



# 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

資料2-4

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10回）  
R5. 12. 18

## 課題C 火山噴火の予測技術の開発

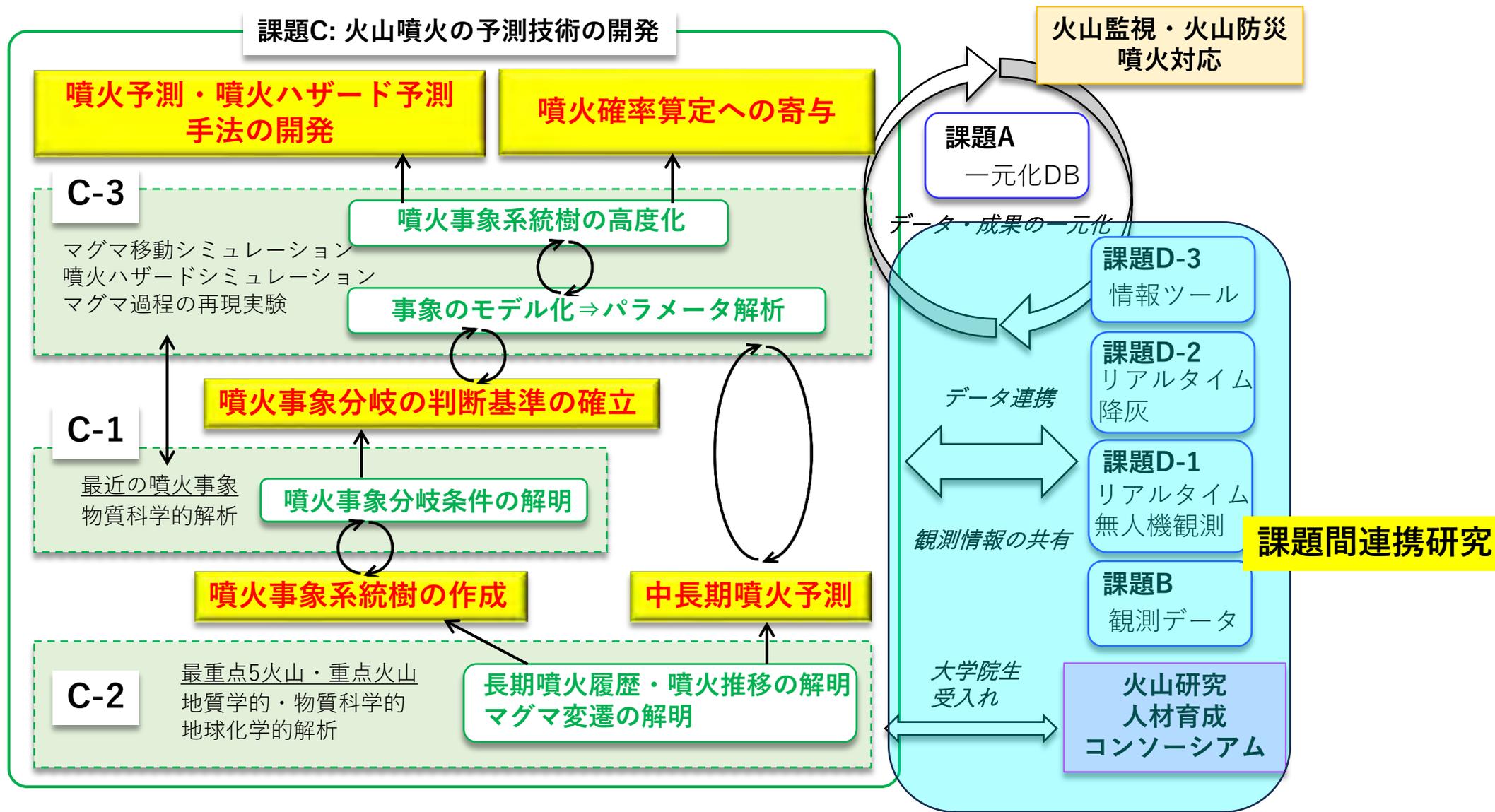
第10回総合協議会 課題成果概要

2022年12月～2023年度上期までの成果概要

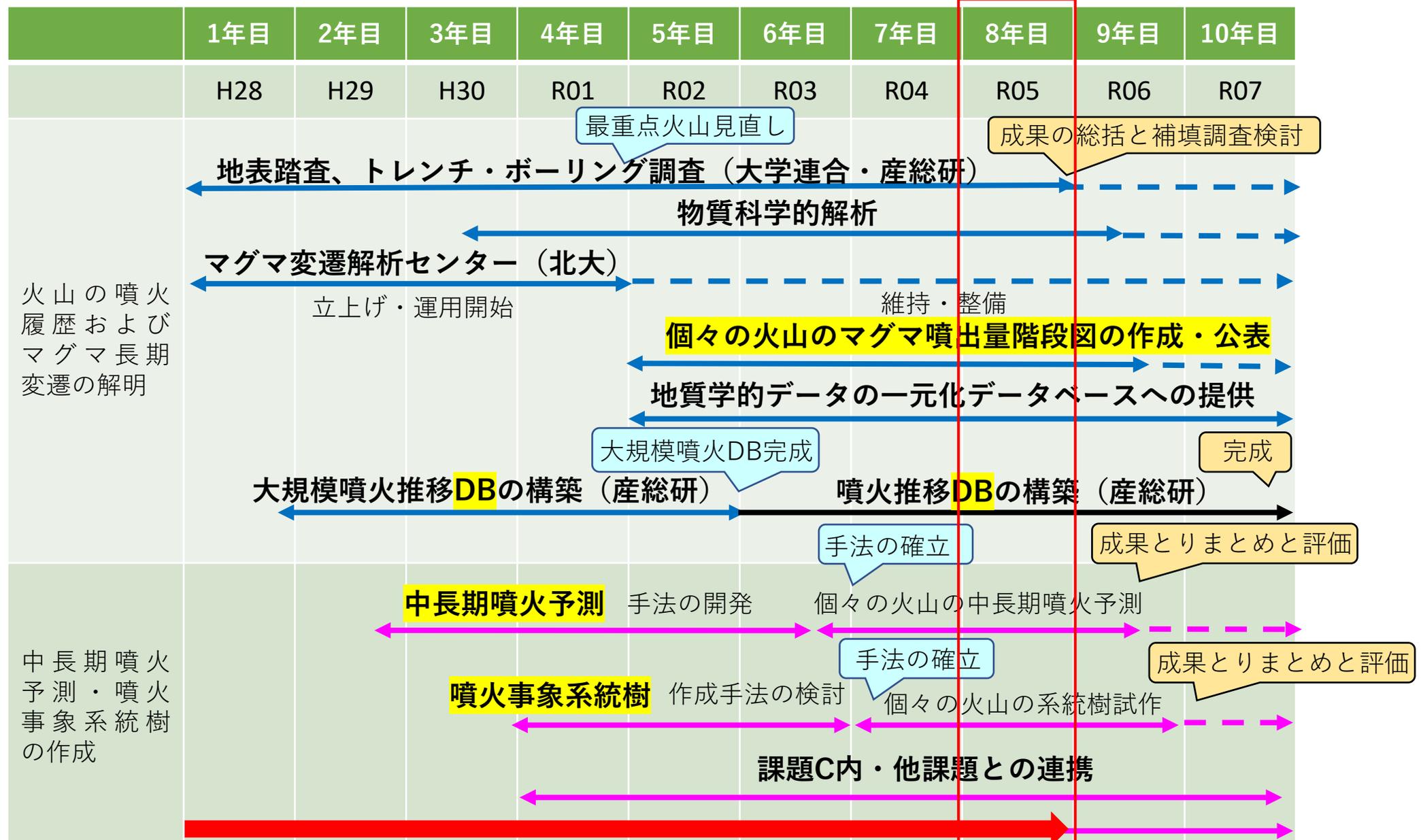
課題責任者・説明者：北海道大学 中川光弘

# 課題Cの概要

課題Cでは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。まず個々の火山で中長期予測を行う。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。本課題は、以下の3つのサブテーマの研究が並行して、かつ密に連携しながら実施される。



# サブテーマ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



火山の噴火履歴およびマグマ長期変遷の解明

中長期噴火予測・噴火事象系統樹の作成

最重点火山見直し

成果の総括と補填調査検討

大規模噴火DB完成

完成

手法の確立

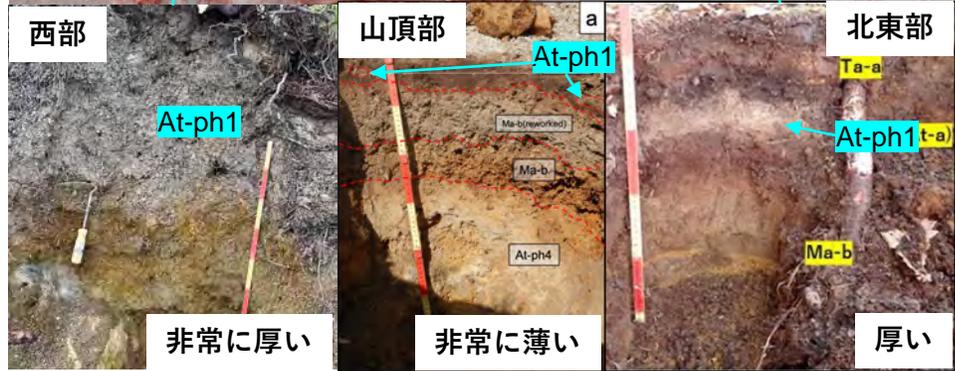
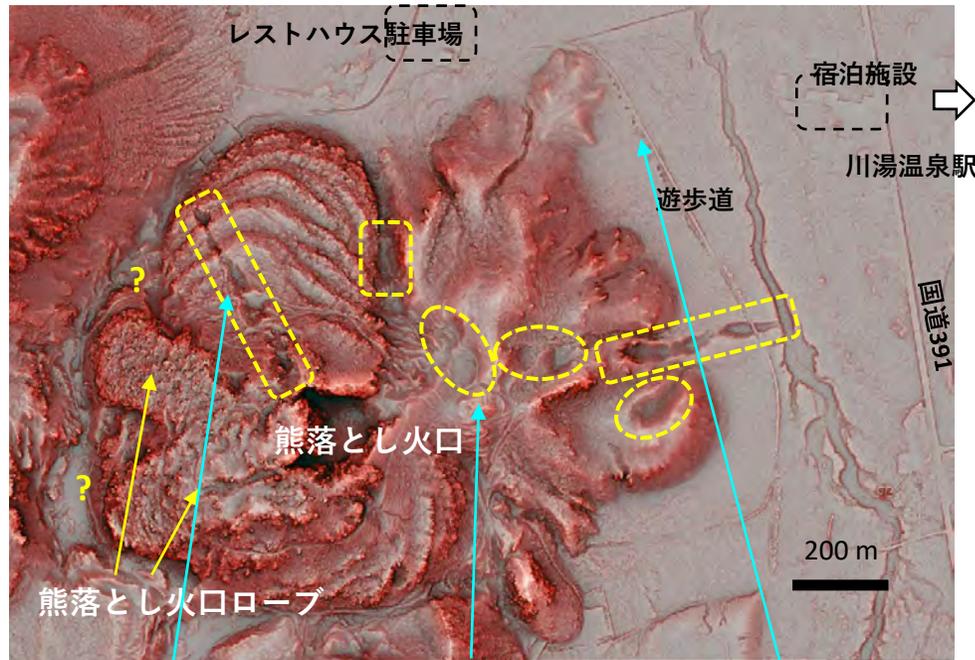
成果とりまとめと評価

手法の確立

成果とりまとめと評価

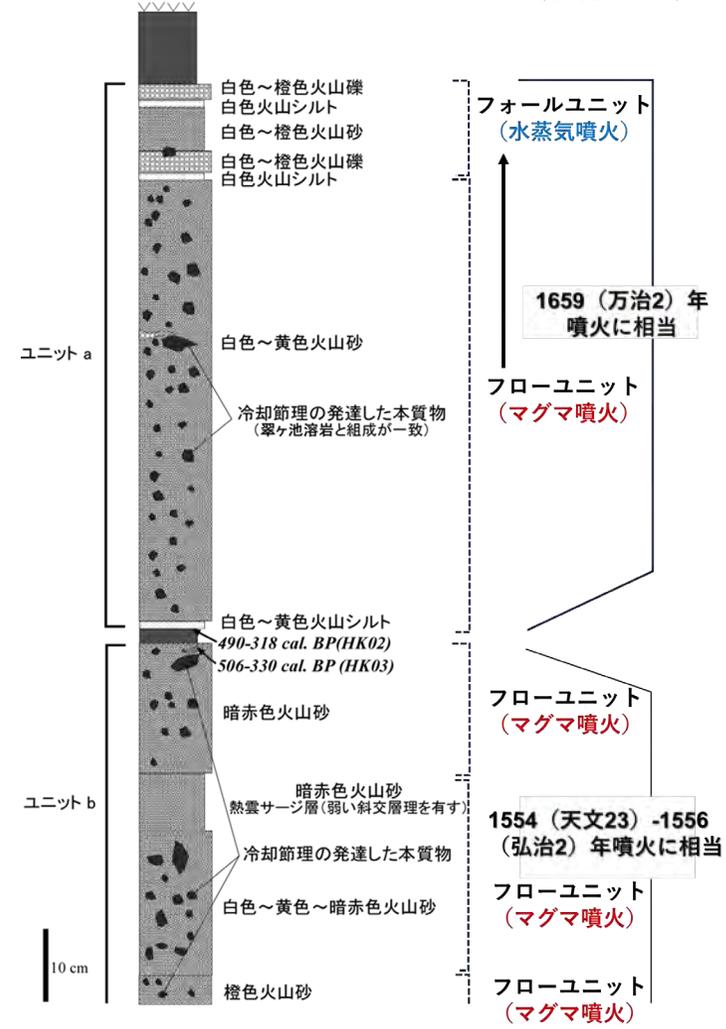
# 成果事例：アトサヌプリ・白山

## アトサヌプリ火山：観光地の活火山，最新の噴火活動の履歴説明 (北海道大)



アトサヌプリ火山の最新活動(400年前・1200年前): 1つの火口の活動ではなく、**複数の火口から同時期に噴火した活動**であることが判明

## 白山火山：標高2500m級の活火山，山頂部の噴火活動履歴 (富山大)



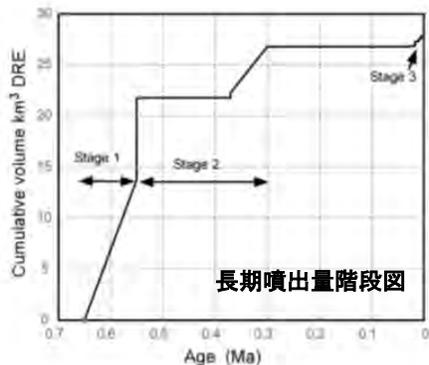
- ✓ 山頂域での調査により、**歴史時代のマグマ噴火の噴出物を2層見出した**
- ✓ 下位の火砕流堆積物は、1554-1556年噴火、上位の火砕流堆積物は、1659年噴火の噴出物である可能性が高い

# マグマ噴出量階段図の作成および公表

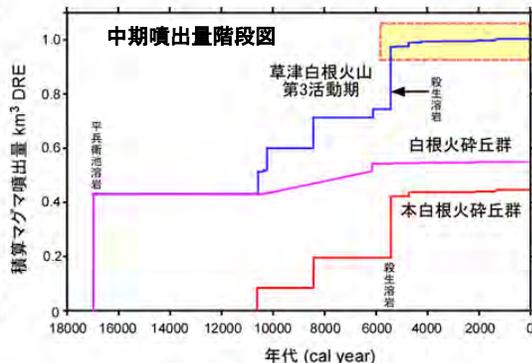
草津白根山のマグマ噴出量階段図

草津白根火山の噴火履歴調査  
(沼田・石崎ほか, 2023, JpGU)

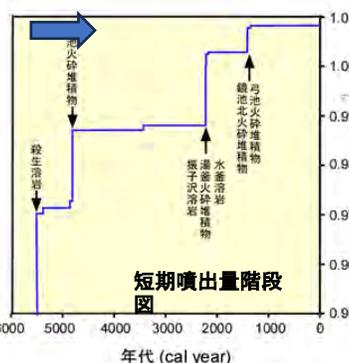
2つの活動場（本白根、白根）をもつ草津白根火山の階段ダイアグラムの作成に成功



✓初期の2つの活動期に総噴出量の約95%が噴出



✓ 殺生溶岩の噴出後は、活動が低調化  
● 殺生溶岩の噴出量 = 0.23 km<sup>3</sup> DRE  
● 殺生溶岩噴出後の総噴出量 = 0.04 km<sup>3</sup> DRE

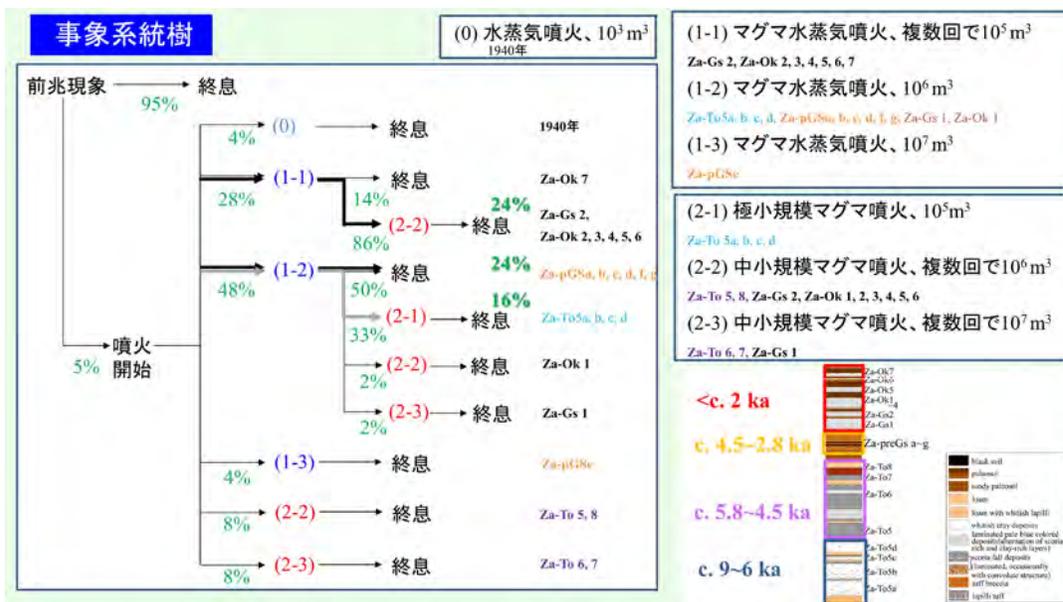


✓ 本白根と白根が連動した活動  
● 振子沢溶岩と湯釜火砕丘・水釜溶岩ドーム  
● 鏡池北火砕丘と弓池マール

・ マグマ噴出量階段図の作成指針・手法を提案し（中川ほか, 投稿準備中）、各機関で対象火山（13火山）の階段図を試作した。その成果を取り纏めた研究報告書を作成し、防災科研研究資料としてR5年度末に公表する予定である。

## 噴火事象系統樹の試作

試作事例：蔵王山



- 噴火事象系統樹作成のためのWGを発足させ、噴火事象系統樹の作成指針を検討した。
- 多くの火山が静穏期であることから、将来の噴火活動を網羅的に理解することに資するための噴火履歴に基づく事象系統樹を作成することとした（Unrest期には使用しない）
- 作成指針案に基づき噴火事象系統樹を試作し、問題点の洗い出しを行った。

# サブテーマ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

## 年次計画

項目	内容	28年度	29年度	30年度	R1年度	R2年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度	
分析・解析プラットフォームの構築	(a) 高精度、高効率の分析環境の構築	標準的な定量分析ルーチンの確立		分析の効率化			分析環境のアップデート					
	(b) 解析の自動化による作業の効率化・標準化	標準的な解析プログラム、図化プログラムの整備				データベースとの連携プログラムの整備			プログラムのアップデート			
データベース	(c) データ保存環境の整備	データベースの構築				データベース利用環境の整備			データベース利用開始、アップデート			
		データベースの構築				データベース利用環境の整備			データベース利用開始、アップデート			
機器の公開	(e) 広く研究者や学生に開放するための利用環境の整備	利用規程整備				受け入れ体制の構築			受け入れ開始			
		受け入れ体制の構築				受け入れ開始			受け入れ開始			
火山噴出物解析	(d) 対象火山 (11火山 + $\alpha$ ) の噴出物解析とカタログ化	試料採取, 地質学的検討		必要に応じての追加								
		マグマ溜まり環境の実体化				再解析, 精密化						
		マグマの上昇速度, 状態の解明				再解析, 精密化						
		混合から噴火に至る時間の解明				再解析, 精密化						
		カタログ化				カタログのアップデート						
		予測指標の検討										
		(新たな分析要素の検討)										

・ 噴出物解析による噴火の特徴把握

(マグマ溜まりの環境 (T, P, 組成、上昇速度、噴火準備時間))

・ それを実現する分析・解析・環境の構築と利用普及

(分析・解析プラットフォーム、データベース)

(即時)

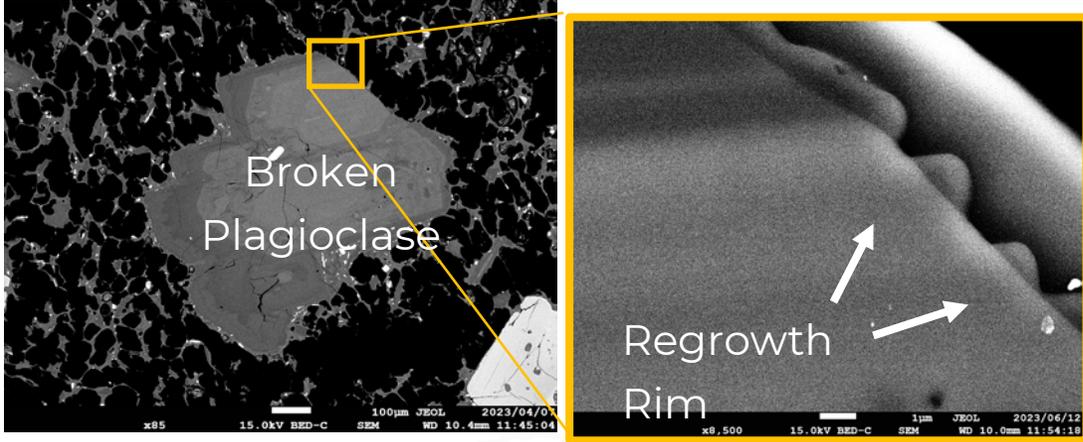
噴火の様式や推移の予測

(仕組みやモデル作り)

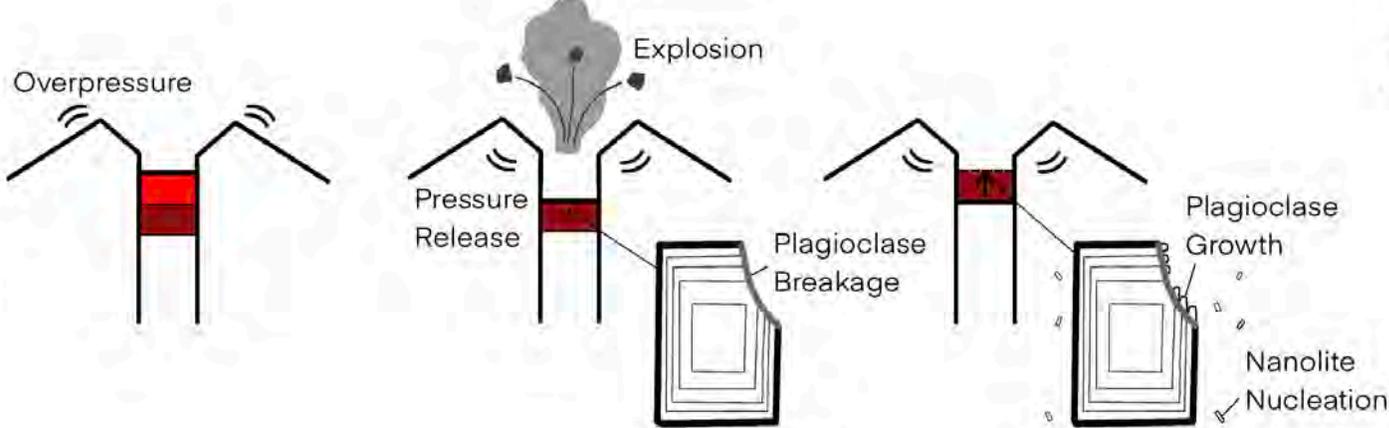
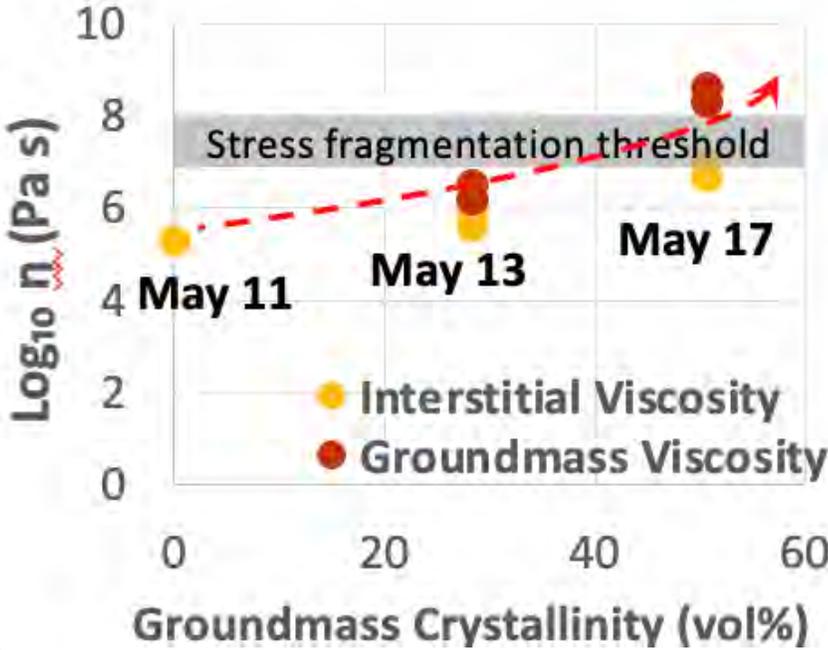
取りまとめのステージに入った

# ○マグマ供給系像、噴火準備過程の明確化

## 桜島南岳火道最浅部でのマグマ結晶化速度と粘性上昇率



浅部でのマグマの挙動を知るための有効な手法の開発



破断した斜長石に成長したリムの組成と厚さから成長速度を求めた。さらにマイクロライトの数密度を実測し、マイクロライトの結晶成長により、噴火間隔のあいだにどの程度マグマの粘性が変化するかを見積もった。



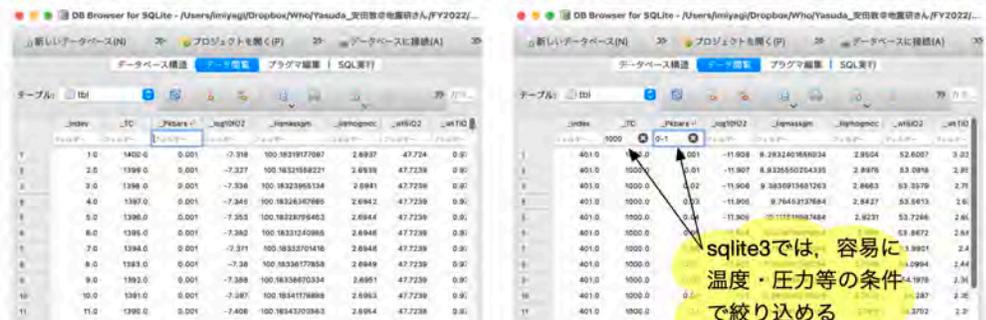
○噴火の推移・様式予測のための噴火発生後の作業の高精度化と迅速化

○単純化したマグマ供給系モデルによる噴火推移・様式予測の仕組みの検討

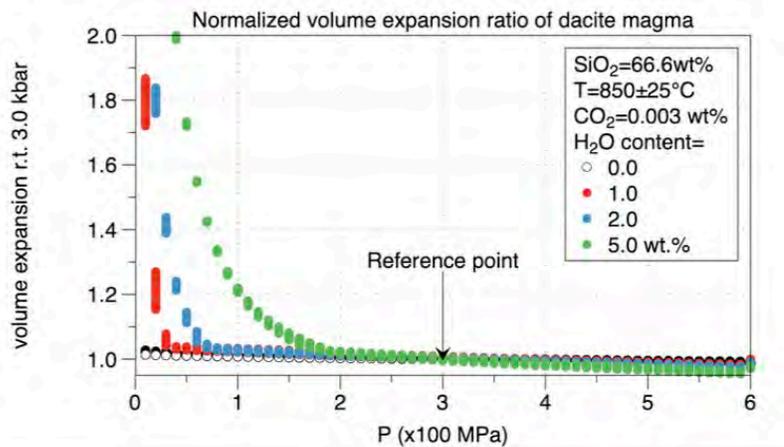
MELTSの利用環境整備と利用法の提案

1: 膨大な計算結果のハンドリング性の向上  
 ほぼ解決→DBソフト(sqlite3)の活用→計算結果をJVDNに掲載可

今年度:  
バグ取り



(活用例) マグマの上昇に伴う体積膨張を計算



始良(29ka, 900km<sup>3</sup> (360km<sup>3</sup> DRE))

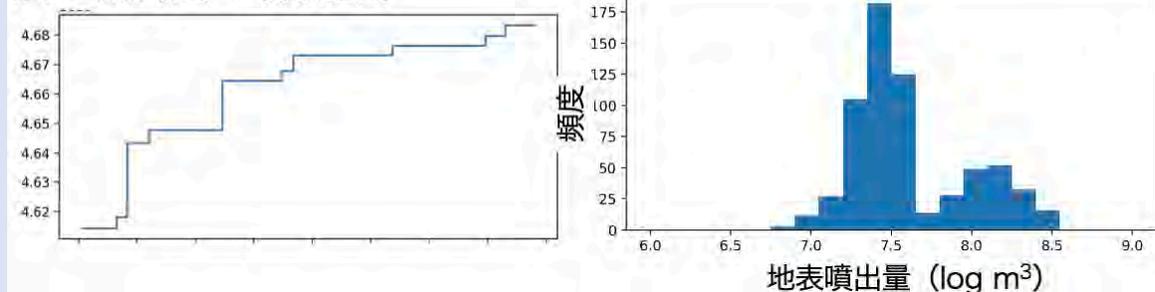
- ・ストーピングで2割膨張 (計算)
- ・その約半量が先行噴出 (地質)

肘折(12ka, 2.3km<sup>3</sup> (0.83km<sup>3</sup> DRE))

- ・ストーピングで1割膨張 (計算)
- ・その約半量が先行噴出 (地質)

上のマグマ溜まりモデルによってシミュレーションした例

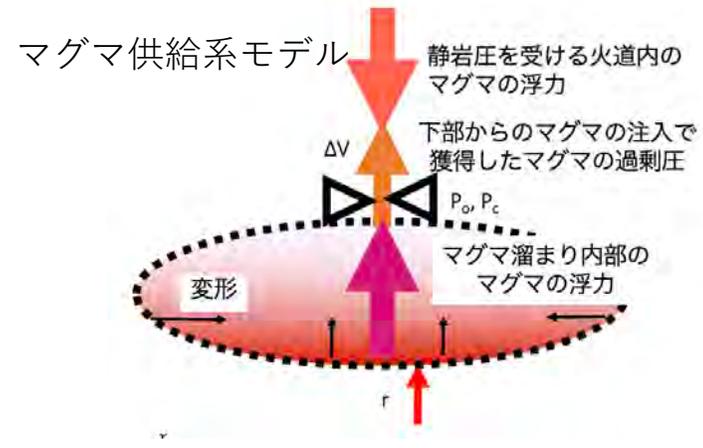
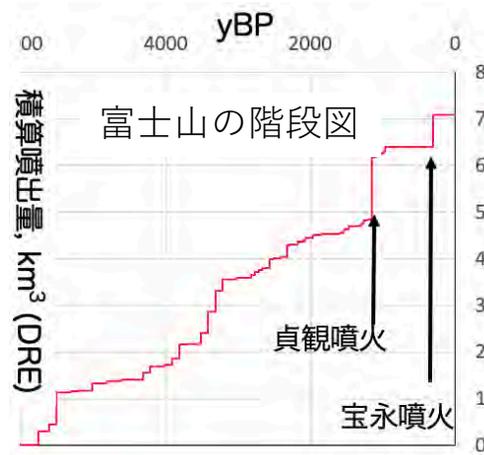
x 10 積算噴出量 (部分拡大)



時々発生する規模が大きな噴火を再現するとともに、噴出量の幅を現実に近づけることに成功した。

モデル計算のメリット:

- ・モデルのどの要素が噴火の発生等の予測項目の確率に影響を与えるのか検討できる。
- ・観測値との整合性から不確定要素部分に制約を与えたり、モデルの修正が可能。





# 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

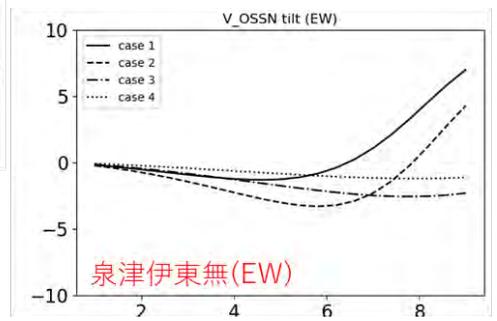
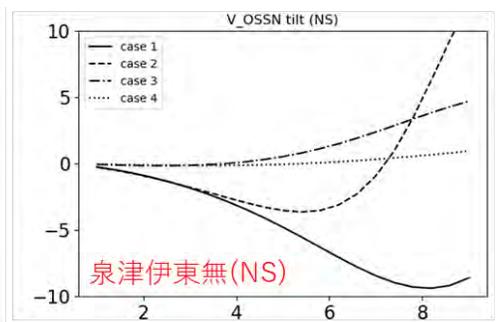
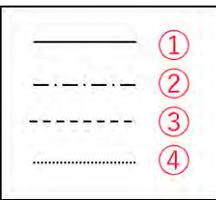
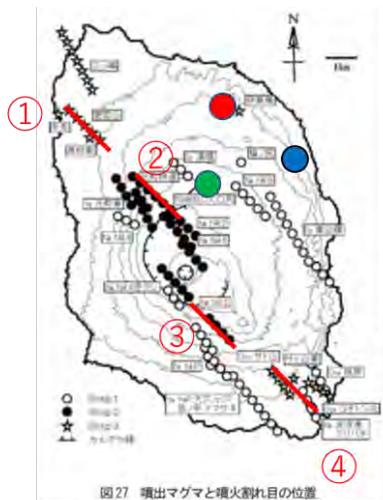
## 課題C 火山噴火の予測技術の開発 サブテーマ3 シミュレーションによる噴火ハザード 予測手法の開発

	H28年度	H29年度	H30年度	R1年度	R2年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度
①地下におけるマグマ移動シミュレーション	← 火道流・岩脈・結晶化・レオロジーモデル構築 →			← マグマ移動評価システム開発 →			← 一元化システムへの統合 →			
②噴火ハザードシミュレーションの開発・高度化	← 降灰・噴煙・溶岩流・噴石評価システム開発 →			← 火山ハザード評価システム開発 →			← 一元化システムへの統合 →			

# ①地下におけるマグマ移動シミュレーション

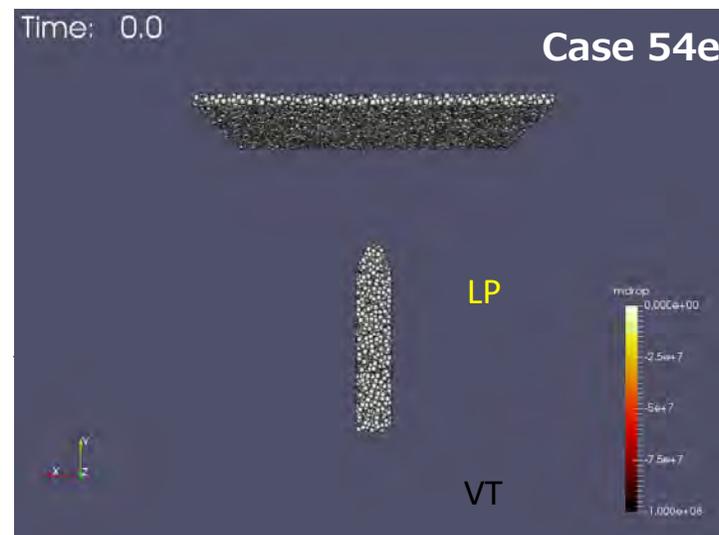
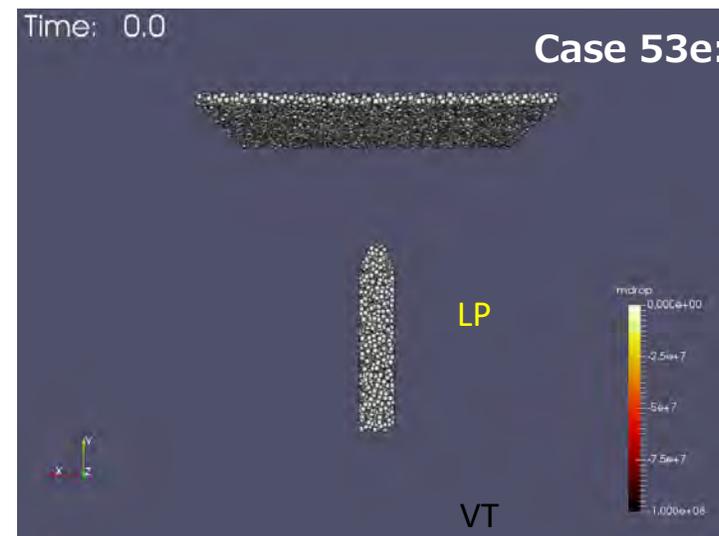
## b. マグマ移動過程シミュレーション技術開発

○岩脈貫入の場所による傾斜変化の比（伊豆大島）



岩脈の位置の違いにより観測される傾斜変化の振幅比や極性変化のタイミングが異なる。  
 →異常発生時の監視の視点に役立つ。

○噴火・噴火未遂分岐判断のため、個別要素法により、各パラメータへの依存性の検討を継続して実施



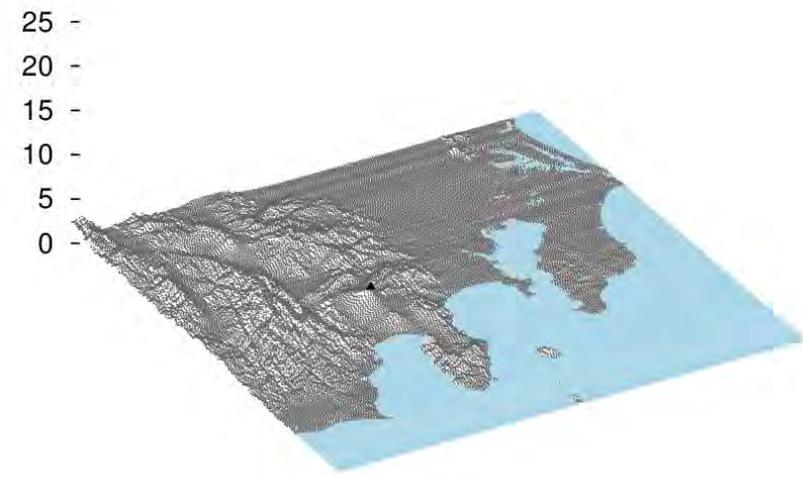
# ②噴火ハザードシミュレーションの開発・高度化

## a. 降灰ハザード予測モデルの開発

移流拡散モデルの初期値のための  
1次元噴煙モデル (NIKS-1D) の開発

噴煙を噴煙柱と重力流で表現し、沈降モデルを組み合わせることで、火砕物の離脱を計算するモデルを開発した。離脱した火砕物は移流拡散モデルの入力とした。宝永噴火の噴出条件を2021年1年分の風向風速場データで計算。

FT=0 days

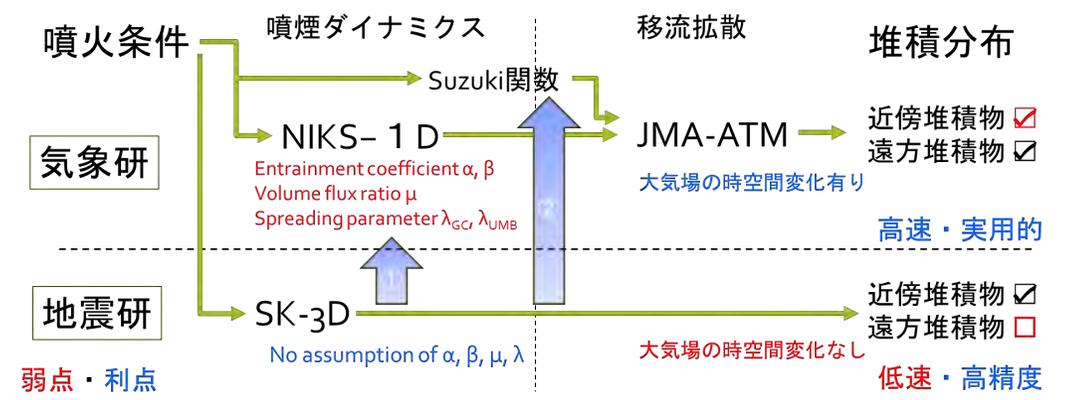


大規模噴火時の都市部へ影響評価  
～宝永噴火の降灰シミュレーション～

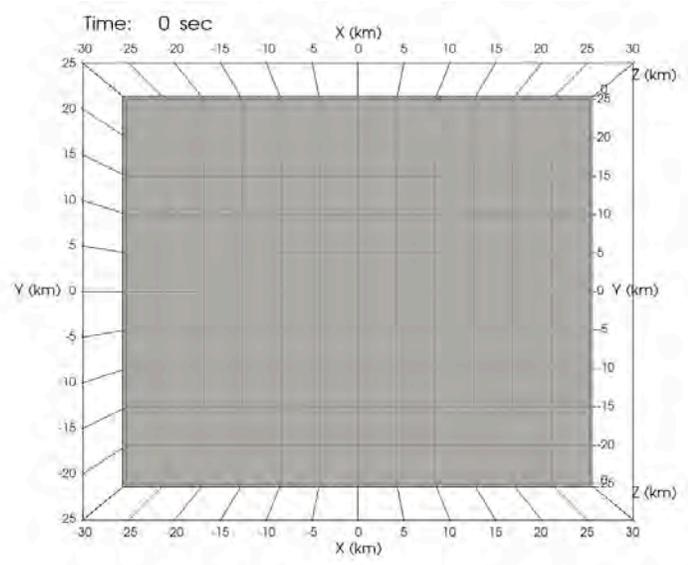
- 大粒径 : <math><-4\phi</math>
- 中粒径 : <math>-4\phi\sim-1\phi</math>
- 中粒径 : <math>-1\phi\sim+3\phi</math>
- 小粒径 : <math>>+3\phi</math>

## b. 噴煙柱ダイナミクスモデルの開発

目的：「噴火条件—堆積分布」関係の実用的かつ高精度なモデルの構築



### 上から見た噴煙の広がり



- 経験的係数の決定
- a. エントレインメント係数,  $\alpha$ , 風による エントレインメント係数,  $\beta$
  - b. 傘型噴煙拡大パラメータ,  $\lambda_{UMB}$ , Bent Plume拡大パラメータ,  $\lambda_{GC}$
  - c. 体積flux比,  $\mu$

$\lambda_{UMB} \sim 0.1$  (Suzuki&Koyaguchi, 2009)

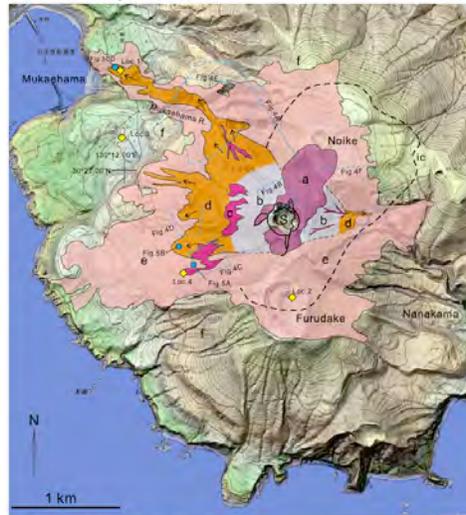
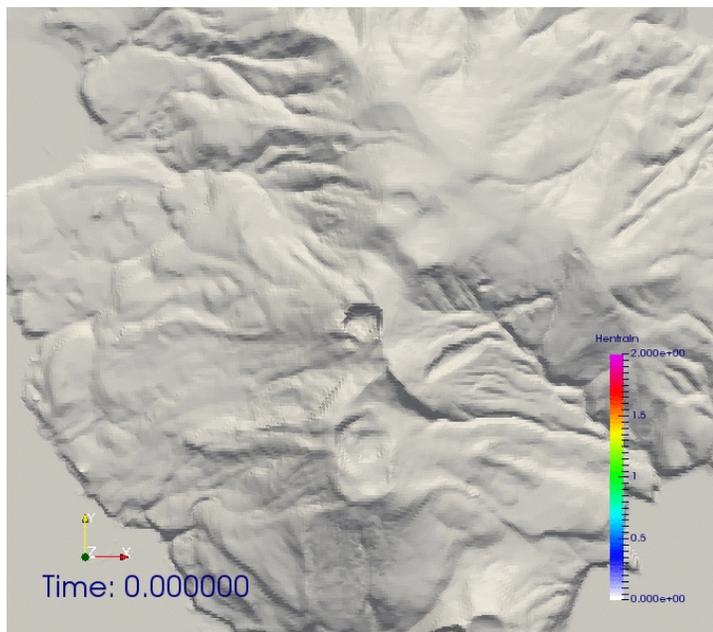
# ②噴火ハザードシミュレーションの開発・高度化

## c. 火山ハザード評価システムの開発

### ・faSavageHutterFOAMによる火砕流高濃度部シミュレーション

■ 2015年5月29日噴火における火砕流高濃度部の解析

✓ 分布領域・堆積量（火口内・近傍を除く）の観測値 (Geshi and Ito 2018) との比較に基づく給源量の推定

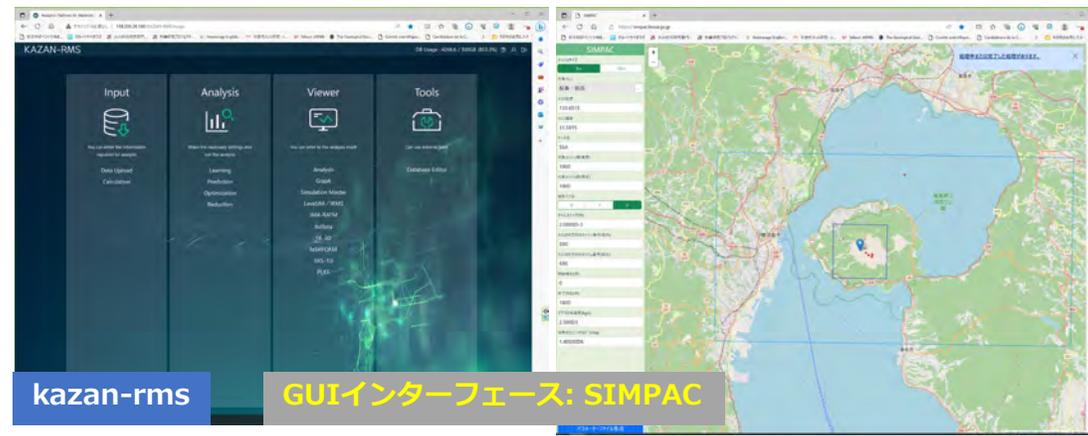
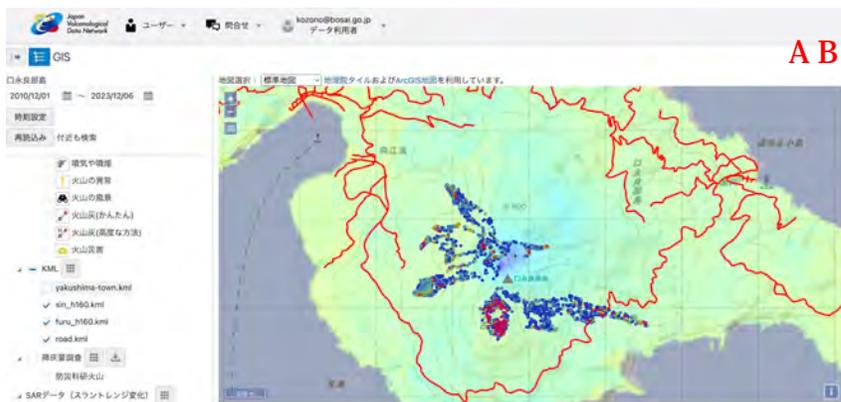


a zone a: proximal area covered with thick deposit of blocks.  
 b zone b: area covered with very-thin deposit. All vegetations were removed by PDC.  
 c zone c: area covered with thick block and ash flow deposit.  
 d zone d: area covered with thin ash layer from PDC. Trees are broken and fell by PDC blast.  
 e zone e: area covered with thin ash layer from PDC. Tree leaves and branches are broken by PDC blast.  
 f zone f: area covered with thin ash-fall deposit.

(Geshi and Ito 2018)

・各シミュレーションモジュールの火山ハザード評価システムへの組み込みと計算結果のDB化（ドリルマップ作成）

- 簡易版降灰シミュレーション (PUFF), 詳細版降灰シミュレーション (JMA-ATM), 噴煙柱シミュレーション(SK-3D)
- 詳細版溶岩流シミュレーション (LavaSIM), 新溶岩流シミュレーションコード (faSavageHutterFOAMLava)
- 詳細版火砕流シミュレーション (SKS), 火砕流高濃度部シミュレーション(faSavageHutterFOAMを利用)
- 噴石シミュレーション (Ballista) 等



# 課題間連携研究 (1) 伊豆大島

## 「火山学はどのように噴火様式・推移の予測を行うか：伊豆大島火山を例にして」

February 2023 防災科学技術研究所研究資料 第487号  
 Technical Note of the National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience: No.487

次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト, 課題間連携研究集会  
 「火山学はどのように噴火様式・推移の予測を行うか：伊豆大島火山を例にして」プロシーディング

Proceedings of the Workshop of the Cooperation Research of the Integrated Program for Next Generation Volcano Research and Human Resource Development: How Does Volcanology Forecast the Style and Sequence of a Future Eruption? - A Case Study on Izu-Oshima Volcano -



国立研究開発法人 防災科学技術研究所  
 National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

防災科学技術研究所研究資料 第487号 2023年2月

目次

	ページ
研究集会「火山学はどのように噴火様式・推移の予測を行うか：伊豆大島火山を例にして」 —ねらいと概要—	4
A. 静穏期：噴火シナリオの再評価と改訂，そして伊豆大島の噴火準備とは	
1. 伊豆大島噴火シナリオ(予知速版)の構想とやり残したこと 伊豆大島噴火シナリオ(予知速版)の構想と噴出物から見えること	7
津久井 雅志	
伊豆大島噴火シナリオ作成後の反省 —そこから考え始めたこと—	13
森田 裕一	
2. 地質・物質の研究から見た予知速シナリオの評価：推移・マグマ供給系の見直し 周辺海域を含めた伊豆大島側火山の活動とそのマグマ供給系	19
石塚 浩・井上 卓彦・有元 純・川邊 稔久・前野 深	
伊豆大島火山のマグマ供給系に対する物質科学的制約	25
栗谷 豪・中川 光弘・松本 亜希子	
安永噴火を中心とした伊豆大島の噴火推移とマグマシステム	30
池永 有弥・前野 深・安田 敦	
伊豆大島火山の浅部マグマ供給系 —H <sub>2</sub> O飽和斜長石リキダスからの制約—	36
石橋 秀巳・安田 敦	
3. 最近の地物観測・研究から見た予知速シナリオの評価 電磁気連続観測からみる伊豆大島火山の推移	41
小山 崇夫	
既存知見に基づく伊豆大島噴火シナリオ改善に向けた検討	45
鬼澤 真也	
噴火兆候として予測される火山ガスの組成変化について	51
大場 武	
4. 討論：シナリオをどのように改訂するか(できるか) 伊豆大島における噴火推移モデル	58
前野 深・池永 有弥	
B. Unrest期：あるシナリオを想定したとして，どのような事象が観測されるか	
1. シミュレーション+実験 火山活動推移の定量的把握 —マグマ移動モデルに基づく検討—	62
小園 誠史	
マグマ移動シナリオに基づく地殻変動シミュレーション	66
川口 亮平	
レオロジー実験から探る1986年伊豆大島割れ目噴火溶岩の時間依存性	70
魚住 隆彦・ICM研究センター 藤野 正二・小園 誠史	

1625/00002870/

R05.03, 防災科研研究資料集として、伊豆大島WSプロシーディングを発行

# 課題間連携研究 (2) 霧島 「火山学はどのように噴火予測・推移予測に貢献できるか：霧島火山を例として」

キックオフ研究集会

2023年4月6日

第2回WG コアメンバーWS

2023年7月7日

目的：観測・研究の到達点と課題を共有し連携研究の進め方について議論する



## 連携研究準備WGの発足

メンバー：相澤、小園、前野、及川、安田、藤田、中川

### (霧島連携研究の流れ)

2023年

4月 キックオフ集会・WG発足

5月19日 第1回WG

7月7日 **第2回WG：コアメンバーWS**

2024年

11月？ 現地で人材育成コンソと連携研究集会

### ○霧島連携研究の概要

- 2024年度一杯で終了、延長しても2025年度（PJ最終年度）中盤までであろう。
- 新たな課題研究は無理で、研究集会と人材育成との連携が中心
- 研究集会では、**現在までの研究成果の的確なレビューと、その成果をもとに何が出来るか**を考える
- 人材育成との連携では？

目的：連携研究のための**マグマ供給系モデル**と**噴火シナリオ**の**たたき台**を作る

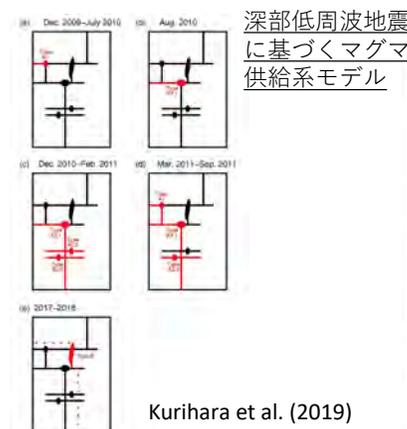
### ○マグマ供給系モデルについて (13:00~15:00)

- 13:00-13:20 「霧島火山の3次元Vsv、Vsh構造とS波鉛直異方性」 長岡 優 (温地研)
- 13:20-13:40 「深部低周波地震の活動から解明するマグマ供給系プロセス」 栗原 亮 (温地研)
- 13:40-14:05 「主に地下構造に基づく霧島火山のマグマ供給系-他火山の知見も入れて-」 相澤広記 (九大)
- 14:05-14:30 「霧島火山群歴史時代噴火の地質・物質科学的分析に基づくマグマ供給系」 前野 深 (東大)
- 14:30-14:45 「簡略化したマグマ供給系モデルの霧島への拡張」 安田 敦 (東大)
- 14:45-15:00 討論

### ○噴火シナリオ・状態遷移図について (15:15~16:20)

- 15:15-15:40 「霧島火山における噴火推移の特徴-観測に基づく制約-」 小園誠史 (防災科研)
- 15:40-16:05 「霧島火山の噴火様式・推移の特徴-完新世の活動を中心に-」 及川輝樹 (産総研)
- 16:05-16:20 「霧島山新燃岳の状態遷移図について」 藤田英輔 (防災科研)

### ○総合討論 (16:20~)

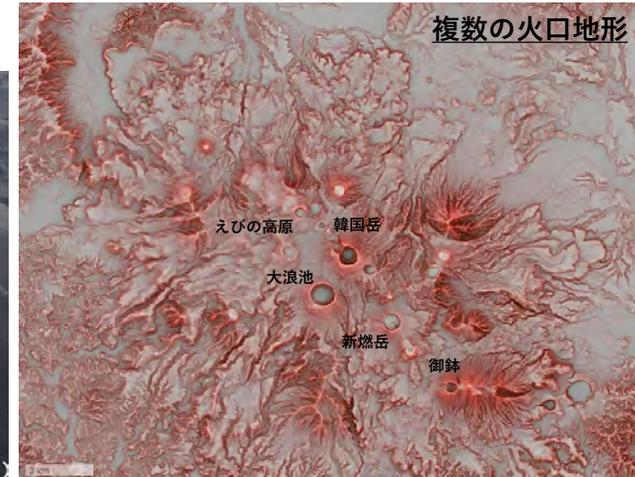


# 連携研究の今後の計画

課題間の連携研究をさらに促進（課題Dへの拡大も検討する）

（+大学院生の関与を促す→人材育成コンソとの連携）

## 課題間連携研究第2弾 安山岩質噴火：霧島火山



年度	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07
年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
玄武岩質噴火 伊豆大島			コアメン バーWS	現地研究 集会	追加研究 まとめ		
安山岩質噴火 霧島				キックオフ 研究集会	コアメン バーWS		現地研究 集会
珪長質噴火 未定							