次世代火山研究推進事業

H30年度実施状況と成果概要

説明者　清水　洋（研究運営委員会委員長）

課題A：各種観測データの一元化　（責任者：上田英樹（防災科技研））
課題B：先端的な火山観測技術の開発　（責任者：森田裕一（東大地震研））
課題B2−1：空中マイクロ波送電技術を用いた火山観測・監視装置の開発
（責任者：松島　健（九大理））
課題B2−2：位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発
（責任者：筒井智樹（秋田大）→中道治久（京大防災研））
課題C：火山噴火の予測技術の開発　（責任者：中川光弘（北大理））
課題D：火山災害対策技術の開発　（責任者：中田節也（防災科技研））

課題A：各種観測データの一元化

資料2-1

課題 A：各種観測データの一元化	
課題責任機関	防災科学技術研究所
課題 B：先端的な火山観測技術の開発	
課題責任機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	北海道大学
参加機関	東北大学
参加機関	東京工業大学
参加機関	名古屋大学
参加機関	神戸大学
参加機関	九州大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	東海大学
参加機関	神奈川県温泉地学研究所
課題 B2-1：空中マイクロ波送電技術を用いた火山観測・監視装置の開発	
課題責任機関	九州大学
課題 B2-2：位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発	
課題責任機関	秋田大学 → 京都大学
共同実施機関	白山工業株式会社

課題 C：火山噴火の予測技術の開発	
課題責任機関	北海道大学
共同実施機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	東北大学
参加機関	秋田大学
参加機関	山形大学
参加機関	茨城大学
参加機関	静岡大学
参加機関	熊本大学
参加機関	早稲田大学
参加機関	日本大学
参加機関	常葉大学
参加機関	産業技術総合研究所
課題 D：火山災害対策技術の開発	
課題責任機関	防災科学技術研究所
共同実施機関	アジア航測株式会社
共同実施機関	京都大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	山梨県富士山科学研究所
参加機関	株式会社大林組

Ｈ２９年度：データ流通ＷＧ

実施内容：関係機関の調整のため、16の組織、18名の委員によるデータ流通WGを設置し、火山分野のデータ流通の仕組みについて検討を行った。

基本的な考え方

○火山研究の活性化、研究分野・組織間の連携の強化、データの活用促進、火山防災、人材育成に資することを目的としてデータ流通・共有を推進する。

○データ流通・共有の仕組み作りにおいては、予算や人的資源を有効活用し、できるところから着手する。また、データ提供者等の貢献者を尊重する。

概要

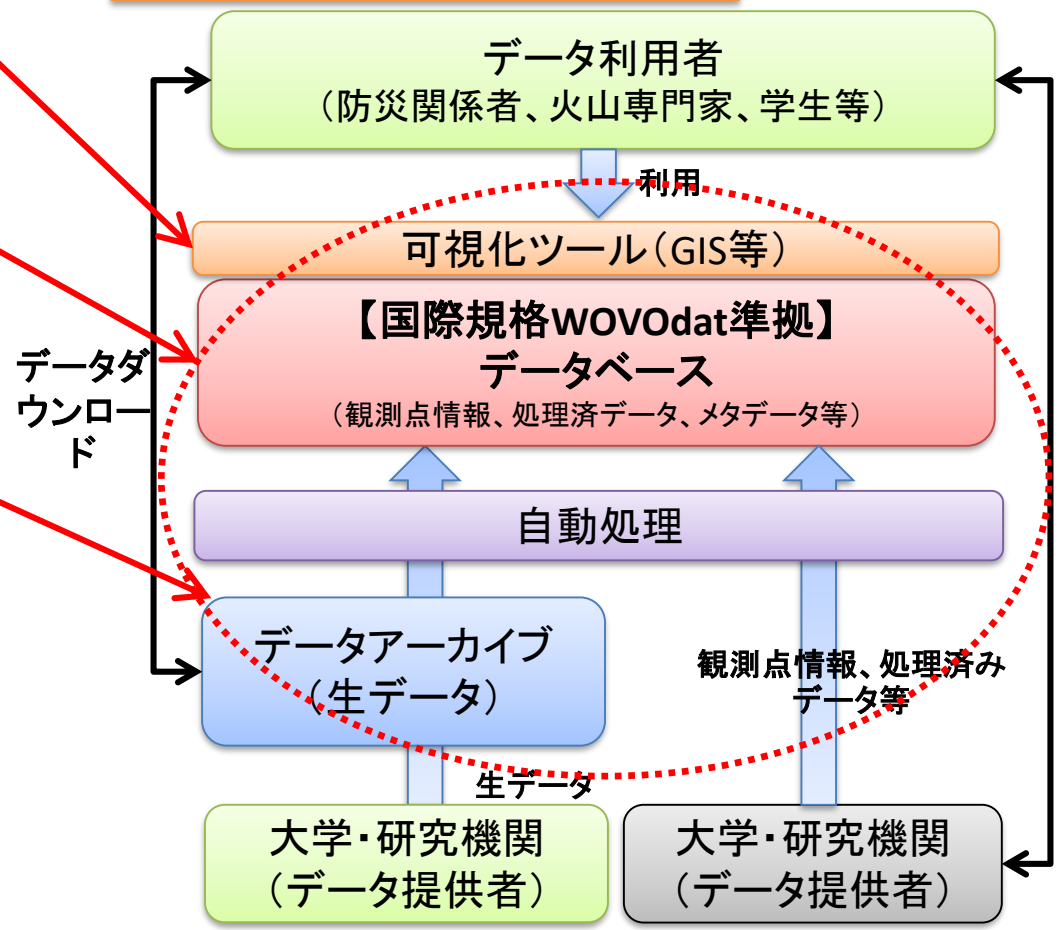
○多項目のデータを可視化し、火山観測データの火山研究や防災等への利用を促進する。

○国際規格のデータベースにより、関係機関の多項目の観測点情報や処理済みデータを統合。研究分野間、国内外の組織の連携の強化し、共同研究を促進する。

○一部の生データは防災科研にアーカイブし提供する。データの散逸を防ぐとともに、データ提供者の負担を軽減する。（利用にはデータ提供者の同意が必要）

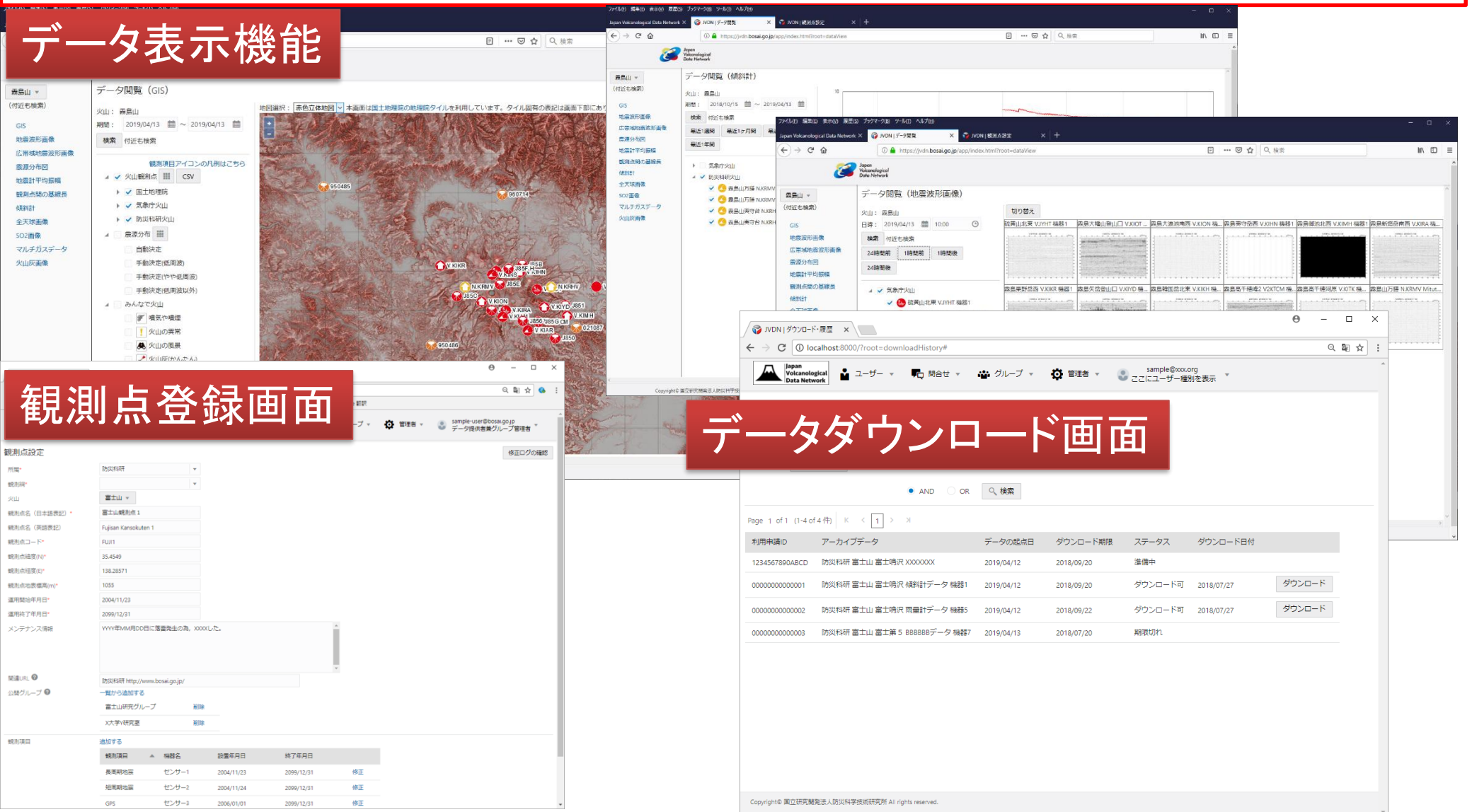
○データ流通の仕組みを活用し、データの利活用や火山研究の活性化に資する取り組みを実施する体制について今後検討する。受益者負担の考えに基づく維持管理の仕組み等についても引き続き検討する。

火山分野のデータ流通のイメージ



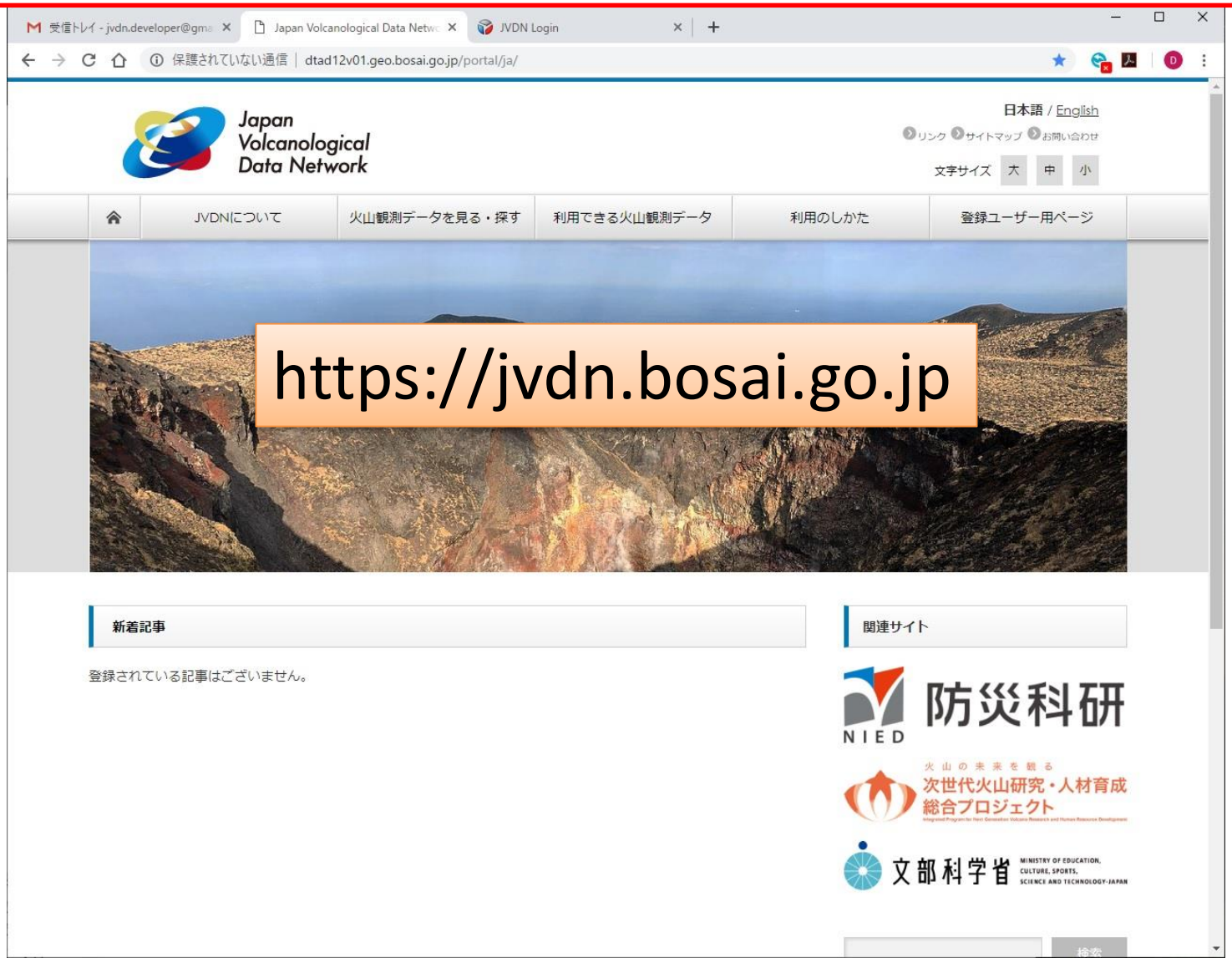
Ｈ３０年度開発：JVDNシステム（３月末運用開始）

WEBブラウザを通じてデータの表示や観測点の登録、データのダウンロード等が行えるシステム。利用にはユーザ登録が必要。



Ｈ３０年度の開発：JVDNポータルサイト（公開中）

火山観測データの利用や提供の窓口となるWEBサイト
ユーザ登録受付中、データ登録中



対応データ

対応済み

- 地震分野
  - 短周期地震計
  - 広帯域地震計
  - 加速度計
- 測地分野
  - 傾斜計
  - GNSS
  - 歪計
- 地球熱学分野
  - 温度計
- 気象分野
  - 気圧計
  - 雨量計
- 地球化学分野
  - 火山ガス
- 地質分野
  - 火山灰（写真、降灰量）
  - 岩石コア
- 地球電磁気学分野
  - 磁力計
- その他
  - 写真

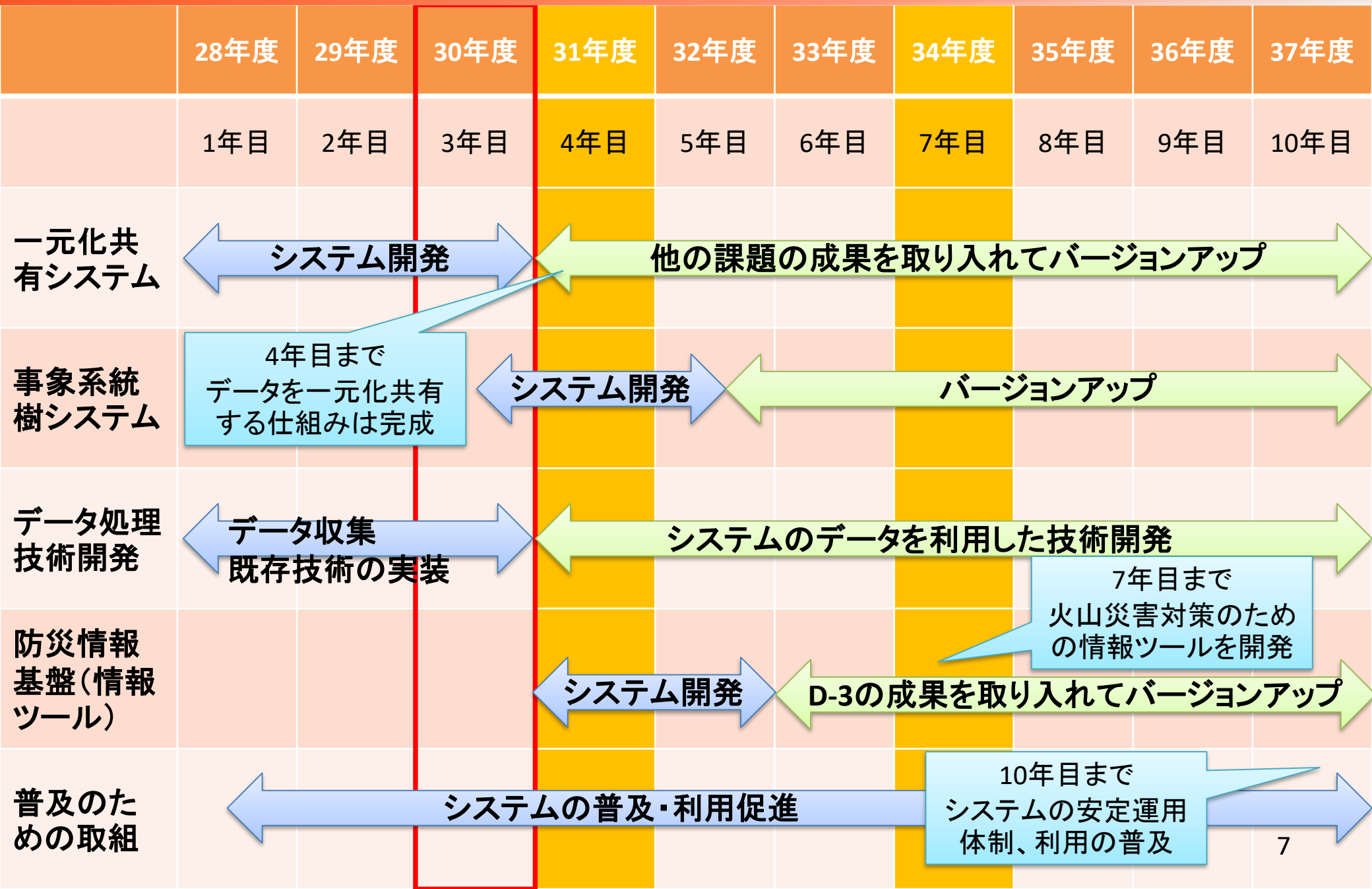
SIP:「火山ガス等のリアルタイムモニタリング技術の開発」で取得したデータ

地質学分野データ管理・サンプル検討作業部会で検討したデータ

令和元年度以降

- 地震分野
  - 地震計（リアルタイムデータ）
- 測地分野
  - SAR
- 気象分野
  - レーダー画像
- 地質分野
  - 火山灰（粒度）

スケジュール


28年度
29年度
30年度
31年度
32年度
33年度
34年度
35年度
36年度
37年度
1年目
2年目
3年目
4年目
5年目
6年目
7年目
8年目
9年目
10年目
一元化共有システム
システム開発
他の課題の成果を取り入れてバージョンアップ
事象系統樹システム
4年目までデータを一元化共有する仕組みは完成
システム開発
バージョンアップ
データ処理技術開発
データ収集
既存技術の実装
システムのデータを利用した技術開発
防災情報基盤（情報ツール）
7年目まで火山災害対策のための情報ツールを開発
システム開発
D-3の成果を取り入れてバージョンアップ
普及のための取組
システムの普及・利用促進
10年目までシステムの安定運用体制、利用の普及

今後の課題

- 課題Aで開発したプラットフォームを活用して、
  - データ共有・活用の促進
  - 組織間、分野間連携の促進
    - 組織間・分野間連携のプロジェクトである次世代火山研究推進事業のアウトプットを目指す。
  - 火山研究の発展と火山防災への貢献につなげる。

「データ利活用推進タスクフォース」で今後検討

課題B：先端的な火山観測技術の開発

資料2-2

課題 A：各種観測データの一元化	
課題責任機関	防災科学技術研究所

課題 B：先端的な火山観測技術の開発	
課題責任機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	北海道大学
参加機関	東北大学
参加機関	東京工業大学
参加機関	名古屋大学
参加機関	神戸大学
参加機関	九州大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	東海大学
参加機関	神奈川県温泉地学研究所

課題 B2-1：空中マイクロ波送電技術を用いた火山観測・監視装置の開発	
課題責任機関	九州大学

課題 B2-2：位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発	
課題責任機関	秋田大学 → 京都大学
共同実施機関	白山工業株式会社

課題 C：火山噴火の予測技術の開発	
課題責任機関	北海道大学
共同実施機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	東北大学
参加機関	秋田大学
参加機関	山形大学
参加機関	茨城大学
参加機関	静岡大学
参加機関	熊本大学
参加機関	早稲田大学
参加機関	日本大学
参加機関	常葉大学
参加機関	産業技術総合研究所

課題 D：火山災害対策技術の開発	
課題責任機関	防災科学技術研究所
共同実施機関	アジア航測株式会社
共同実施機関	京都大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	山梨県富士山科学研究所
参加機関	株式会社大林組

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

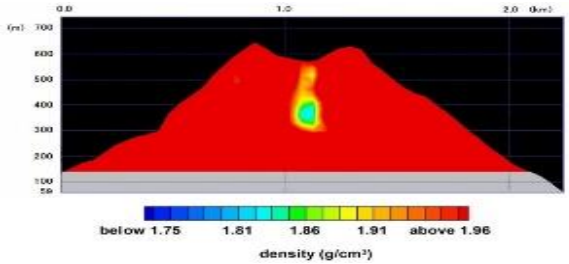
新たな観測情報・技術

課題D：火山災害対策技術の開発

課題C：火山噴火の予測技術の開発

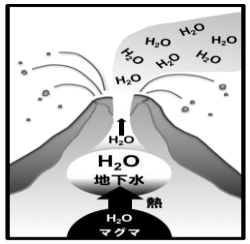
課題B：先端的な火山観測技術の開発

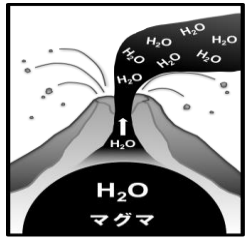
①新たな技術を活用した火山観測の高度化



②リモートセンシングを利用した火山観測技術の開発

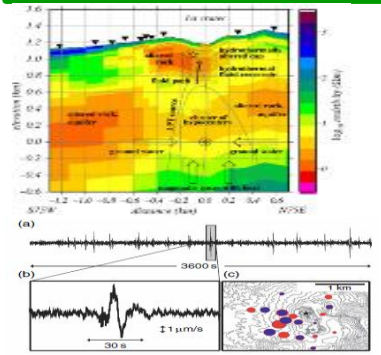
③地球化学的観測技術の開発

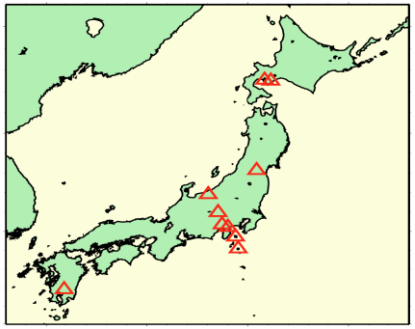




45 cm x 23 cm x 64 cm, 36 kg

④火山内部構造・状態把握技術の開発





各種観測データ

課題A:各種観測データの一元化

課題B　先端的な火山観測技術の開発

サブテーマ1：新たな技術を活用した火山観測の高度化（1）

ミュオグラフィ技術の高度化に関わる開発→火山活動と透視画像の関連について系統的な評価を可能にこれまでの主たる成果：　2017年から2018年にかけて桜島中央火口近傍に密度変化を検出

これまでの主たる成果

〇軽量、高分解能ミュオグラフィ観測システム開発の成功

〇バーチャル・プライベート・ネットワークを介して、リアルタイムにシステムにアクセスできる環境構築

〇桜島でのプロトタイプ観測の実施

〇ミュオグラフィデータの解析を自動化し、表示するシステムとしてWEBベースリアルタイム解析環境をサーバー上に実装

火口近傍の系統的評価

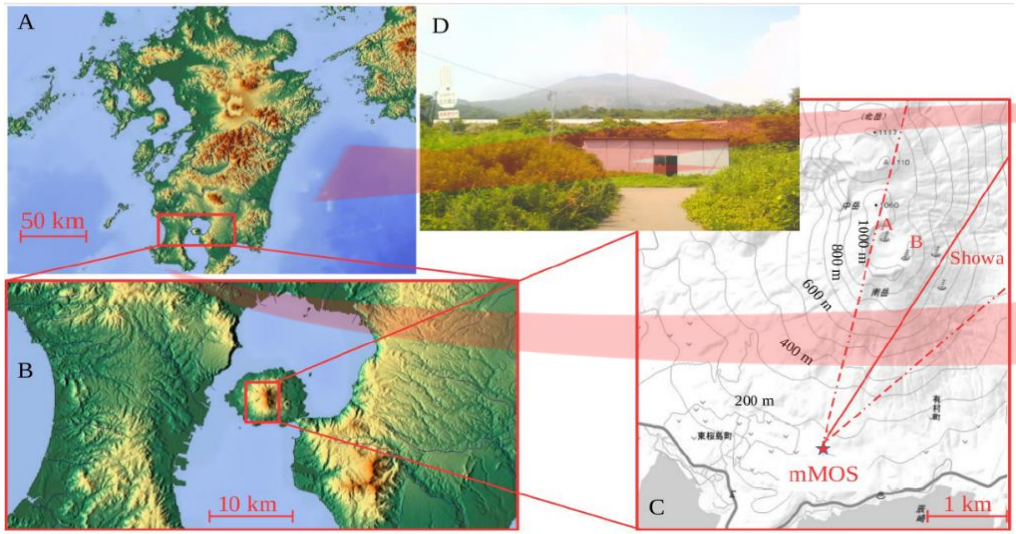
〇従来の4倍を超える画素数により、より鮮明な火山透過像が取得可能に

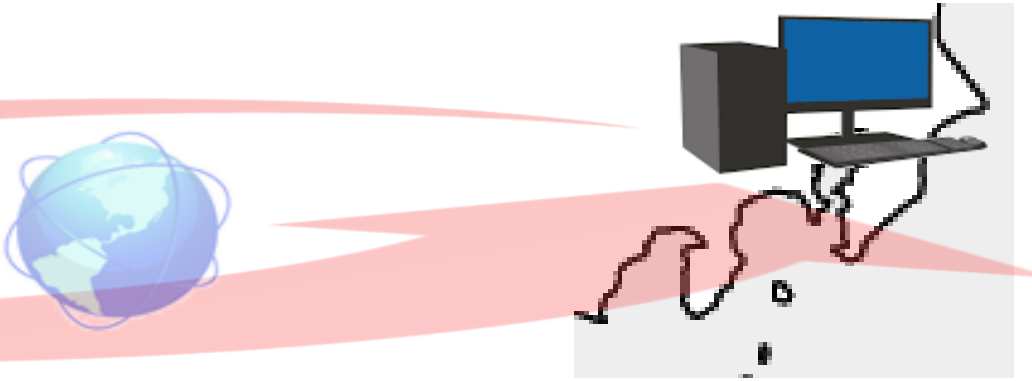
〇桜島中央火口近傍に密度変化

〇衛星画像と密度変化

サブテーマ1：新たな技術を活用した火山観測の高度化（3）

バーチャル・プライベート・ネットワークを介して、リアルタイムにシステムにアクセスできる環境の構築、桜島でプロトタイプ観測の実施



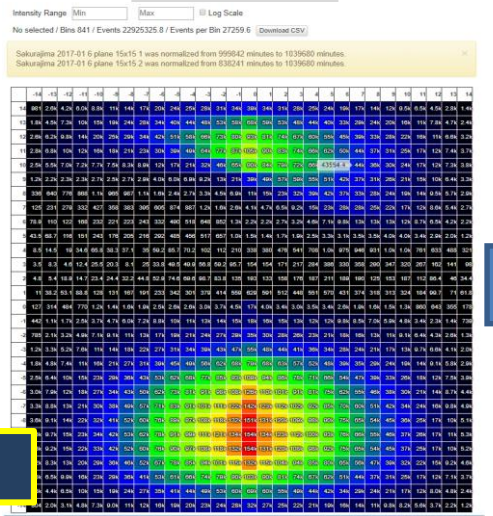


ラズベリーパイがデータ収集をコントロール

ミュオグラフィデータの解析を自動化し、表示するシステムとしてWEBベースリアルタイム解析環境をサーバー上に実装。さらに高画素データに対応。

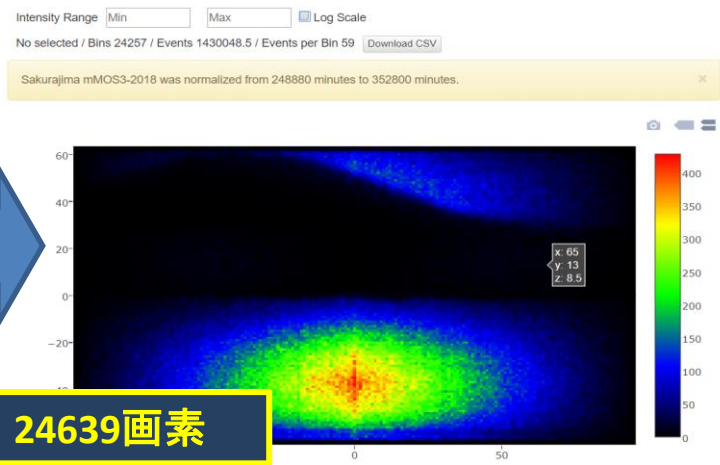
ミュオグラフィ観測のデータ処理の自動化及び画像化

H29まで



841画素

H30以降



24639画素

サブテーマ1：新たな技術を活用した火山観測の高度化（4）

南岳爆発回数

2017

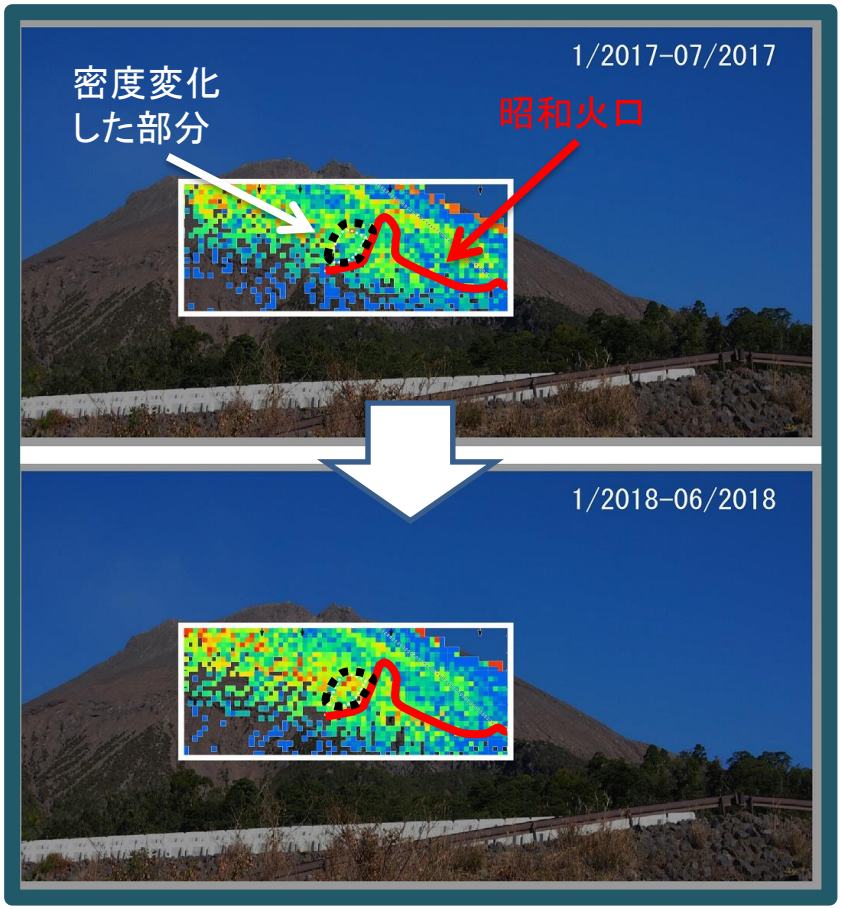
2018年

昭和火口爆発回数

2017

2018年

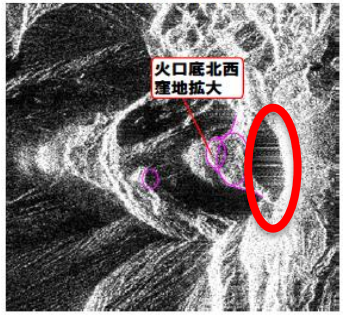
ミュオグラフィ画像



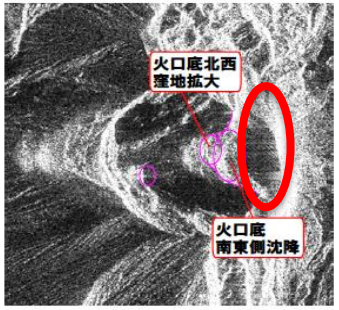
中央火口昭和火口側に密度上昇

衛星画像

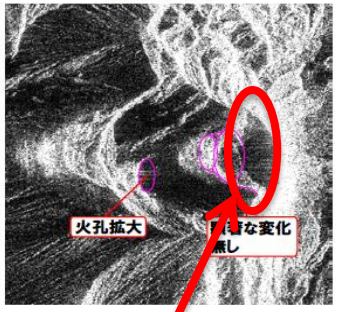
2017/6/12



2017/11/13



2018/6/11



この部分に対応だが
影で見えない

サブテーマ2：リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発　（1）

火山観測のためのリモートセンシング技術の開発 → 現地観測困難時には遠隔観測が鍵

	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36	H37
可搬型レーダー干渉計	予備実験	実験機製作	地上設置型・車載型開発			運用機製作	性能評価	ベースデータ取得（平常時の観測）		
	設計・開発フェーズ							実用化フェーズ		
衛星SAR	環境整備	標準的解析手法の検討			解析システム構築（最終年度までに25重点観測火山＋箱根山）					
	設計・開発フェーズ				実用化フェーズ					
					統合的なリモートセンシング観測システム					
小型温度ガス可視化カメラ	3つのカメラ（SPIC）および画像分光前置光学系（ISH）の開発				各カメラを小型化し統合した，地上設置型，車載型装置の開発			車載型を改良した航空機搭載型装置の開発，装置の試験提供		
	スペクトル計測・データベース構築手法の開発				データベース試作			データベース作成・提供		
	設計・開発フェーズ				実用試験フェーズ			実用化フェーズ		

これまでの主たる成果

- ○可搬型レーダー干渉計実験機完成
- ○衛星SAR解析における大気圏誤差軽減手法を決定
- ○非冷却型遠赤外2バンドカメラ（フィルタ分光）開発
- ○冷却型中間赤外3バンドカメラ（フィルタ分光）開発
- ○可視6バンドカメラ（フィルタ分光）、スペクトル推定手法開発

→

噴火切迫性を表面現象より評価する手法の高度化

- ○レーダーによる**地殻変動DB**作成
- ○**地熱、ガス濃度分布**の推定
- ○地表の**形状・岩石種**推定

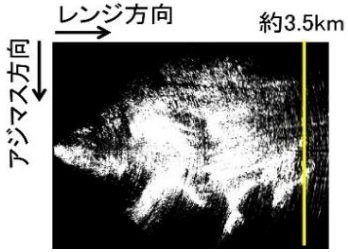
課題B　先端的な火山観測技術の開発

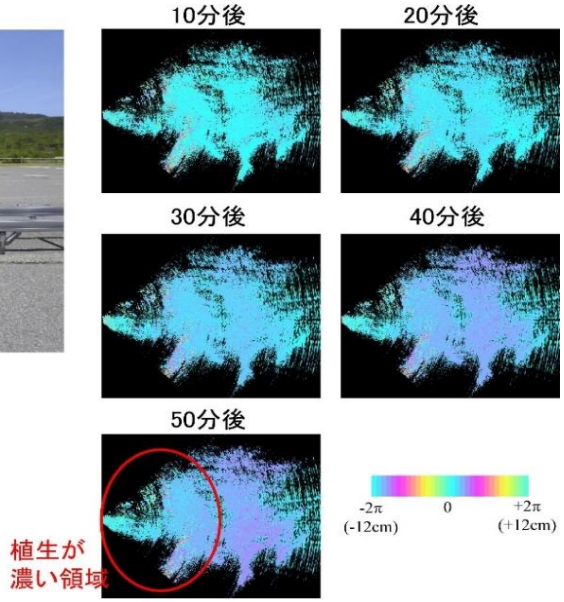
サブテーマ2：リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発（2）

地上からレーダー波を照射して、山体の地殻変動を面的に観測する可搬型レーダー干渉計を開発する。開発終了後には、火山活動活発化時等に機動観測を実施し、検出された地殻変動をデータベースに加える。可搬型レーダー干渉計はH28-34に開発する。H29は開発のベースとなる実験機を作製し、H30は初野外観測の実施と改良、および、観測データから地殻変動情報を求めるソフトウェアの開発を実施。

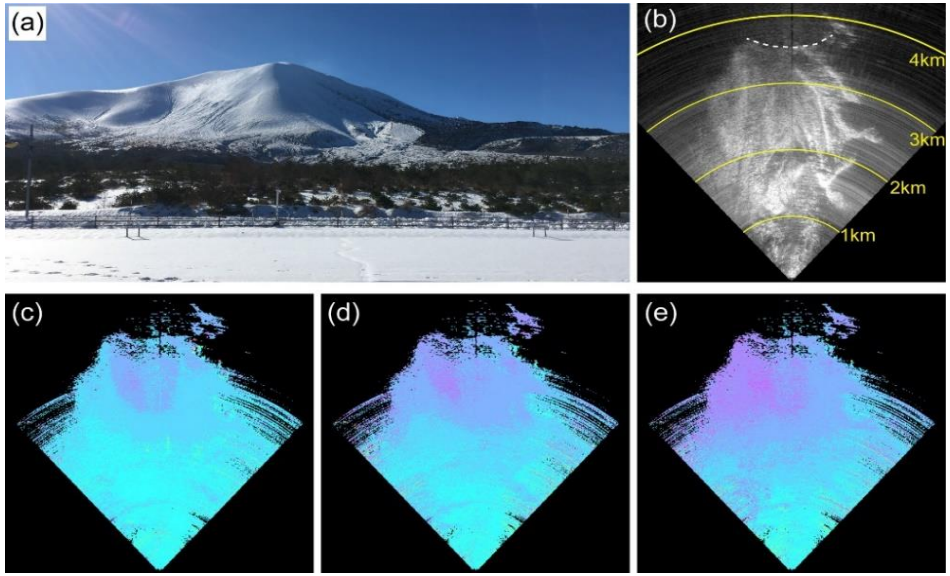
平成30年7月18日野外初観測

浅間山における野外初観測





平成30年12月13日野外観測（ノイズ低減）



システムノイズ低減の改良により、4kmまで観測可能になった。

地上設置方式改良（可搬性向上）の試み（台車に搭載）

車載方式開発のための予備実験

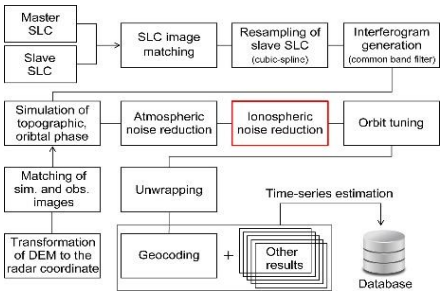
H31年度実施計画

- 可搬型レーダー干渉計の地上設置方式による観測ための仕様決定
- 可搬型レーダー干渉計の車載方式のためのハード、ソフトの開発

サブテーマ2：リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発（3）

電離圏遅延誤差軽減手法の検討（検討中）

データベース作成のための自動解析手法をH28-31で検討する。検討を要するのは、大気遅延誤差軽減、電離圏遅延誤差軽減、時系列化の手法。H30は電離圏遅延誤差軽減手法を検討している。H31は時系列化手法の検討と、２火山に関する事例解析の予定。



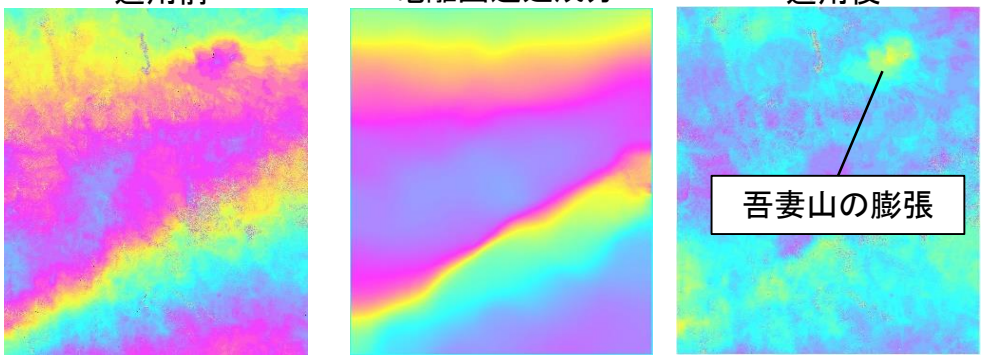
Split-spectrum法

周波数分解したSAR画像から干渉画像を作成し、電離圏遅延の周波数依存性から、その成分を抽出する。

- 自動解析に適しているか？
- 周波数分解やフィルター等のパラメターの設定
- 従来の長波長成分を除去する方法と比較

適用事例（吾妻山、PALSAR-2, 2014/9/9-2015/8/11, UT 14:31）

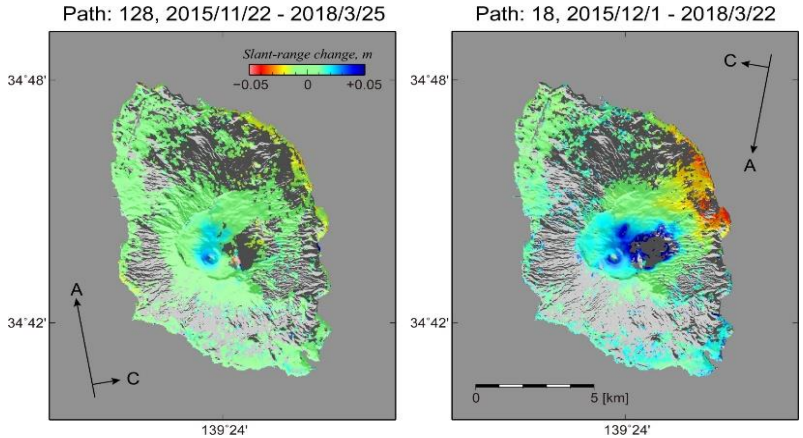
適用前　　電離圏遅延成分　　適用後



干渉性が良く、大部分が陸域の画像については、精度良くSplit-spectrum法を適用できるが、そうでなければ従来の長波長成分を除去する方法のほうが良いかもしれない（検討中）。

事例解析１：伊豆大島（解析中）

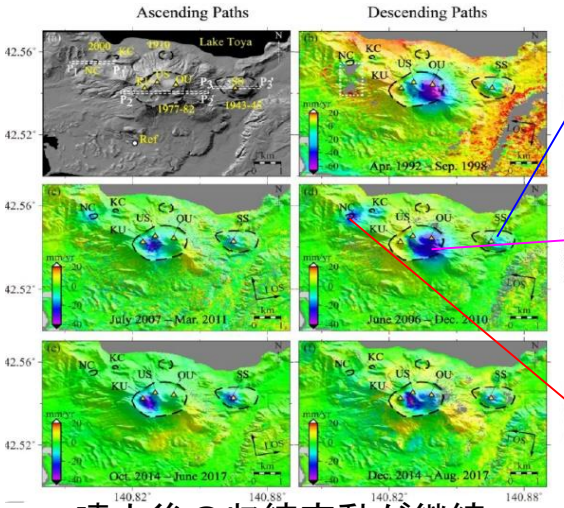
PALSAR-2から求めた伊豆大島の地殻変動

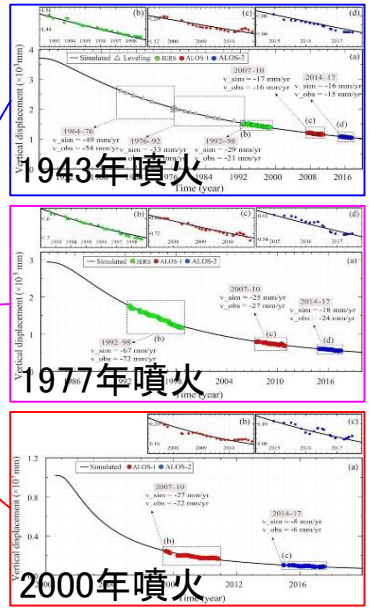


海域を多く含む画像に関する自動解析の方法を検討

事例解析２：有珠山（解析中）

PALSAR-2, PALSAR, JERS-1から求めた有珠山周辺の地殻変動





噴火後の収縮変動が継続

課題B　先端的な火山観測技術の開発

サブテーマ2：リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発（4）

H30年度実施内容

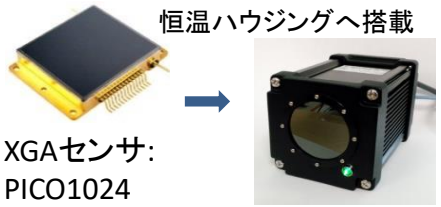
SPIC:小型温度ガス可視化カメラの総称

計画：a. SPIC-UC，SPIC-C，ISH，SPIC-SSの開発（SPIC-UC:非冷却型赤外カメラ，SPIC-C：冷却型赤外カメラ，SPIC-SS:スペクトル・構造推定型カメラ，ISH:画像分光前置光学系）

・計画通りに進捗
・H31年度に各カメラ，装置を統合しSPICプロトタイプを製作.

SPIC-UCの開発

LWIR波長域（8-14μm）非冷却型XGAカメラ設計完了，製作中.



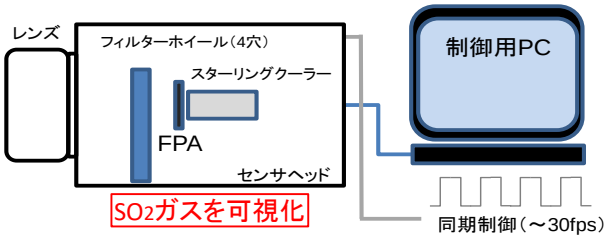
XGAセンサ:
PICO1024

Specification	Value
Format	1024 x 768
Pixel pitch	17um x 17um
Spectral responese	8um – 14um
Operating Temperature	-40～85℃
NETD	<50mK(300K,F/1)
Operability	99.7%

SPICの赤外カメラで最高空間分解能を実現

SPIC-Cの開発

LWIR波長域（7.7-9.3μm）冷却型カメラ設計完了，製作中.

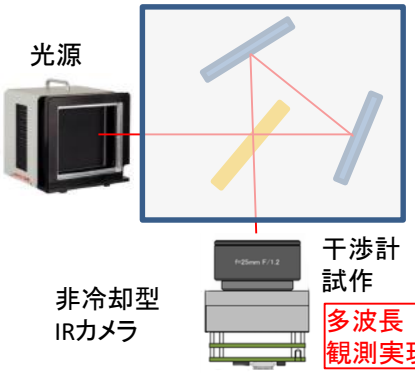


SO2ガスを可視化

干渉フィルター内蔵型
BPF1　LP-8110nm
BPF2　BBP-8645-550nm
BPF3　LP-8650nm

ISHの開発

非冷却型赤外FPAと干渉分光方式試験機設計完了，製作中.

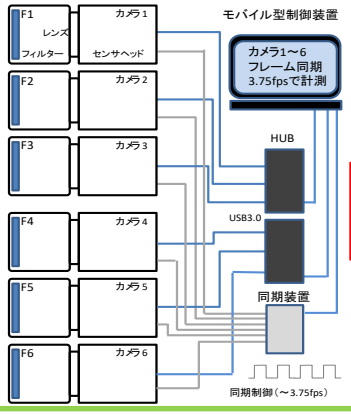


多波長
観測実現

ISH評価用ブレッドボードモデル

SPIC-SSの開発

モバイル型可視波長域6バンドカメラ制御系設計完了，紫外域（300-400nm）カメラ製作中.



可搬型
実現

紫外
スペクトル
計測実現

計画：b. スペクトル推定用データベース構築のためのスペクトル計測

計画通り，スペクトル計測，推定手法開発中.

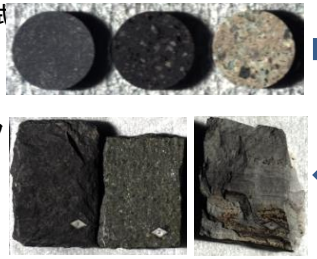
整備した画像分光装置を用い，火成岩の岩石スペクトルの計測手法の検討と計測を実施中.

可視画像分光装置による火成岩の可視相対反射率分布の計測.
1画素（Φ300um）,376波長で計測.

玄武岩　安山岩　流紋岩

整形試料

バルク試料



測定した分光画像
R/G/B=635/551/471nm

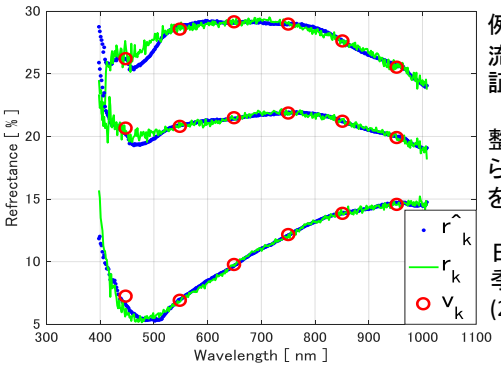
マルチバンド情報：　○ v_k
参照スペクトル情報：　— r_k
推定参照スペクトル：　・ $\hat{r}_k$

$G=RV^T(VV^T)^{-1}$

推定値⇒　$\hat{r}_k=Gv_k$

R: 参照スペクトル行列

V: マルチバンドスペクトル行列



例）
流紋岩試料の検証実験結果

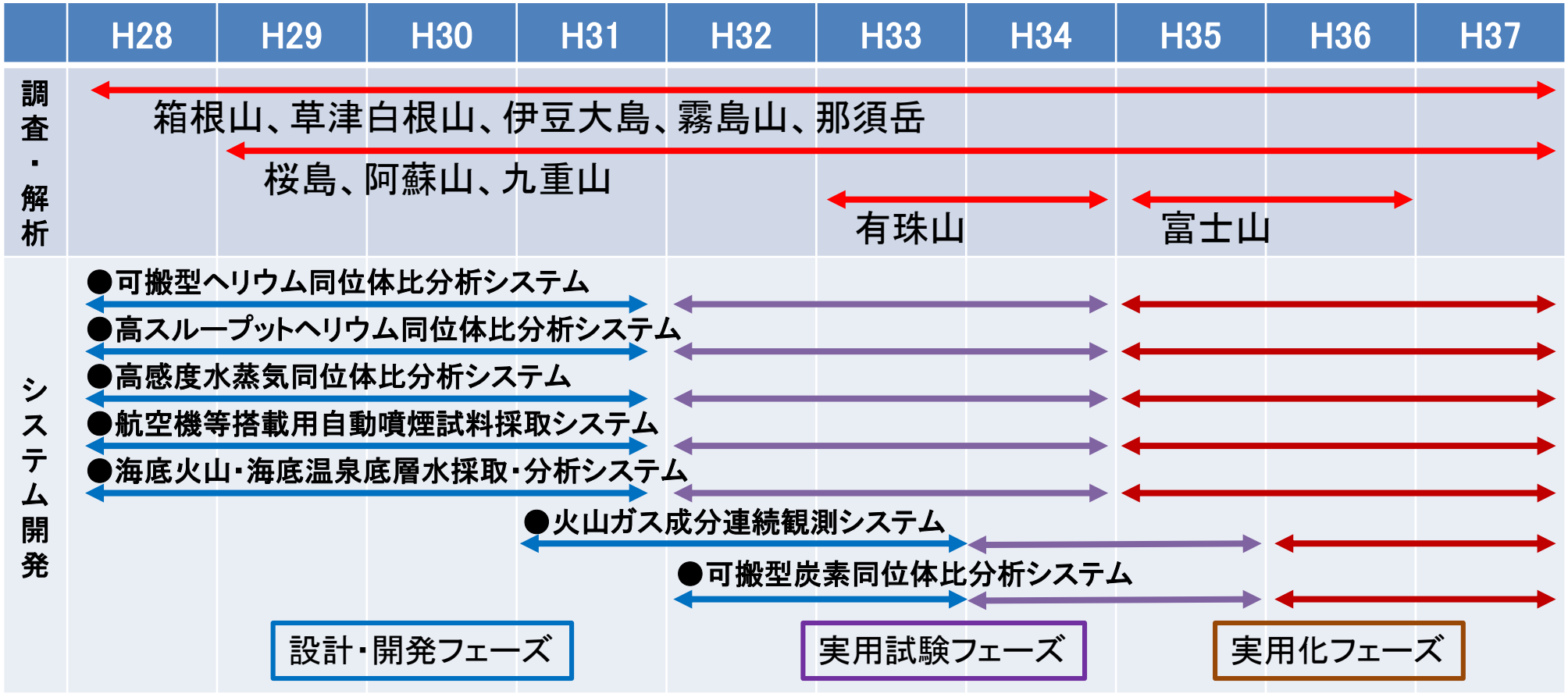
整形試料のGからバルク試料のrを推定

日本火山学会秋季大会
(2018.9.26)

（実験結果）整形試料から求めたGを使い，バルク試料の6バンドのvkから376バンドのrkが推定可能.

サブテーマ3：地球化学的観測技術の開発（1）

火山ガスの地球化学的観測による噴火切迫性評価（火山噴火予測）手法の開発
これまでの主たる成果：　火山ガス組成・同位体比に基づく活動度評価の高度化



これまでの主たる成果

- ○火山活動に対応した化学組成・同位体比変動の検出
- ○噴煙試料を用いた噴気孔同位体比の決定
- ○火口湖底層への溶存ガス成分供給の検出

➡

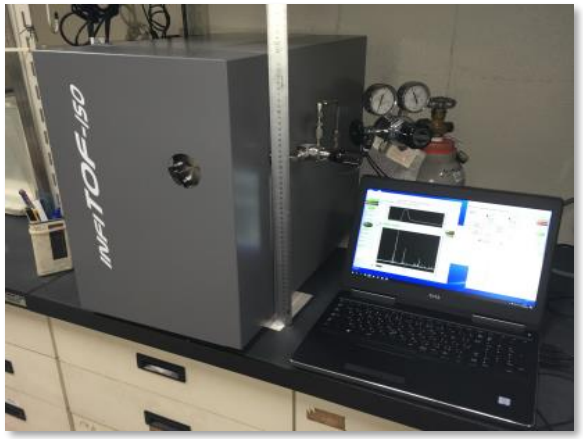
火山ガス組成・同位体比に基づく活動度評価の高度化

- ○マグマ成分の寄与率の変動
- ○安全な場所での高精度観測

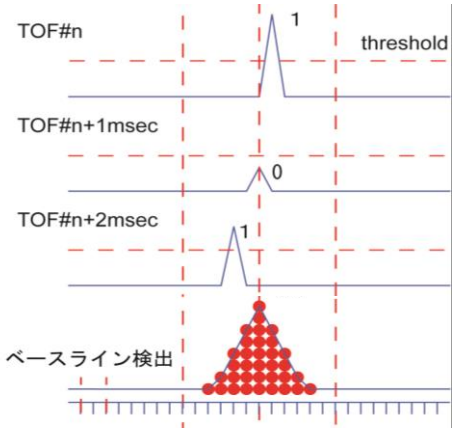
サブテーマ3：地球化学的観測技術の開発（2）

可搬型ヘリウム同位体比分析システムの開発（*東大*）

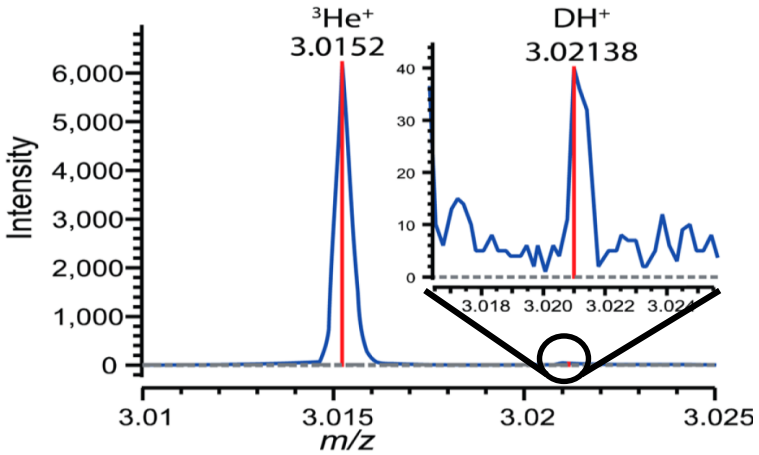
❑ 可搬型質量分析計への^{3}He用パルスカウント検出器の導入



可搬型質量分析計“infiTOF”
（36 × 63 × 54 cm, 48 kg）



高速デジタルADC回路による
シグナル識別

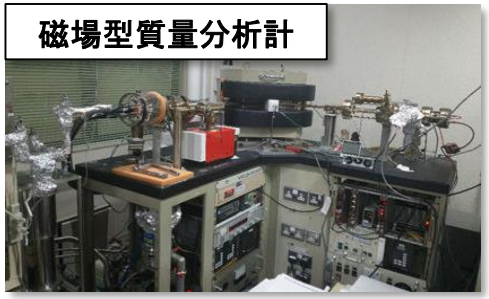


妨害成分（HD）と完全に分離した
^{3}Heの検出（同型の試作機によるデータ）

- 質量分解能（$m/\Delta m$）=6,000　>> 600（^{3}Heと妨害成分の識別に必要な分解能）
- 現行の磁場型質量分析計は2 x 2x 1 m, 900 kg で質量分解能600

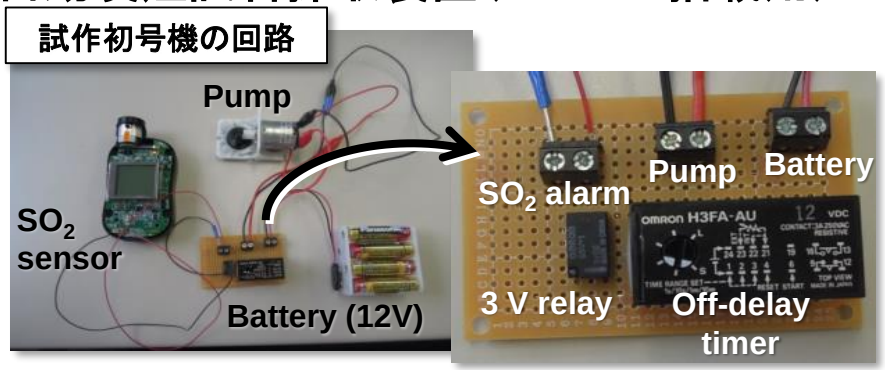
→He中1/10^6～1/10^{5}しかない極微量の^{3}Heを、可搬型装置で始めて検出。

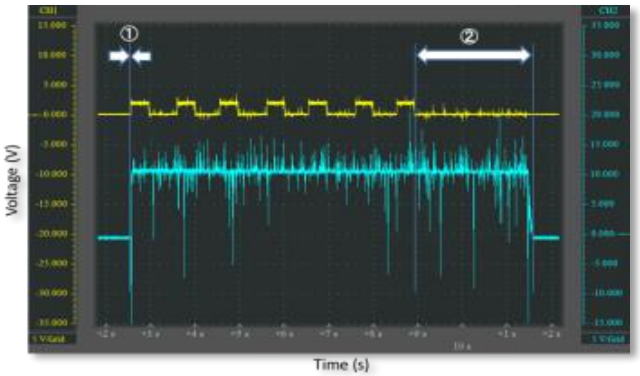
磁場型質量分析計



自動噴煙試料採取装置（ドローン搭載用）の開発（*名古屋大*）

試作初号機の回路





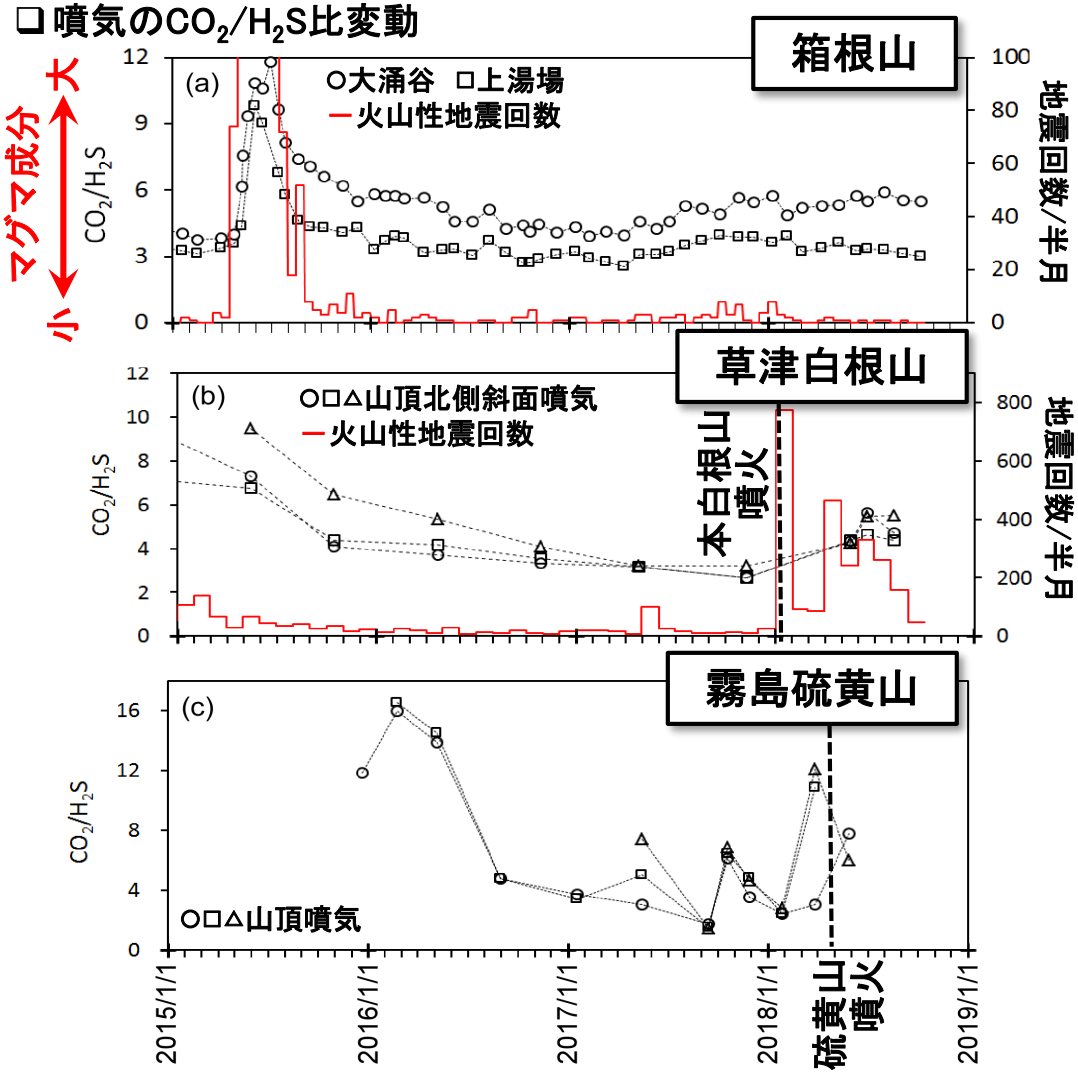
- SO_2検出・アラーム鳴動の出力信号発生（黄色）時にポンプへ電力供給（水色）・ガス採取

→火山ガス成分に最も富む噴煙を自動で採取

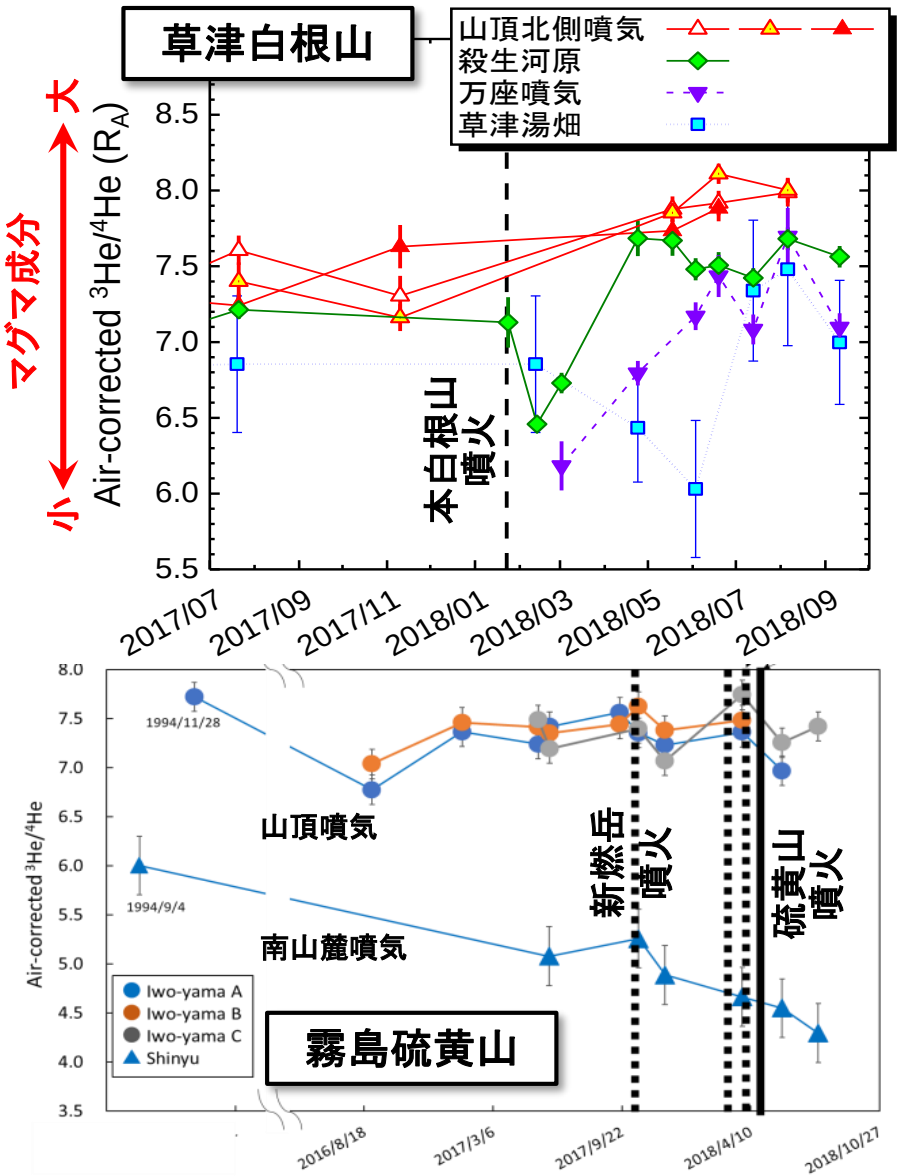
サブテーマ3：地球化学的観測技術の開発（3）

火山活動に対応した化学組成・同位体比変動の検出（*東海大・東大・気象研*）

❑ 噴気のCO_2/H_2S比変動



❑ 噴気・温泉ガスの$^3He/^4He$比変動



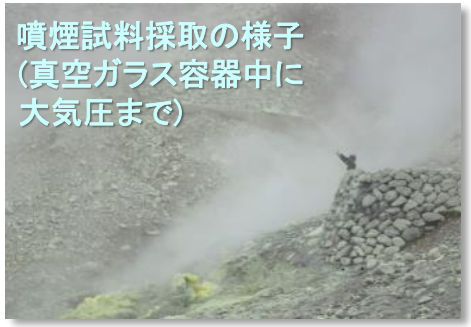
- 活発化（地震の増加・噴火）に対応してCO_2/H_2S比は上昇。
- $^3He/^4He$比は噴火後に下降、その後上昇。

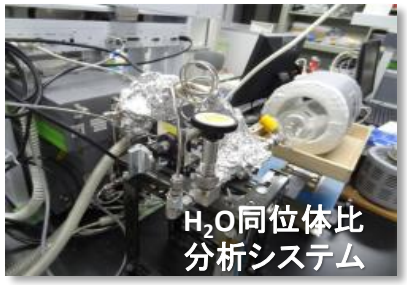
→マグマ起源ガスの蓄積を反映？

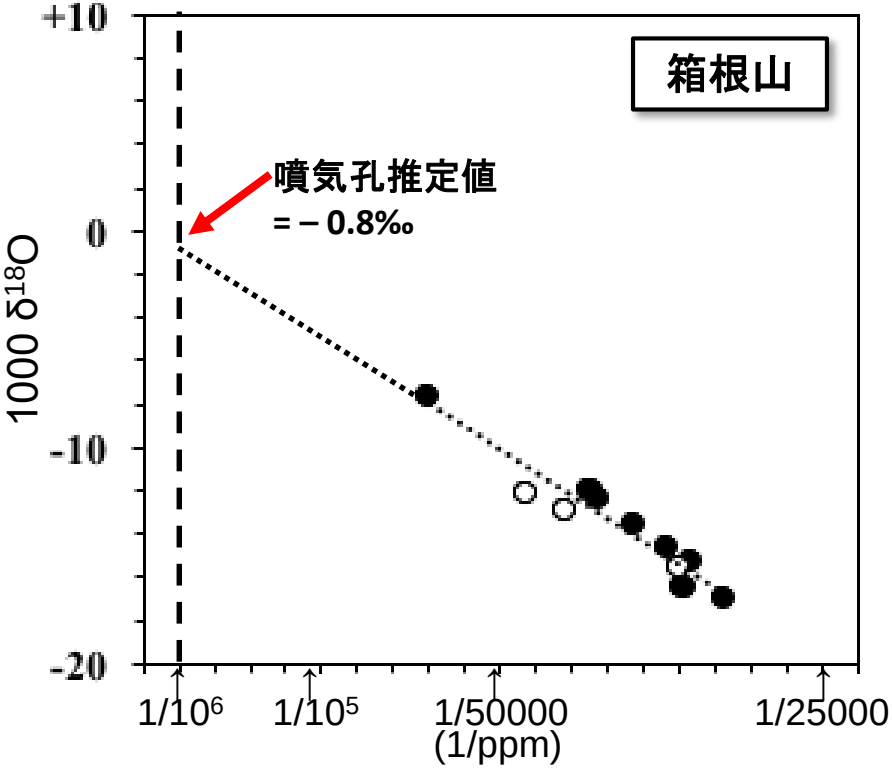
サブテーマ3：地球化学的観測技術の開発（4）

噴煙試料を用いた噴気孔同位体比の決定（*名古屋大・東大*）

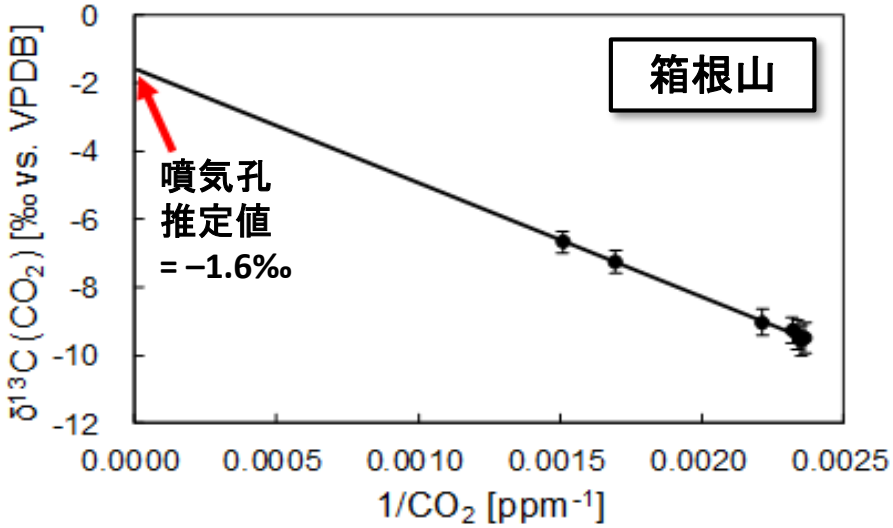
❑ 噴煙中水蒸気濃度と水素・酸素同位体比







❑ 噴煙中二酸化炭素濃度と炭素同位体比



- 噴気孔から離れて採取した噴煙試料を用いて、大気からのH_2OやCO_2の混入を補正した同位体比を決定。
- 7火山で、噴気孔で直接採取した試料と調和的。

→活動が活発化しても（比較的）安全に観測が可能。

火口の底層への溶存ガス成分供給の検出（*東大*）

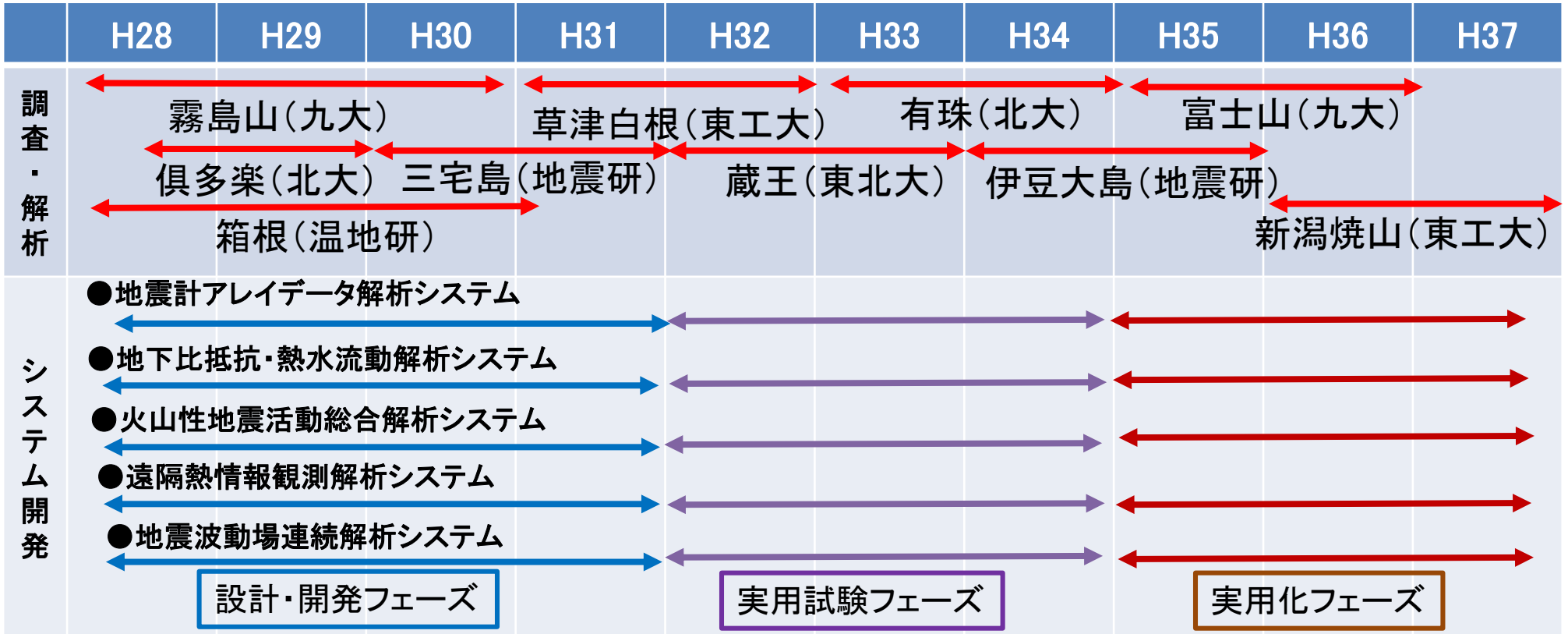
火口湖（鰻池）	$^3He/^4He$ (R_a)
底層（水深 57 m）	0.87 ± 0.04
表層（水深 1m）	1.05 ± 0.04
陸上噴気（99.4℃）	1.12 ± 0.05

- 陸上噴気とは異なる、**溶存ガス成分の底部からの供給を検出。**

課題B　先端的な火山観測技術の開発

サブテーマ4：火山内部構造・状態把握技術の開発　（1）

噴火切迫性評価（火山噴火予測）手法の開発　→　噴火切迫性の高い火山での機動観測が鍵
これまでの主たる成果：　水蒸気噴火発生場（噴火ポテンシャル評価）手法の高度化



これまでの主たる成果

- ○霧島えびの高原で比抵抗，地震活動，地盤変動源の関係の解明
- ○倶多楽での広域比抵抗構造の解明，熱水流動シミュレーション
- ○箱根火山での地震波速度構造

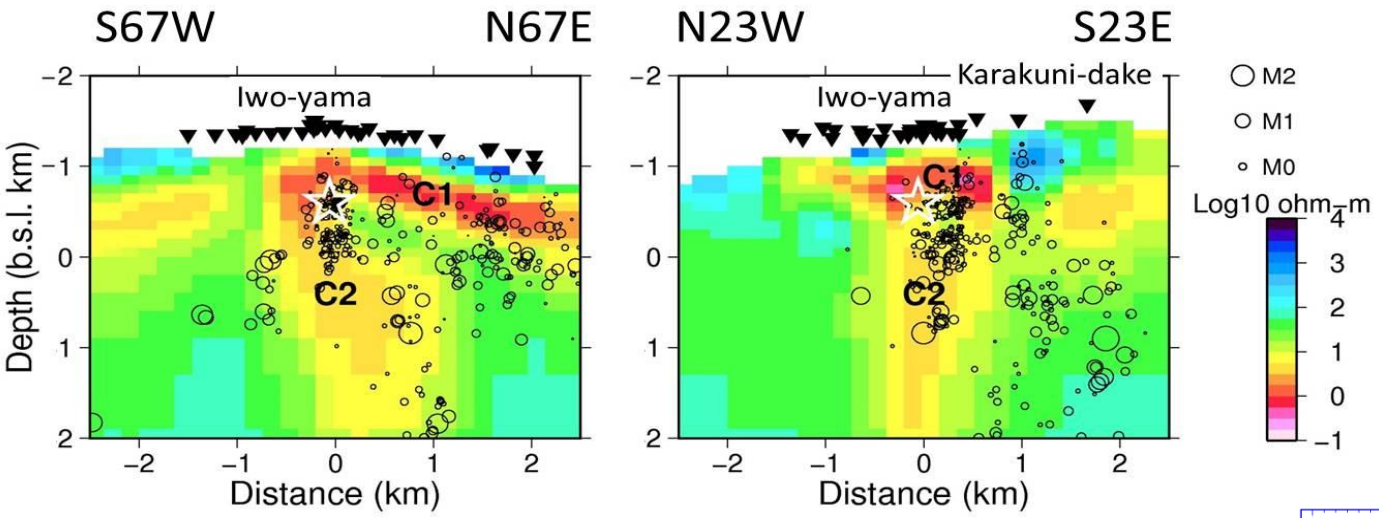
→

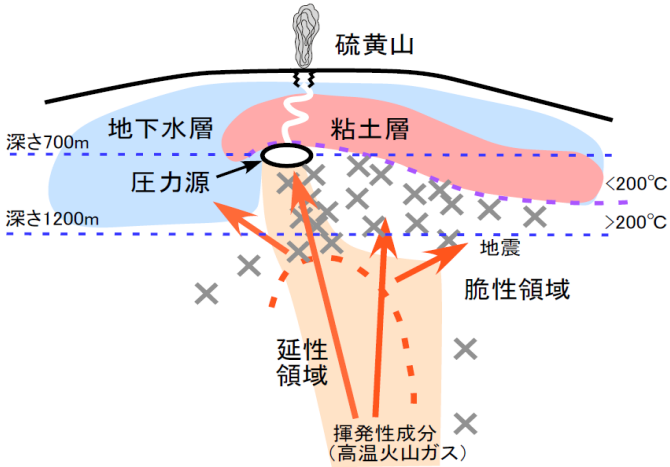
水蒸気噴火切迫性評価の高度化

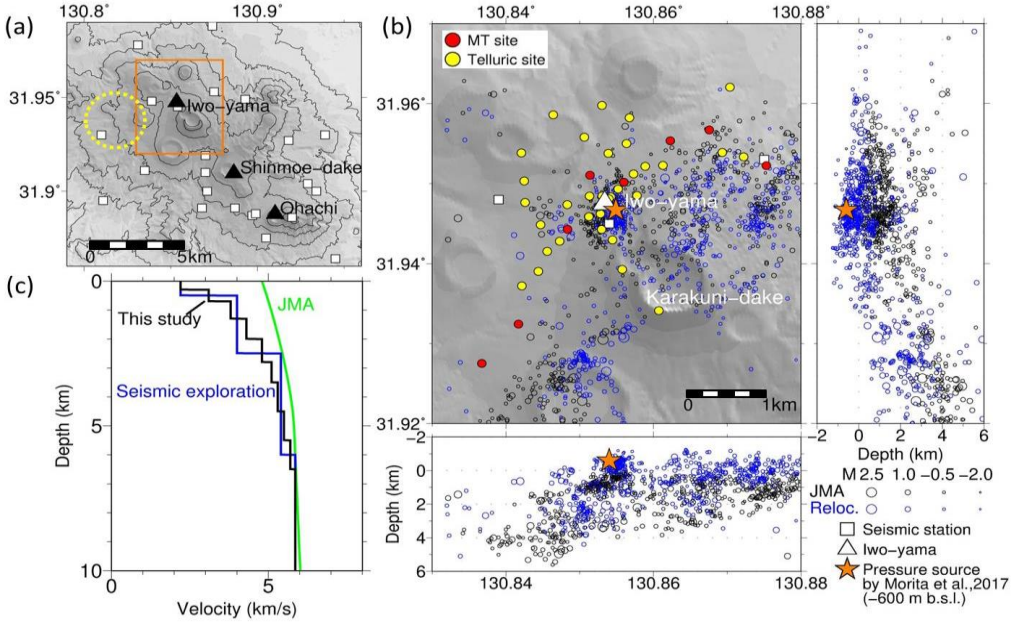
- ○浅部不透水層のある場所
- ○地震活動と地盤変動源
- ○熱水活動特有の地震波形

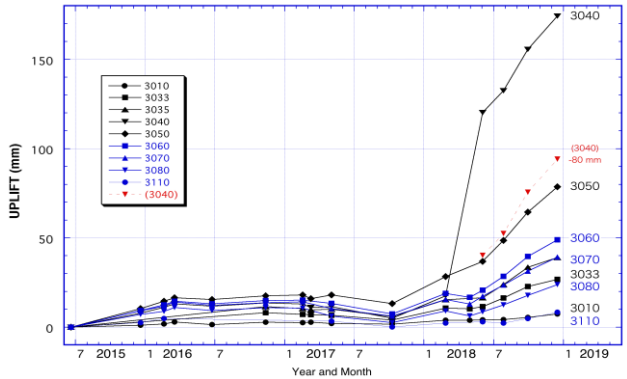
サブテーマ4：火山内部構造・状態把握技術の開発　（2）

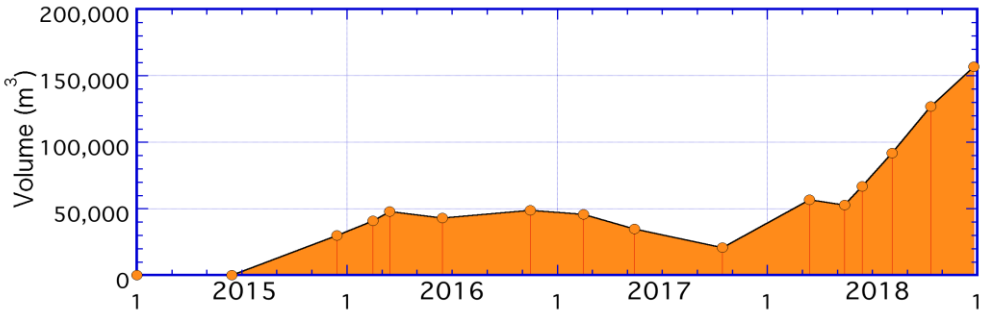
霧島山（えびの高原）の比抵抗構造，地震活動，膨張源





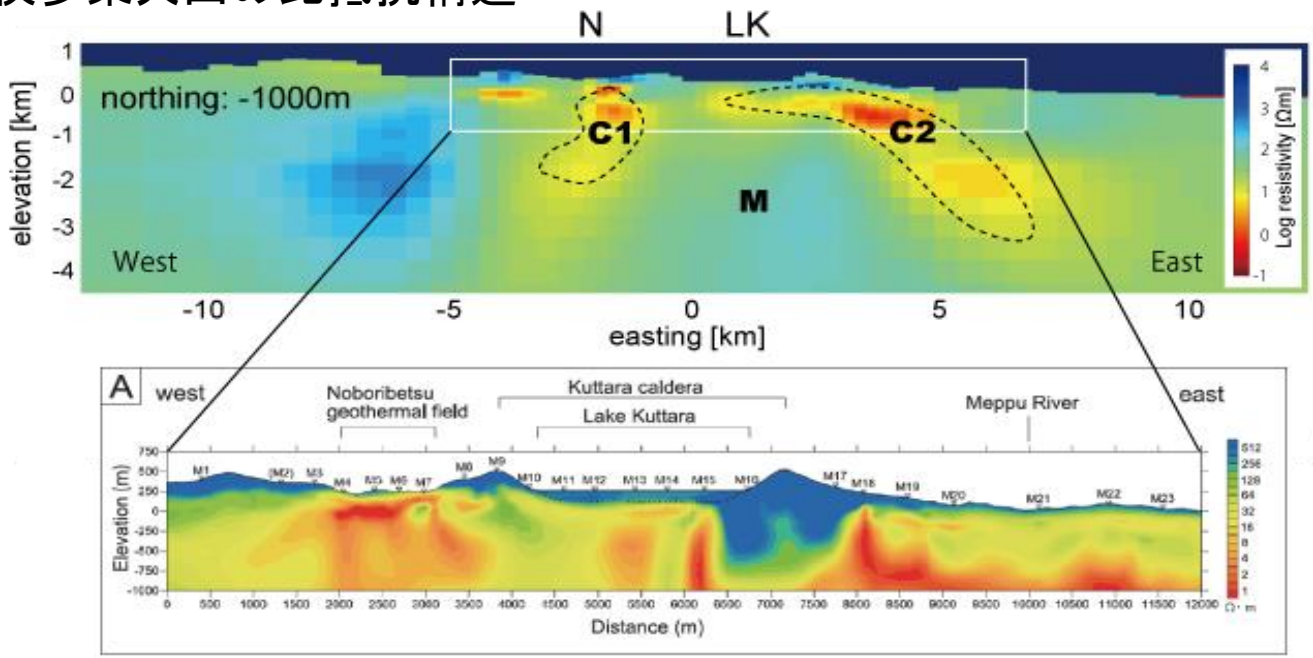




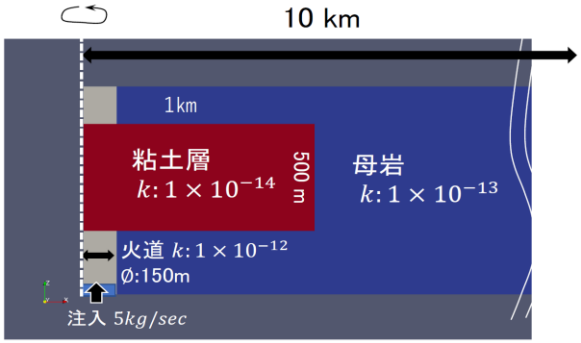


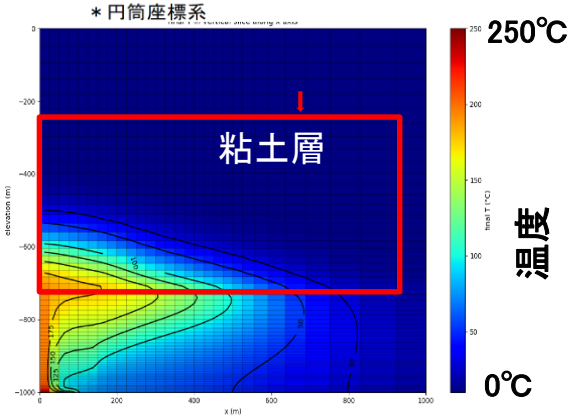
サブテーマ4：火山内部構造・状態把握技術の開発　（3）

倶多楽火山の比抵抗構造



地下比抵抗・熱水流動解析システム



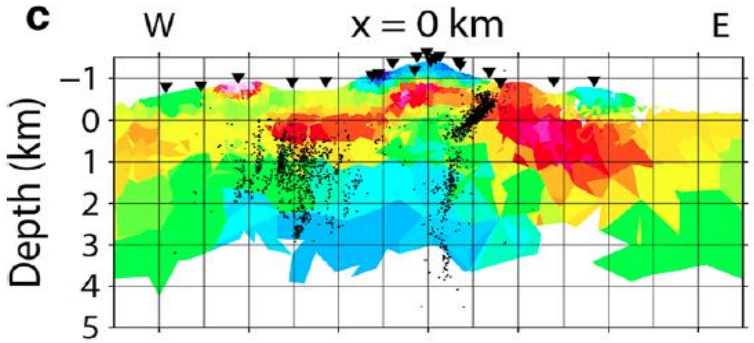


水蒸気噴火を引き起こす場で見られる共通の特徴

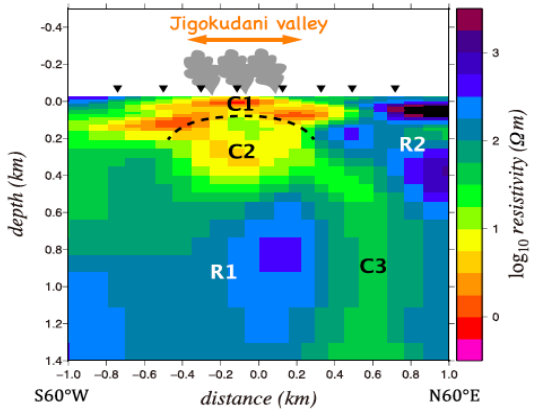
浅部低比抵抗域：不透水層
熱水の蓄積
　地盤変動
　地震活動の活発化

シミュレーションによる定量的モデル

箱根山 Yoshimura et al. (2018)

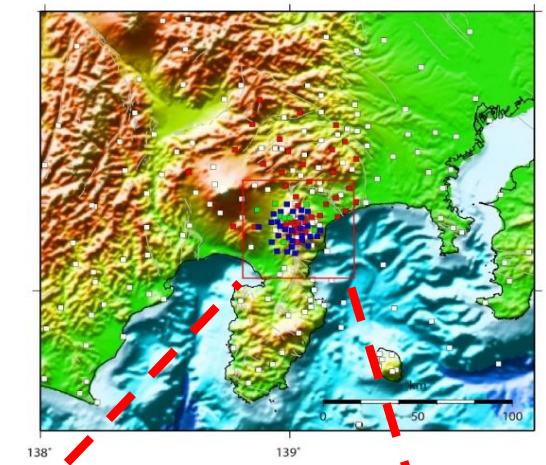


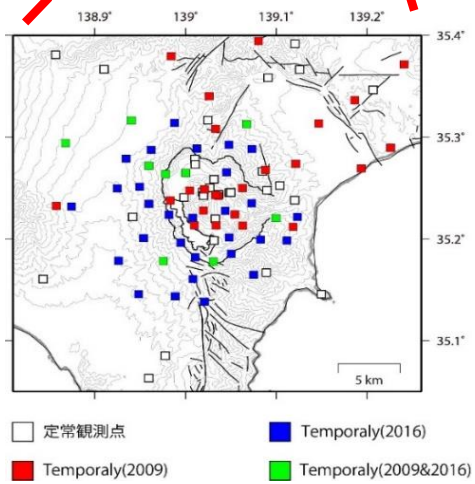
立山地獄谷 Seki et al. (2015)

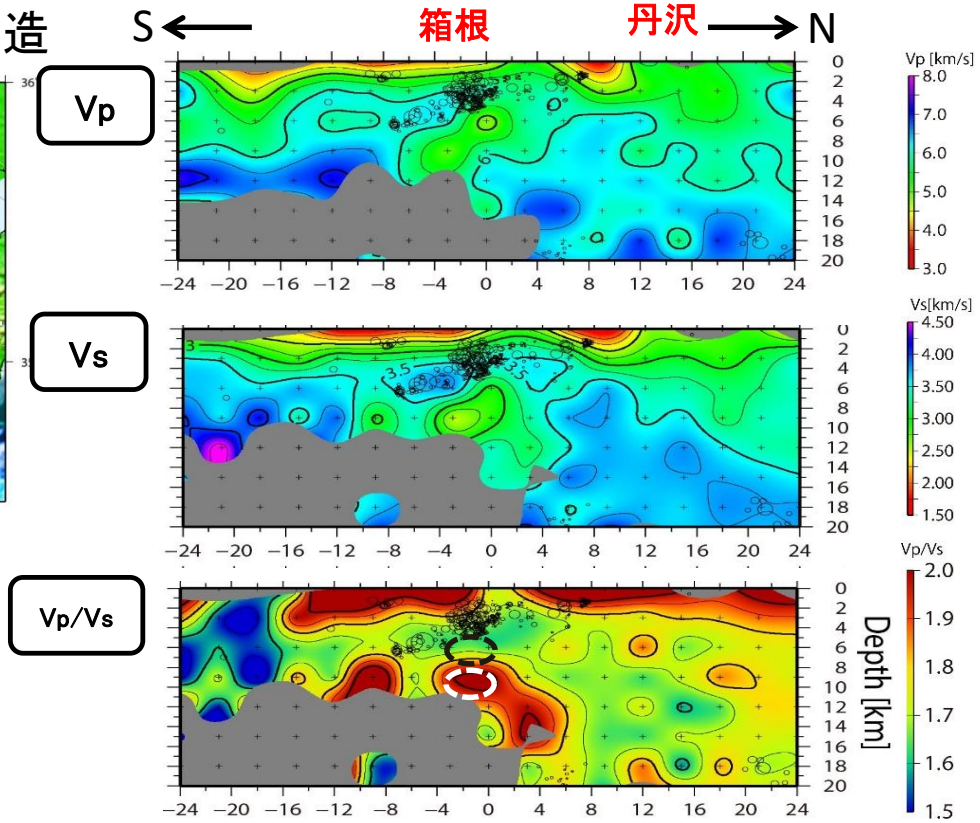


サブテーマ4：火山内部構造・状態把握技術の開発　（4）

箱根火山の地震波速度構造







マグマ溜まりと熱水の関係

Takei(2002)のモデルを仮定すると

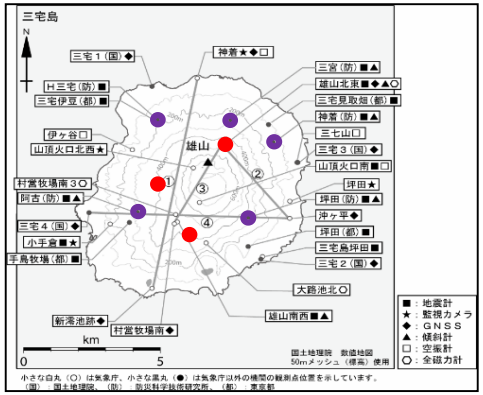
深さ　9km（圧力源の直上）

- ✓ α=0.01-0.02の水 or Melt

深さ　6km（地震活動の下限）

- ✓ Meltでは説明できず、水or gasで解釈可能
- ✓ 水の場合α=0.15程度（平衡モデルが成り立つ）
- ✓ α=0.15の場合の体積分率(φ)は17%程度

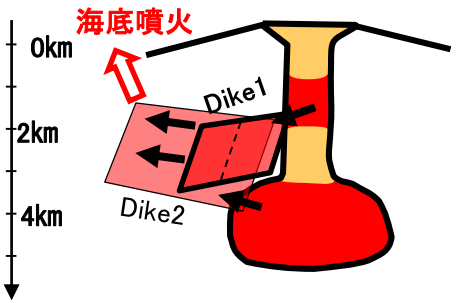
三宅島（H30年度）



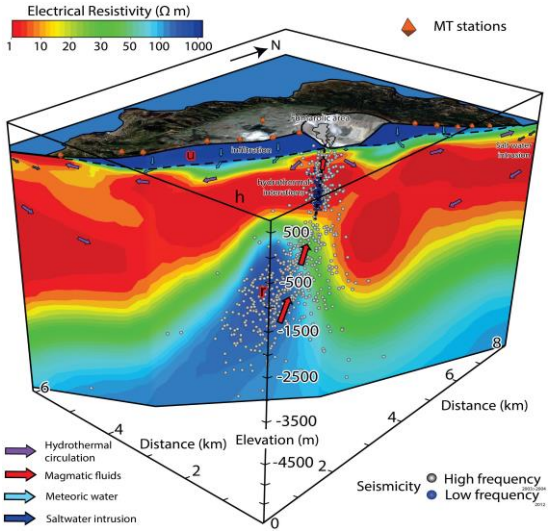
● 新設広帯域地震計

● 既設広帯域地震計

既存データによる比抵抗構造



2000年噴火概念図



サブテーマ4：火山内部構造・状態把握技術の開発　（5）

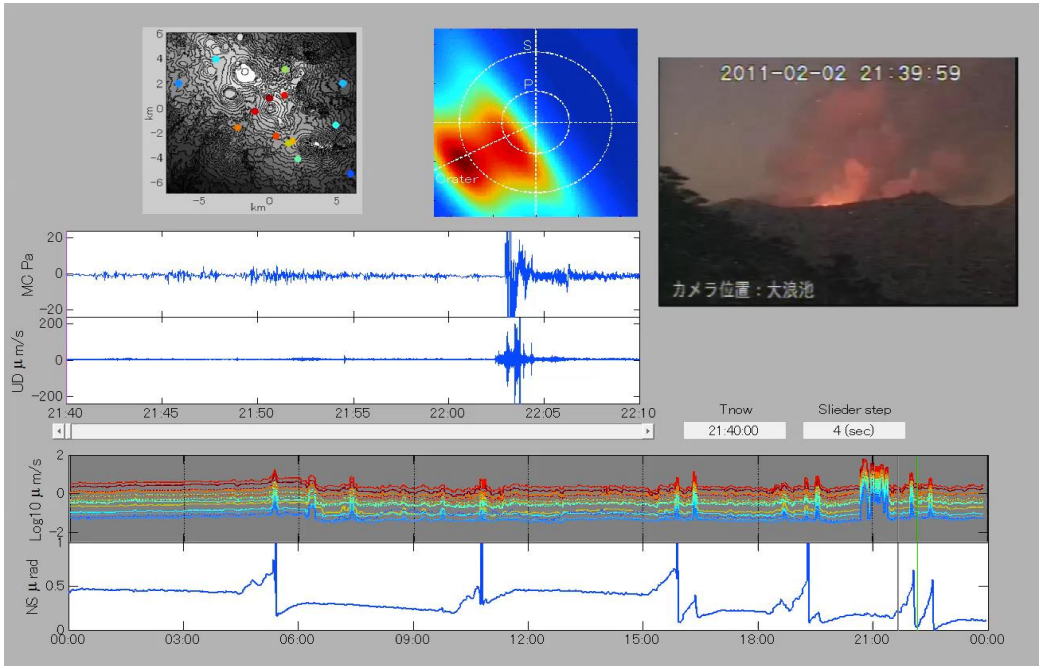
噴火切迫度評価に有用なツールの開発

○地震計アレイデータ解析システム

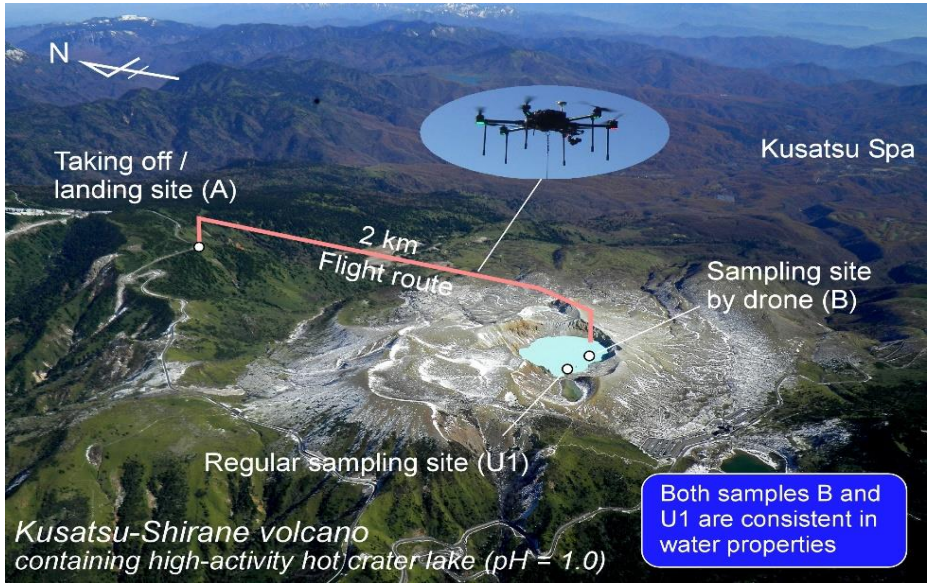
→　プロトタイプの完成

→　表示システムの共通化の構想

　地震計アレイデータによる波動源の推定と他のデータ（例：映像）の同時表示



○遠隔熱情報観測システム



主としてドローンに登載する機器・用具の製作

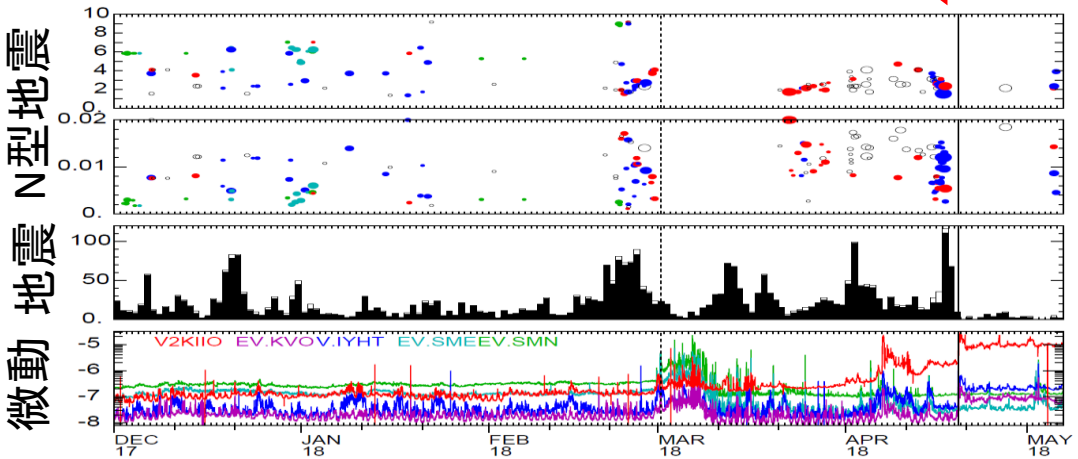
遠隔自立飛行による火山湖水の採取に成功

○火山性地震活動総合解析システム

水蒸気噴火前　N型地震が多発

⇒　N型地震の自動検出

硫黄山水蒸気噴火



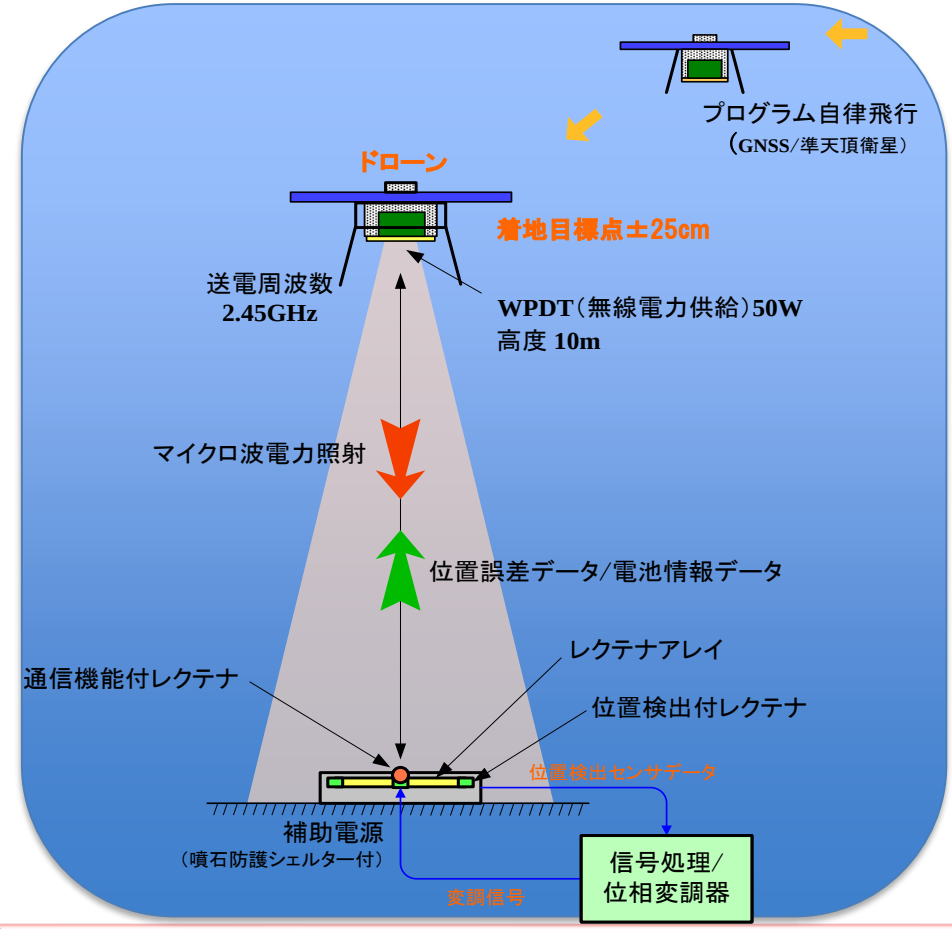
課題B2-1：空中マイクロ波送電技術を用いた火山観測・監視装置の開発

資料2-3

課題 A：各種観測データの一元化	
課題責任機関	防災科学技術研究所
課題 B：先端的な火山観測技術の開発	
課題責任機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	北海道大学
参加機関	東北大学
参加機関	東京工業大学
参加機関	名古屋大学
参加機関	神戸大学
参加機関	九州大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	東海大学
参加機関	神奈川県温泉地学研究所
課題 B2-1：空中マイクロ波送電技術を用いた火山観測・監視装置の開発	
課題責任機関	九州大学
課題 B2-2：位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発	
課題責任機関	秋田大学 → 京都大学
共同実施機関	白山工業株式会社

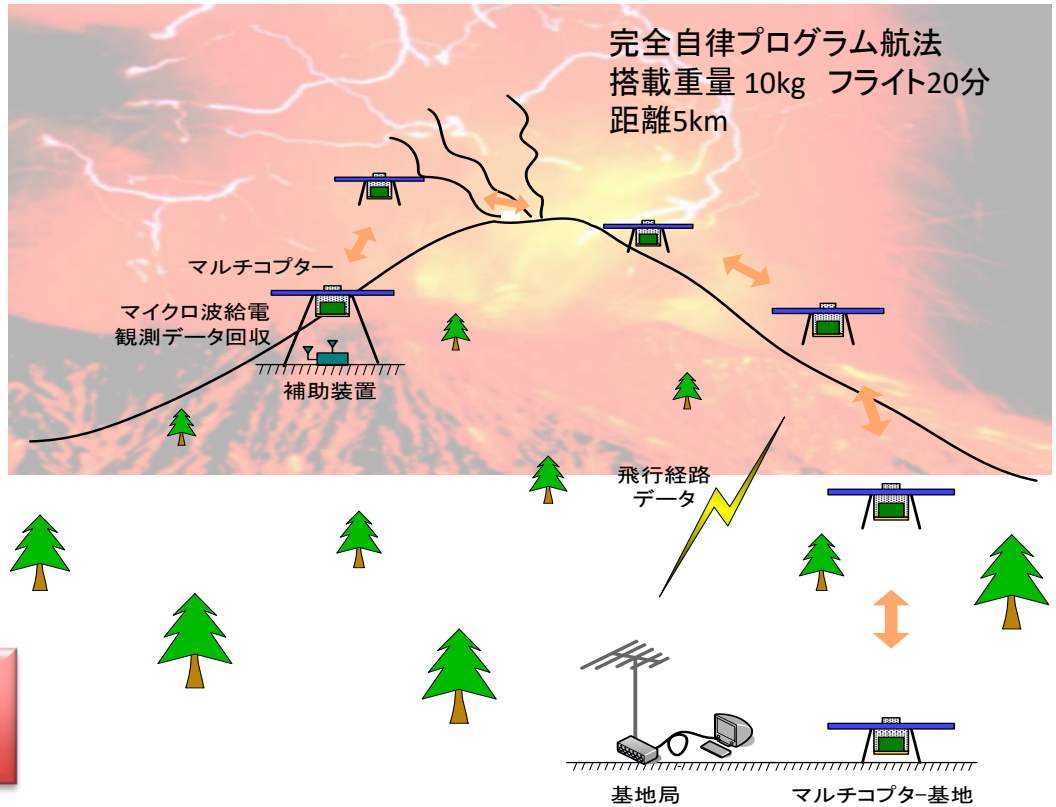
課題 C：火山噴火の予測技術の開発	
課題責任機関	北海道大学
共同実施機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	東北大学
参加機関	秋田大学
参加機関	山形大学
参加機関	茨城大学
参加機関	静岡大学
参加機関	熊本大学
参加機関	早稲田大学
参加機関	日本大学
参加機関	常葉大学
参加機関	産業技術総合研究所
課題 D：火山災害対策技術の開発	
課題責任機関	防災科学技術研究所
共同実施機関	アジア航測株式会社
共同実施機関	京都大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	山梨県富士山科学研究所
参加機関	株式会社大林組

開発コンセプト



ソーラパネル等が噴火で破損した場合でも，噴火時の貴重なデータを安全に回収する.

近年急速に技術革新が著しい無人航空機（ドローン）技術と，実用化に向けて着々と実験が進んでいるマイクロ波送電技術を組み合わせて，活火山の等の到達不可能地域における観測・監視装置への給電・データ回収を効率的に行う（効率目標 10%）



成果目標と研究計画

	28年度	29年度	30年度	31年度 中間評価	32年度	33年度	34年度 中間評価	35年度	36年度	37年度 事後評価
成果目標・達成目標				送電効率10%を超える試作機を完成			屋外で長期間の設置観測に耐えることができる運用機を完成			活火山における地震観測・地殻変動観測を継続的に実施
年次計画	開発実験 問題洗い出し	地震・地殻変動観測装置 試作機の開発 設計・試作 データ回収実験（屋内）（屋外） マイクロ波送電・受電装置 試作機の開発 アンテナ設計・試作 室内実験 送受電実験（地上）（上空） 高効率化（5.8GHz） 無人航空機の自律航法 精度検証、実験 ビーコン誘導装置開発，「みちびき」の実装			運用機の開発 耐久試験 運用実験（地上）		データ回収実験（上空）	・運用機による観測 ・マイクロ波送電及びデータ回収（年4回程度） ・機器改良 火山地帯における運用実験、改良		

平成30(2019)年度実施事項

- マイクロ波送受電アンテナの効率改良作業（4月～）実験（8月・11月・2月・3月）
- 屋外実験のための免許申請（7月～　）
- マイクロ波送電(2.45GHz)の干渉実験（6月）

  ●GNSS測位には影響はない.

  ●無線LANには想定以上に干渉大. 送電とデータ回収の並行作業不可.
- 地上観測装置の改良（10月～） GNSSデータ位相データの蓄積
- UAVの飛行精度の向上

  ●みちびき導入　UAVメーカーにて検討中. みちびきサービスインの遅延あり

  ●ビーコン誘導　誘導信号を地上装置から出して精度の高いホバリング
- ~~屋外実験　2019年2月末に桜島黒神地区で実施~~

  ●無線免許がおりず，大型暗室内での飛翔実験に切り替え

無人航空機の飛行精度の向上（2019年2月，3月実験）

現在の飛行誘導装置

GNSS（精度1～2m）+ 気圧高度計(精度約 3m ）
ホバリング給電は，少なくても高度3m以上

準天頂衛星「みちびき」のセンチメータ級測位補強サービスの自律航法への導入

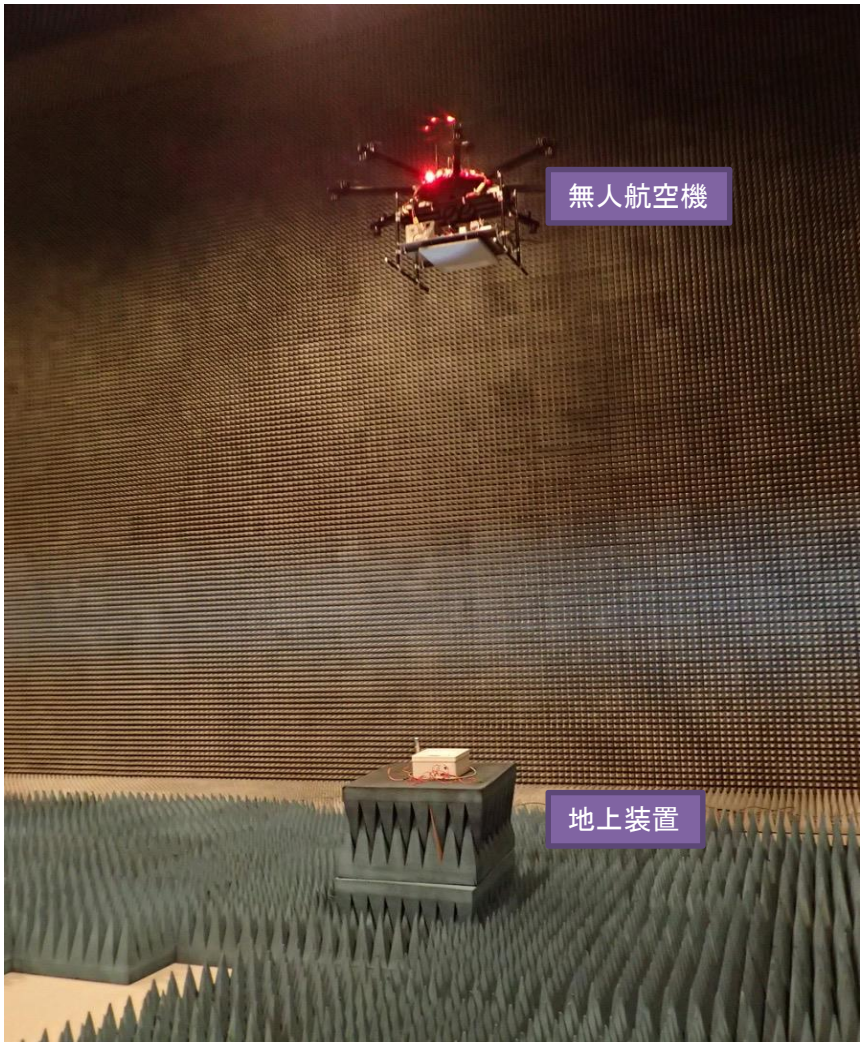
水平5cmの精度が期待される．→サービスインが7月遅れたため，現在UAVメーカー内で評価中．

無人航空機誘導装置の開発

ドローン位置検出装置：パイロットマイクロ波（ビーコン）を受信し，その位相差から，送信アンテナの位置を検出する

通信機能付きレクテナ：バックスキャッタリング通信で上空の無人航空機に位置ずれを送信する．

高度1mでのホバリング給電も可能となる



H31（2019年度）実施計画

●**マイクロ波送電の効率化**
現時点で9.8～9.9%の伝送効率

➢ **送受信アンテナのフラットビーム化**
5.8GHzのアンテナの設計　→製作・試験

➢ **無人航空機の自律プログラム飛行精度の向上**
(ビーコン誘導装置・「みちびき」の導入
低高度でのマイクロ波給電が可能

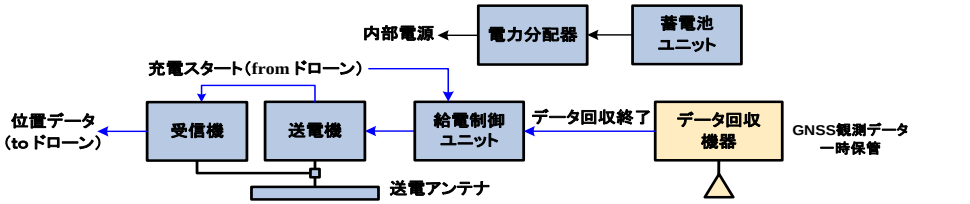
マイクロ波送受電効率 10%クリア

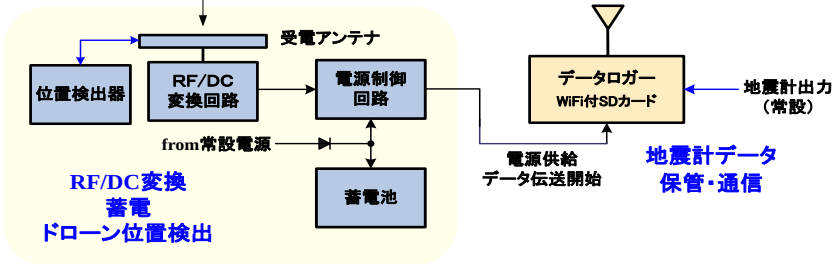
●**地上観測装置の運用機の開発**
試作機を使って屋外長期観測や無人航空機による
データ回収実験を行い，運用機の開発に資する

空間電力伝達率

送電距離(m)	送電電力(W)	受電電力(W)	空間電力伝達率
3	57.3	12.2	0.213
1.2	57.6	26.2	0.455
1	51.2	30	0.586

【補助火山観測システム/UAV搭載機器】





【補助火山観測システム/地上配置機器】

課題B2-2：位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発

資料2-4

課題 A：各種観測データの一元化	
課題責任機関	防災科学技術研究所
課題 B：先端的な火山観測技術の開発	
課題責任機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	北海道大学
参加機関	東北大学
参加機関	東京工業大学
参加機関	名古屋大学
参加機関	神戸大学
参加機関	九州大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	東海大学
参加機関	神奈川県温泉地学研究所
課題 B2-1：空中マイクロ波送電技術を用いた火山観測・監視装置の開発	
課題責任機関	九州大学
課題 B2-2：位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発	
課題責任機関	秋田大学 → 京都大学
共同実施機関	白山工業株式会社

課題 C：火山噴火の予測技術の開発	
課題責任機関	北海道大学
共同実施機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	東北大学
参加機関	秋田大学
参加機関	山形大学
参加機関	茨城大学
参加機関	静岡大学
参加機関	熊本大学
参加機関	早稲田大学
参加機関	日本大学
参加機関	常葉大学
参加機関	産業技術総合研究所
課題 D：火山災害対策技術の開発	
課題責任機関	防災科学技術研究所
共同実施機関	アジア航測株式会社
共同実施機関	京都大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	山梨県富士山科学研究所
参加機関	株式会社大林組

位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発

常時観測実施機関への**実用機**提案
研究観測実施機関への**実用機**提案

火山防災・火山研究への貢献

多項目化
超ヘビーデューティ化
孔中観測対応
海底観測点対応
等

本計画

- **多点多成分対応化と検証**
- **耐環境性の検証**
- **長期安定化と検証**
- **汎用部品化と検証**

開発・改良 ⇄ 活火山における火山観測試験運用

光システムの特性

- 光学的センサー
- 光ファイバ伝送
- 耐雷性
- 耐腐食性
- 耐高温性

観測の需要

- 火山活動情報の常時収集
- 破壊的火山現象の早期検知
- 多点多成分観測による火山噴火現象のより高度な理解の必要性

年次計画

実用機

年度	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36	H37
観測実施	●		●		●		●		●
Phase 1 システム	改修 →								
長期安定性検証	●		●		●		●		●
耐雷性検証	●		●		●		●		●
新システム		製作	製作	改修		改修		改修	
センサ製作		●	●	●	●	●			
室内試験		●		●		●		●	

基本性能・動作・耐久性等実証

複数回火山観測・耐環境性実証

平成30年度実施内容と進捗状況

新センサー製作・検定，既存データ解析，下見

旧型（Phase 1）システムは不具合のため平成30年1月以降使用不能に陥った

計画内容	進捗状況	分担
汎用シングルモード光ファイバを使用した新センサ（多点化プロトタイプ）の製作	新センサ試作品の検定による特性確認（より低い固有周波数の実現）	白山工業
新三成分センサの製作	製作中（小型化）	白山工業
平成29年度データの精密解析	観測点補正値の検討を実施	秋田大学
後年度事業実施のための準備調査	9月にAVOおよびN-AMKV現地下見および光回線調査を実施.	秋田大学・白山工業

新システム

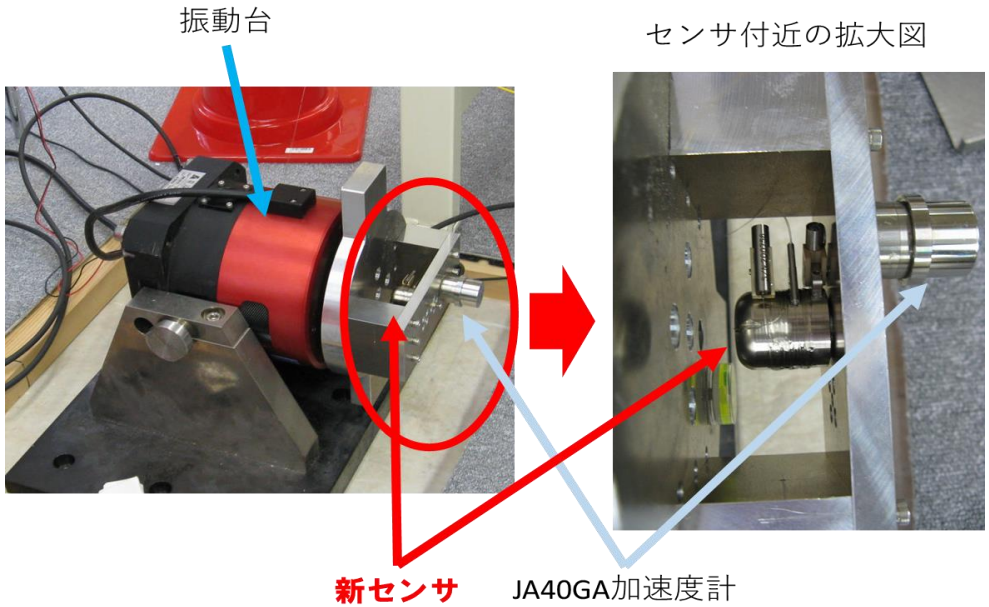
長周期化：固有振動数の低周波化

汎用部品化：汎用光ファイバ

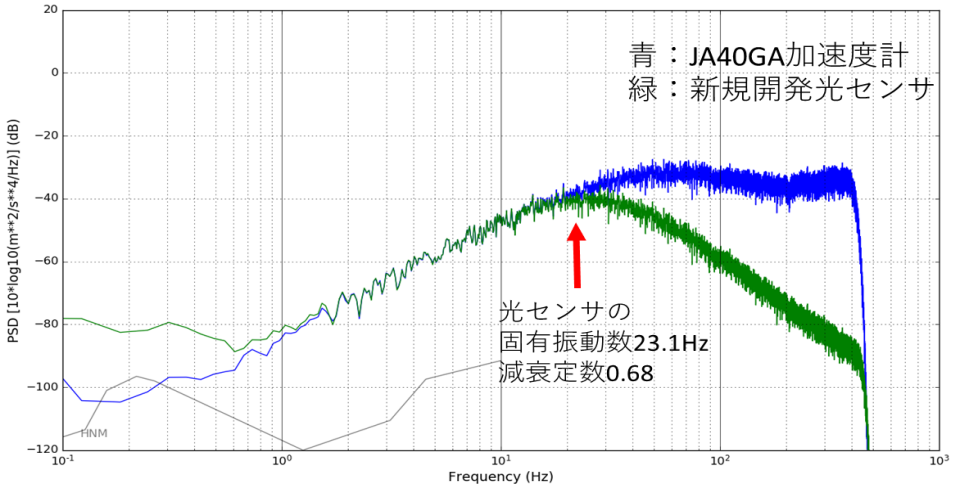
安定化：光学部品の余裕のある使用

（耐高温性能の実装は後年度の課題）

新センサ製作（振動試験）



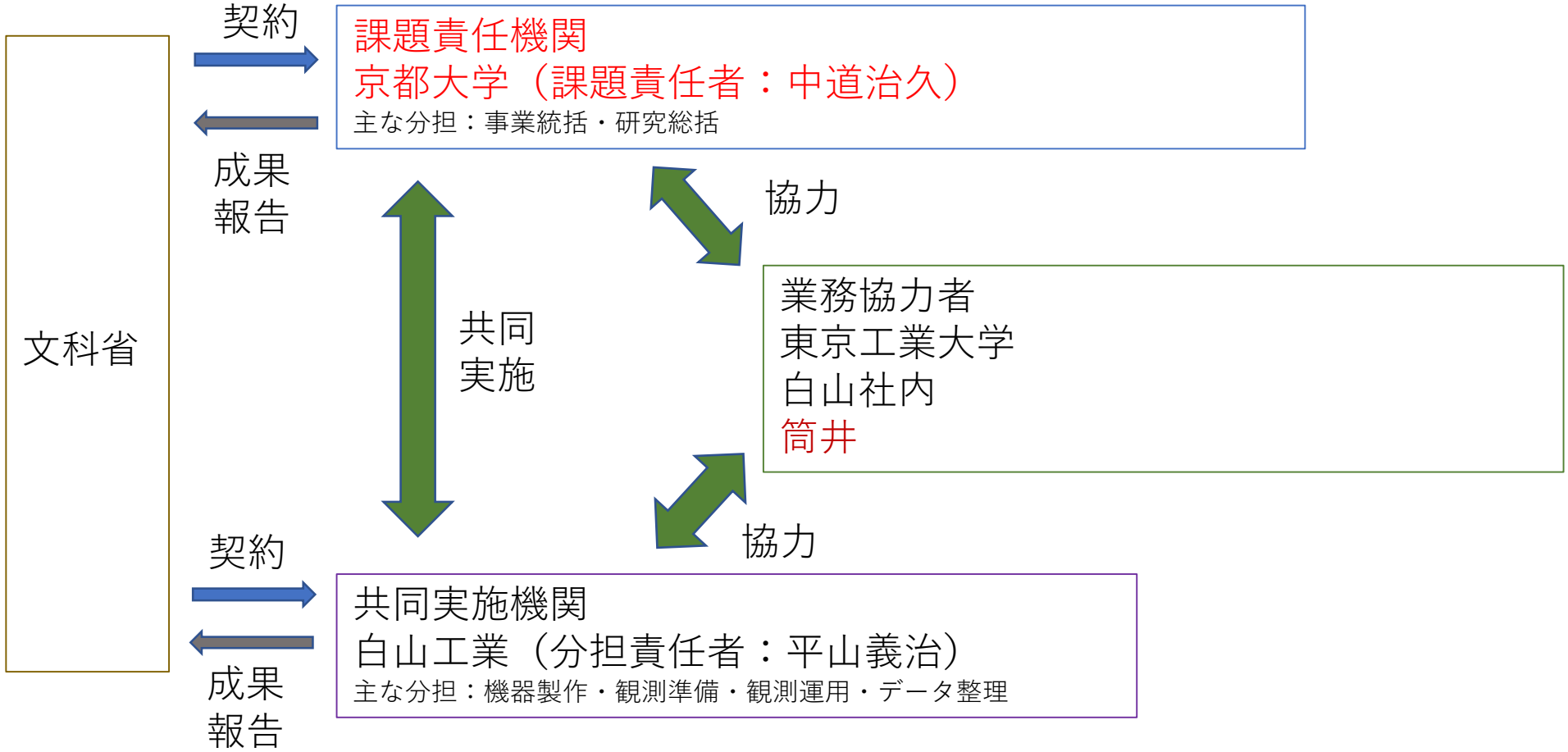
ランダム波加振時の応答スペクトル



低周波（長周期）化を達成した
（旧型の固有周波数は50Hz）

旧型の感度（変換係数）：3.2566e-5(gal/LSB)
旧型のノイズレベル：-135dB～-145dB

変更：平成31年度からの実施体制



変更の理由：平成３１年度に旧課題責任者が京都大学特定教員に異動した

平成31年度実施内容

- **課題責任機関**

① 観測データの火山学的解釈
② 光センサシステムの総合評価と総括
③ リアルタイムデータ処理の検討
④ プロジェクト運営

- **共同実施機関**

① 3成分光センサの製作
② 新しい光センサによる活火山の観測
　a. 3成分光センサによるアレイ観測
　b. 観測総括

課題責任機関の変更に伴い，火山観測の対象を鹿児島県桜島火山に変更する.

課題C：火山噴火の予測技術の開発

資料2-5

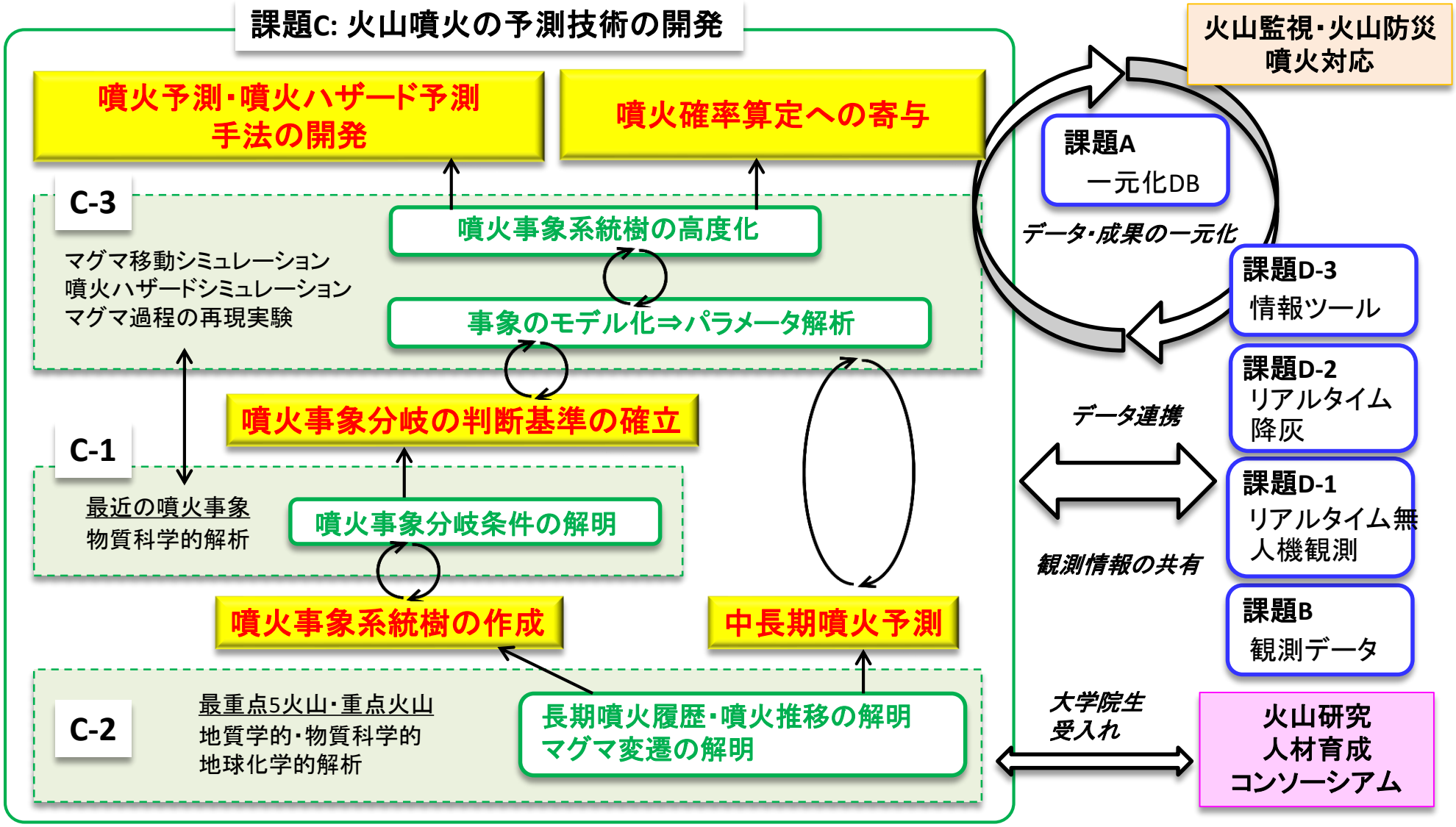
課題 A：各種観測データの一元化	
課題責任機関	防災科学技術研究所
課題 B：先端的な火山観測技術の開発	
課題責任機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	北海道大学
参加機関	東北大学
参加機関	東京工業大学
参加機関	名古屋大学
参加機関	神戸大学
参加機関	九州大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	東海大学
参加機関	神奈川県温泉地学研究所
課題 B2-1：空中マイクロ波送電技術を用いた火山観測・監視装置の開発	
課題責任機関	九州大学
課題 B2-2：位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発	
課題責任機関	秋田大学 → 京都大学
共同実施機関	白山工業株式会社

課題 C：火山噴火の予測技術の開発	
課題責任機関	北海道大学
共同実施機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	東北大学
参加機関	秋田大学
参加機関	山形大学
参加機関	茨城大学
参加機関	静岡大学
参加機関	熊本大学
参加機関	早稲田大学
参加機関	日本大学
参加機関	常葉大学
参加機関	産業技術総合研究所

課題 D：火山災害対策技術の開発	
課題責任機関	防災科学技術研究所
共同実施機関	アジア航測株式会社
共同実施機関	京都大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	山梨県富士山科学研究所
参加機関	株式会社大林組

課題Cの概要

国内の主要な活火山を対象に噴火履歴の解明と噴火事象の解析を行い、得られた情報を数値シミュレーションで解析することによって噴火の予測技術を開発する。そして事象分岐判断基準が伴った噴火事象系統樹を整備するとともに、噴火発生確率の算出に向けた検討を行う。



C-2： 噴火履歴調査による火山噴火の中長期予測と噴火推移調査に基づく噴火事象系統樹の作成

H30年度進捗状況

①火山の噴火履歴及びマグマ長期変遷に関する研究 （大学連合・産総研）

摩周火山： 7600年前のカルデラ形成噴火の推移を精査。
浅間山： トレンチ3か所、ボーリング1か所について地質記載。重要露頭と合わせて層序の検討。
鳥海山： 山体斜面上のテフラ層群の記載および対比。
雌阿寒岳： 手掘りトレンチ掘削を集中的に実施。噴火史の再検討を開始。
有珠山： 山体崩壊の発生年代とその前後の噴火履歴を検討するためのボーリング掘削を実施。
ニセコ： 完新世の噴火履歴解明のための地表踏査を実施
蔵王山： 五色岳形成初期噴出物の滞留時間・噴火プロセス推定。トレンチ調査。
那須火山： 最新のマグマ噴火の推移を精査。
白山火山： UAVによる放出岩塊分布調査。岩石磁気特性解析。
新潟焼山： 東方の高層湿原でテフラ層序調査。5層のテフラを同定。
御嶽山： 山体近傍で地質調査実施。14C，K-Ar，Ar/Ar年代測定を実施中。
九重火山： テフラ層序の再検討・地下水の起源と水質形成に関する検討。
阿蘇山： 阿蘇火山中岳2015年9月14日噴火の噴出物の解析。
鬼界： 深深度ボーリング掘削（～306m で終了）。
新島火山： 全岩化学組成によるマグマ長期変遷の検討。

課題C-2研究集会（H30年10月）
課題C全体集会（H30年12月）

②マグマ変遷解析センターの立ち上げと分析技術開発 （北海道大）

既存の設備について引き続き分析ルーチン手法の確立・発展に向けた整備を実施。

③大規模噴火データベースの整備 （産総研）

噴火推移の記録がよく残されたプリニー式噴火・準プリニー式噴火事例を収録。

④人材育成プログラムへの貢献

人材育成プログラムに、課題C-2参加。
産業技術総合研究所でインターンシップ（2名）の受け入れ。

①火山の噴火履歴及びマグマ長期変遷に関する研究

課題C-2

浅間火山の噴火履歴・様式の精密解明

日本大学

東方180度の広範囲において、トレンチ掘削16箇所・ボーリング掘削1箇所を実施

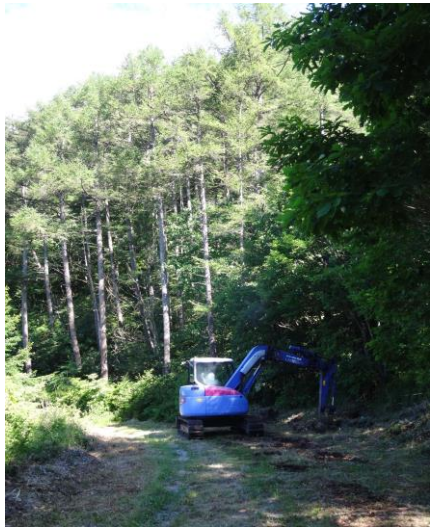


写真1

写真2

南山腹のトレンチ地点14（2018年7月掘削）
表層から約3mまで天仁噴火の追分火砕流堆積物、その直下にAs-B軽石、黒色土壌を挟んで厚さ1.5mの御代田軽石（My：約6,300年前）を確認した（写真1，2）。Myの下位の黒色土壌からはアカホヤ火山灰（7,300年前の広域火山灰）を検出した。

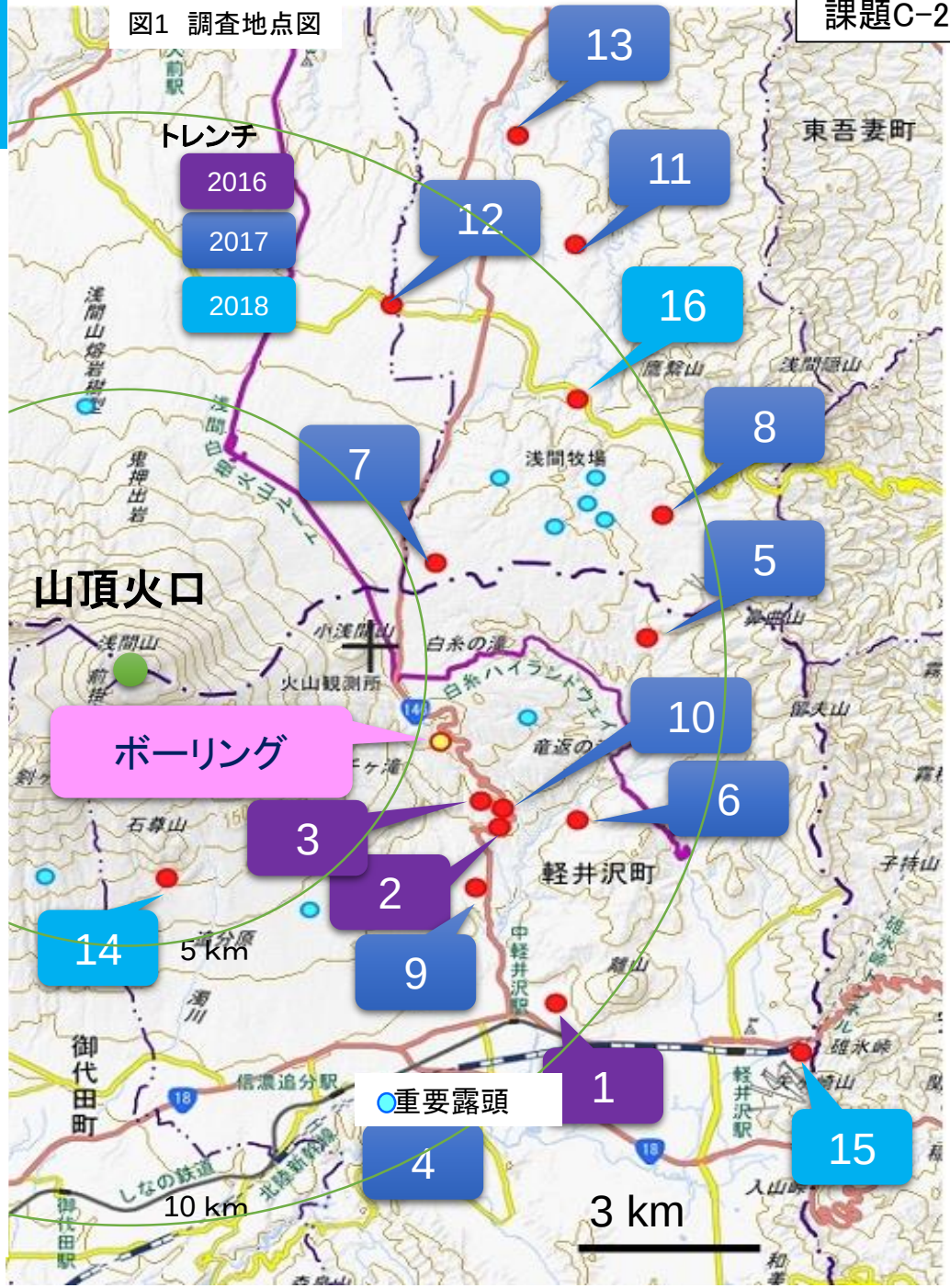


図1　調査地点図

C-1： 火山噴出物分析による噴火事象分岐予測手法の開発

課題C−1

H30年度進捗状況

①分析・解析プラットホームの構築

分析・解析プラットホームの構築（FE-EPMA + 解析用PC + 処理スクリプト）
噴出物の熱力学解析手法の改良（CUI版rhyolite-melts作成）
個別の火山噴出物の分析による噴火事象分岐予測判断のための基準検討

②データ保存環境の整備

分析点位置を組成像に自動的に重ねるアプリの作成
分析結果の自動グラフ化・結果ファイルのWeb管理

③火山噴出物の解析（マグマ溜まり環境（温度，圧力，含水量，組成），上昇速度，混合-噴火の時間）

有珠：高温高圧岩石融解相平衡実験データからマグマ溜まりの温度・圧力を推定。
榛名：全岩化学組成から活動期によるマグマ組成の変化を検討
富士：富士山大沢火砕流の本質岩塊について鉱物組成分析。
伊豆カワゴ平：角閃石から晶出したマグマの組成・温度を推定。
伊豆大島：1986年AおよびB噴火の成因関係を議論した。
阿蘇：先カルデラ期，後カルデラ期噴火を起こしたマグマ供給系の解明。
　　岩石学的特徴および年代測定—カルデラ噴火への移行過程の研究。
　　メルト包有物分析によるマグマの噴火直前のマグマ溜り深度の推定。
桜島：20世紀からの噴出物の斑晶メルト包有物からの解析。
諏訪之瀬島：1813年噴火におけるマグマだまりの条件の時間変化を検討。

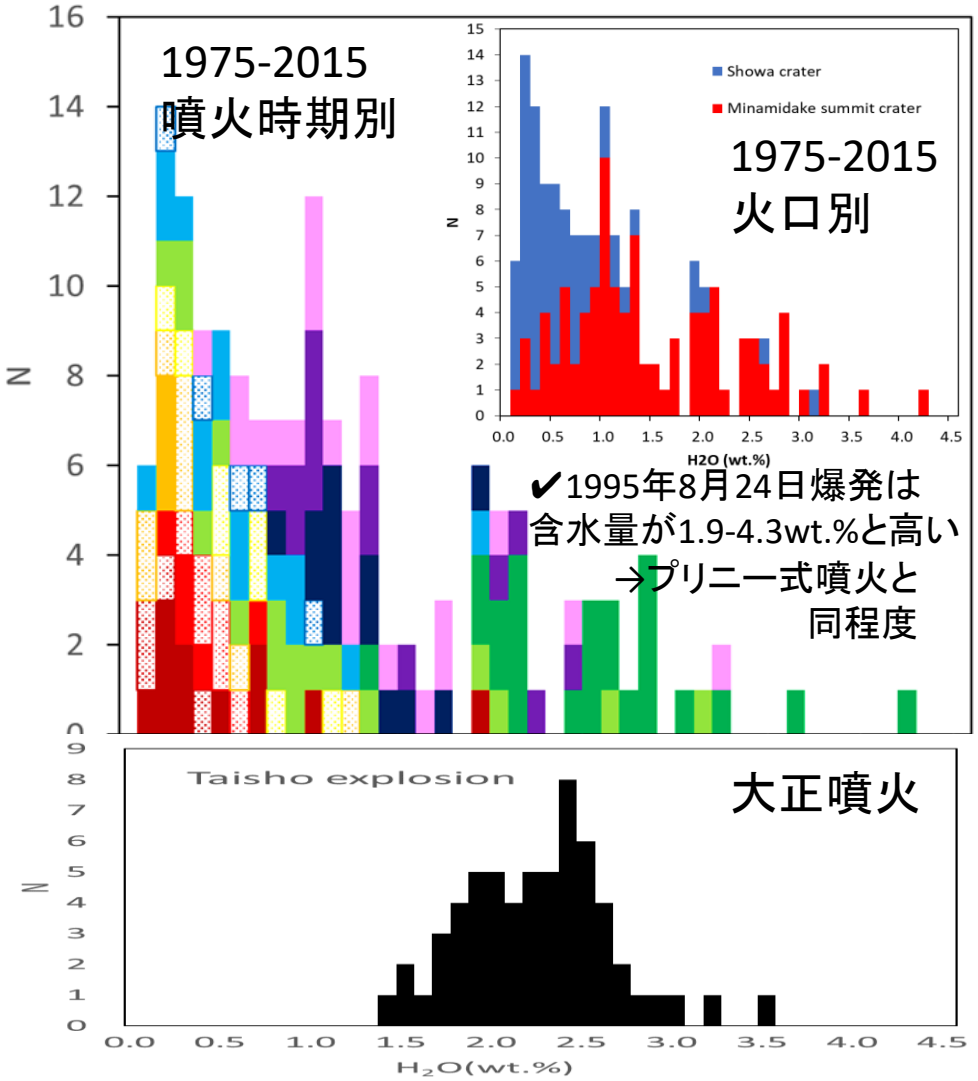
④分析解析プラットホームへの受け入れ

「次世代火山研究・人材育成プロジェクトにおける岩石・鉱物分析データの取り扱いに関する基本方針（データポリシー）」（案）の作成

③火山噴出物の解析　＋　手法開発

・ MI含水量と噴火直前のマグマの深度・上昇速度の関係の検討

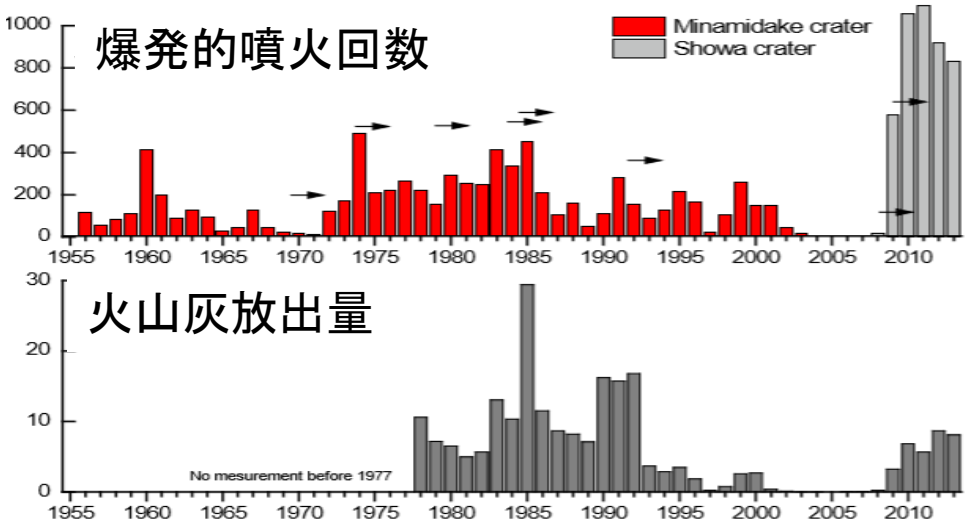
MI含水量の比較：　南岳山頂火口 vs. 昭和火口



◉ 南岳山頂噴火の噴出物のほうがMIの含水量の組成幅が広い.

◉ 昭和火口では浅部のマグマが噴出している.（溶岩質の試料が多かった）

▸南岳山頂火口噴火活動期のほうが,
マグマの上昇速度がはやい
（もしくは浅部での滞留時間が短い）
→　爆発的な噴火であったことと整合的



C-3： シミュレーションによる噴火ハザード予測手法の開発

課題C-3

H30年度進捗状況

①地下におけるマグマ移動シミュレーション

a. 噴火機構シミュレーション技術開発

玄武岩質マグマ噴火の遷移過程に関する火道流数値モデルの開発

b. マグマ移動過程シミュレーション技術開発

ミクロモデル（岩脈進展）の高度化・安定化を検討

ミクロモデルとマクロモデルの結合

c. マグマ物性モデルの構築

伊豆大島1986年B1溶岩のレオロジー

電気炉中で作成した溶岩にロッドを差し込み，回転させ，応力やその時間変化を記録.

物性モデル：水熱合成減圧実験

神津島838年噴火の流紋岩について減圧過程を再現.

②噴火ハザードシミュレーションの開発・高度化

a.降灰ハザード予測モデルの開発

前年度までに実施した富士山宝永噴火級降灰シミュレーションの計算結果の解析」および「降灰モデルの高度化に向けた計算結果の点検」

b.噴煙柱ダイナミクスモデルの開発

「様々な噴火タイプおよび規模に関する検討」および「降灰モデルとの連携準備」

c.ハザード評価システムの検討

各種ハザード現象のシミュレーションコードの評価とこれらを総括的に取り扱うハザード評価システムの検討

②b. 噴煙柱ダイナミクスモデルの開発

課題C-3

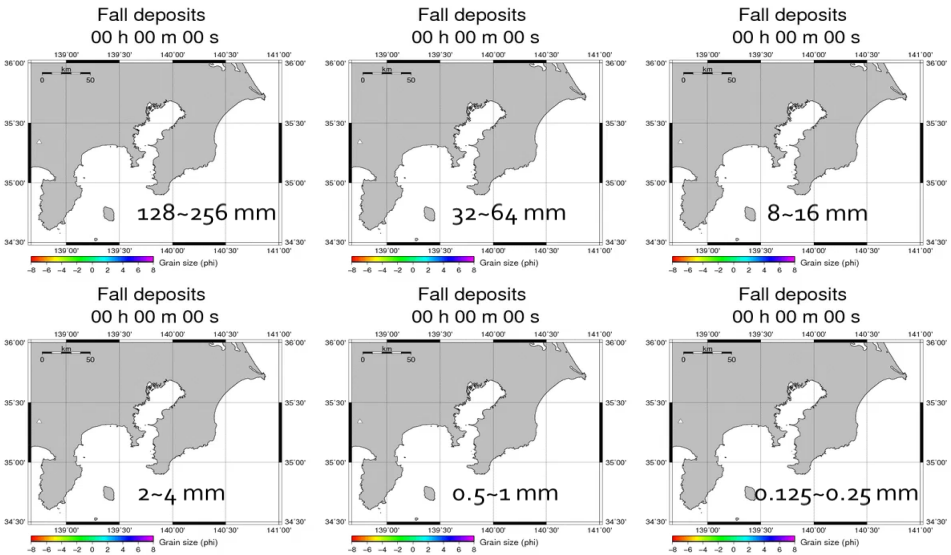
1. 様々な噴火タイプ・規模に関する検討

SK-3Dモデル を用いた
噴煙柱・降灰 大規模数値シミュレーション

富士山宝永噴火の長時間計算

昨年度のCase 1と同じ条件。864 x 432 x 150 grids, CPU時間 12days

粒径毎の堆積分布



御嶽山2014年噴火シミュレーション（課題D連携）

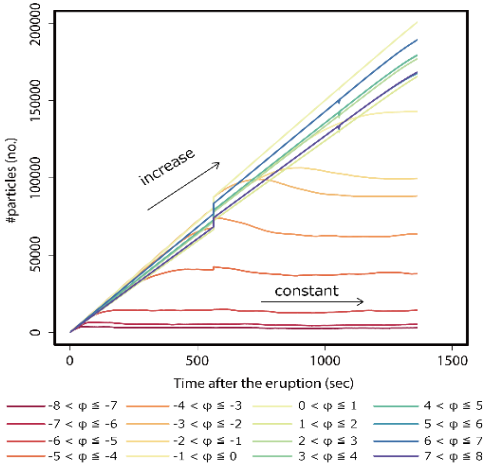
水蒸気噴火における粒子挙動の噴出温度依存性を定量化

2. 降灰モデルとの連携準備

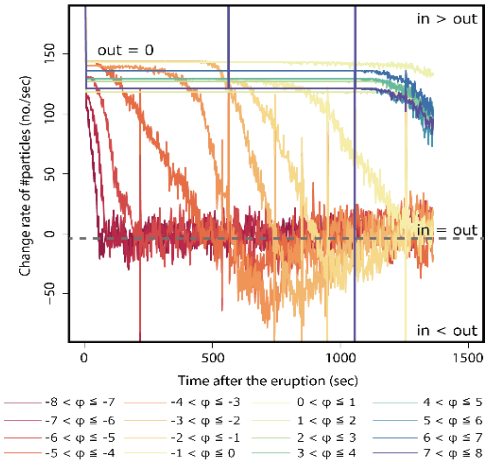
浮遊粒子数 | 富士山宝永級噴火

In-Outバランスの確認 → 定常状態の確認

大気中に存在する粒子の数



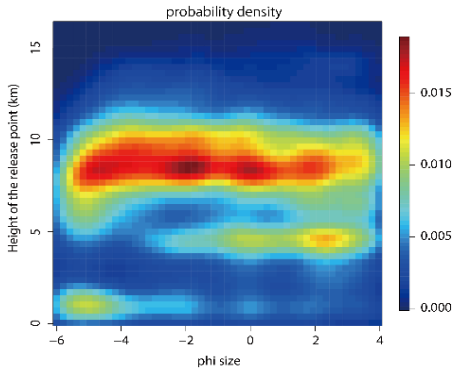
大気中の粒子数の時間変化率



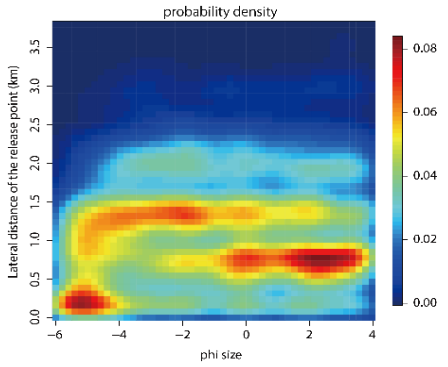
供給源パラメータの試算 | ピナツボ1991年級噴火

粒子等速度到達点 → 4次元的な供給源

高度 vs. 粒径



水平距離 vs. 粒径



課題D：火山災害対策技術の開発

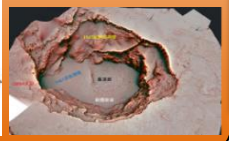
資料2-6

課題 A：各種観測データの一元化	
課題責任機関	防災科学技術研究所
課題 B：先端的な火山観測技術の開発	
課題責任機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	北海道大学
参加機関	東北大学
参加機関	東京工業大学
参加機関	名古屋大学
参加機関	神戸大学
参加機関	九州大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	東海大学
参加機関	神奈川県温泉地学研究所
課題 B2-1：空中マイクロ波送電技術を用いた火山観測・監視装置の開発	
課題責任機関	九州大学
課題 B2-2：位相シフト光干渉法による多チャンネル火山観測方式の検討と開発	
課題責任機関	秋田大学 → 京都大学
共同実施機関	白山工業株式会社

課題 C：火山噴火の予測技術の開発	
課題責任機関	北海道大学
共同実施機関	東京大学
共同実施機関	防災科学技術研究所
参加機関	東北大学
参加機関	秋田大学
参加機関	山形大学
参加機関	茨城大学
参加機関	静岡大学
参加機関	熊本大学
参加機関	早稲田大学
参加機関	日本大学
参加機関	常葉大学
参加機関	産業技術総合研究所
課題 D：火山災害対策技術の開発	
課題責任機関	防災科学技術研究所
共同実施機関	アジア航測株式会社
共同実施機関	京都大学
参加機関	鹿児島大学
参加機関	山梨県富士山科学研究所
参加機関	株式会社大林組

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

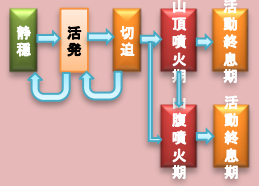
【課題C】
火山噴火の予測技術の開発

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

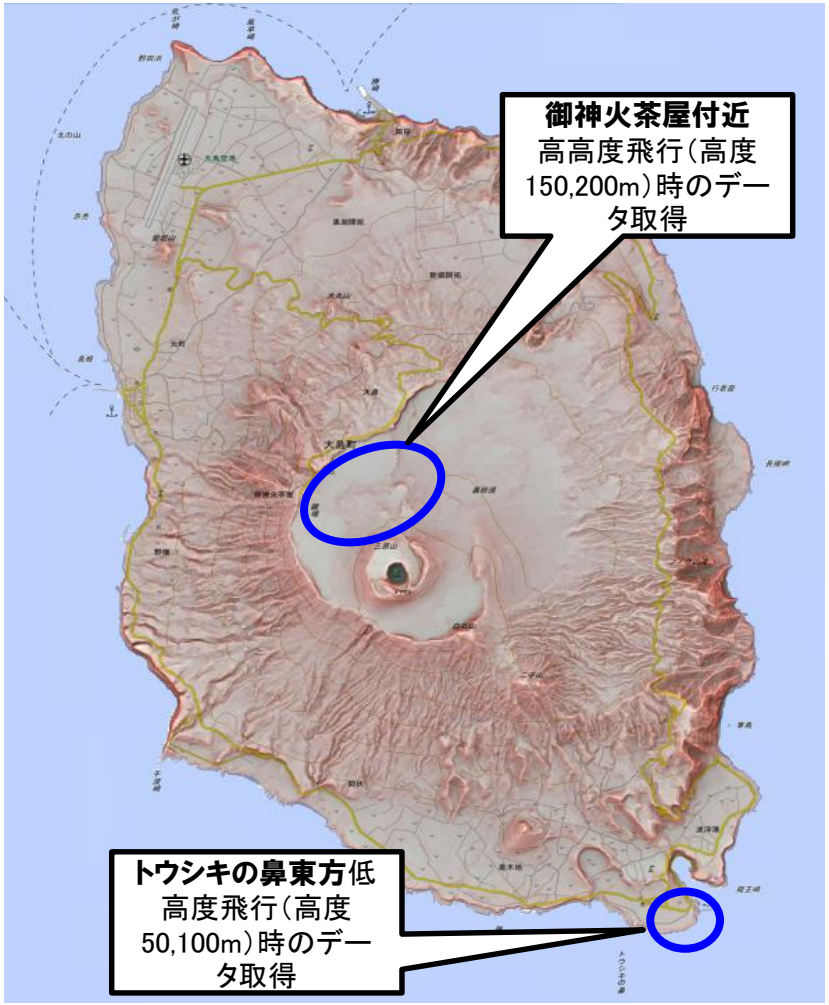
火山周辺の自治体・火山専門家

＜平成30年度業務の概要＞

	実施計画
①プロジェクトの総合推進	1）サブテーマ2との連携：大量降灰時にドローンを活用した地形変化抽出と予測降灰量との照合：桜島で実証実験
	2）人材育成コンソーシアムとの連携：伊豆大島での実験＋3D地形モデル作成技術体験、民間調査技術等紹介のプログラムを計画・参加者を募集
②汎用ドローンによる実証実験	1）LiDAR、SfM技術等の手法の違いによる、時間と抽出変化の内容・解像度の違いを定量化
	2）阿蘇山や新燃岳、本白根山等、災害シナリオやタイムラインにそった最適ルーチンの計画
③取得画像、3D地形の利活用検討	1）3D地形データの作成・提供。詳細画像等を素早く提供する方法の検討
	2）作成した3D地形を受け渡すための変換・提供方法の検討
④状況認識の自動化のための整理	火口周辺亀裂、新規噴石や溶岩流の流向、経時変化等を自動認識する手法の研究事例収集整理と、3Dモデルから状況把握を自動化するための方法を検討

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、飛行高度および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モデルを作成し、その処理時間等を比較。



使用UAV：DJI社 MATRICE210　カメラ：ZENMUSE X4S
レンズ：8.8mm固定焦点　飛行時間：15～20分
撮影間隔：2秒

撮影面積	トウシキの鼻東方	約 45,000m²
	御神火茶屋付近	約 330,000m²

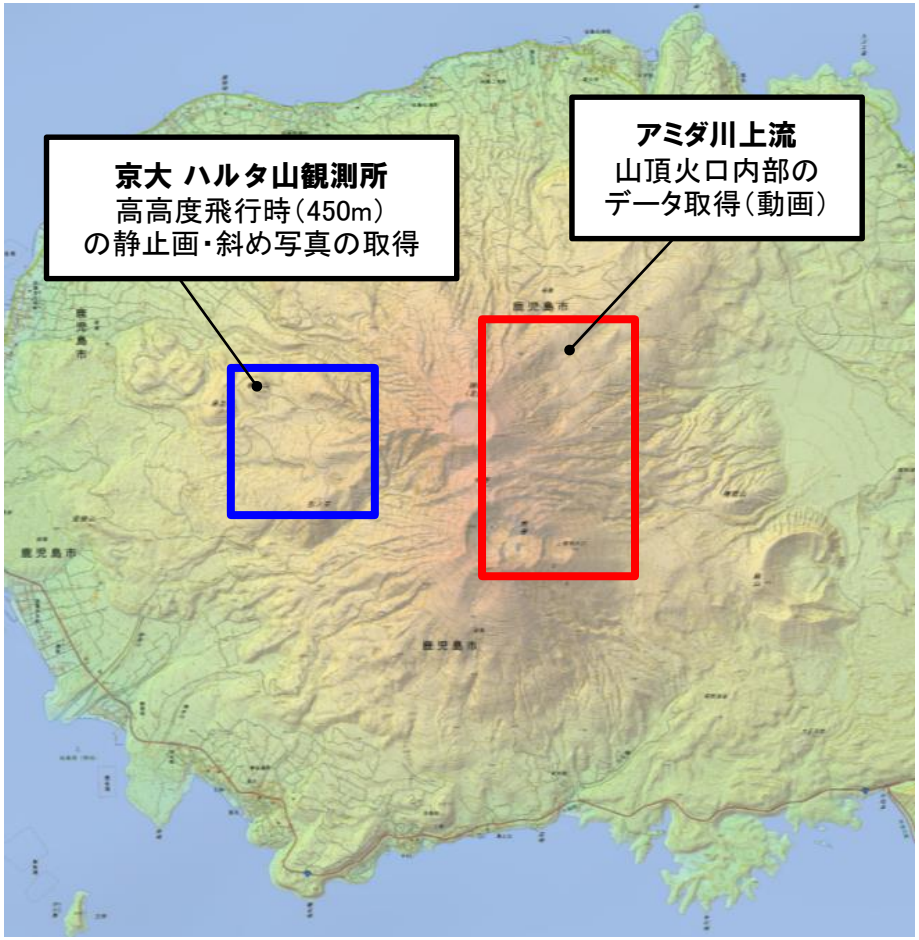
モデルの作成結果

・取得した画像データからのDSMモデル作成には、PhotoScanを使用。
・中程度の精度でDSMデータを作成した場合と、メッシュサイズの大きさを2倍にした場合（比較的低精度）の処理時間を比較。
・中精度で処理を行った場合、**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。

ケース No.	撮影高度 (m)	前後ラップ率 (%)	左右ラップ率(%)	撮影枚数	メッシュサイズ (cm)	処理時間（中精度）	メッシュサイズ (cm)	処理時間（低精度）
1	50	90	80	661	6	7時間50分	15	3時間28分
2	50	90	60	240	6	1時間12分	15	43分
3	50	80	40	117	6	32分	15	19分
4	100	90	80	121	15	2 時間30分	25	1時間9分
5	100	90	60	76	15	22分	25	15分
6	100	80	40	27	15	7分	25	7分
7	150	80	40	78	20	22分	35	13分
8	200	80	40	57	25	16分	50	10分

汎用ドローンによる実証実験（桜島）

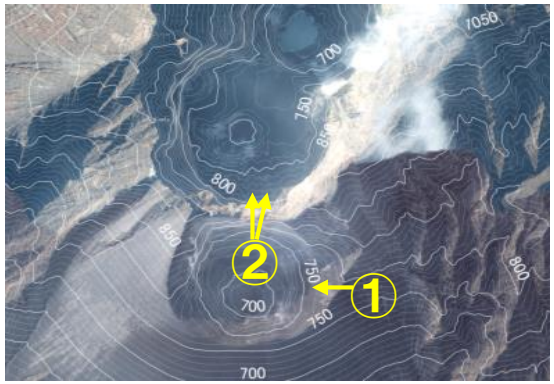
・11月28日～11月30日に、桜島山頂火口内部の撮影と高高度飛行による地形モデル作成を目的とした撮影を実施。
・火口内は、通常の可視光カメラと熱赤外線カメラで撮影を実施した。



使用UAV：DJI社 MATRICE210　カメラ：ZENMUSE X4S
レンズ：8.8mm固定焦点　飛行時間：15～20分
撮影：動画（可視・熱赤外線）、静止画

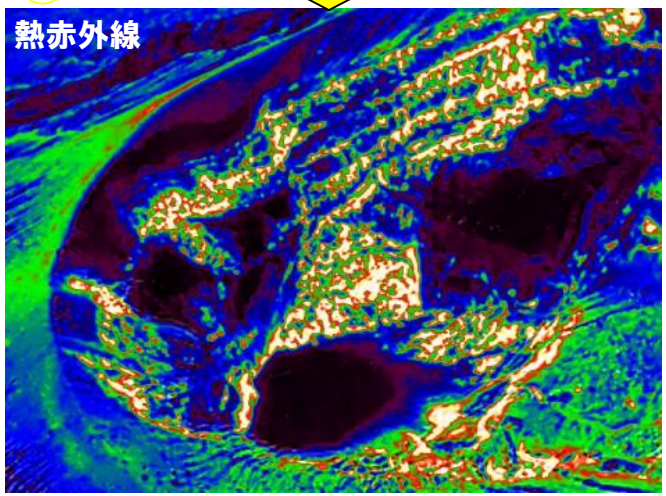
アミダ川上流付近での撮影状況

火口内の動画撮影（11/30 AM10:05～ ）

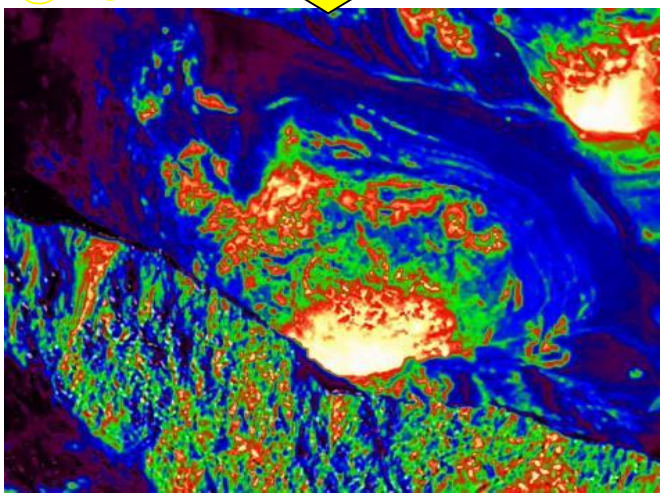


・可視光での撮影では水蒸気の影響で、火口や火口壁などの状況確認は難しい
・熱赤外線での撮影では、可視光ほどの解像度※は得られないが、火口内部の状況が確認可能である

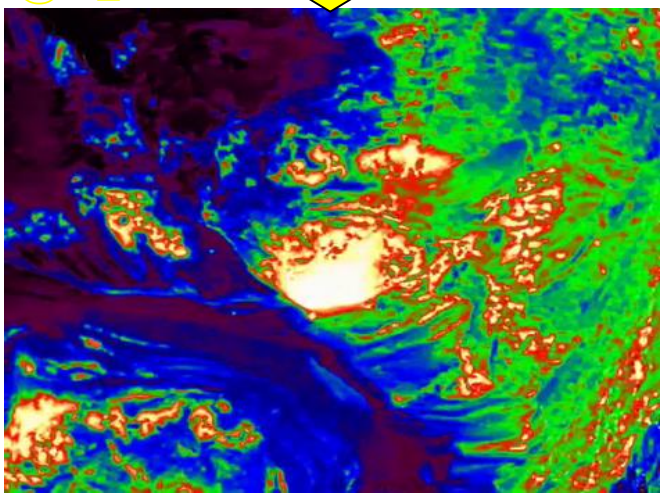
※ 640×512 pic



昭和火口



山頂 B火口



山頂 A火口

課題D1 平成31年度計画

- 平成30年度にとりまとめるルーチンに基づいた撮影・画像処理計画を検討する。
- これまでに実証実験を行った火山において、上記計画に基づいた画像や動画等の取得データの解析を行うとともに、撮影画像や作成した地形モデルを24時間以内に提供する実験を行い、評価・課題を抽出する。
- 中間成果をとりまとめ、次段階での課題を設定する。
- 実証実験の予定を早期に計画し、人材育成コンソーシアム構築事業へ参加呼び掛けを行う。
- 課題Aへ提供することにより今後の研究・減災等に役立つデータの取得・加工を実施する。
- 課題Cの影響予測シミュレーションで適用可能な形式での地形データ等の加工・提供を実施する。
- 運営体制については、人事異動、新規職員採用に伴う人員入れ替えを検討している。

課題D：火山災害対策技術の開発

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

1-4年

基礎技術開発

主に桜島のブルカノ式噴火
（噴出量）

リモートセンシングによる量的把握
即時化
観測量からのフィードバックによる高精度化
地上降灰量，大気中濃度の可視化

噴火開始後1時間以内に100g/m2以上の降灰がある確率
噴火開始後3分間のデータでの降灰量の予測精度を－80％～＋500％
10分間のデータで－50％～＋200％

5-7年

オンライン化
データ取得とシミュレーションの自動化

連続噴火，大規模噴火
（噴出率の時間関数）

噴火発生後に<u>単位時間</u>降灰量の予測精度：－50％～＋200％

8-10年

火山噴火発生予測に基づく噴火発生前の降灰確率予測

主に桜島のブルカノ式噴火
（発生前予測）

今後24時間以内の地点ごとの100g/m2以上の降灰がある確率
降灰量の予測精度：－50％～＋200％

平成30年度の研究項目

a. プロジェクトの総合推進

b. 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

c. 火山拡散予測の高速度化技術開発

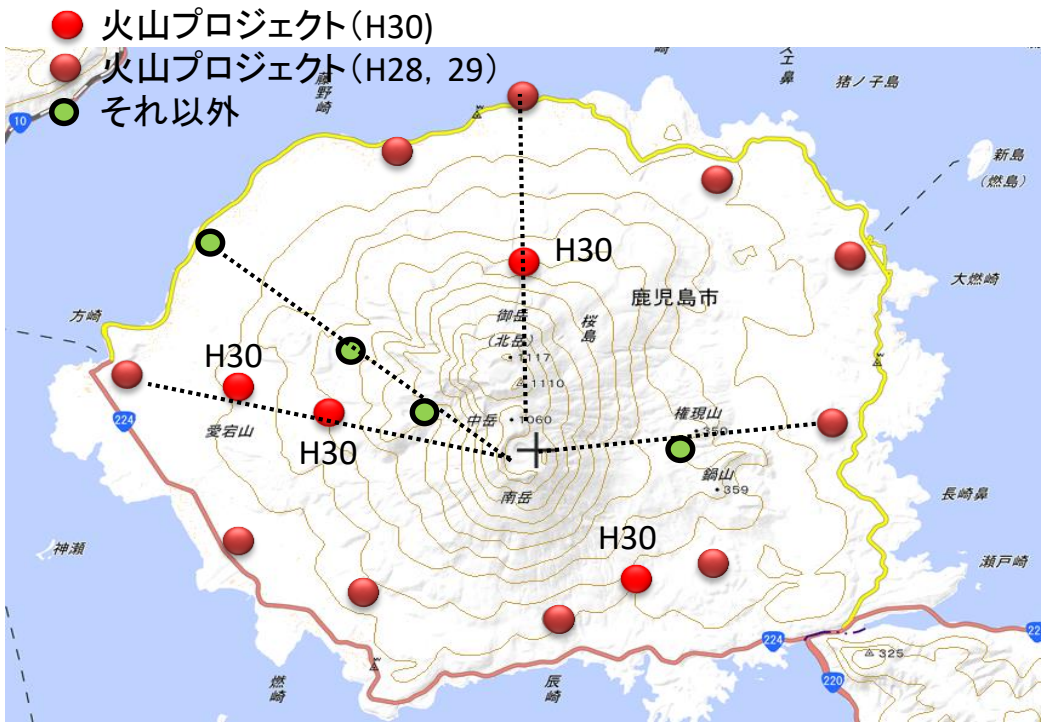
d. 火山拡散予測の高精度化技術開発

b. 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

ディスドロメータの増強による火山灰観測強化

DC電源による運用とデータ伝送
降灰量のリアルタイム把握とモニタリングを優先

ディスドロメータ購入済み
4台
設置済み

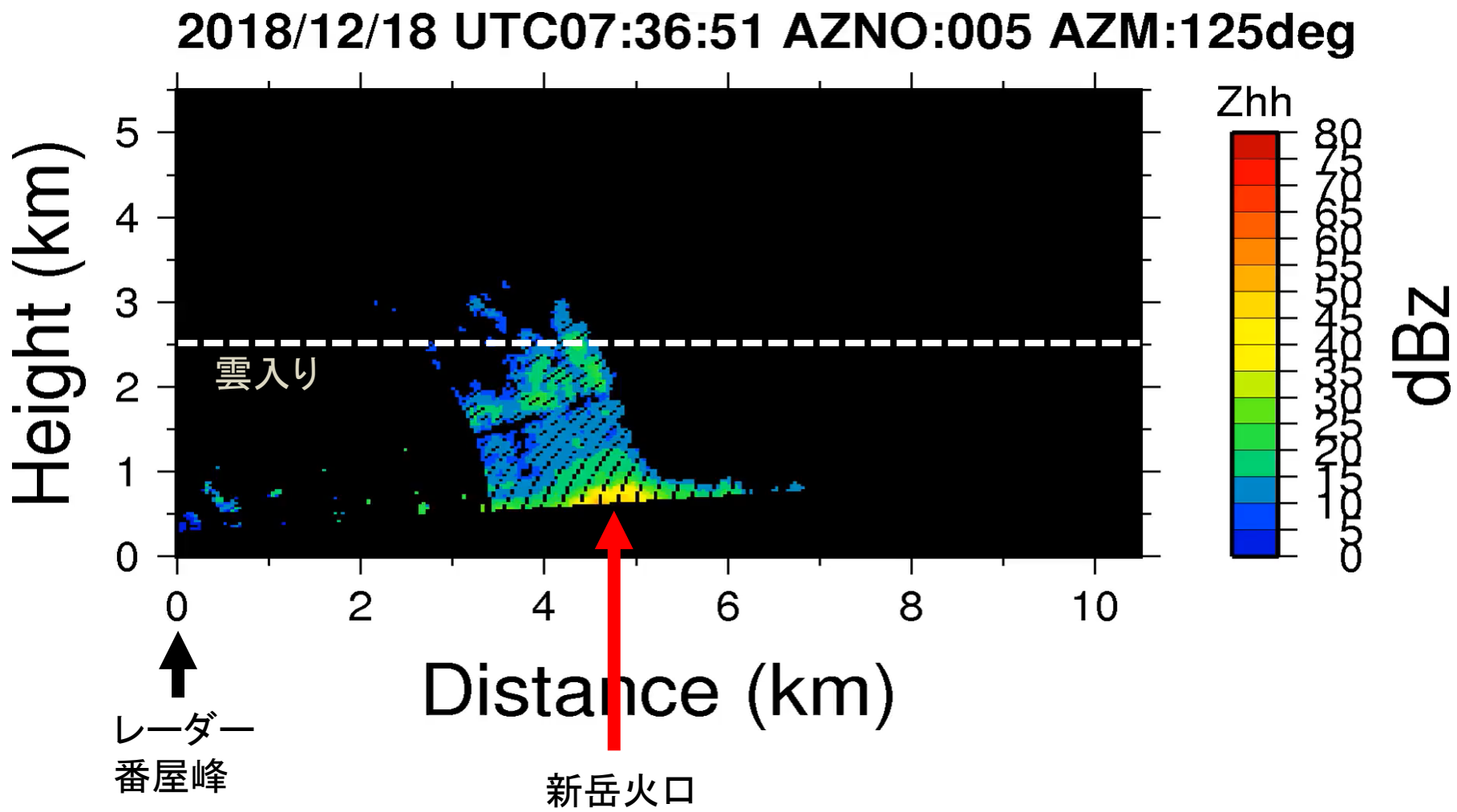


4台増設，他のプロジェクトと合わせて18台体制で稼働
火口から直線状に配置することにより、降灰量と粒径分布の距離依存性を明らかにする。

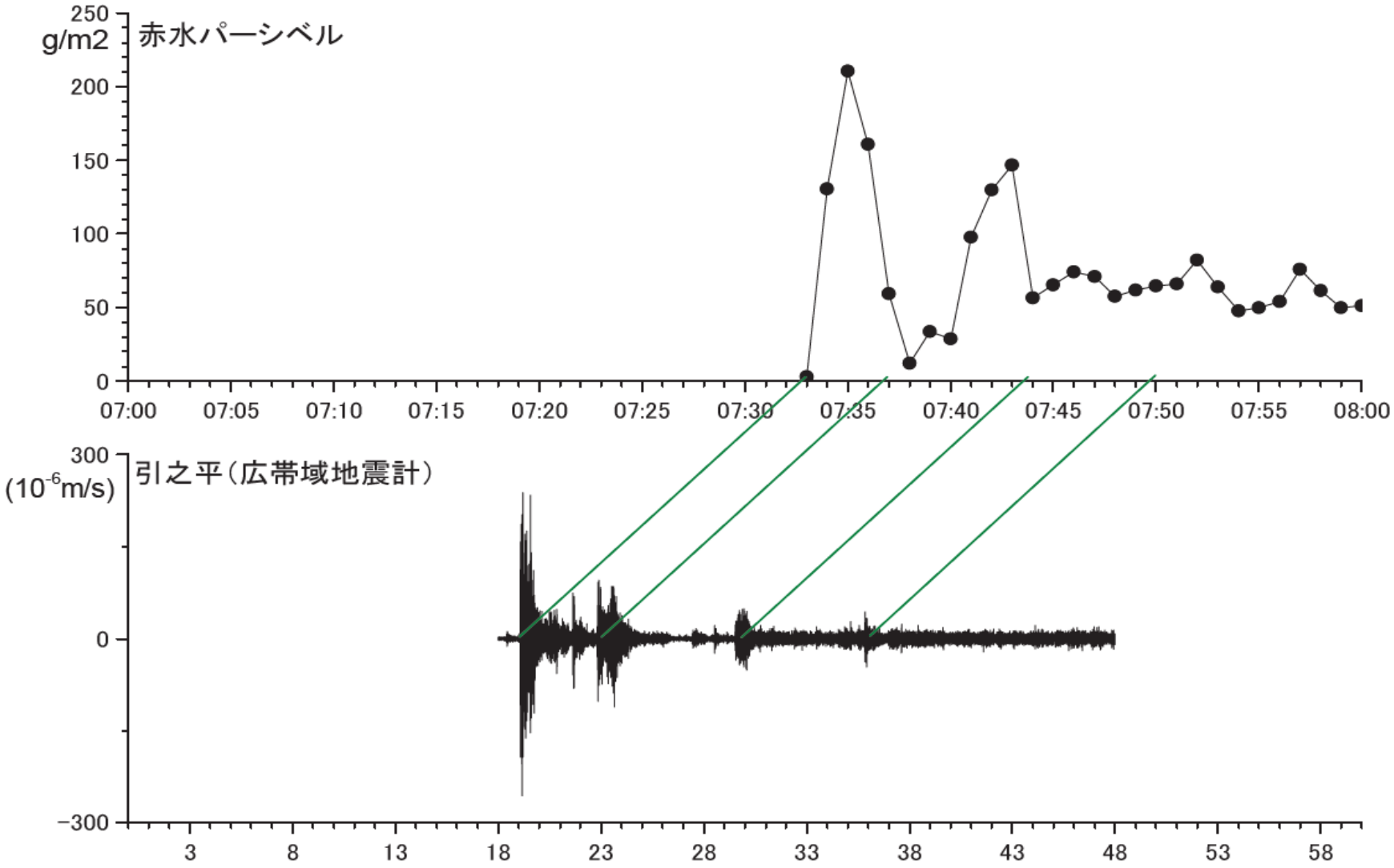
- Xバンド MPレーダー観測
- ライダーによる微小火山灰観測

Xバンド MPレーダー観測

2018年口永良部島噴火

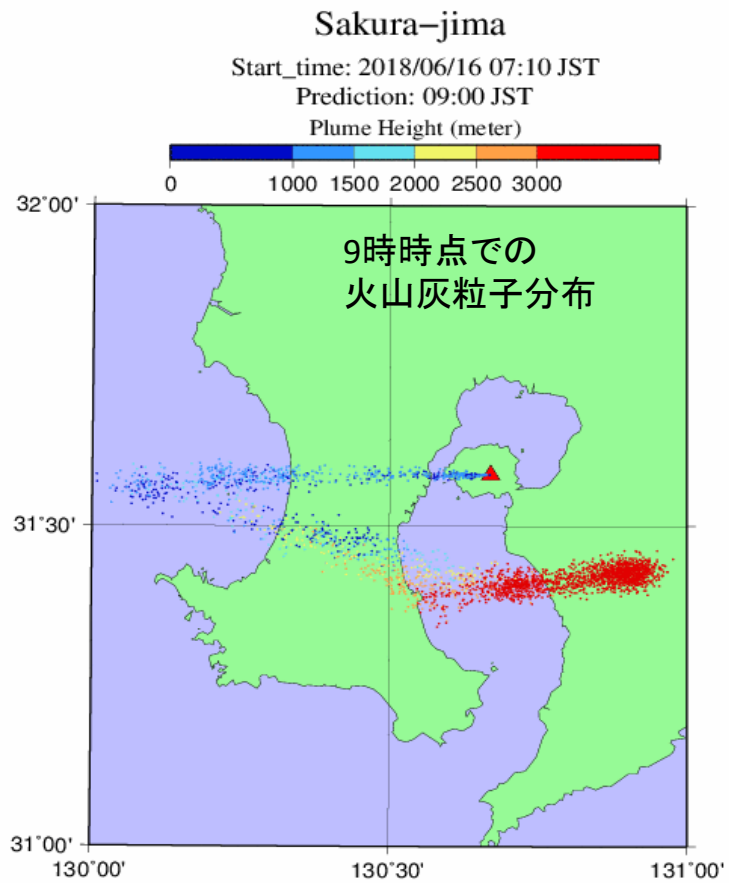


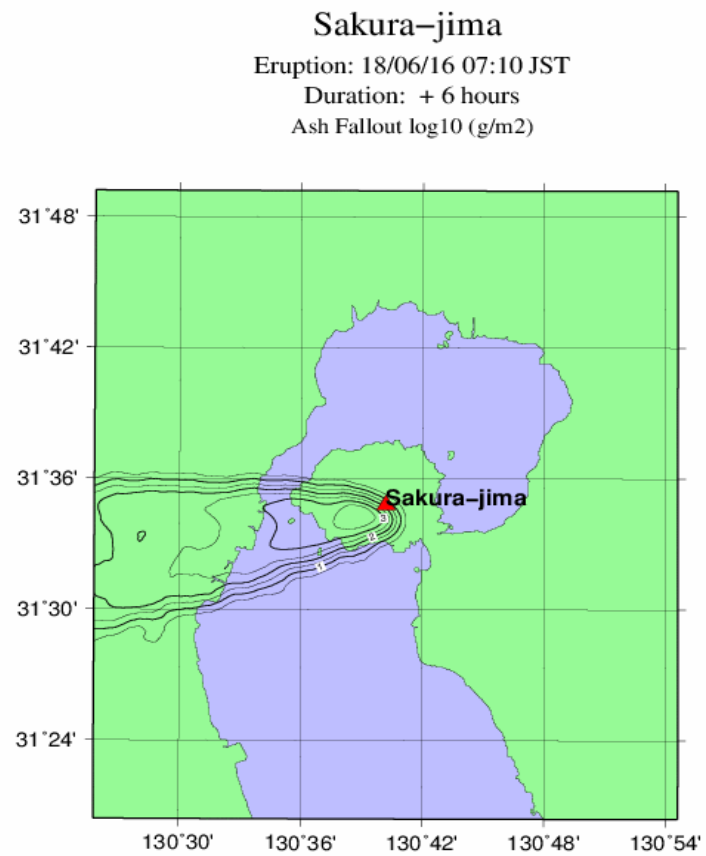
ディスドロメータによる降灰量観測



PUFFモデルによる高速度化

2018年6月16日の桜島ブルカノ式噴火（噴煙高度4700m）

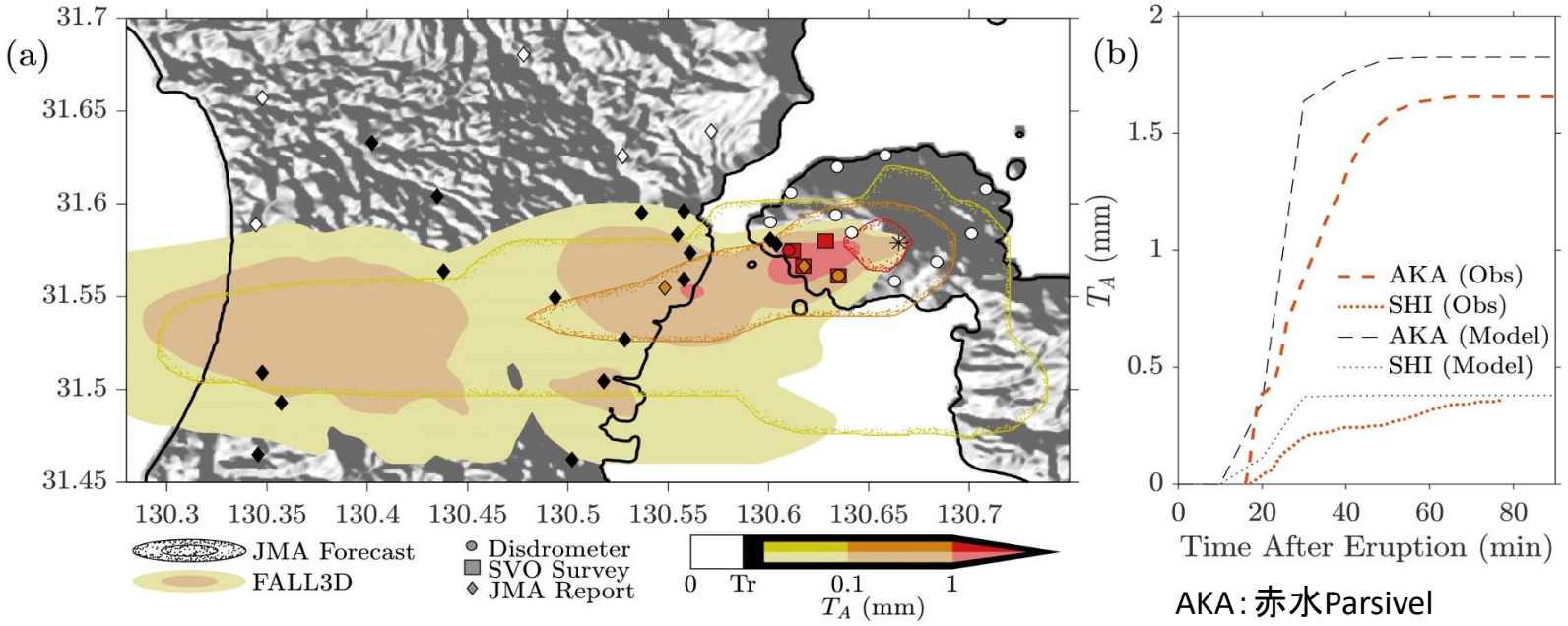




地震及び空振から爆発を自動検知 → PUFFモデルのシミュレーションを自動起動

FALL3Dによる降下火山灰量予測の高精度化

WRF－CHEMメソ気象モデルにより複雑火山地形における火山体周辺の風速ベクトル分布を求める。高分解能（90 m格子）での風速場シミュレーションを行う。



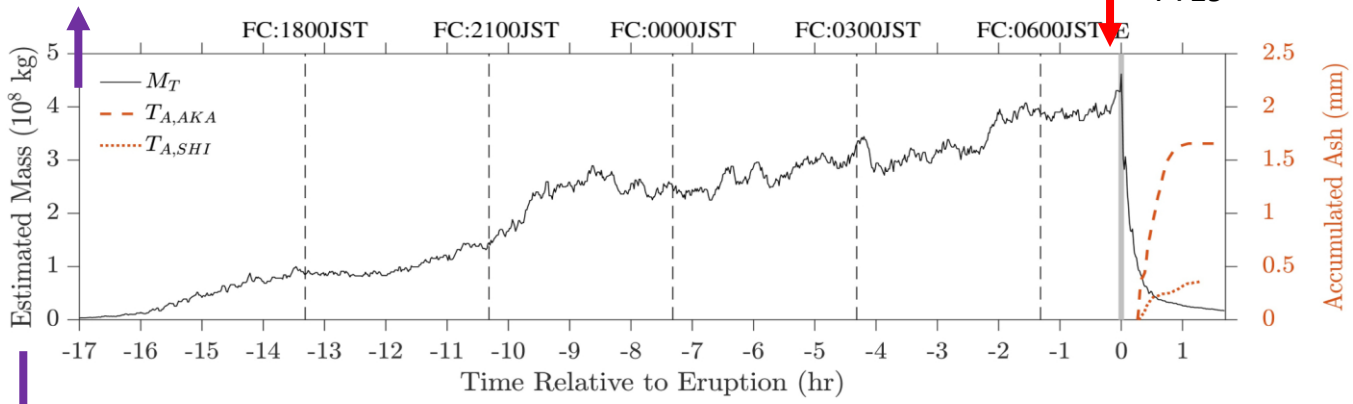
AKA：赤水Parsivel
SHI：柴立Parsivel

FALL3Dによる桜島近傍の火山灰拡散シミュレーションを行い、地上降灰量と比較して、精度検証・高精度化を図る。➡論文化（JDR Special Issue投稿済み）
AOGS2018において、研究成果を発表➡発表済み

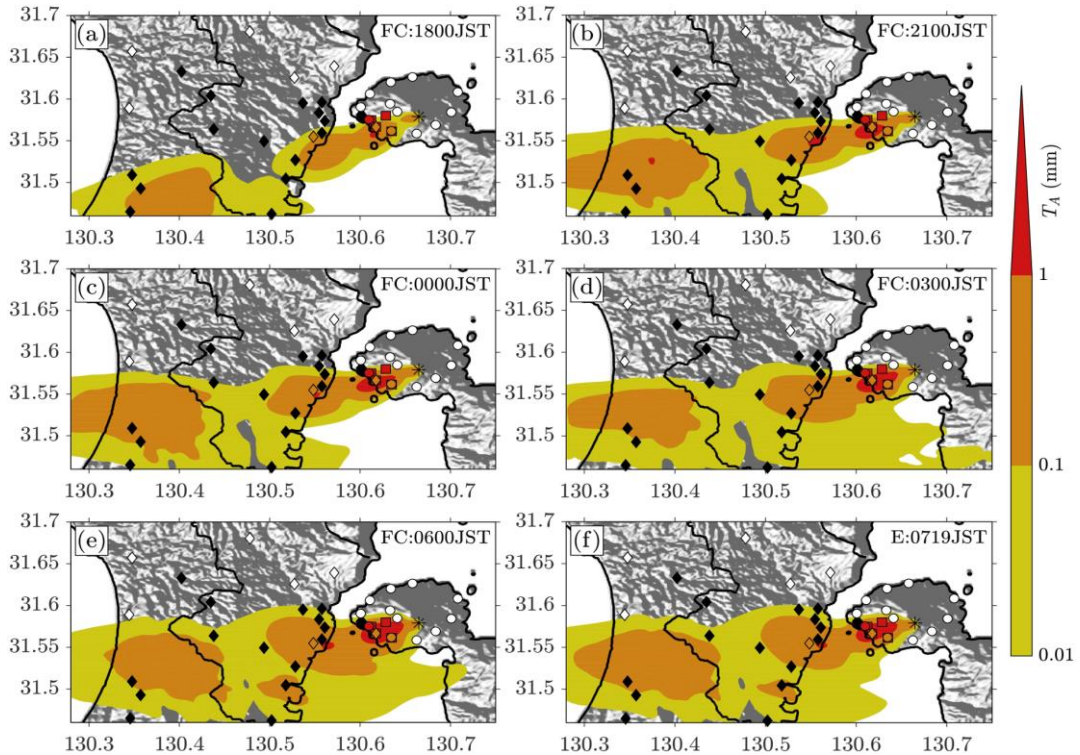
噴火発生前の膨張過程における予測

膨張開始

ブルカノ式噴火
7:19



傾斜及び伸縮変化から茂木モデルを仮定してマグマ量を見積もる



爆発時の予測

課題D2 平成31年度計画

a. プロジェクトの総合推進

当該プロジェクトと関連する「課題C　サブテーマ3」および「課題D　サブテーマ3」と連携を図りつつ、研究集会を開催する。

b. 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

- レーダー観測の継続
- レーダー反射強度－降灰量関係式（経験則+理論式）
- GNSS観測の強化（大隅半島）
- ライダー観測継続
- ディスドロメータによる観測の継続，火山噴火発生時の緊急観測

D3へデータをエクスポート

課題D2 平成31年度計画

c. 火山灰拡散予測の高速度化技術開発

- 桜島北東部の観測井の地震・傾斜計改修作業（噴出率推定式の高精度化）
- 噴煙柱形成・火山灰拡散の同時高精度シミュレーション（ブルカノ式噴火）

C3と連携

- PUFFモデルに外形情報を入力できるよう改良

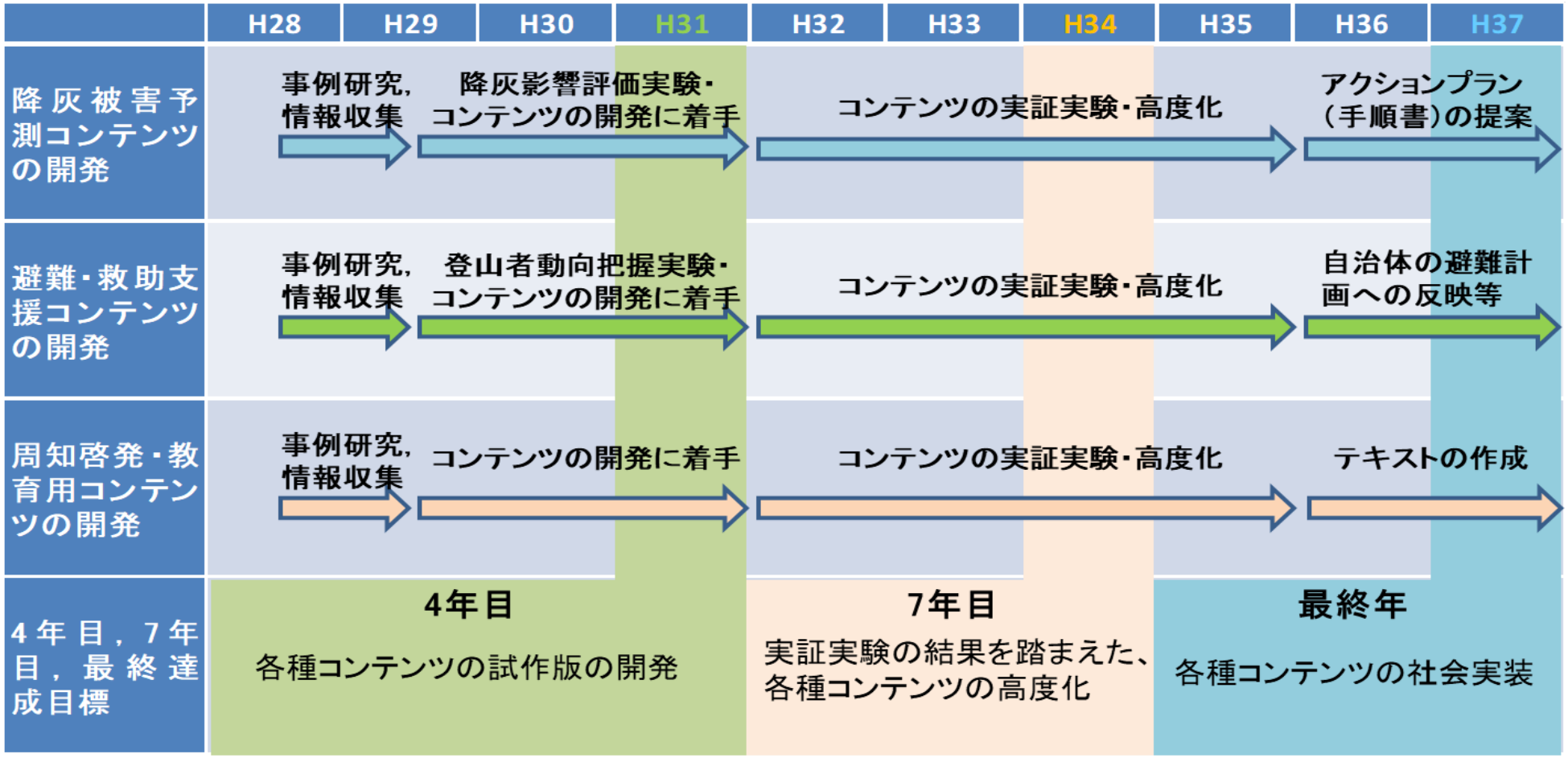
d.火山灰拡散予測の高精度化技術開発

- ドローンによる上空気象観測（年2回）
- WRF－CHEMメソ気象モデルにより高分解能（90 m以下の格子）での風速場シミュレーション，気象データの取り込み
- 粒径分布や落下速度を考慮したシミュレーション
- 降灰時刻の予測をめざしたシミュレーション
- レキの落下速度等の空力特性および動態の解明，耐衝撃性能試験

D3へデータをエクスポート

課題Ｄ：火山災害対策技術の開発

サブテーマ３
火山災害対策のための情報ツールの開発



①周知啓発・教育用コンテンツ試作版の開発

・合計30火山（今年度は10火山）のハザードマップをGIS化。

・自治体へのヒアリング調査・アンケート調査を実施。

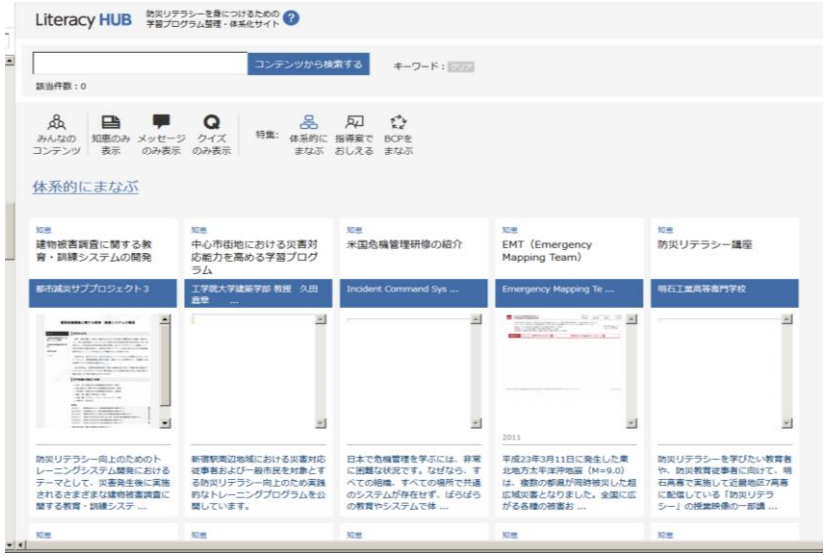
➡ 防災担当者が手軽に学べる教科書や総合的なWebサイトが存在しない

・**周知啓発・教育用コンテンツ**の試作版（下図左）を作成し、ユーザー（自治体防災担当者）の意見を反映して改良をはかる。

・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

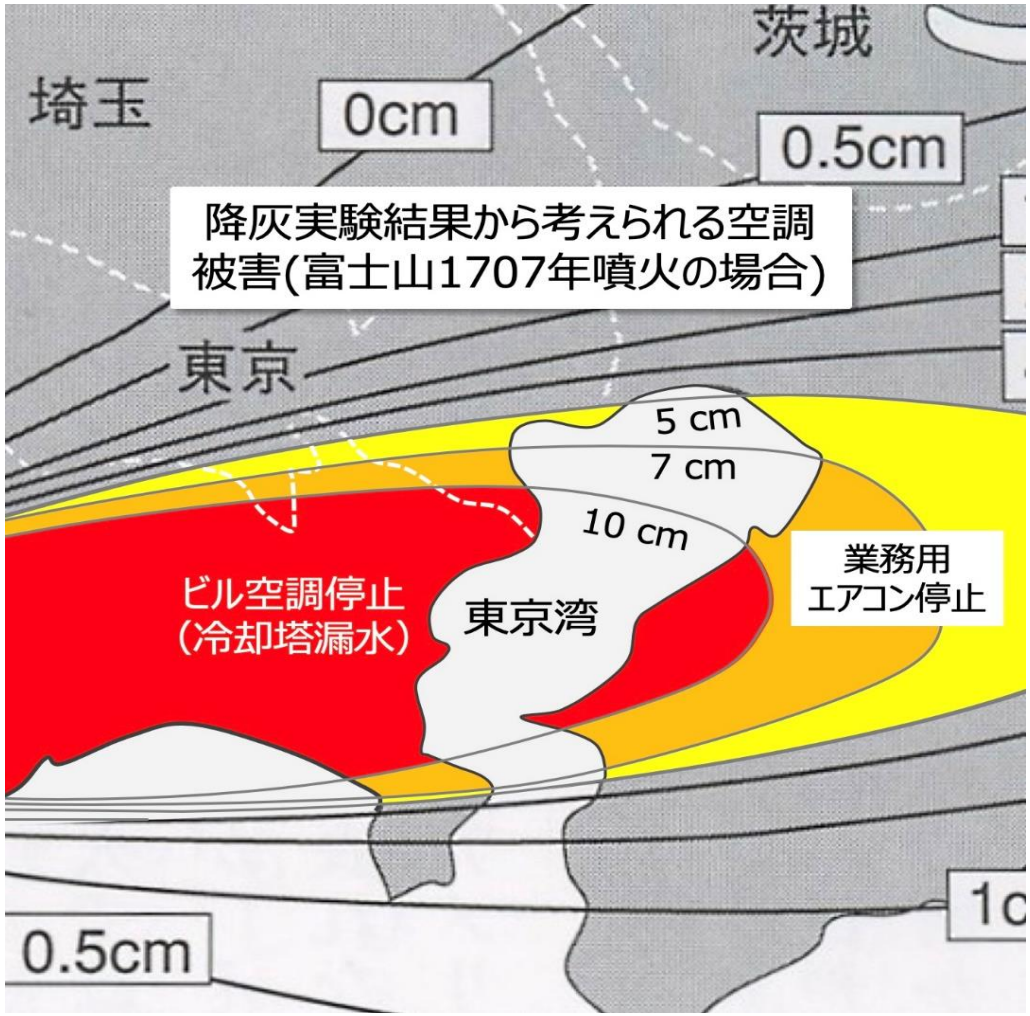


②降灰被害予測コンテンツ試作版の開発

富士山宝永級噴火の降灰分布による降灰厚分布と空調機の降灰影響評価実験から、空調機の降灰リスクの表現を検討

今後、インフラ（電気・道路等）などへのリスク表現を追加

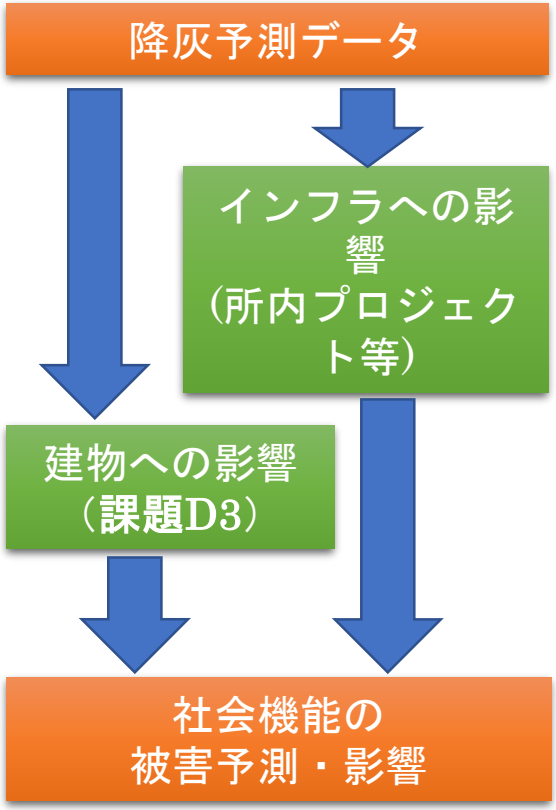
インフラ	閾値	備考・情報源
道路	5mm 通行禁止(高速道) 10mm 通行禁止(道路管理者側) 10～50mm 関係者のみ 50mm以上 通行不可	土木技術資料(2016) 玉置・多々納(2014) 内閣府資料 火山専門家のコメント
鉄道	0.1cm 運休(ポイント障害、電気設備影響)	内閣府資料 ディーゼルと電車とで検討が必要
電気(変電所)	0.1cm 注意 0.1cm＋降雨 停電 0.5cm 停電	内閣府資料 阿蘇降灰調査(2016)



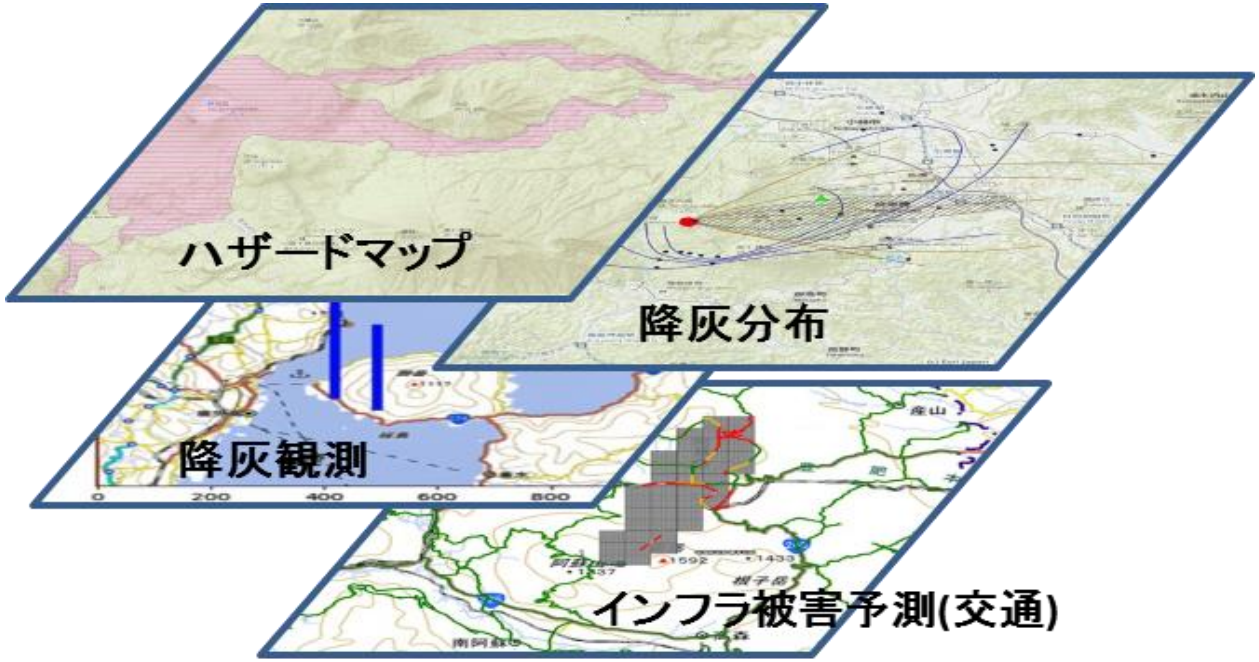
②降灰被害予測コンテンツ試作版の開発

〇今後の方針

- 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。
- 降灰被害予測コンテンツの試作版（WEBGISにより、それぞれのレイヤー(観測、ハザードマップ、インフラ被害予測等)を重ね合わせる）の開発に着手。



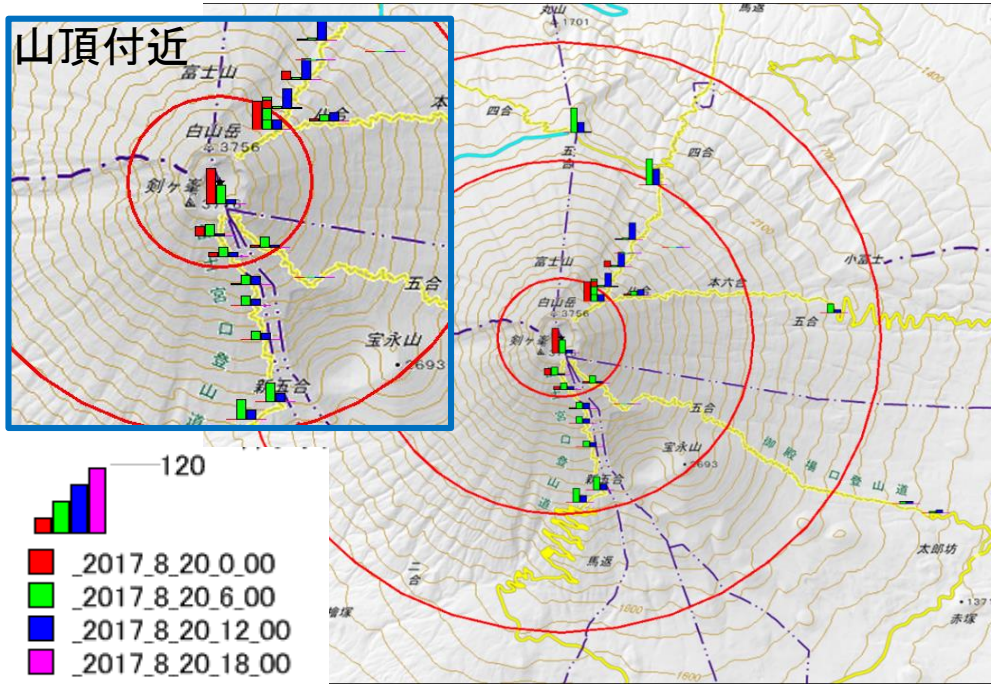
イメージ図



利用者のニーズに合わせた表示方法を検討し、他課題からの成果とリンクさせ、（7年目までに）インフラ被害と施設機能を考慮した降灰被害予測をシステム化する。

③避難・救助支援コンテンツ試作版の開発

○富士山チャレンジで得られた動態（人流位置）データを利用
⇒噴火発生時に「どの辺り」に「何人くらい」いるかを明らかにする。



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課題間連携について

〇課題間連携

- **課題D1**で得られるドローン画像及び地形データを、WebGIS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）。

- **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、被害者推定を実施予定（前述の③避難・救助支援コンテンツ試作版）。

https://gisapps.bosai.go.jp/kazan/sakurajima_ash_sample/index.html?webmap=3de97445408b41309ac87a69ff0daa3c

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/

⑤課題D3 平成31年度計画

1. 周知啓発教育用コンテンツ試作版の開発

「周知啓発教育用コンテンツ」の試作版として、自治体の防災担当者が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、GIS版のハザードマップ等を取得できる総合的なポータルサイトの開発に着手した。本コンテンツには、課題Aの防災情報基盤システムに集約される他課題のアウトプット（各種観測データや予測データ）を可視化した情報も含まれる。本コンテンツ試作版を完成させ、協力機関として参加している自治体防災担当者に実際に使ってもらい、さらなるニーズ（感想や意見）を集めてコンテンツの高度化に反映させる。

2. 降灰被害予測コンテンツ試作版の開発

これまで実施してきた建築設備を対象とした降灰実験の成果をまとめ、「降灰被害予測コンテンツ」の試作版の開発を進める。本コンテンツ試作版の開発に当たっては、建築物の項目ごとに降灰による被害率関数を構築し、損傷・被害に関する降灰深の閾値を設定する。またその結果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し、協力機関として参加している自治体防災担当者に実際に使ってもらい、さらなるニーズ（感想や意見）を集めてコンテンツの高度化に反映させる。

3. 避難・救助支援コンテンツ試作版の開発

平成29、30年度に実施された富士山における登山者動向把握実験（富士山チャレンジ）で得られた登山者の動態（人流位置）データ等を活用し、「避難・救助支援コンテンツ」の試作版の開発を進める。本コンテンツ試作版では、得られた動態データと他課題で行われる噴石シミュレーション等を組み合わせることで、噴火発生時の人的被害を想定することが可能となる。平時の利用として、地域防災計画や避難計画の作成、避難施設（避難豪等）や避難指示看板の設置、避難路の指定に対して有効な情報を提供できると考え、本コンテンツ試作版を協力機関として参加している自治体防災担当者に実際に使ってもらい、さらなるニーズ（感想や意見）を集めてコンテンツの高度化に反映させる。

第4回総合協議会（2018年11月14日）以降の集会など

・研究運営委員会は開催しなかったが、必要に応じて各課題内での集会を実施し、進捗状況を確認しながら研究を実施した。（課題C-2研究集会（H30年10月）、課題C全体集会（H30年12月）、課題B-4推進委員会（H31年1月）など）

・次世代火山研究推進事業H30年度研究集会を2019年3月25日に開催し、次世代火山研究推進事業で得た研究成果の一元化プラットフォームへの反映と活用の課題、一元化データを用いた新たな火山研究の展望などについて議論した。

火山研究人材育成コンソーシアム構築事業との連携

・次世代火山研究者育成プログラムの学生を次世代火山研究推進事業の研究課題のRAとして雇用している。今年度のRAは以下のとおり:

課題B: 4人
　そのうち、今年度からの新規雇用者は、3人（3人ともコンソ出身；発展コース在学中）
課題C: 1人（コンソ出身；発展コース在学中）
なお、課題Aと課題Dについては、RAの雇用はなし。