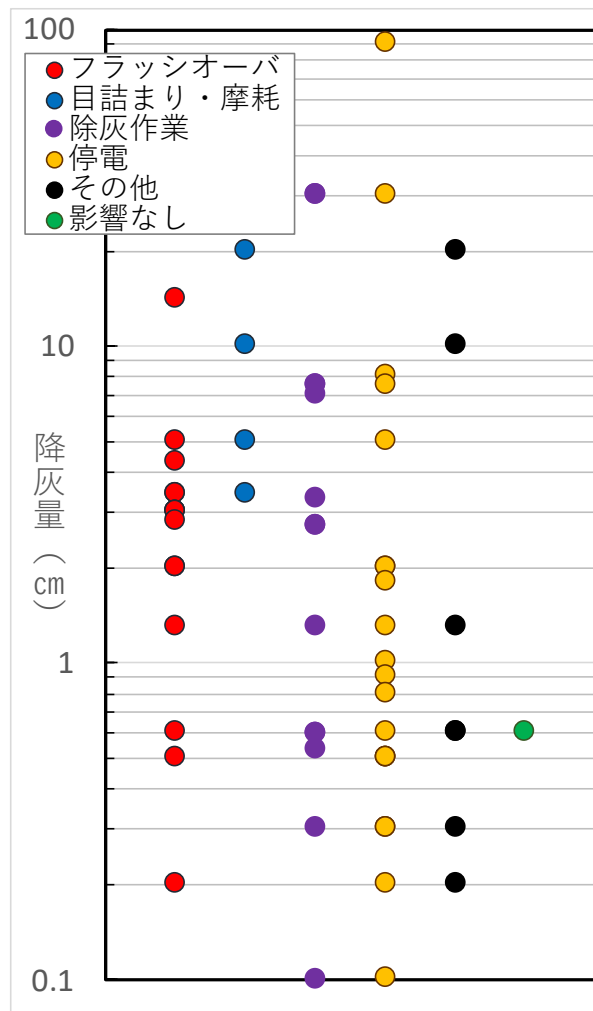


図16. 電力施設への障害発生事例のある降灰量

次に、電力施設において障害が発生する降灰深を評価するために、降灰深と障害発生
の累積確率との関係を、確率分布（対数正規分布）を用いて回帰する。電力施設への被害要

素毎に評価したものを図 17 に示す。被害データの個数が少ないケースもあるが、降灰深と被害発生の累積確率の関係は、対数正規分布を用いて概ね回帰されている。

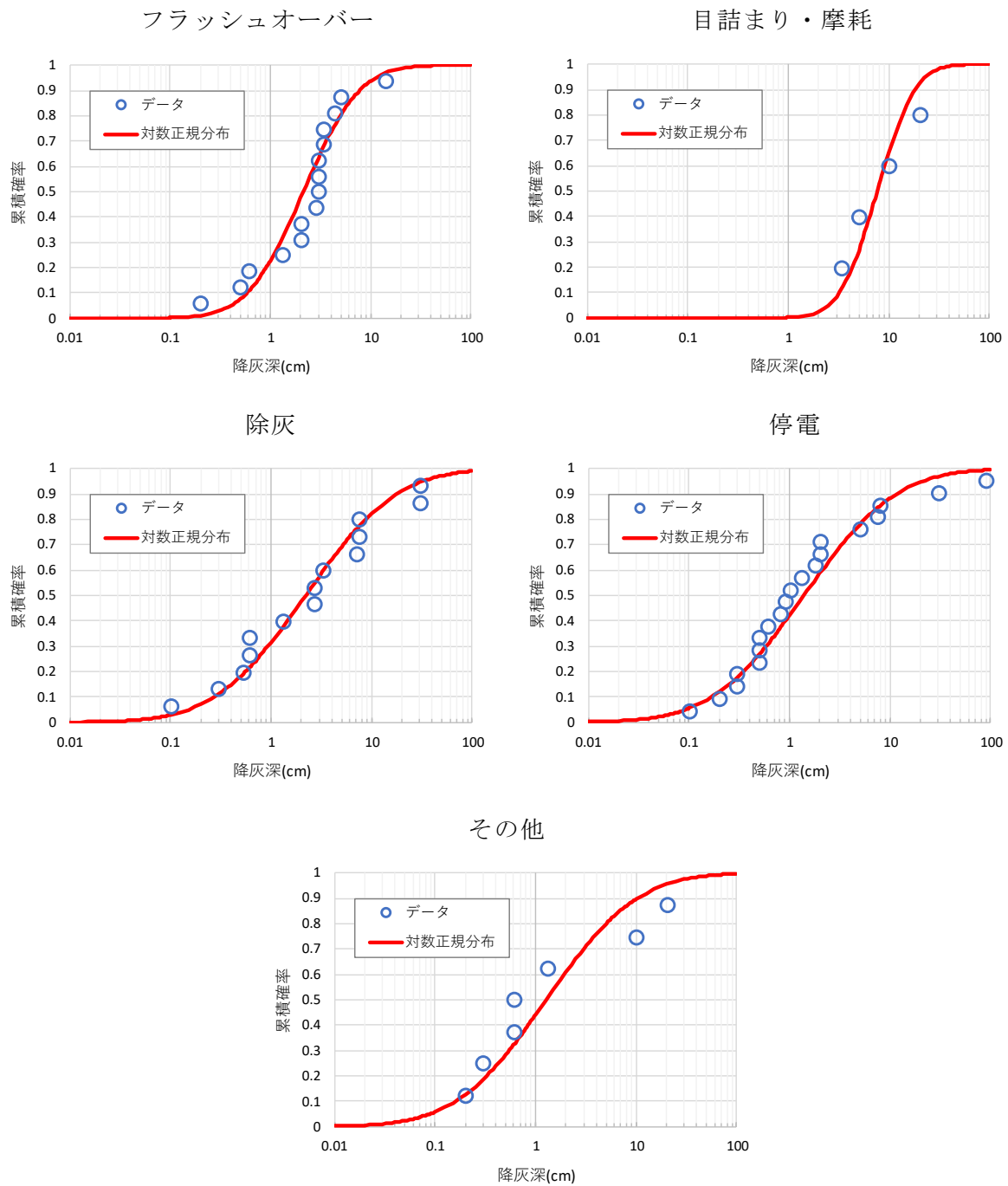


図17. 電力施設を対象とした降灰深と累積確率の関係

また、電力の他のライフライン（上水道、下水道、通信）と交通（道路、鉄道、航空）の各要素を対象に、降灰深と被害発生の累積確率の関係を図 18 に示す。

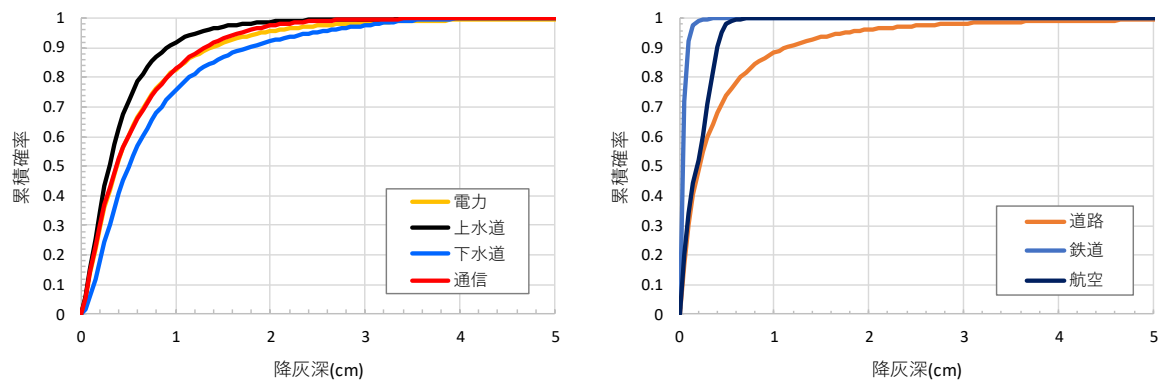


図18. ライフラインと交通を対象とした降灰深と累積確率の関係

次に、ライフラインと交通について被害発生の累積確率が 0.5 と 0.9 の場合の降灰深を計算すると、図 19 のようになる。これによると、鉄道の被害発生の降灰深が最も低くなり、下水道の被害発生の降灰深が高い傾向が見られる。

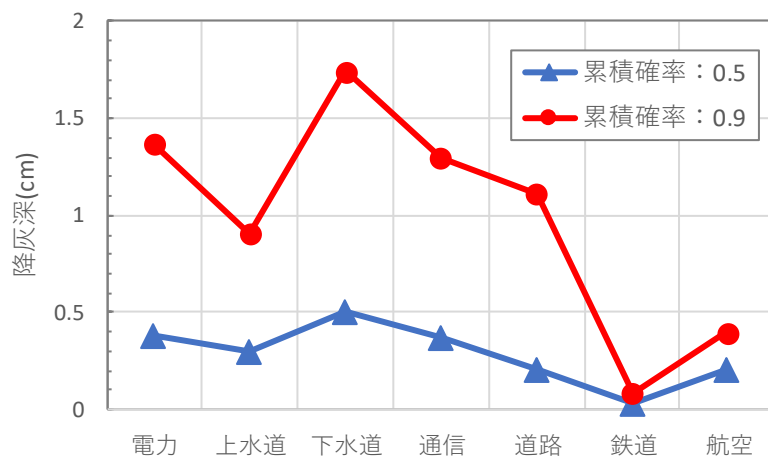


図19. 累積確率に対応した降灰深

この結果は、内閣府の「大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ」によるライフラインと交通を対象にした降灰による影響の閾値¹²⁾と概ね調和的である。

次に、障害発生事例における噴石の粒径を図 20 に示す。噴石の建物及び建築設備への影響は、主に噴石の飛来による屋根や壁などの損傷であった。対象文献のうち粒径が最大の噴石による事例は、1966 年の桜島の噴火の際、粒径 2m、約 5 トンの噴石が噴出源の南岳火口から約 3.2km 離れた古里温泉に飛来し、ホテルの 1 階玄関屋根を突き破り地下室の床まで達した¹³⁾。一方、最小の粒径による事例は、2011 年の新燃岳の噴火の際、粒径 1.5～2cm の噴石が噴出源から 14km 離れた小林市のソーラーパネルに落下し、パネルが損傷した¹⁴⁾。また、1783 年の浅間山では噴石が落下の衝撃で割れ、高温の内部が露出したことにより建物等 52 棟が焼失し、高温のままの軽石が 1.2m 堆積したため 83 棟が焼失した¹⁵⁾。同様の噴石による火災は建物以外でも発生しており、1914 年の桜島噴火では、火口から 4.7km 離れた森林の下草が噴石の落下により燃え、1883 年のクラタカウ火山の事例では火口から 70～80km 離れた場所の布に噴石の熱で穴があいた¹¹⁾。

内閣府による「活火山の退避壕等の充実に向けた手引き」¹³⁾では、2014 年の御嶽山の噴火を受けて、退避壕等の噴石の衝撃耐力試験が行われている。大きさがこぶし大（10 cm～50 cm 程度）、重さが約 1.3～160kg 程度の火山岩塊が 100m/s の速さで落下してくることを想定し、木造屋根、コンクリートへの衝撃を検討している¹³⁾。そこでは、木造屋根にアミラド繊維敷物を 2 枚重ねることによって質量 2.66kg の飛翔体が貫通せず、コンクリートには、どの粒径であっても噴石が貫通しないことが実験的に示された¹³⁾。さらに、敷砂の衝撃吸収能力の検討も行われ、噴石と同程度の厚さのある敷砂があると、緩衝材としてより有効に作用することが確認された¹³⁾。

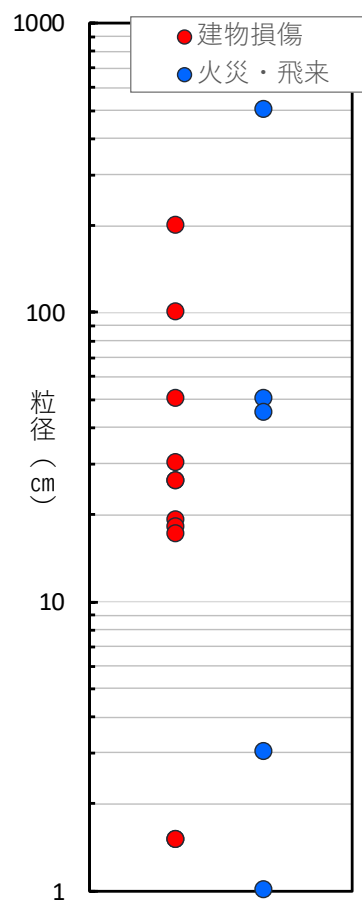


図20. 噴石による障害発生事例のある粒径

上述した降灰被害の手法を用いて、噴石による被害（建物損傷と火災・飛来）を対象に、噴石の粒径と累積確率の関係の回帰結果を図 21 に示す。噴石と被害発生との累積確率の関係は、火山灰の降灰深と累積確率の関係と同様に、対数正規分布を用いて概ね回帰される。

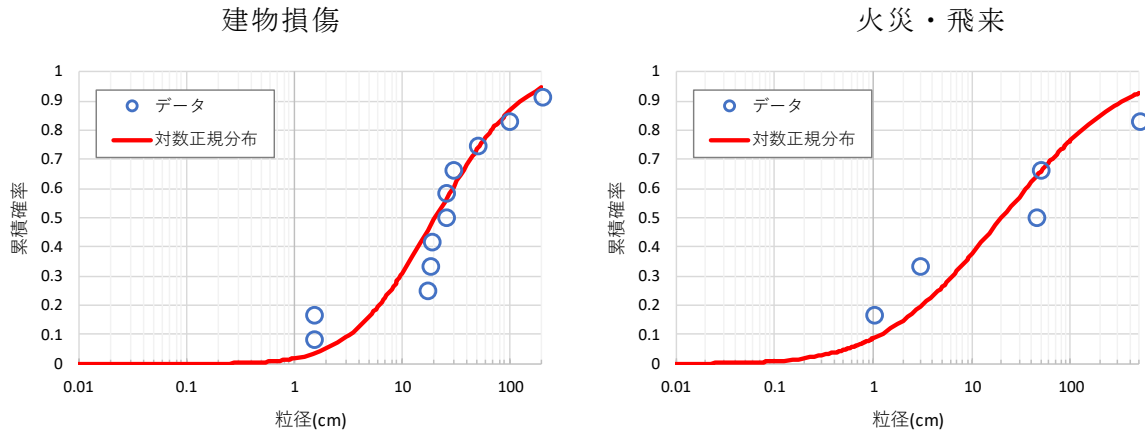


図21. 噴石の粒径と累積確率の関係の回帰

以上の結果をまとめると、噴石の粒径と被害発生との累積確率の関係は図 22 のようになる。

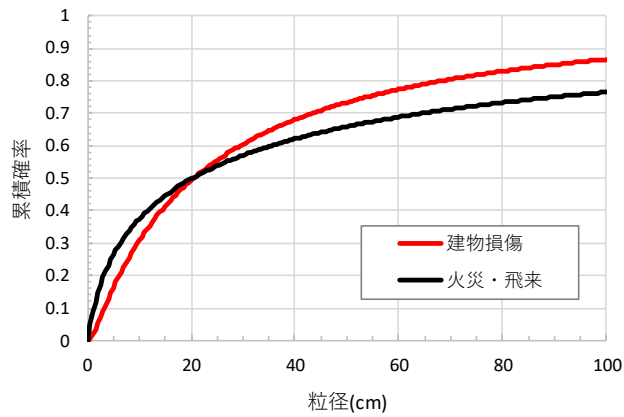


図22. 噴石の粒径と累積確率の関係

3) 避難・救助支援コンテンツ試作版の開発

前年度までに引き続き、富士山における登山者動向把握実験（富士山チャレンジ）に参加し、登山者動態データを取得した（写真3）。



写真3. 富士山チャレンジ2019の様子（左：富士山パーキングでのビーコン配布、右：五合目でのビーコン回収）

今年度は2019年8月に延べ4日間で約11,000人の登山者動態データを取得し、登山者の移動速度や混雑状況に関する解析結果を得た（図23）。



図23. 富士山チャレンジの参加者の様子（左：2019年8月18日2時、右：2019年8月25日の登山者一人の移動情報）

また、避難・救助支援コンテンツ試作版として、本データをインプットデータとする可視化ツールを開発した（図24）。本ツールでは得られた動態データを使って、各レーンバーに対する滞在者数、出発者数、未着者数を表示することができる（図25）。また登山道や山小屋などの地図情報やハザードマップ等によるハザード情報も併せて地図上で表示させることができることから、平時の地域防災計画や避難計画の作成等事前防災に役立てることが可能となった。また災害発生時の活用についても検討を行った。

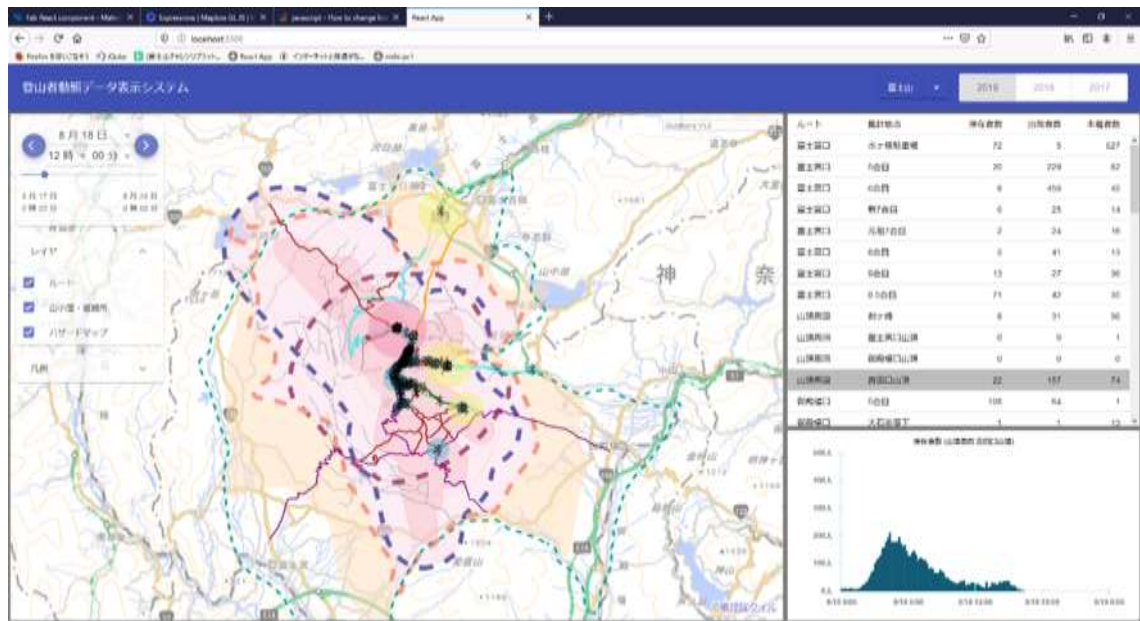


図 24. 登山者動態データの可視化ツール

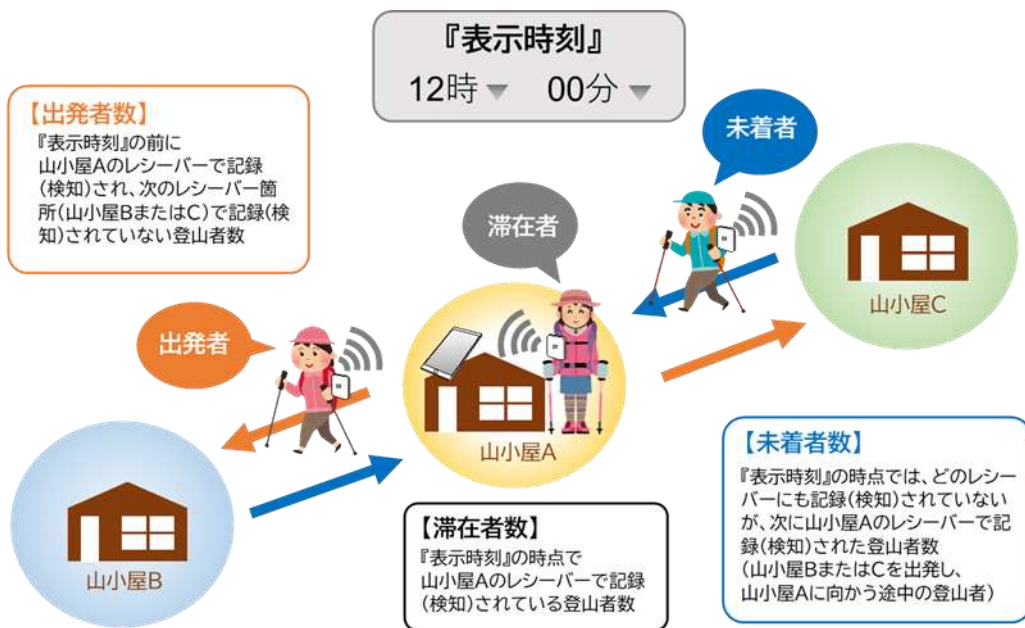


図 25. 可視化ツールで表示可能な登山者情報

4) 常時観測火山におけるハザードマップのデジタル化

前年度に引き続き、常時観測火山の内 5 火山（岩木山、栗駒山、秋田焼山、鳥海山、乗鞍岳）のハザードマップのデジタル化を実施した。これにより、WebGIS 等で閲覧することや他の情報と重ね合わせることで簡易的なリスク評価なども行うことができるようになった。また、開発中の各種コンテンツ試作版の基盤データとして取り入れた。図 26 に以前デジタル化した北海道駒ケ岳のハザードマップを WebGIS にしたものを示す。この図を基に北海道駒ケ岳の周辺自治体の防災担当者にヒアリングを行ったところ、こういった WebGIS での情報があることで、住民への周知や防災講演で活用できるといった意見があった。

本事業ではこれまでに合計 35 火山の GIS 版ハザードマップが得られており、内閣府の総合防災情報システムに取り込まれ火山ハザードの表示に活用されている。

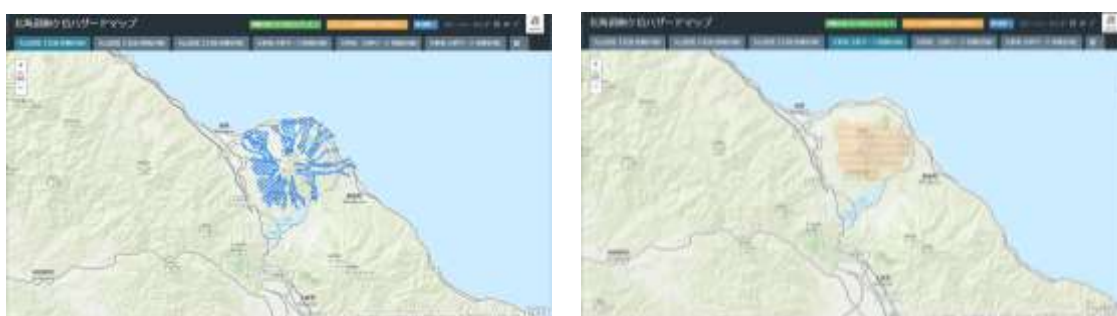


図 26. WebGIS 化した北海道駒ケ岳のハザードマップ(左：土石流警戒区域 A、右：火災サーージ警戒区域 A)

さらに、デジタル化した火山災害のハザードマップをリスク評価で利用しやすくするために、ハザードマップの情報を 250m メッシュでリサンプリングし、データベースの構築を行った。はじめにこれまでに整備したデジタル化ハザードマップについて、各火山のハザード情報を整理した(表 3)。次に整理したハザードからメッシュデータで整備するにあたり、ハザードの有無を割り与える配列(12 桁)を定義し、250m メッシュの中心点における各火山ハザードの有無(無：0 有：1)として、GIS を使いハザード情報のデータベースを構築した(図 27)。例えば、表 4 にかから伊達市におけるハザードは北海道駒ケ岳、有珠山、樽前山の列で、降灰ハザードを示す配列番号 5 に有：1 があることから、3 つの火山に由来する降灰の影響があることが分かる。

これにより、既存の地震ハザード情報が 250m メッシュデータ¹⁶⁾で整備されているため、今回作成した 250m メッシュデータと組み合わせることで地震災害も考慮したマルチハザードの評価を行うことができる。したがって、自治体の防災担当者は、通常、火山災害以外にも地震や風水害と災害対応も行う必要があることから、これらの災害に関して共通の情報基盤を用意しておくことは、今後、マルチハザードの災害対応や対策を検討するうえで重要なデータとなる。

表 3. ハザードマップで示されている各火山のハザードと配列位置(抜粋)

常時観測火山	想定タイプ	想定火口	火砕流・火砕サージ		熱風	火山泥流	融雪型火山泥流	溶岩ドーム	溶岩流	火山ガス	噴石	降灰	土石流等	甚大な恐れ(料高影響)	天然ダムによる火没	巨大地滑り・山体崩壊	備考
			01	02													
アトサヌプリ			2000	2001				2001			2000						噴石・降灰10cm以上1、噴石：2
越阿寒岳	小さな噴火		2012								2012	2012					
	大きな噴火		2012	2012							2012	2012	2012				降灰50cm:1、10cm:2、火砕サージ:1、火砕流:2
大雪山	なし																
十勝岳	グラウンド火		2010	2010				2010			2010	2010	2010				
樽前山	中・大規模		2016	2016				2016			2016	2016					噴出岩塊・噴石、降雨型泥流：泥流
	倶多楽		2014				2014				2014	2014					
有珠山	山頂		2002	2002		1995 (2002)	2002				2002	2002	2002				火砕サージ:1、火砕流:2
	山麓		2002								2002						
北海道駒ヶ岳	危険区域をA		2010	2010		2010					2010	2010	2010	2010			
恵山	小規模		2001								2001		2001				
	中規模		2001	2001			2001					2001					
	大規模		2001	2001													火砕流1:1、2:2、3:3
	水蒸気噴火		2015			2015					2015	2015					
若木山	マグマ噴火		2015	2015			2015	2015	2002		2015	2015	2015				
八甲田山(大岳)	小規模		2014								2014						
	中規模		2014	2014			2014				2014	2014	2014				
	大規模		2014	2014			2014				2014	2014	2014				
八甲田山(地獄沼)	小規模		2014			2014					2014	2014	2014				
	中規模		2014			2014					2014	2014	2014				
十和田	小規模		2018								2018	2018	2018				
	中規模		2018	2018							2018	2018	2018				
	大規模		2018	2018			2018	2018			2018	2018	2018				
秋田焼山	小規模		2018	2018		2018	2018			2018	2018	2018	2018				
	中規模		2018	2018		2018	2018			2018	2018	2018	2018				
	大規模		2018	2018		2018	2018			2018	2018	2018	2018				
若手山	水蒸気噴火										1998	1998	1998				
	マグマ噴火		1998	1998			1998			1998	1998	1998	1998				



図 27. 北海道における 250m メッシュで整備したハザード情報(左:北海道における 250m メッシュの降灰ハザード、右:伊達市役所におけるハザード情報の表示例)

表 4. 整備した北海道市役所におけるリスク情報の表示例

市役所等	CODE	esan	esan_chuk	esanDai	Hkomagatake	usu	usu_sanroku	TarumaeSho	TarumaeChu	TarumaeDai	Gutar
函館市役所	6240552813	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	000000
北斗市役所	6240558233	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	000000
室蘭市役所	6340377743	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00001000000000	00000000000000	000000
伊達市役所	6340568842	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00001000000000	00001000000000	00000000000000	00000000000000	00001000000000	00000000000000	000000
洞爺湖町役場	6340666111	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00001000000000	00001000000000	00000000000000	00000000000000	00001000000000	00000000000000	000000
登別市役所	6341409832	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00001000000000	00000000000000	000000
苫小牧市役所	6341746812	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000	00001000000000	00001010100000	000000

5) 次世代火山研究推進事業の周知広報活動

平成 31 年（令和元年）5 月に千葉県で開催された JpGU Meeting 2019（日本地球惑星科学連合 2019 年大会）、同年 9 月に兵庫県で開催された 2019 年度日本火山学会秋季大会、同年 7 月にカナダのモントリオールで開催された IUGG 2019（国際測地学・地球物理学連合総会）の 3 つの学会において、次世代火山研究推進事業の周知広報を目的としたブース展示を行い、学会に参加した多くの研究者に本プロジェクトの成果を紹介した（写真 4）。



写真 4. IUGG2019 におけるブース展示。

査読付き論文である Journal of Disaster Research で本プロジェクトの研究成果を集めた特集号を企画し、2 巻（Vol. 14, No. 4 と No. 5）に渡って公開された（写真 5）。

本プロジェクトを紹介する動画とパンフレット・リーフレットの英語版を作成した。動画は youtube や上記学会のブースで公開され、パンフレット・リーフレットも上記ブースで配布された（写真 5）。



写真 5. Journal of Disaster Research の特集号（Vol. 14, No. 4）と、英語版のパンフレットとリーフレット。

また、本プロジェクトを紹介するホームページ¹⁷⁾を開設し、上記パンフレットやリーフレットをダウンロードすることが可能で、上記動画を閲覧することもできる。

(d) 結論ならびに今後の課題

平成31年度の当初目標である以下の4点については、ほぼ達成できた。

- ・ 常時観測火山におけるハザードマップのデジタル化
- ・ 周知啓発教育用コンテンツ試作版の開発
- ・ 降灰被害予測コンテンツ試作版の開発
- ・ 避難・救助支援コンテンツ試作版の開発

今年度も常時観測火山50火山の内5火山における紙ベースのハザードマップをデジタル化（シェープ形式へ変換）し、WebGIS等で表示することが可能になった。これで合計35火山のGIS版ハザードマップが得られ、一部は開発中の各種コンテンツ試作版に取り入れられた。今後は、引き続き残っているハザードマップのデジタル化を進める。

前年度までに実施されたヒアリング調査やアンケート調査の結果に基づき、自治体防災担当者からのニーズに対応ための、周知啓発教育用コンテンツ試作版として「火山防災ポータルサイト」を開設した。本コンテンツには、前年度までに収集した284件の火山に関する情報素材が含まれ、検索機能も付されるなど容易にアクセスが可能となっている。また、火山災害や火山防災について学ぶことのできるテキストや研修プログラムの一つである演習事例なども含まれる。今年度から複数の自治体防災担当者に実際に試用してもらい、使用時の感想や要望等の収集を行った。今後はより多くの自治体防災担当者に試用してもらい、収集された感想や要望等を反映させる形でコンテンツの高度化を図る。

前年度までに実施された降灰影響評価実験の結果に基づき、都市部の降灰予測を考慮した対策に役立てるために、降灰被害予測コンテンツ試作版を開発した。本コンテンツでは、実験の結果に基づいて設定された建築物の機能継続に影響を及ぼす降灰深の閾値を、降灰シミュレーションの結果得られる火山灰分布と併せてGIS上で表示することで被害予測が可能となる。今年度はこの閾値の設定に関連して、降灰量に対する木造建築物の屋根の安全性についても評価を行った。今後は、降灰深の閾値設定に必要な新たな降灰実験を実施する。また、本コンテンツから出力される被害予測情報のユーザーへの提供の仕方についても検討を進める。

前年度に引き続き今年度も登山者動向把握実験（富士山チャレンジ）に参加し、富士山における登山者の動態データを取得した。また取得した動態データをインプットデータとして地図上で可視化するツール（避難・救助支援コンテンツ試作版）を開発した。今後は那須岳で登山者動向把握実験を実施し、その成果をインプットデータとして可視化ツールを自治体防災担当者に実際に試用してもらい、避難計画の作成や避難施設の設置の参考にするなど、本コンテンツを事前防災に活用していく。

開発中の情報ツール（各コンテンツ試作版）を試用してもらい自治体数を増やし、より多くの意見や要望等を収集し、それらを反映させ、3つのコンテンツの高度化を図っていく。

(e) 引用文献

- 1) 大島弘光・他, 準リアルタイム火山防災情報表示システムの開発, 日本火山学会, P-130, 2017
- 2) UNICALE, <https://www.unicale.com/>
- 3) 内閣府(防災担当), 富士山ハザードマップ検討委員会中間報告, http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan/h_map/kentou/interim_report/index.html, 2014
- 4) 東京電力パワーグリッド, 当社における系統情報について, <https://www.tepco.co.jp/pg/consignment/system/> (2020/1/15 確認)
- 5) 内閣府 大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ: 降灰による影響の想定
の考え方(ライフライン/建物・設備分野)案, 1-19, 2019
- 6) Wardman, J.B., Wilson, T.M., Bodger, P.S., Cole, J.W. and Stewart, C.: Potential
impacts from tephra fall to electric power systems: a review and mitigation
strategies, Bull, Volcanol., 74 (10), 2221-2241, 2012
- 7) 追川政人, 横川和治: 浅間山噴火による降灰の分析と電車線設備への影響, 鉄道と電
気技術, 16, 5, 45-48, 2005
- 8) 川畑秋馬, 入佐俊幸, 上妻生朗: 火山灰汚損がいしの漏れ電流特性, 電気学論文集,
B, 115, 956-963, 1995
- 9) Wilson, G., Wilson, T.M., Deligne, N.I. and Cole, J.W.: Review Volcanic hazard
impacts to critical infrastructure: A review, Journal of Volcanology and
Geothermal Research, 286, 148-182, 2014
- 10) Zorn, E. and Walter, T. R.: Influence of volcanic tephra on photovoltaic
(PV)-modules: an experimental study with application to the 2010 Eyjafjallajökull
eruption, Iceland, Journal of Applied Volcanology, 5:2, 2016
- 11) Blong, R.J.: Volcanic Hazards: A Sourcebook on the Effects of Eruptions, Academic
Press Australia, 424 pp, 1984
- 12) 中央防災会議 防災対策実行会議 大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググルー
プ: 大規模噴火時の広域降灰対策について(報告案), 2020.3
- 13) 内閣府(防災担当): 活火山における退避壕等の充実に向けた手引き, 1-111, 2015
- 14) Magill, C, Wilson, T.M. and Okada, T.: Observations of ashfall impacts from the
2011 Shinmoedake eruption, Japan, Earth Planets Space, 65 (6), 677-698, 2013
- 15) 浅間火山防災協議会: 浅間火山のハザードマップの解説, 2018
- 16) 防災科学技術研究所, 地震ハザードステーション, <http://www.j-shis.bosai.go.jp/>
- 17) 次世代火山研究推進事業の紹介ホームページ(英語版),
<http://vivaweb2.bosai.go.jp/kazan-pj/next-generation-volcano-pj-2019-jun>

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

論文（査読あり）

1. Nakada, S., Miyagi, Y., Kubo, T., and Fujita, E, Conveying volcano information effectively to stakeholders – a new project for promotion of next generation volcano research, J. Disaster Res., Vol. 14, pp623-629, 2019

学会発表

1. 宮城洋介, 中田節也, 吉本充宏, 久保智弘, 本多亮, 堀内佑紀, 田中義朗, 2019, 噴火発生時の避難や救助活動を支援するコンテンツの開発, 地球惑星科学連合 2019 大会 (千葉市), 2019/5/27
2. 河野裕希, 久保智弘, 宮城洋介, 棚田俊收, 2019, デジタル版ハザードマップデータベースの構築とその利活用について, 地球惑星科学連合 2019 大会 (千葉市), 2019/5/27 (ポスター)
3. 宮城洋介, 中田節也, 宮村正光, 吉本充宏, 久保智弘, 本多亮, 堀内佑紀, 野畑有秀, 大塚清敏, 諏訪仁, 2019, 次世代火山研究推進事業における「対策研究」の進捗, 日本火山学会, 2019/9/27
4. 久保智弘, 宮城洋介, 中田節也, 藤田英輔, 宮村正光, 2019, 降灰被害予測コンテンツの開発に関する研究, 地球惑星科学連合大会, SVC35-07, 2019. 5
5. Kae Tsunematsu, Eisuke Fujita, Tomohiro Kubo, Yousuke Miyagi, Mitsuhiko Yoshimoto, Ryo Honda and Yoshiro Tanaka, 2019, Ballistic Risk Assessment of Climber Movement on Mountains, International Union of Geodesy and Geophysics, 2019.7
6. Setsuya Nakada, Yousuke Miyagi, Tomohiro Kubo and Eisuke Fujita, 2019, How Should Effective Volcanic Information Conveyance to Stakeholders be? -New Project for Next Generation Volcano Research Promotion-, International Union of Geodesy and Geophysics, 2019.7
7. Setsuya Nakada, Eisuke Fujita and Yousuke Miyagi, 2019, Aims and progress of the current national project for the next generation volcano research, conscious of crisis response, VOBP 4 workshop, 2019.11
8. 久保智弘, 野畑有秀, 諏訪仁, 大塚清敏, 宮村正光, 2019, 火山噴火における降灰を対象とした被害予測コンテンツ試作版の開発, 日本建築学会学術講演梗概集(北陸), 11087, pp.189-190, 2019.9
9. 大塚清敏, 野畑有秀, 諏訪仁, 久保智弘, 宮村正光, 2019, 建物空調の冷却塔を対象とした降灰実験 その 1 実験概要, 日本建築学会学術講演梗概集(北陸), 20015, pp.29-30, 2019.9
10. 野畑有秀, 大塚清敏, 諏訪仁, 久保智弘, 宮村正光, 2019, 建物空調の冷却塔を対象とした降灰実験 その 2 実験結果, 日本建築学会学術講演梗概集(北陸), 20016, pp.31-32, 2019.9
11. 諏訪仁, 大塚清敏, 野畑有秀, 久保智弘, 宮村正光, 宮城洋介, 2019, 空調用室外機の降灰実験, JCOSSAR2019, OS1-9B, 2019.10

12. 久保智弘, 吉本充宏, 本多亮, 堀内佑紀, 宮城洋介, 2019, 自治体防災担当者を対象とした 試作版周知啓発用コンテンツの開発について, 日本火山学会講演予稿集, B3-06, 2019.9
13. 久保智弘, 宮城洋介, 河野裕希, 2019, 火山ハザードマップデータベースの構築について, 日本火山学会講演予稿集, P105, 2019.9
14. 吉本充宏, 本多亮, 久保智弘, 宮城洋介, 田中義朗, 福崎昭伸, 安永隆一, 畠中雅弘, 2019, 富士山における登山者把握の取組 “富士山チャレンジ”, 日本火山学会講演予稿集, P106, 2019.9

その他の講演会・展示会・シンポジウム等

1. 宮城洋介, 那須町における防災、那須中央中学校土曜授業 (防災教育)、2019/9/7
2. 吉本充宏, 火山としての富士山、その特異性、一般, 山梨県富士山科学研究所, 2019/4/13
3. 吉本充宏, 富士山の噴火と万が一に備えて, 勝山小学校 P T A, 勝山小学校, 2019/4/18
4. 吉本充宏, 富士山噴火の特徴と富士山ハザードマップ改定における検討事項について, 山梨県火山防災担当者, 山梨県富士山科学研究所, 2019/5/15
5. 吉本充宏, 富士山の火山噴火とその災害, 山梨県警, 山梨県富士山科学研究所, 2019/5/23
6. 吉本充宏, 北海道駒ヶ岳火山の噴火と災害, JICA 中南米火山担当者研修, 北海道森町, 2019/6/11
7. 吉本充宏, 火山噴火とその災害北海道駒ヶ岳の将来の噴火に備えて, 北海道駒ヶ岳火山防災協議会「駒ヶ岳火山防災講演会」, 北海道鹿部町, 2019/6/11
8. 吉本充宏, "富士山噴火模擬実験、富士山が噴火したときの行動を考えよう!", 勝山小学校 5 年生, 勝山小学校, 2019/6/26
9. 吉本充宏, 富士山の噴火と災害, 旅行医学会サマー医学セミナー, 東京 (お茶の水ソラシティカンファレンスセンター), 2019/7/6
10. 吉本充宏, 富士山の噴火と災害, 旅行医学会サマー医学セミナー, 大阪 (梅田スカイビルタ), 2019/7/7
11. 吉本充宏, "「富士山の火山噴火とその災害」噴火したらあなたはどうしますか?", 富士宮・富士市民, 富士宮市役所, 2019/7/10
12. 吉本充宏, 火山噴火と災害・活火山とどう向き合うか-, 御嶽山火山マイスター及び一般市民, 長野県木曾町役場三岳支所, 2019/7/20
13. 吉本充宏, 北海道駒ヶ岳の噴火とその災害, 北海道鹿部中学校教諭, 北海道鹿部中学校, 2019/10/3
14. 吉本充宏, 富士山の災害, 富士山世界遺産国民会議評議員, 富士山世界遺産国民会議 虎ノ門オフィス, 2019/10/29
15. 吉本充宏, 富士山の火山噴火とその災害, 茅ヶ崎市堤上下自主防災会役員, 山梨県富士山科学研究所, 2019/11/2
16. 吉本充宏, 富士山噴火模擬実験-富士山が噴火したときの行動を考えよう!-, 勝山小学校 6 年生・保護者, 勝山小学校, 2019/11/5

17. 本多亮、火山防災について、山梨県富士山科学研究所，磯子消防団，2019/11/10
18. 吉本充宏、火山としての富士山，富士吉田市内企業経営者，富士急ハイランドリゾートホテル，2019/11/18
19. 吉本充宏、富士山が噴火したらどうする？～火山災害と防災教育～，南都留地区教員，南都留教育会館，2019/11/21

マスメディア（テレビ、新聞等）

1. 4/18，山梨日日新聞 朝刊，「富士山チャレンジ 2017」でえら得た登山者の動向データなどについての解説
2. 5/28，山梨日日新聞 朝刊，富士山研の宝永山についての調査についての解説
3. 6/3，UTY ニュースの星 18:15～，富士山の観光と防災についての解説
4. 6/15，函館新聞 朝刊，北海道鹿部町での出張講義 火山防災講演会について
5. 6/18，朝日新聞 朝刊，北海道鹿部町での出張講義 火山防災講演会について
6. 6/24，朝日新聞 朝刊，特集記事「山登り 噴火時の備えを」において避難についての解説
7. 7/12，岳南朝日新聞 朝刊，静岡県富士宮市での出張講義 「富士山の火山噴火とその災害-噴火したらあなたはどうしますか？」について
8. 8/20，UTY ニュースの星 18:15～，ハザードマップの見直しについての解説（雁ノ穴）
9. 11/26，山梨日日新聞 朝刊，特集記事「守る命」において富士山噴火についての解説
10. 12/30，UTY 10:00～，噴火に備える-富士山防災対策の今
11. 1/15，防災プラス Vol.10, No.226，「火山災害-柔軟に対応できる心構えと備えに向けて-」について寄稿
12. 1/16，山梨日日新聞 週刊「こびっと」，特集「美しい富士山なぜこの形に？」において富士山の成り立ちについて解説

(g) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1)特許出願

なし

2)ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 令和 2 年度業務計画案

(a) 周知啓発教育用コンテンツ試作版の高度化

前年度までに開発した周知啓発教育用コンテンツ試作版を高度化する。現試作版は自治体防災担当者を対象としたヒアリング調査やアンケート調査から得られたニーズや課題に対応するべく開発されたが、今年度は実際に試作版を試用した上での潜在的なニーズや課題に対応するべく開発を進め、高度化を図る。具体的には、試作版として開発したポータルサイトに含まれる情報コンテンツや機能をニーズに応じて増やす。また本コンテンツでアクセスが可能な自治体防災担当者向けの研修プログラムについてパッケージ化し、実際にそのプログラムを使った研修を実施する。

(b) 降灰被害予測コンテンツ試作版の高度化

前年度までに開発した降灰被害予測コンテンツ試作版を高度化する。現試作版は平成 29 年度及び平成 30 年度に実施した建築設備を対象とした降灰影響評価実験の成果を基に、降灰による建築物の損傷・被害に関する降灰深の閾値を設定し地図上で他の情報と重ねて表示できるようにしたものだが、今年度はさらに建物に対する影響を評価するうえで重要となる換気用エアフィルタを対象にした降灰影響評価実験を実施する。

また、本コンテンツによる情報発信の在り方を検討するために、一般住民及び自治体を対象とした大規模降灰に関するアンケート調査を実施する。国内では鹿児島市を、国外ではフィリピンを対象地域とする。

(c) 避難・救助支援コンテンツ試作版の高度化

前年度までに開発した避難・救助支援コンテンツ試作版を高度化する。現試作版は平成 29、30 年度及び令和元年度に実施された富士山及び御嶽山における登山者動向把握実験で得られた登山者の動態データを地図上で可視化しハザードシミュレーションの結果と組み合わせることで人的被害推定を行えるものであった。今年度は栃木県那須岳において同様のシステムを利用した登山者動向把握実験を実施する。得られた登山者の動態データを本コンテンツ試作版で可視化し、那須岳周辺自治体の防災担当者らに試用してもらい、データの防災利用について検討を進め、検討結果を開発に反映させることでコンテンツの高度化を図る。

さらに、避難計画の作成や避難・救助活動において重要な施設である退避壕（シェルター）等の耐久性を評価することを目的として、模擬火山岩塊を使用した衝突実験をまずは試験実験から実施する。