



次世代火山研究・人材育成 総合プロジェクト

Integrated Program for Next Generation Volcano Research and Human Resource Development

課題D 火山災害対策技術の開発

課題代表者：中田節也（防災科研）

サブテーマ1：無人機(ドローン等)による火山災害のリアルタイム把握手法の開発（アジア航測株式会社）

サブテーマ2：リアルタイムの火山灰ハザード評価手法の開発（京都大学）

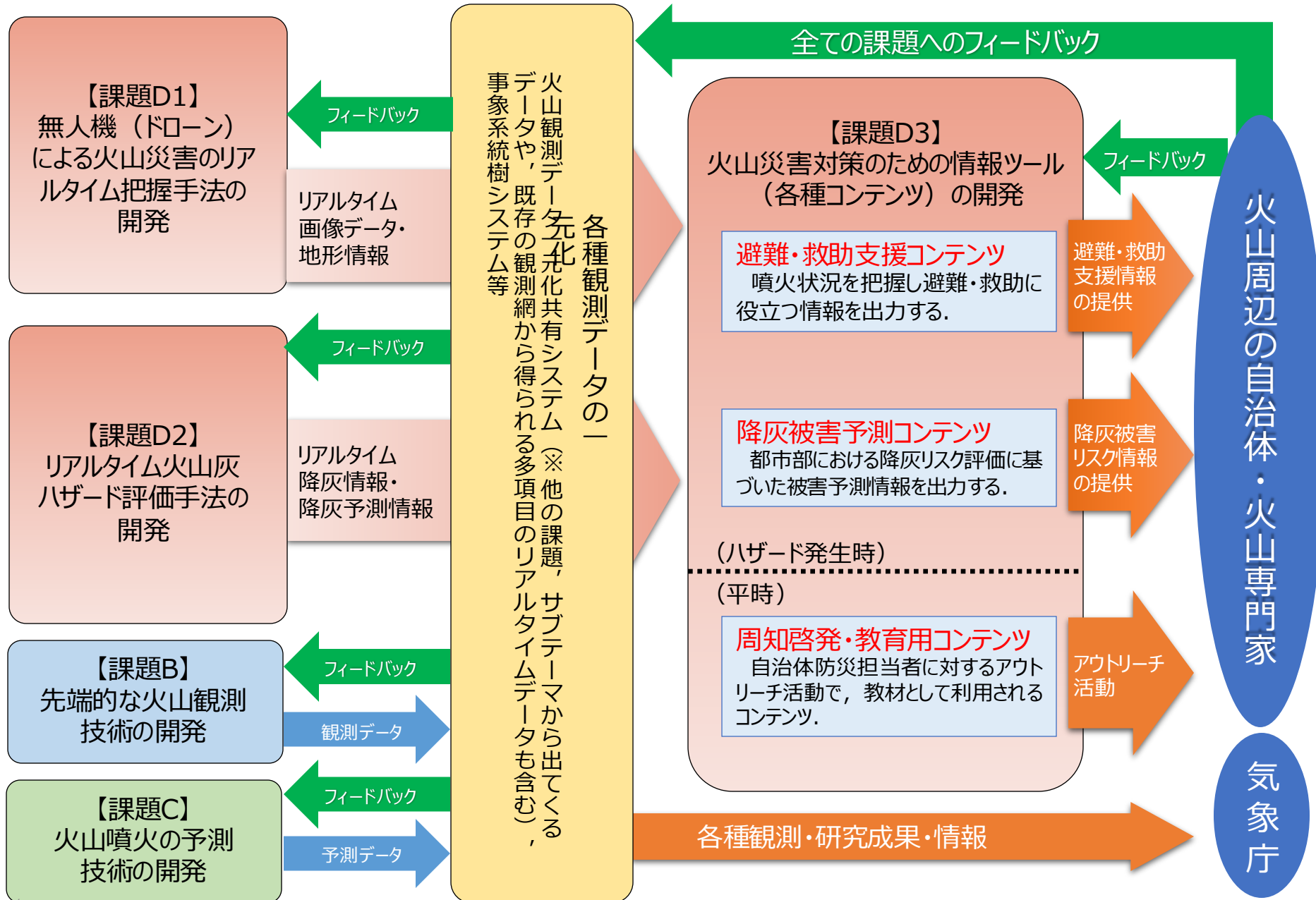
サブテーマ3：火山災害対策のための情報ツールの開発（防災科研）

概要

専門家（観測機関・研究機関）が「観測」から「予測」を踏まえた情報を迅速かつ正確に発信するとともに、自治体の防災担当者等がこれらの情報を理解し、的確な判断をするために活用する。

アウトプット・アウトカム

- ・噴火時にアクセス困難な場所の情報を取得し、火山防災・対策情報を提供。
- ・噴火発生後24時間以内に地点毎に降灰確率を提示。
- ・自治体等が必要な行動をとるための科学的根拠に基づく情報が得られる。



課題D：火山災害対策技術の開発
サブテーマ1
無人機(ドローン等)による火山災害のリアルタイム把握手法の開発
(アジア航測株式会社)

令和6年度の研究項目

- ①RTK-GNSS搭載UAVを用いた実証実験の実施
 - ・ 自律飛行・自動撮影を日中・夜間で実施し、自動抽出等に用いる画像を取得
- ②データ取得作業効率化の検討
 - ・ 試作した補助アプリケーションを活用し有効性を確認し、課題に対する改良を実施
- ③画像や3D地形モデルから状況認識する方法の検討
 - ・ 3D地形モデル及び単写真からの溶岩流境界部の抽出精度の向上
- ④解析作業効率化の検討
 - ・ 単写真測量の標定作業をAIまたは画像処理技術を用いて自動化できる箇所を検証

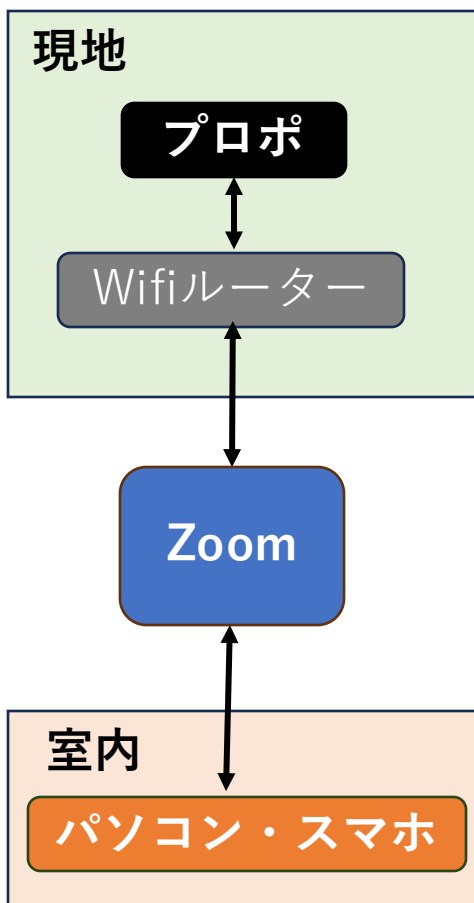
2025/1/28 ⇒ 今回は①～③の成果について報告

D1

RTK-GNSS搭載UAVを用いた実証実験の実施

- 現地からUAVの画像をリアルタイム配信し、火山学者の指示による飛行を実施
 - 火山学者の指示に従い、可視画像・熱赤外画像の撮影、レーザ測距による位置計測を実施

◆構成図



◆スマホの画面



◆現地状況



会話しながらUAVを操作

D1

RTK-GNSS搭載UAVを用いた実証実験の実施

- 火山学者の指示により、溶岩流の先端の位置などを、UAVに搭載されたレーザ測距で計測
- 中継ができれば、数秒以内に緯度・経度・標高をリアルタイムに計測・伝達できる
 - 機種によって計測距離が変わる（計測可能距離 H20T：1km以内、H30T：3km以内）



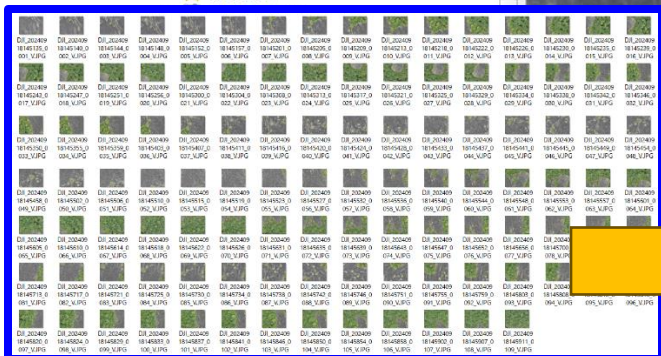
日中でも熱赤外の方がコントラストが出て、識別しやすい

D1

データ取得作業効率化の検討

- 三次元モデル作成には時間がかかるため、**垂直写真**をGIS上で**高速に連結**して、**超簡易オルソ画像**を作成するプログラムを昨年度作成。岩手山の実証実験した際に現地で検証し、問題なく処理が出来ることを確認した。
- 過去の実証実験のデータで検証したところ、UAVの機体により写真の撮影情報が異なるため、**微調整が必要**になる場合がある。

109枚の垂直写真



垂直写真を連結して1分以内にGISに表示



※パソコンのスペックや解析範囲によって処理時間が変わる

D1

画像や3D地形モデルから状況認識する方法の検討

- 令和5年度の検討ではノイズを多く検出したが、今年度、**ノイズを抽出しないようプログラムを改良した。**
- 植生の少ない焼走り溶岩を対象にして検討したところ、**溶岩の黒色部が顕著な部分では、溶岩流の境界を抽出できた。**コケ等で薄緑色を呈するエリアは溶岩流の境界が抽出できていない。しかし、実際の火山噴火では**黒色部が顕著になることが予想されるため、この手法が適用可能**と考える。

◆伊豆大島
(令和5年度)



◆岩手山 (今年度)



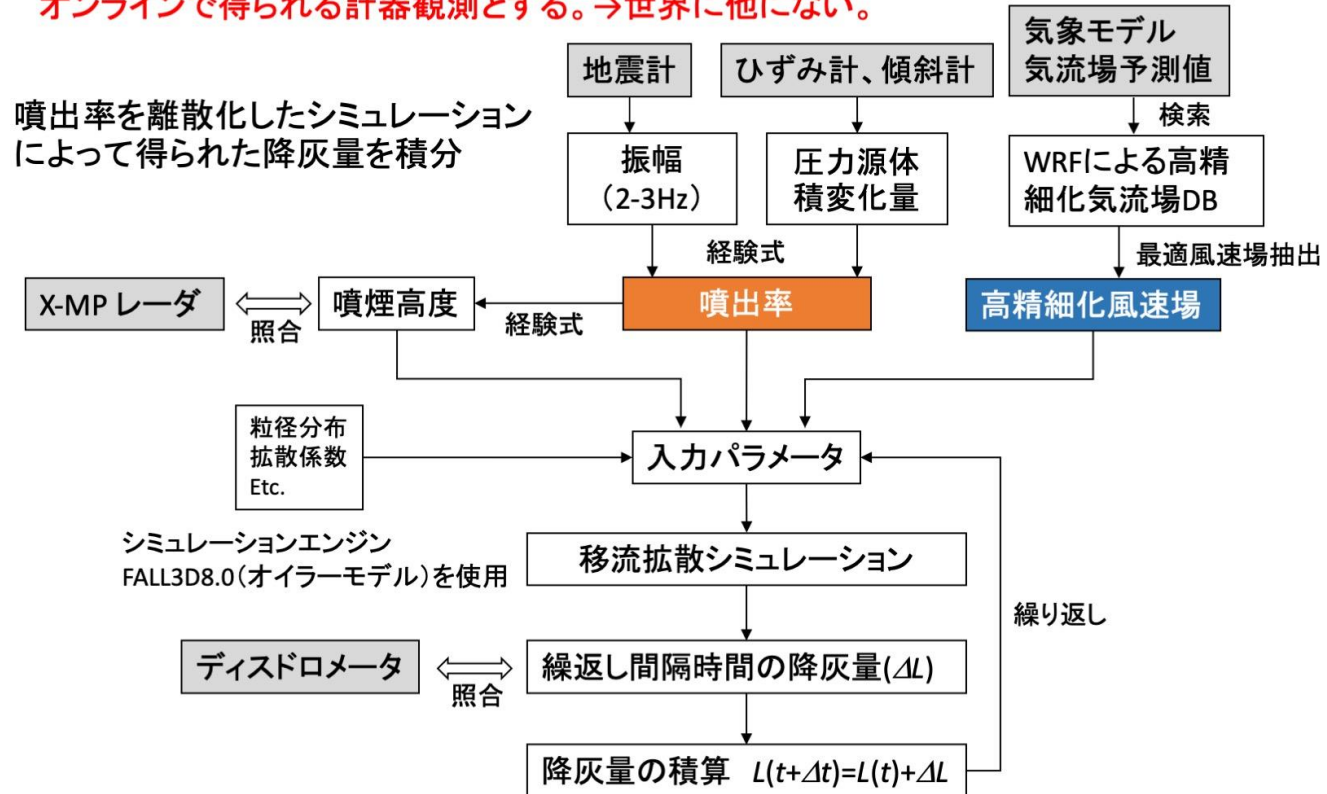
D2 課題D2 リアルタイムの火山灰ハザード評価手法の開発

プロジェクトの総合推進

- 1年目～10年目
 - ① リモートセンシングによる火山灰放出量の即時把握技術の開発
 - ② 火山灰拡散予測の高度化技術開発
 - ③ 火山灰拡散予測の高精度化技術開発
- 5年目～7年目
 - ④ 火山灰拡散予測のためのオンラインシステムの開発
- 7年目～10年目
 - ⑤ 噴火発生前の確率的降灰予測技術の開発

火山灰移流拡散シミュレーションの連続化システム

火山灰噴出率を連続する時間関数として扱う。入力条件をオンラインで得られる計器観測とする。→世界に他にない。



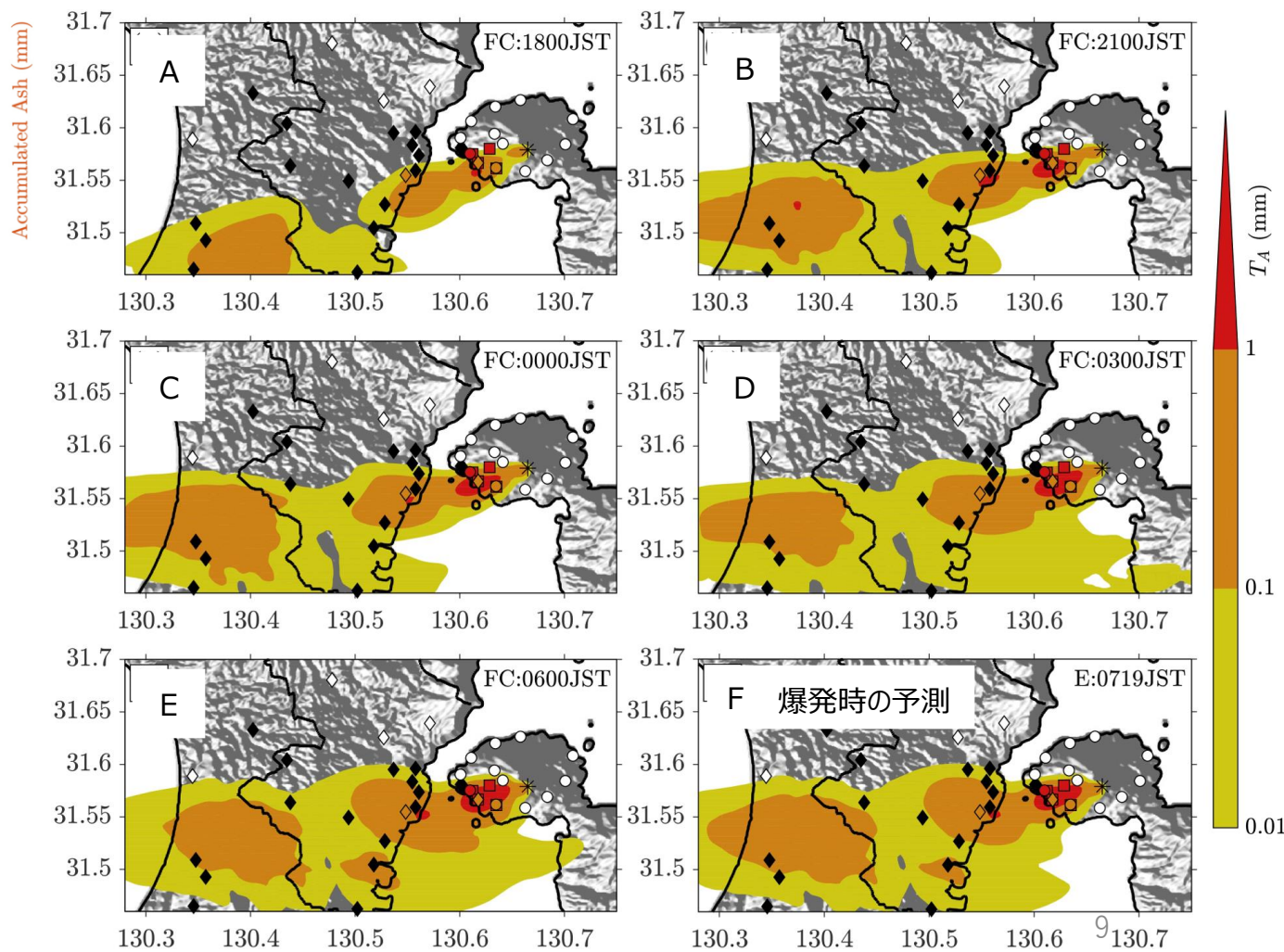
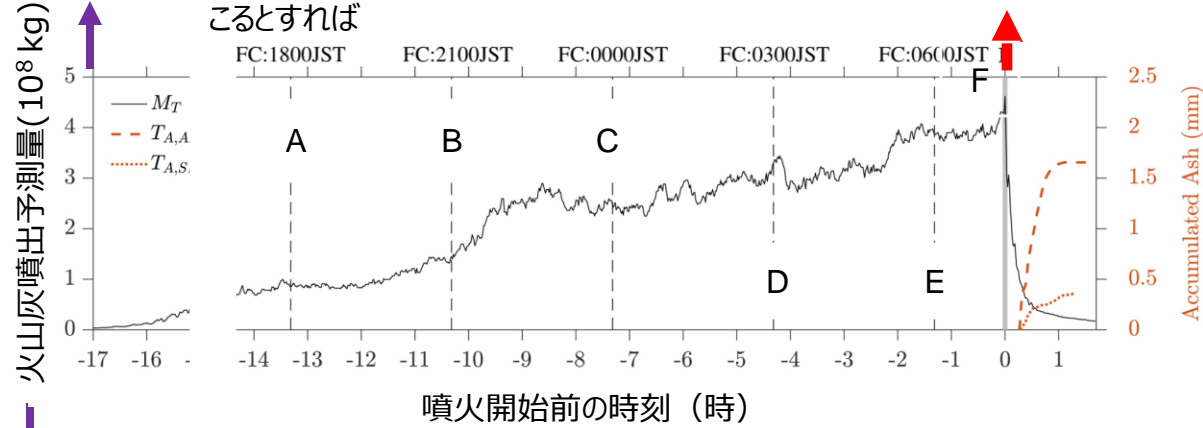
D2

噴火発生前の火山灰噴出量の予測

膨張開始

この時点で起こるとすれば

7:19 ブルカノ式噴火発生



Poulidis, Takemi, Iguchi (2019)

傾斜及び伸縮変化から蓄積されたマグマ量を見積もる。

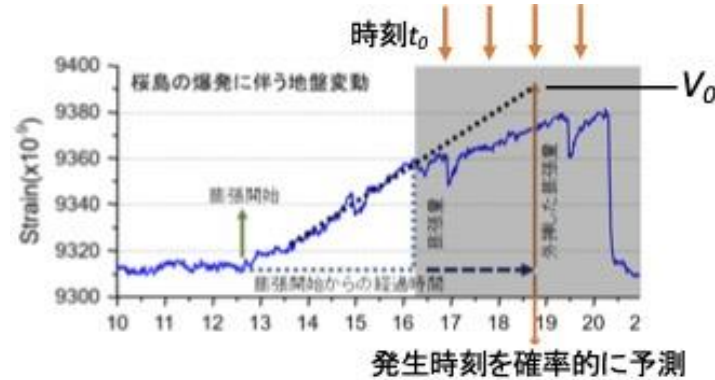


ハルタ山観測坑道内部

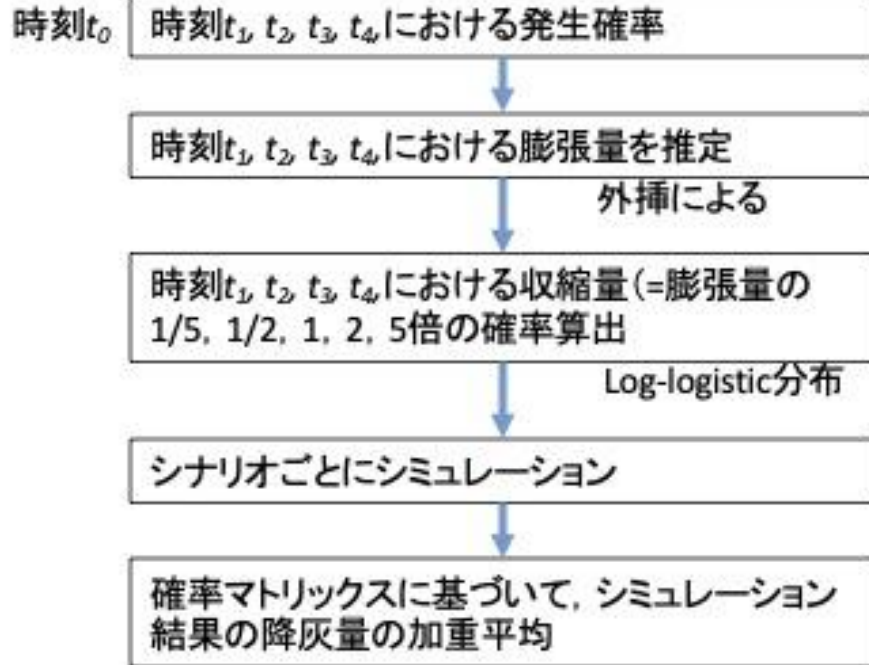
噴火発生前に火口側隆起の傾斜変化と膨張ひずみを検知する

2025/1/28

噴火発生前の確率的降灰予測技術の開発

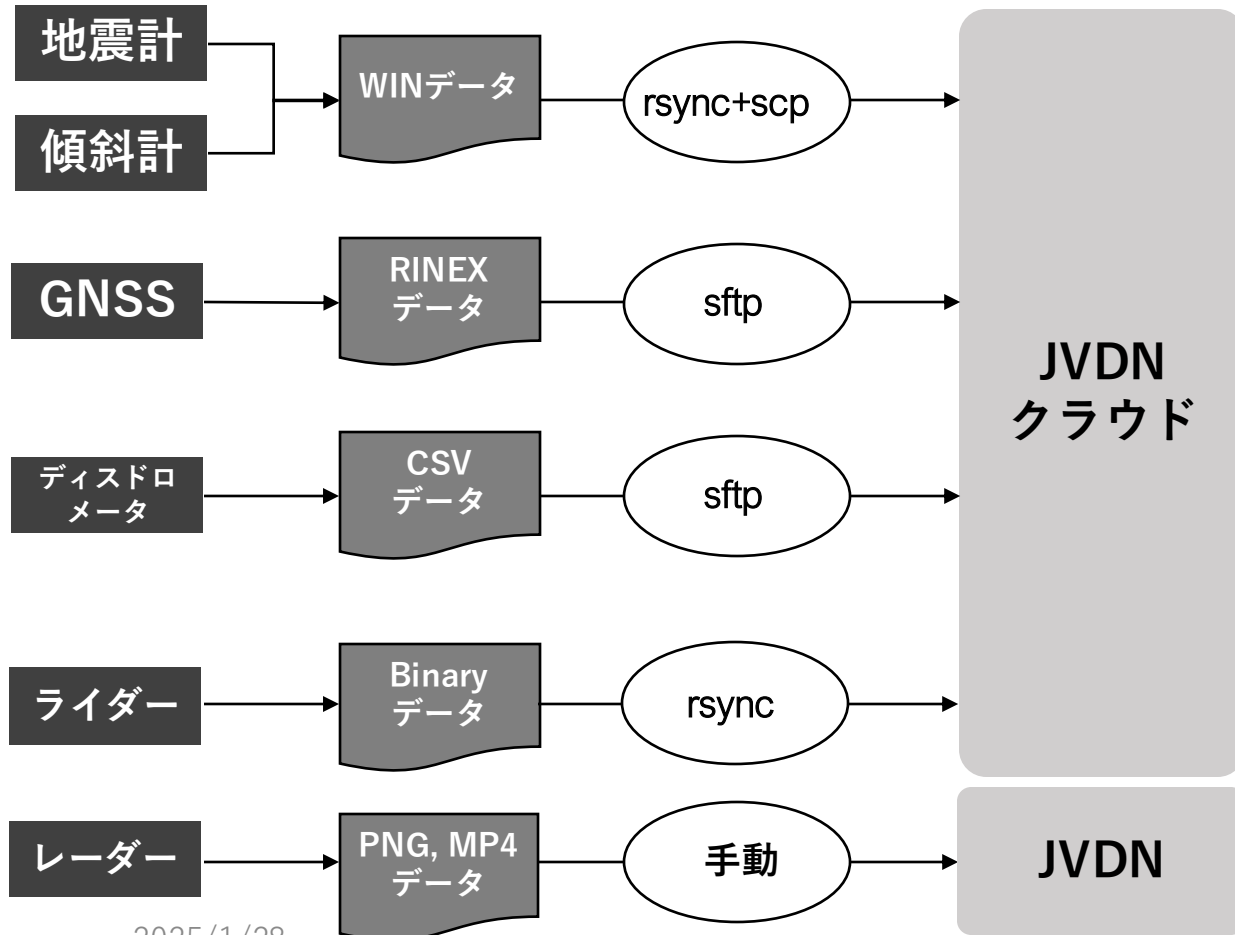


今後の課題



1. 膨張時間が短い場合には間に合わない。
2. 膨張時間が頻度分布のピークを与える時間を超えると現在時刻における発生確率が最大となる。・・・別の判断基準が欲しい
3. 風向が急変する場合、適切な風速場を用いることができない。
4. 火山灰放出を伴わない膨張－収縮（NED）も膨張イベント全体の半数を占めるので、注意が必要である。
5. 地盤変動から見積もる膨張体積量を火山灰重量に換算する係数は、揮発性成分の関与によって変わる。
6. Log-logistic分布のパラメータも火山活動状態によって変化するので、調整を行う必要がある。

2021年3月からリアルタイムデータ提供



2025/1/28

- 課題D2における火山灰の機器観測ではJVVDNを積極的に活用している。
- ディストロメータ観測点から直接JVVDNクラウドにデータを送って、クラウドと解析サーバーでデータを同期させている。
- ライダーデータはJVVDNクラウドと環境研サーバーにデータを送り、環境研で自動解析を行っている。
- レーダーデータの容量は大きいいため、リアルタイムデータ転送はしていない。
- レーダーデータの後処理解析の結果のファイル（PNG, MP4）をVASHおよびJVVDNサイトに掲載している。

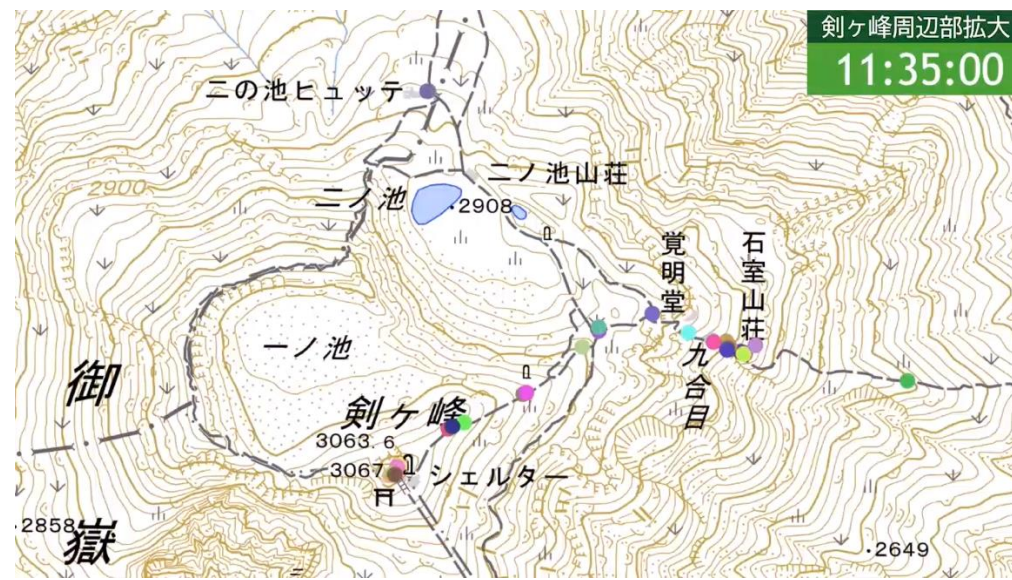
1. 避難救助支援コンテンツの社会実装

御嶽山2014年噴火で浮上した災害への課題

1. 水蒸気噴火
 - 事前観測から予測することの難しさ(課題Bなど)
2. 登山者の実数が分からない
 - ビーコンやGPSを活用した動態把握コンテンツ
3. シェルターの整備
 - 衝突実験により、高費用対効果の対策の検討
4. 事前の「火山の状況に関する解説情報」?
 - 防災担当者・登山者などの情報リテラシーの向上

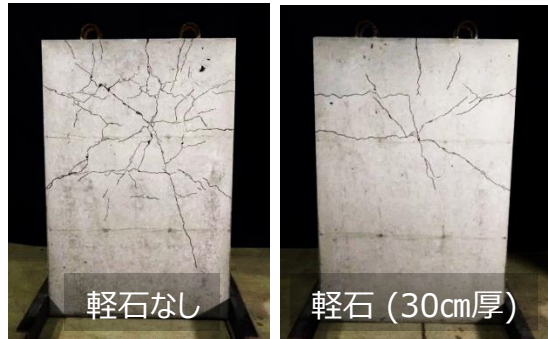
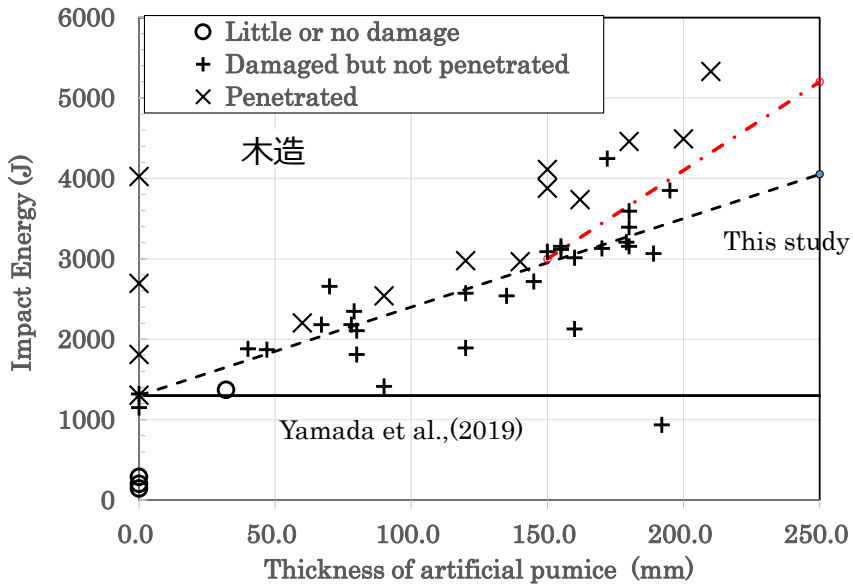
登山者動向把握実験

システムや実施スキームはほぼ完成
御嶽山で継続的実施。
課題：安定性(霧などの影響)



- 御嶽山チャレンジ2024
登山者にGPSロガーを配布し、避難訓練前後の動態をモニタリング。
結果) シェルターや山小屋の避難場所としての認知度が高い一方、避難場所確保が必要な場所も浮き彫りに。
- 御嶽山火山防災協議会防災訓練
協議会参加機関を対象とした図上情報伝達訓練を実施。前年度に取得したデータを活用。
結果) 県を跨いだ情報伝達、山小屋との情報交換に問題があることが明らか。

人工軽石による衝撃緩衝実験



衝突速度約100m/sでの比較

令和6年度御嶽山防災訓練シナリオ

時間経過	火山活動に関するイベント及び想定される防災対応内容等
訓練前想定	火山活動に関するイベント及び想定される防災対応内容等
2週間前	2週間前に御嶽山直下においてレベル1(活火山であること)状況に関する解説情報(臨)その後地震活動は静穏な状態
1週間前~当日	13:00(訓練開始)~
訓練	13時頃御嶽山の剣ヶ峰、火口から1.5kmの範囲に登山者、山小屋関係者が
秋季、平日、昼を想定。	訓練内容等:各機関が行う防災:
※右記の対応例は、13時頃の噴火発生以降、14時半頃の火山防災協議会幹事会(オンラインミーティング)開催までに時間的に可能な範囲で実行する。	1) 噴火及び噴火警戒レベル引き上げ計画に基づき、関係機関間メール、オンラインミーティング(共有)する。
幹事会の主催機関(飛騨県事務所)は、オンラインミーティング開催に向けて設定と参加機関への連絡をする。幹事会では、参加機関が訓練時間内に実施した対応等について情報を共有する。	2) 登山者・観光客の避難に関する 1. 登山者・観光客に関する情報収集・把握 2. 避難指示、避難誘導 3. 安否情報・被害情報の確認 4. 避難所、救護活動拠点の開設 5. 登山道の規制 6. 職員の出動検討 7. 警察・消防・自衛隊への協力の要請
	3) 訓練時間内におけるその他の防災対応 1. 住民等からの情報収集・把握 2. 広報活動(住民・観光客等への情報発信) 3. 避難指示の発令、伝達

訓練中にZoomを使って実施された合同会議

D3 2. 降灰被害予測コンテンツの社会実装

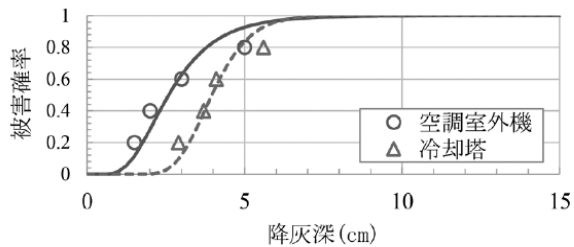
大規模噴火災害への対応の課題

現代社会への火山灰の影響が分からない(事例が少ない)

- 設計的アプローチ
- 実験的アプローチ
- 調査によるアプローチ

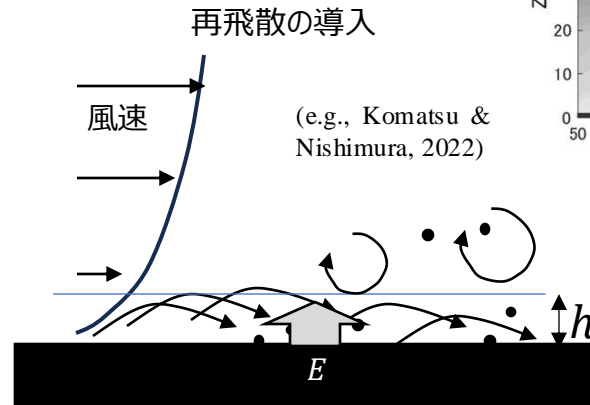


脆弱性の評価



空調設備に対する降灰深と被害率の関係

降灰予測シミュレーション

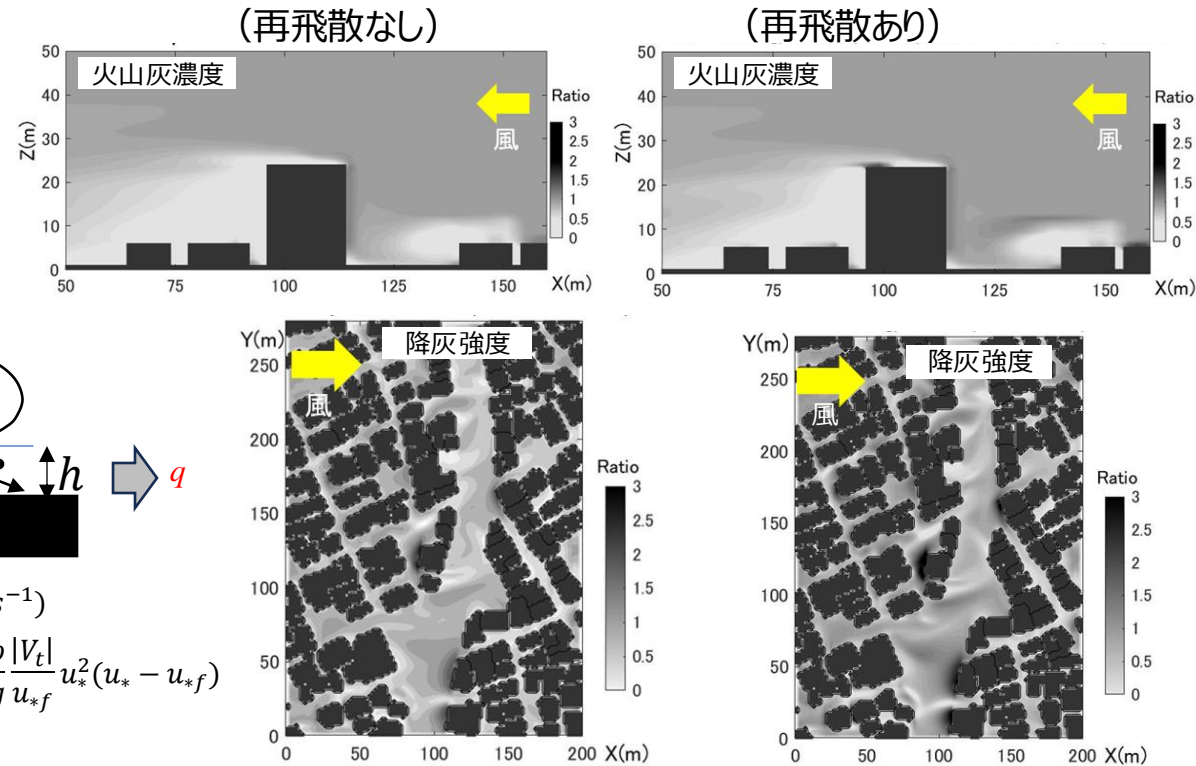


(e.g., Komatsu & Nishimura, 2022)

$$\text{浸食速度: } E = \frac{q|V_t|}{u_h h} \text{ (kgm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{)}$$

$$\text{粒子流量: } q \text{ (kgm}^{-1}\text{s}^{-1}\text{)} = C' \frac{\rho}{g} \frac{|V_t|}{u_{*f}} u_*^2 (u_* - u_{*f})$$

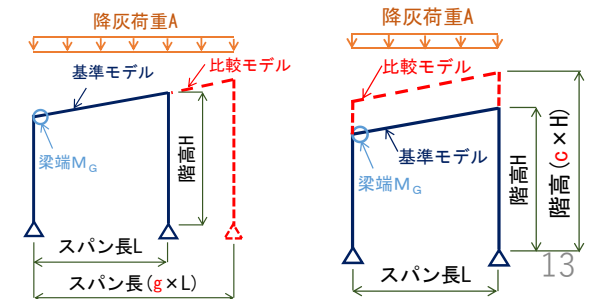
狭域降灰予測における再飛散過程の導入(2024年度)



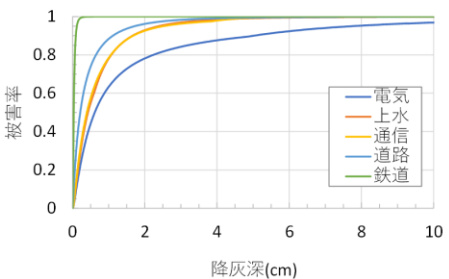
建築設備への影響評価

降灰荷重による建物屋根検討 (2024年度: 片流れ屋根)

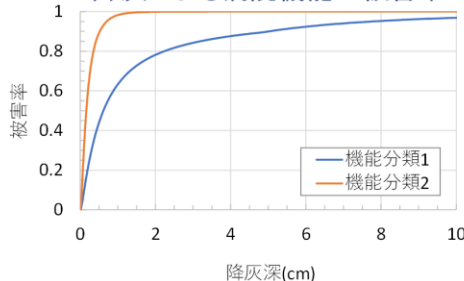
建物条件 (スパン長さ、階高、長期荷重など), 部材条件 (柱と梁の断面特性、部材の基準強度など) による、部材に生じる応力、変形の違いを検討。



降灰によるライフライン、交通の被害率



降灰による病院機能の被害率



2025/1/20 GIS搭載に向けた様式でデータを準備

火山防災対策を進めるにあたり、必要な情報や資料の把握と整備を実施

2024年度分

1. 北海道市町村のヒアリング、有珠山と北海道駒ヶ岳の訓練調査
2. 北海道駒ヶ岳周辺市町村による防災訓練を準備中(2月13日@七飯町:コンテンツの活用事例)
3. 海外火山の情報を掲載できるサイトを修正中(アイスランドやフィリピン、インドネシアなど)
4. ブルートゥースと小型ドローンの降灰の通信影響実験を実施。
5. NTT東日本と一緒に通信移動車、スターリンクへの降灰影響実験を実施

住民からの質問対応や周知啓発活動などに利用されている。
 課題：訓練実施を支援する資料の充実

溶岩流について

火山災害要因 ⑤ 溶岩流

1. 現象

現象	発生頻度	被害	対策
溶岩流	高	大	高

溶岩流による現象、現象の映像イメージ、被害、対策に関する資料一式は下い。

▶ [\[ダウンロード\]](#)

現象ごとの資料

溶岩流の動画映像など

- USGS [Lava fountaining at Kīlauea summit – September 10](#) 火口から溶岩が噴き出す様子
- Big Island TV [Kilauea Volcano Eruption May 2018](#) 町に溶岩流が到達した様子
- USGS [Kīlauea Volcano – Fissure 8 Flow: From Vent to Sea](#) 溶岩が海に注いでいる様子
- USGS [Kīlauea Volcano – Fissure 8 Aerial](#) 火口から溶岩が流れている様子
- USGS [Kīlauea Volcano – Eruption Lava Flow Timelapse](#) 溶岩流のタイムラプス映像
- USGS [Kīlauea Volcano – Morning Overflight \(June 19, 2018\)](#) 捉えられた溶岩流の映像が収められている
- USGS [Kīlauea Volcano – Overflight of Lava Channel \(June 19, 2018\)](#) 溶岩流の上空からの様子
- USGS [Kīlauea Volcano – USA Overflight of Lower East Rift Zone \(June 19, 2018\)](#) 溶岩流の上空からの様子
- USGS [Kīlauea Volcano – Video Compilation of Lower East Rift Zone \(June 19, 2018\)](#) 溶岩流の上空からの様子

火山災害・火山防災を知る、学ぶ、伝えるための情報サイト
 火山防災情報ポータルサイト

過去の火山災害について、当時の災害対応について時系列にまとめた資料です。訓練シナリオ策定や対応計画の確認などに利用できます。

報告書

資料作成に当たり、2016年度に作成した報告書資料です。▶ [過去の火山災害に関する文献調査資料](#)

災害対応

- ・1986 伊豆大島
- ・1990 雲仙普賢岳
- ・1997 火山ガス八甲田山
- ・1997 火山ガス安達太良
- ・2000 有珠山
- ・2000 三宅島噴火災害
- ・2010 火山ガス八甲田山2010
- ・2014 木曾御嶽山
- ・2014 口永良部島
- ・2015 箱根山大通谷における観光被害

コロナ資料集

国内の研究機関などによる研究成果について

- ・土木学会地盤工学委員会火山工学研究小委員会(2012)突発的な火山噴火に対する降灰や土石流が社会資本に与える影響と対策に関する調査研究 活動報告書, 土木学会: [報告書](#)
- ・日本建築学会火山災害対策特別調査委員会(2018)「火山災害対策特別調査委員会」活動報告書, 日本建築学会: [報告書](#)
- ・損害保険料率算出機構(2019)地震保険研究34「噴火履歴に基づく火山災害危険度評価に関する研究」, 地震保険研究: [資料](#)
- ・本間 宏也・他(2019)火山灰の付着による送電用がいし絶縁性能への影響評価-降灰付着特性と注水フラッシュオーバー特性-, 電力中央研究所報告: [報告書](#)
- ・山田 浩之, 立山 耕平, 本多 亮, 吉本 充宏, 藤井 敏嗣(2019)噴石衝突に対する木造建築物屋根の簡易構造補強, 火山: [論説](#)
- ・久保智弘, 吉本充宏, 宮城洋介(2020)パソコンを対象とした降灰の影響に関する予備実験, 日本火山学会: [梗概](#) [ポスター資料](#)
- ・大塚 清敏, 野畑 有秀, 諏訪 仁, 久保 智弘, 宮村 正光, 宮城 洋介(2021)空調室外機および冷却塔の降灰実験, 日本建築学会技術報告集: [報告](#)

現在取りまとめ中

火山防災対策の研究成果

4. 情報ツール利活用方策の検討

具体化を図るために

1. 道路交通や通信等ライフラインの防災担当者と意見交換
 - ・ 噴火の想定と通信や電力等機能への影響評価の充実。
 - ・ 噴火規模や風向の代表的なパターン毎に時系列の降灰状況の提供。
2. 自治体の火山対応について「過去の火山災害対応の時系列資料」を検討
 - ・ 2000年有珠山や1986年伊豆大島噴火など
3. ポータルサイトに関する要望を把握のため聞き取り調査を実施

訓練への主な要望は以下の通り。

 - ・ 質問回答例を載せると良い。
 - ・ 訓練シナリオを描くことのために、実災害のクロノロが訓練等の参考になる。
 - ・ マグマの性質や噴火ハザード、被害範囲など「似ている火山」が分かると良い。
 - ・ 周知・啓発として、何をすれば効果的かを知りたい。

令和7年度の研究計画

1. 避難・救助支援コンテンツの社会実装
 - ・ GPSロガーを用いた十勝岳における登山者動向把握実験
 - ・ 御嶽山における登山者避難シミュレーション
2. 降灰被害予測コンテンツの社会実装
 - ・ 広域降灰予測-被害関係のGISに向けた定式化
 - ・ 降灰による建物、インフラ、病院機能などに関し、GIS搭載様式でデータを整理・準備
 - ・ 建築物荷重指針への社会実装を進める。
(建築学会「建築物の火山作用検討WG」と連携)
3. 周知啓発教育用コンテンツの社会実装
 - ・ ニーズの高い訓練実施方法(シナリオ、実施方法)のコンテンツを掲載。
 - ・ 降灰による影響をコンテンツに追加
 - ・ 海外の火山の情報も追加
4. 情報ツールの利活用方策の検討
 - ・ 観測・災害データを活用した噴火イベントツリーの制作
 - ・ 訓練支援コンテンツの充実：降灰パターン毎の被害時系列
 - ・ 3.に関連し、HPの改善：「分かりやすい言葉」、Q&A、災害記録からの教訓など