資料２－６
次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト
総合協議会（第４回）
Ｈ３０．１１．１４

課題D：火山災害対策技術の開発

事業責任機関：国立研究開発法人　防災科学技術研究所

- D1：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
- D2：リアルタイムの火山灰ハザード評価手法の開発
  京都大学防災研究所
- D3：火山災害対策のための情報ツールの開発
  防災科学技術研究所

H29成果

現地実証実験（伊豆大島）

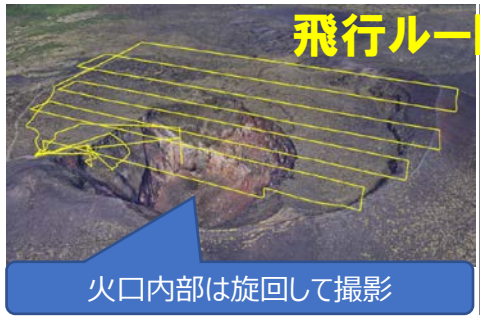
撮影画像を使い、撮影環境やモデル作成条件の違いを検証した。

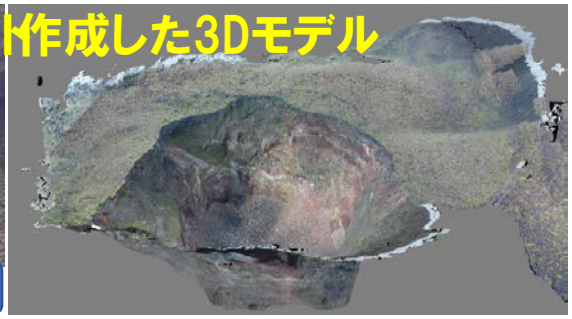
◆モデル化には500枚未満が適切

◆ノートPCでの処理にはハイスペックが必要（CPU：Corei7以上・実装メモリ32GB以上・GPU：GeForce GTX 1080程度）

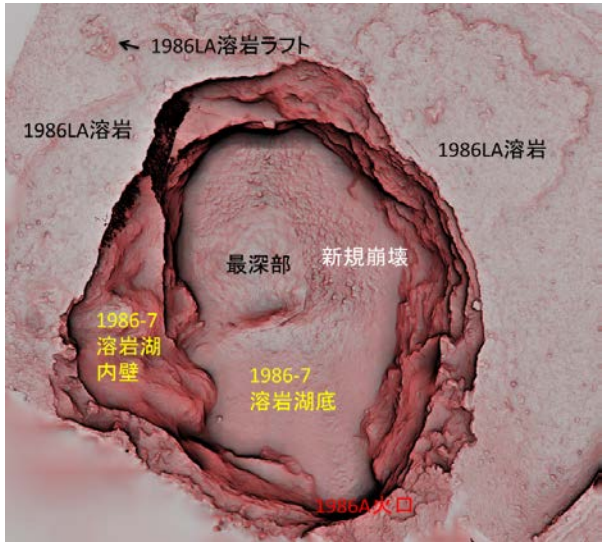
◆撮影画像にExif情報が無い場合、撮影位置の推定と情報付与の作業による時間増

◆作成モデルを国土地理院公表の5mDEMと比較すると、高さ方向20m、水平3m程度の相対位置ズレを確認

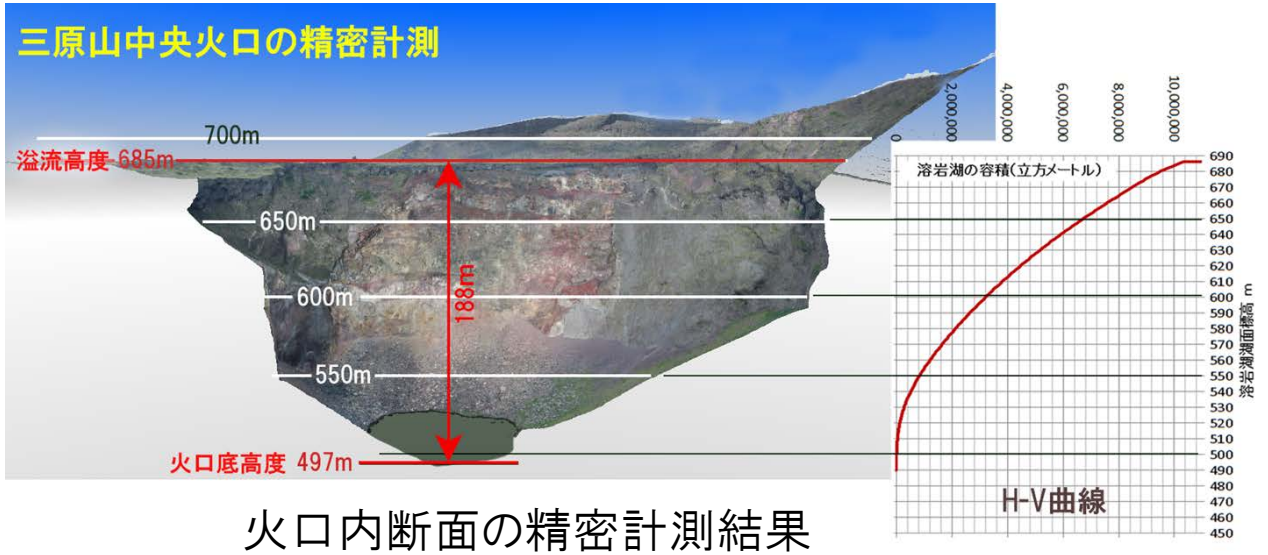




	各モデル作成品質に要する処理時間 983枚 （画像サイズ5472×3078）			
モデル作成品質	最低	低	中	高
処理時間（分）	57	626	2848	23039



3Dモデルから作成した赤色立体地図

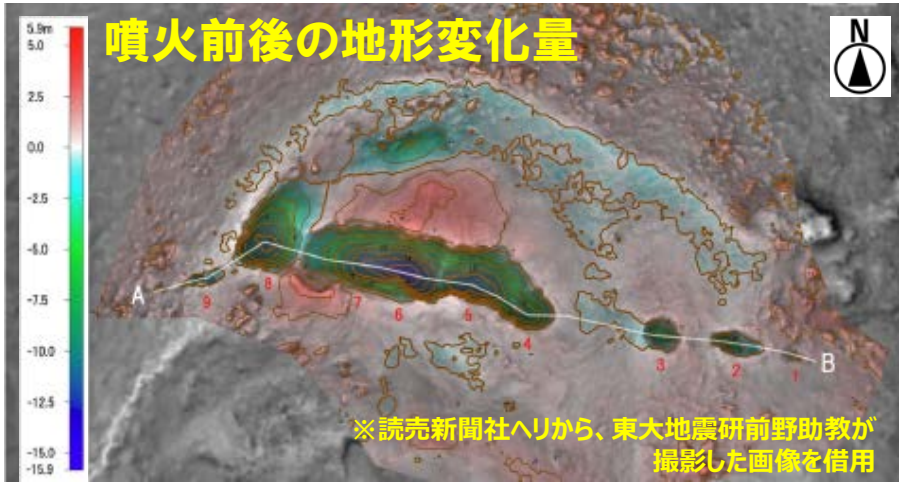


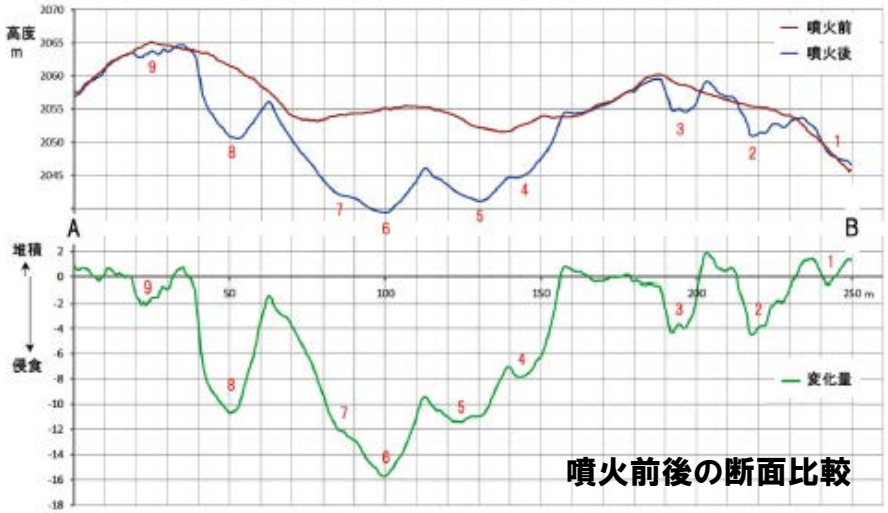
火口内断面の精密計測結果

=>**火口内の容積は約1千万m³と算出**

2018年1月噴火（本白根山）

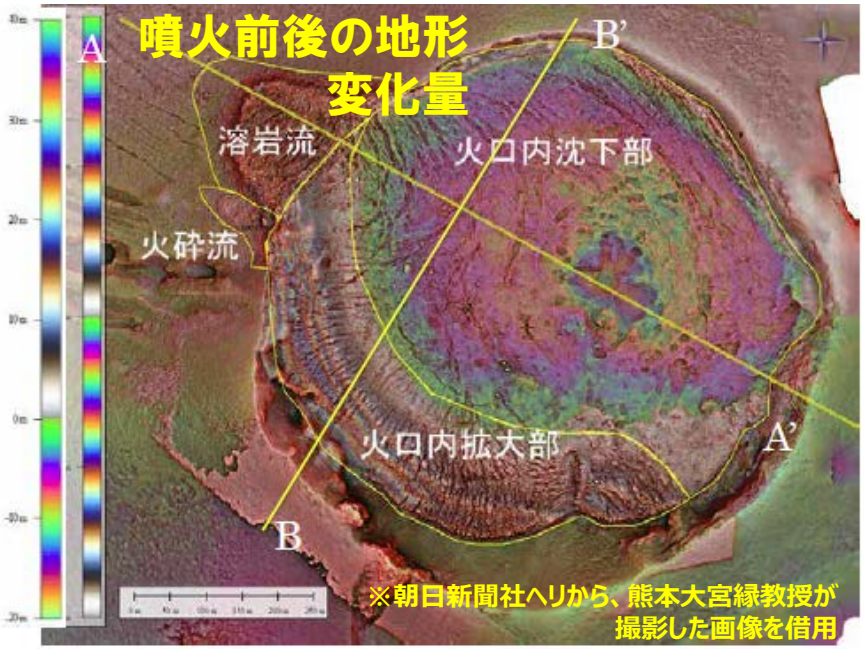
- 風雪激しく、マルチコプターによる飛行、撮影できず（国交省が後日実施しロスト）
- 報道機関の有人機ヘリで専門家が撮影した画像※を借用して3Dモデル化
- 噴火前3Dモデルを国交省から借用し差分解析、定量値解析して予知連に報告

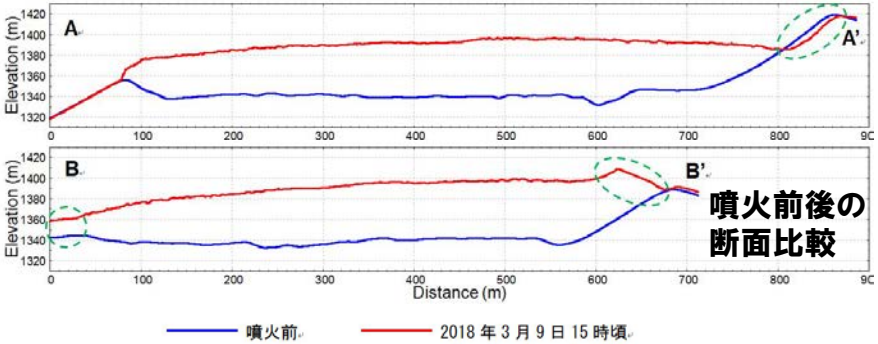




2018年3月噴火（新燃岳）

- 報道機関のヘリから専門家が撮影した画像※を借用して3Dモデル化
- 3月9日15時頃の溶岩体積を15×10^{6}m^{3}、火口縁付近の溶岩の厚さを最大20m程度と推定
- 噴火前3Dモデルを国交省から借用し差分解析、定量値解析して予知連に報告

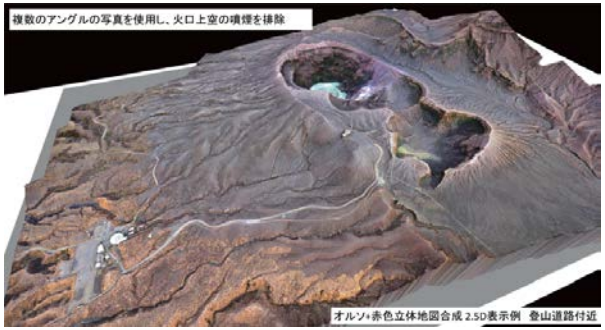




成果の外部発表

課題Ｄ内でのＭＴ、中間成果発表・打合せ、2018年本白根山・霧島山新燃岳噴火後の３Ｄモデルや解析結果の迅速な共有を実施

2017/5/21　JpGU-AGU Joint Meeting 2017
・UAV撮影による阿蘇山2016年10月8日噴火の状況把握
2017/9/23　日本火山学会2017年秋季大会
・UAVによる阿蘇中岳2016年噴火による地形変化の計測
2017/9/23　土木学会全国大会研究討論会
・複合的自然災害に関する工学的視点からみた地域防災のあり方
2018/1/1　アジア航測(株)技術報2018
・阿蘇山噴火後のドローン撮影による三次元モデル作成
2018/2/14　気象庁第140回噴火予知連資料
・草津白根山(本白根山)周辺の空中写真および火口位置について
2018/5/26　JpGU Meeting 2018
・UAVによるSfMを用いた伊豆大島三原山中央火口内部の急崖の地形計測
2018/5/26　JpGU Meeting 2018
・ SfMによる本白根山2018年噴火の火口地形計測
2018/9/3　COV10　Napoli
・3D modeling around Aso crater with SfM of UAV
2018/9/26　日本火山学会2018年秋季大会
・霧島火山新燃岳 2018 年溶岩の形状とその変化 SfM 方式による地形計測の成果



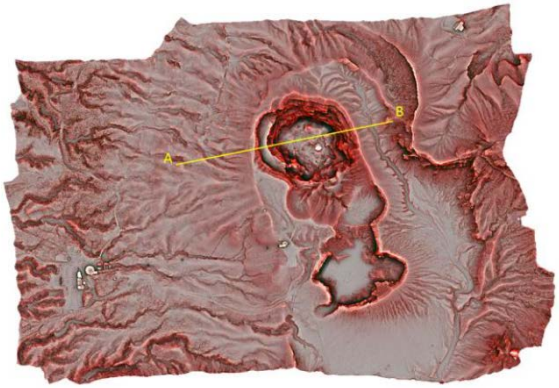


図 2. 噴火後の赤色立体地図

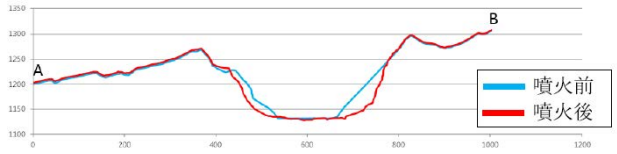
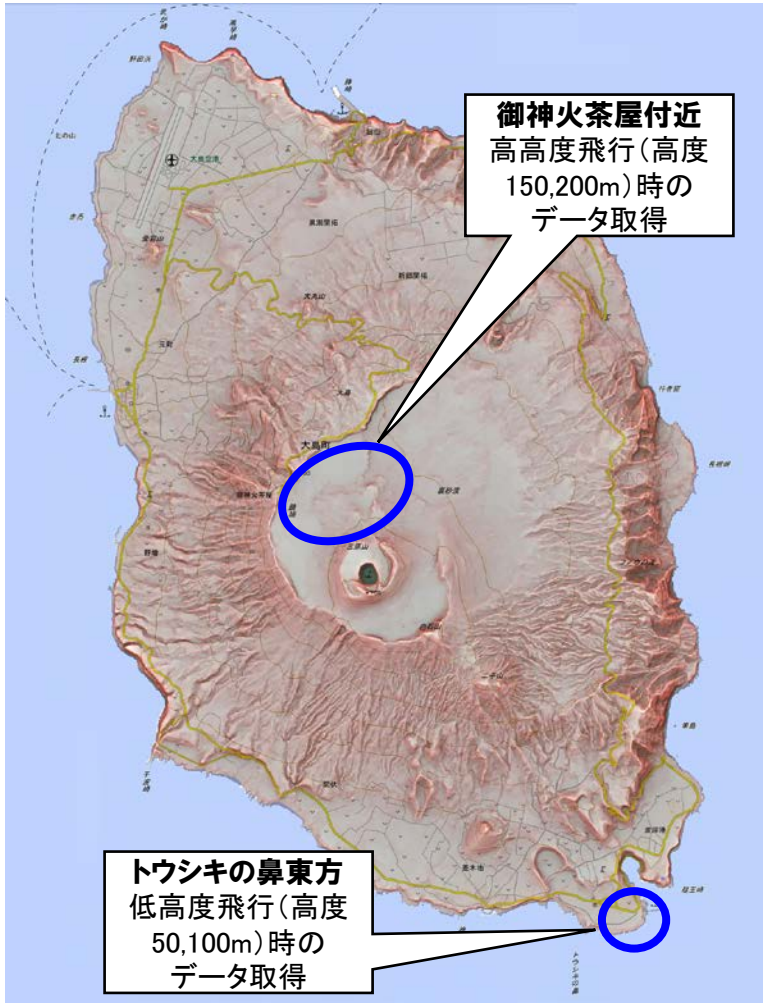


図 3. 噴火前後の火口断面図

H30進捗

汎用ドローンによる実証実験（伊豆大島）

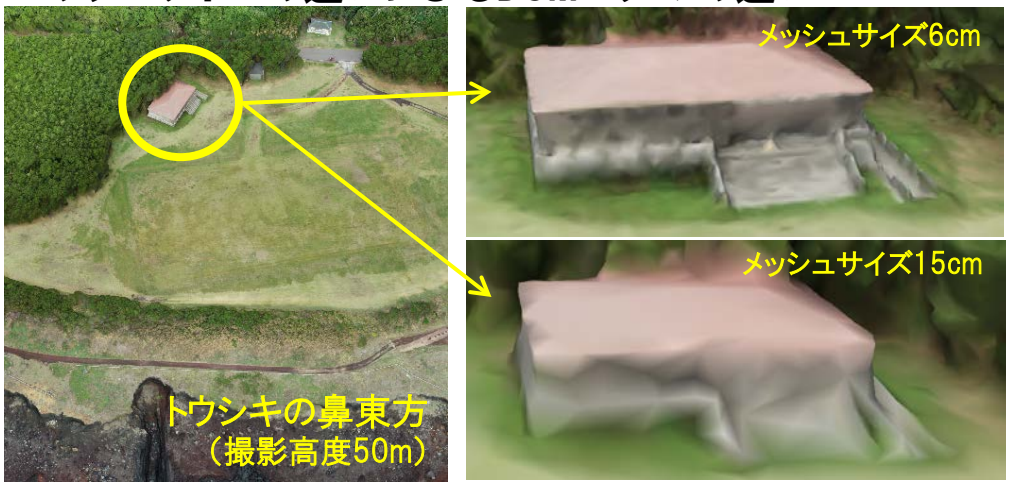
・8月31日～9月3日に、飛行高度とオーバーラップ率を変えた撮影を実施。
・各撮影データごとにSfMモデルを作成その処理時間等を比較。



撮影枚数が100枚程度であれば約30分、200枚程度では約1時間でモデル作成が可能
（データ取得時間は10～15分）

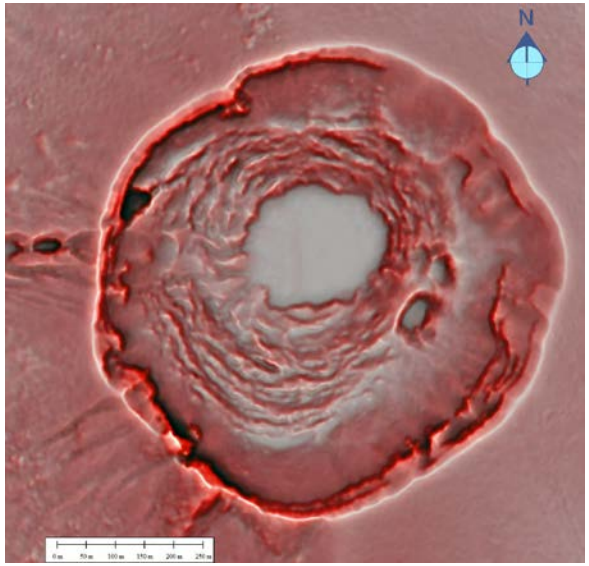
撮影高度（m）	前後ラップ（%）	左右ラップ（%）	撮影枚数（枚）	メッシュサイズ（cm）	処理時間（分）
50	90	80	661	6	470
50	90	60	240	15	43
50	80	40	117	15	19
100	80	40	27	15	7
150	80	40	78	20	22
200	80	40	57	25	16

メッシュサイズの違いによるDSMモデルの違い

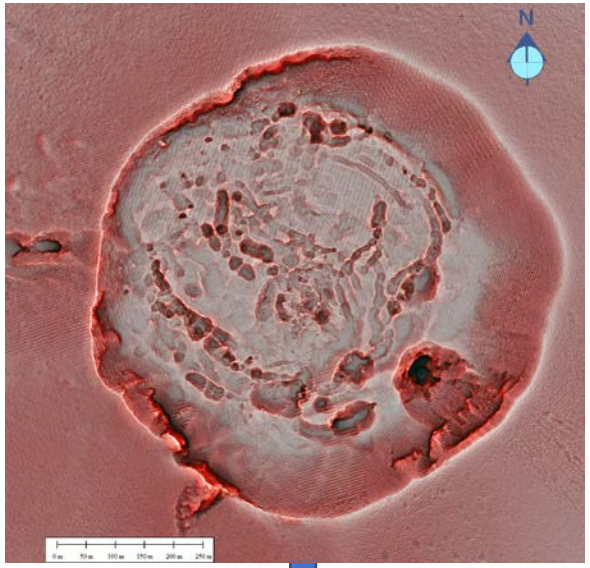


人材育成コンソーシアムとの連携

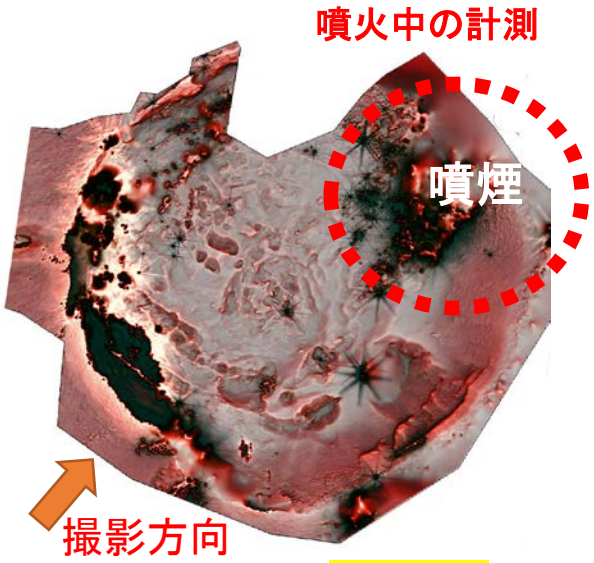
・現地でのデータ取得を「次世代火山研究・人材育成コンソーシアムの伊豆大島緊急観測訓練」に合わせて実施することにより、観測訓練に参加したメンバーに今回のUAVによる画像取得やDSMモデル等の作成について説明。



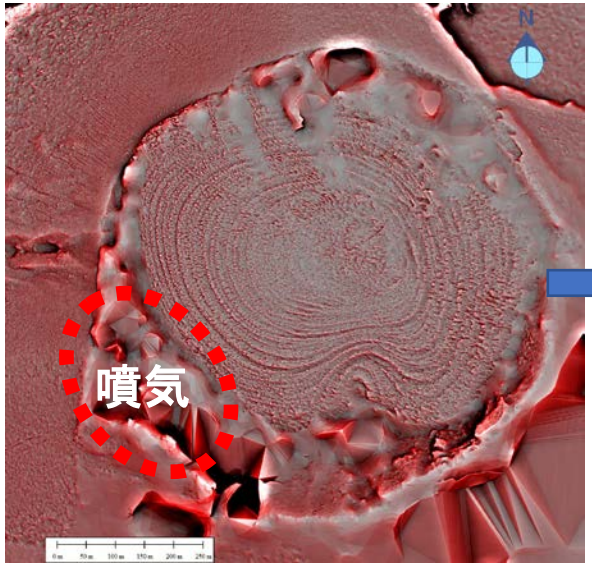
2006年レーザ計測 2mメッシュ
宮崎河川国道事務所+鹿児島県



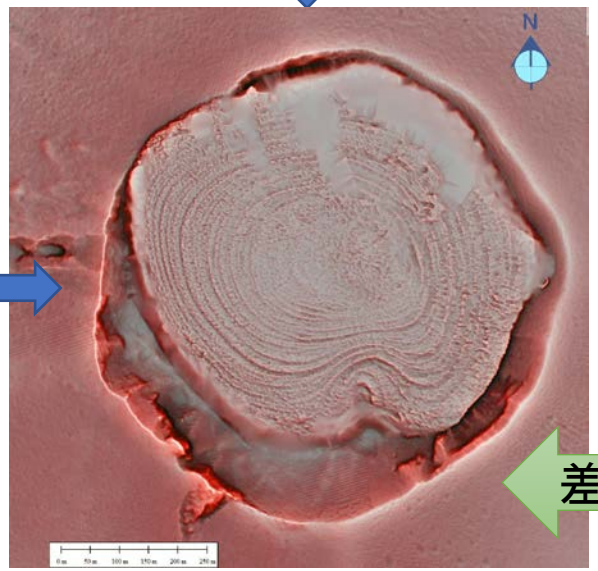
2012年噴火後レーザ計測 1mメッシュ
宮崎河川国道事務所



2017年10月噴火中UAV-SfM
東大地震研前野操縦撮影

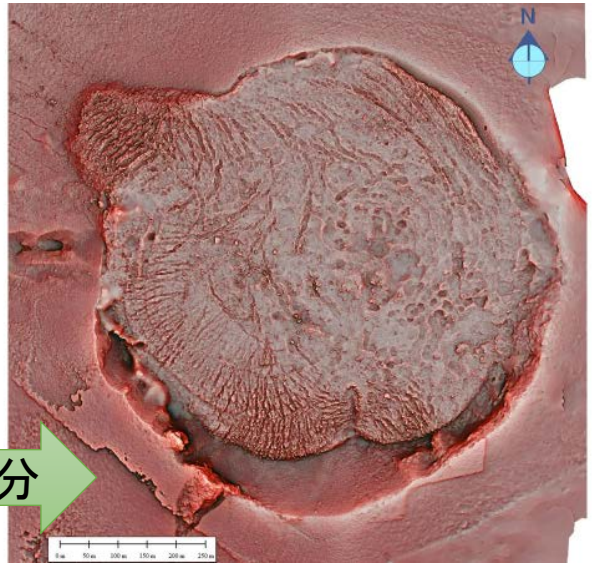


2018年3月9日SfM20cmメッシュ
朝日新聞ヘリ熊本大宮縁撮影



噴気部分を推定50cmメッシュ
2012年レーザと合成３Dモデル

差分



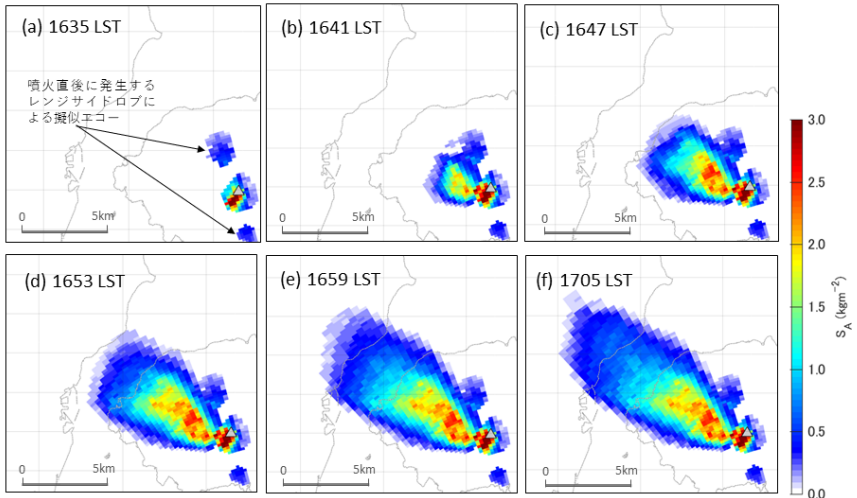
2018年3月28日SfM20cmメッシュ
産総研チャーターセスナ及川撮影

29年度の実施内容

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開発

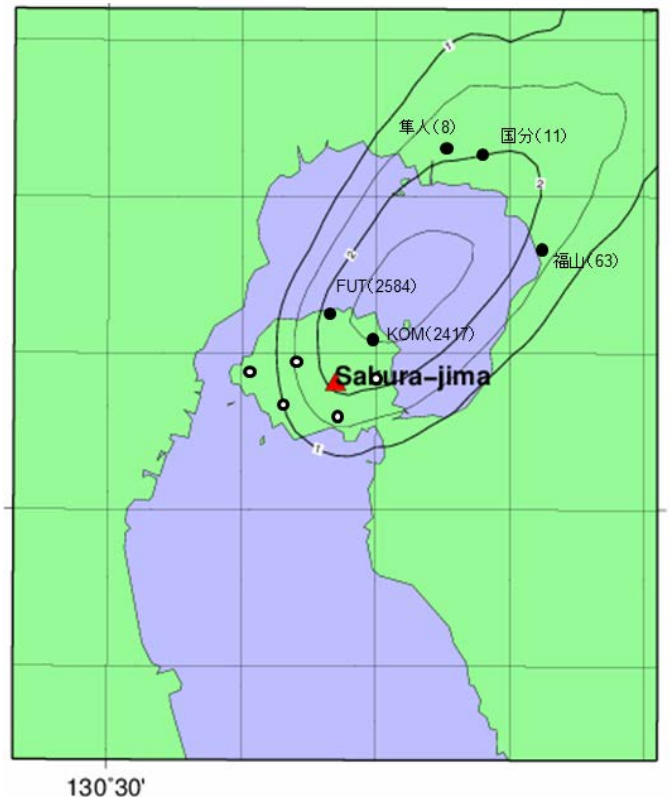
- レーダー観測開始
- XバンドMPレーダーにより観測される噴煙の反射強度と地上降灰量の関係を決定
- ディスドロメータ，GNSS増設．ディスドロメータの出力値と地上降灰量の関係を決定

桜島，新燃岳の噴煙を検知



火山拡散予測の高速化，高精度化技術開発

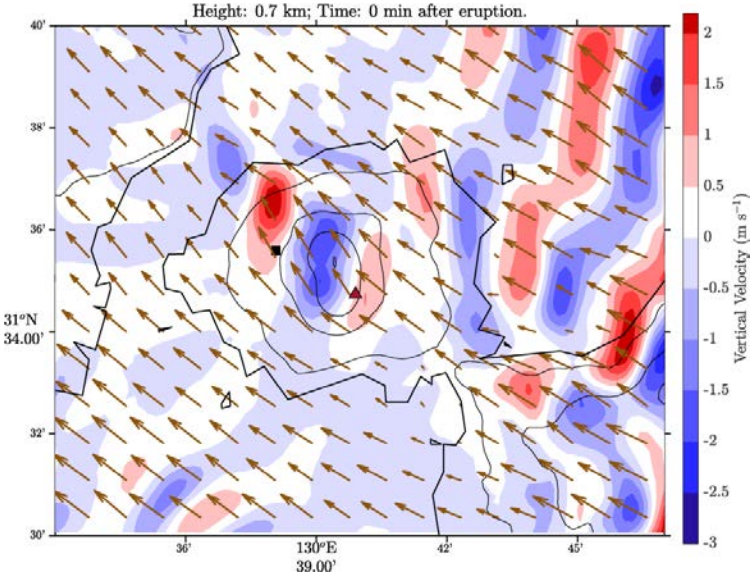
PUFFモデルによる火山灰拡散シミュレーション



http://gpvjma.ccs.hpcc.jp/~tanaka/webpuff/satreps.html

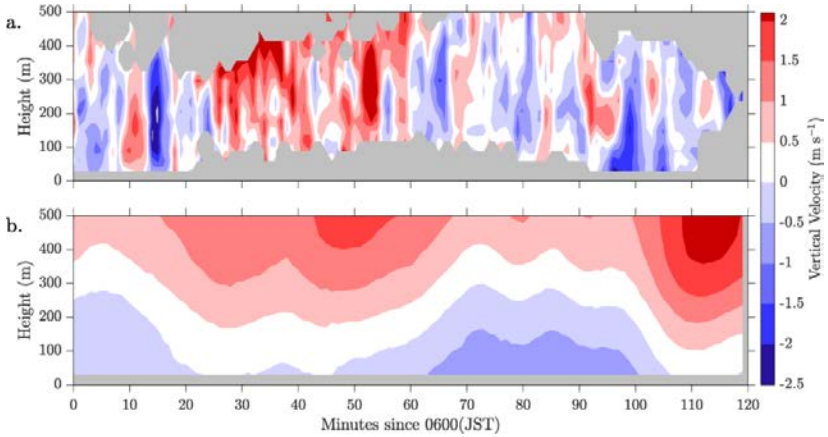
リアルタイムで公開中

WRF-Chemにより再現された水平風



ドップラーライダー観測による鉛直風時間変化

WRF-Chemにより再現された鉛直風時間変化



30年度の計画

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開発

- レーダー観測継続
- XバンドMPレーダーにより観測される噴煙の反射強度と地上降灰量、また、ディスドロメータの出力値と地上降灰量の関係を多くの噴火事例について調べ、その経験式の精度向上。
- ディスドロメータにより取得された降灰粒子データベースを用い、理論的な降灰量推定式を導出し、過去の噴火事例に適用して理論的推定式の精度検証をおこなう。
- ディスドロメータ，GNSS増設

30年度計画

火山拡散予測の高速度化技術開発

- 桜島東部の黒神観測観測井の地震計及び傾斜計改修

↓

- 地盤変動及び火山性微動振幅から求められるブルカノ式噴火発生に伴う噴出率見積もり方式を定式化し、地盤変動及び火山性微動振幅データから過去に求めた噴出率推定式を高精度化する。
- 噴煙柱シミュレーションによって、噴出率と継続時間ごとの噴煙柱高度、噴煙外形のデータベースを充実する。火山噴火の映像からシミュレーションの妥当性を検討する。➡噴出率ー噴煙高度の経験式の改良
- 噴火の発生を自動検知して、PUFFモデルを自動的に起動➡高速化

30年度計画

火山拡散予測の高精度化技術開発

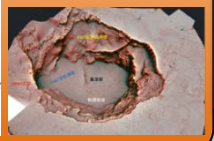
- ドローンを用いた風の高分解能キャンペーン観測
- WRF－CHEMメソ気象モデルにより複雑火山地形における高分解能（90 m格子）での風速場シミュレーションおよび火山灰拡散シミュレーション
- ドローンやドップラーライダーを用いた大気中および地上における火山近傍での大気中の風向・風速観測と照合

風洞実験装置

- 過去の噴火活動で落下したレキの落下速度等の空力特性の解明
- レキの大きさと落下速度を実験的に計測.　（今年度は密度の大きいレキ）。
- 瓦や壁材を対象に耐衝撃性能試験を行い、サブテーマD3に引き渡す基礎データを作成する。

次世代火山PJ 課題Dサブテーマ間，及び他課題（A，B，C）との連携

【課題Dサブテーマ1】
(アジア航測)
無人機（ドローン）による火山災害のリアルタイム把握手法の開発



フィードバック

リアルタイム画像データ・地形情報

【課題Dサブテーマ2】
(京都大学 防災研究所)
リアルタイム火山灰ハザード評価手法の開発

フィードバック

リアルタイム降灰情報・降灰予測情報

【課題B】
先端的な火山観測技術の開発

フィードバック

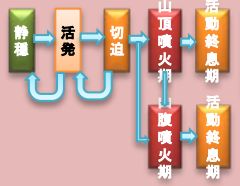
観測データ

【課題C】
火山噴火の予測技術の開発

フィードバック

予測データ

【課題A】各種観測データの一元化
火山観測データ一元化共有システム（※他の課題，サブテーマから出てくるデータや，既存の観測網から得られる多項目のリアルタイムデータも含む），事象系統樹システム等



全ての課題へのフィードバック

【課題Dサブテーマ3】
火山災害対策のための情報ツール（各種コンテンツ）の開発

フィードバック

避難・救助支援コンテンツ
課題D1で得られるリアルタイム画像データ等をインプットとし，噴火状況を把握し避難・救助に役立つ情報を出力する．

避難・救助支援情報の提供

降灰被害予測コンテンツ
課題D2で得られる降灰情報等をインプットとし，都市部における降灰リスク評価に基づいた被害予測情報を出力する．

降灰被害予測情報の提供

（ハザード発生時）

日本建築学会とも連携

（平時）

周知啓発・教育用コンテンツ
自治体防災担当者に対するアウトリーチ活動で，教材として利用されるコンテンツ．

アウトリーチ活動

各種観測，予測データを可視化した情報

火山周辺の自治体・火山専門家

①周知啓発・教育用コンテンツ試作版の開発

○ここまでの進捗

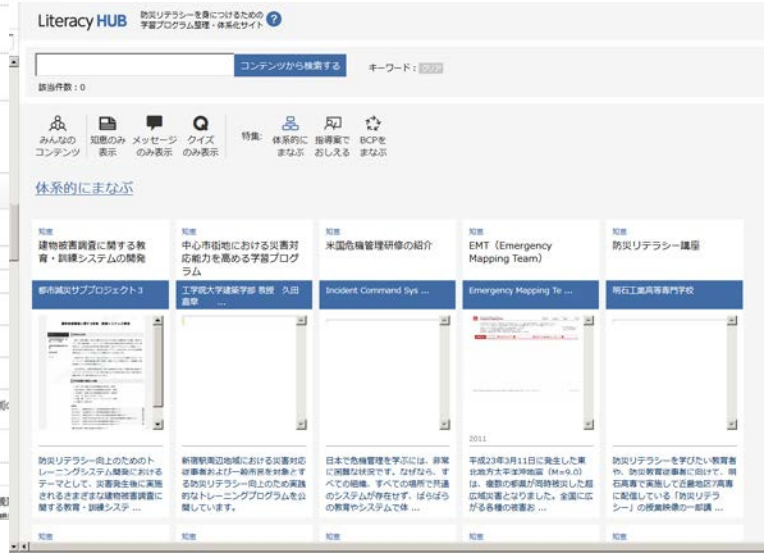
- 今年度10火山（合計30火山）のハザードマップGIS化業務を発注済み。
- 自治体へのヒアリング調査等を通じ、情報提供のあり方を検討した。

○今後の方針

- **周知啓発・教育用コンテンツ**の試作版（下図左）を作成する。
- ユーザー（自治体防災担当者）側のさらなるニーズを明確にし、それらを反映させた内容・インターフェースにしていく。
- 那須岳以外の火山防災協議会及び防災訓練に参加し、情報収集と他火山への展開を試みる。

試作ページ

リテラシーHUBのページ

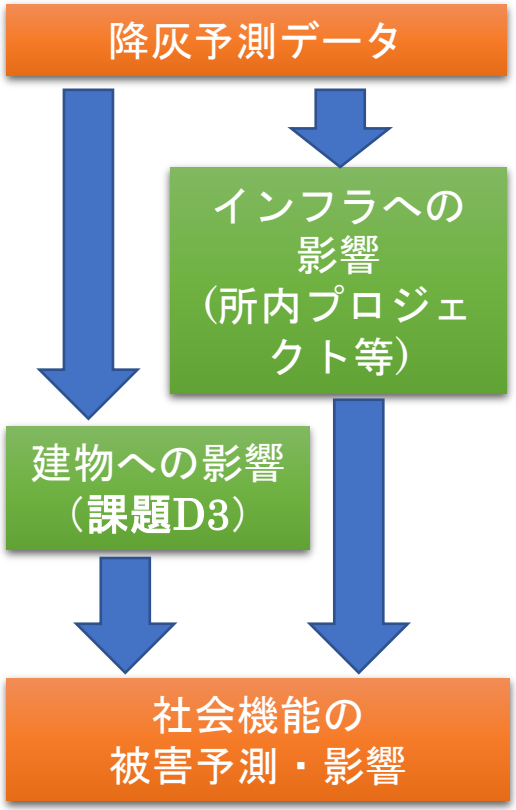


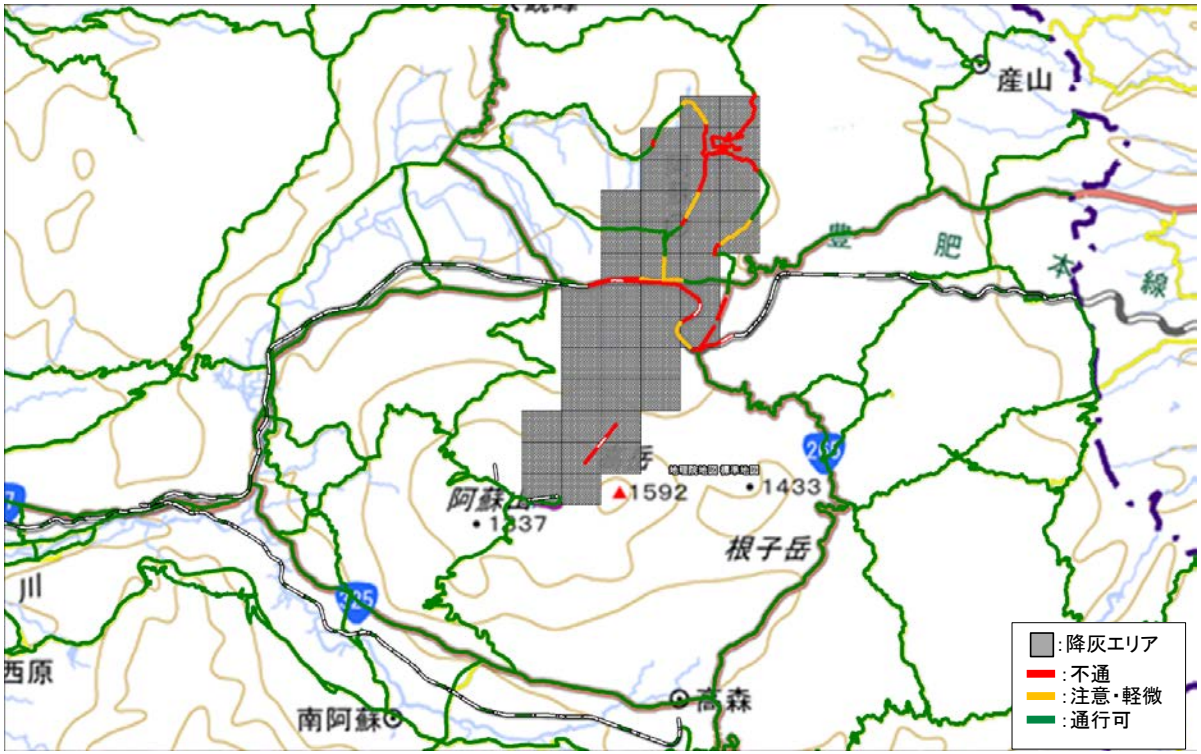
リテラシーHUBのページなどを参考に利用者(防災担当者)が利用するシーン(住民への周知、登山客への周知、庁内研修、自己学習など)に応じた情報整理を行う必要がある。

②降灰被害予測コンテンツ試作版の開発

○ここまでの進捗

- 平成29年度に実施した空調機（室外機）に対する降灰実験に引き続き、冷却塔に対する降灰実験計画を作成した。
- 那須岳や新燃岳、桜島等において、課題C3や課題D2からの降灰予測が入手できた際に計算できるように整備を進めた。
- 降灰と建物被害との関係性を把握するため、高原町でパーシベルによる降灰観測を実施した（2018年新燃岳噴火対応）。





イメージ図

○今後の方針

- 冷却塔に対する降灰実験を実施する。

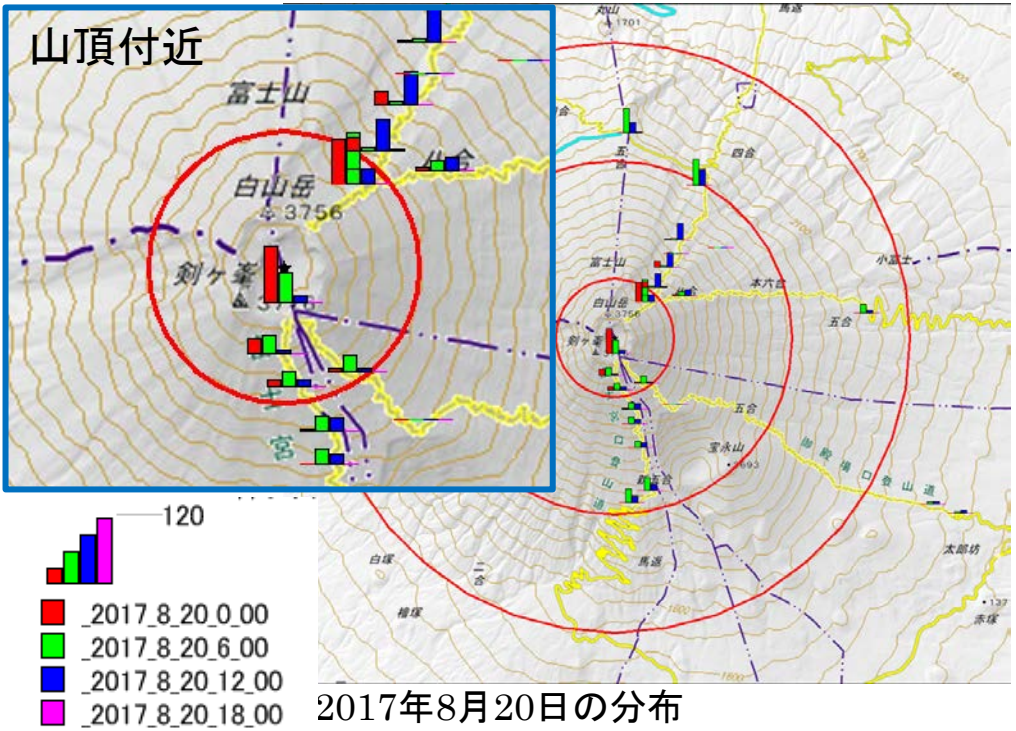
✓ 降灰の影響を受ける建築設備は様々あり、その全てを加味した建築物に対する降灰影響度の総合評価は困難であるが、建築設備の中で最も早く機能にダメージを受ける物（例えば空調機や冷却塔）の被害予測を、影響度評価の一つの基準とすることは可能と思われる。

- 他機関が行う実験等の情報を収集(国交省九州地方整備局、大隅河川事務所など)
- インフラの被害予測を行うために、内閣府防災の情報の活用や所内プロジェクトにおいて必要な情報の整備を進める。

③避難・救助支援コンテンツ試作版の開発

○ここまでの進捗

- 平成29年度に引き続き、平成30年8月に行われた富士山チャレンジ2018に参加し、14,672人分の動態（人流位置）データを取得した。
- 同データを利用し、噴火発生時に「どの辺り」に「何人くらい」いるのかを明らかにした（下図左、下表）。



2017年8月20日の分布

○課題C3及び課題D1との連携

噴石シミュレーション等と組み合わせることで、噴火発生時の人的被害を推定する。

※図はBALLISTAによる噴石シミュレーションの出力例

富士山山頂を火口と仮定した場合の登山者数は以下。

※登山者数は富士山チャレンジ2017のデータを使用

例）2017年8月20日(日)	0時～6時	6時～12時	12時～18時	18時～24時
火口から1km圏内にいる人数	254	266	103	6
火口から1～3km圏内にいる人数	79	415	450	16
火口から3～5km圏内にいる人数	0	184	178	13

○今後の方針

- 課題C3及び課題D1との連携により、噴火発生時の噴石等による人的被害推定を行う（上図右）。
- 現在は富士山におけるデータしかないが、他火山（例えば那須岳、阿蘇山）への展開も検討する。

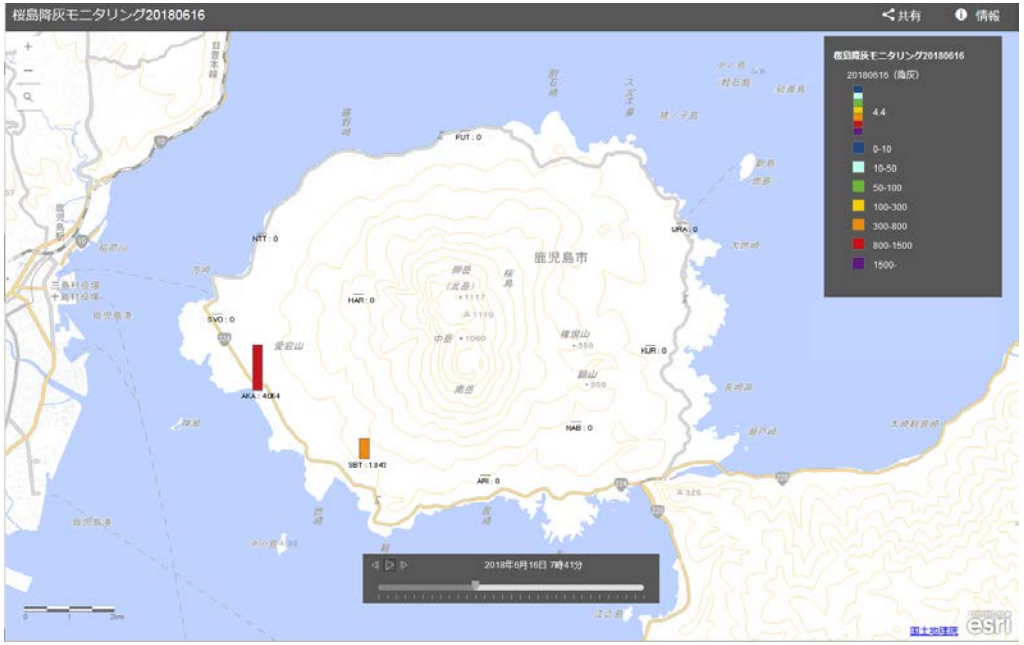
④課題内及び課題間連携について

○<u>課題内連携</u>

- **課題D1**で得られる画像及び地形データを、GIS上で表示。
- **課題D2**で得られる降灰観測データを、WebGIS上で表示（下図）。

○<u>課題間連携</u>

- **課題A**で作成しているWebを課題D3による成果のインターフェースとして利用（前述の①周知啓発・教育用コンテンツ試作版）。
- 課題D3で得られた登山者の動態データを**課題C3**のシミュレーションと組み合わせ、被害者推定を実施（前述の③避難・救助支援コンテンツ試作版）。



2018年6月16日 噴火の様子

ウェザーニュースより
https://weathernews.jp/s/topics/201806/160035/