資料２－５

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

次世代火山研究･人材育成　総合プロジェクト

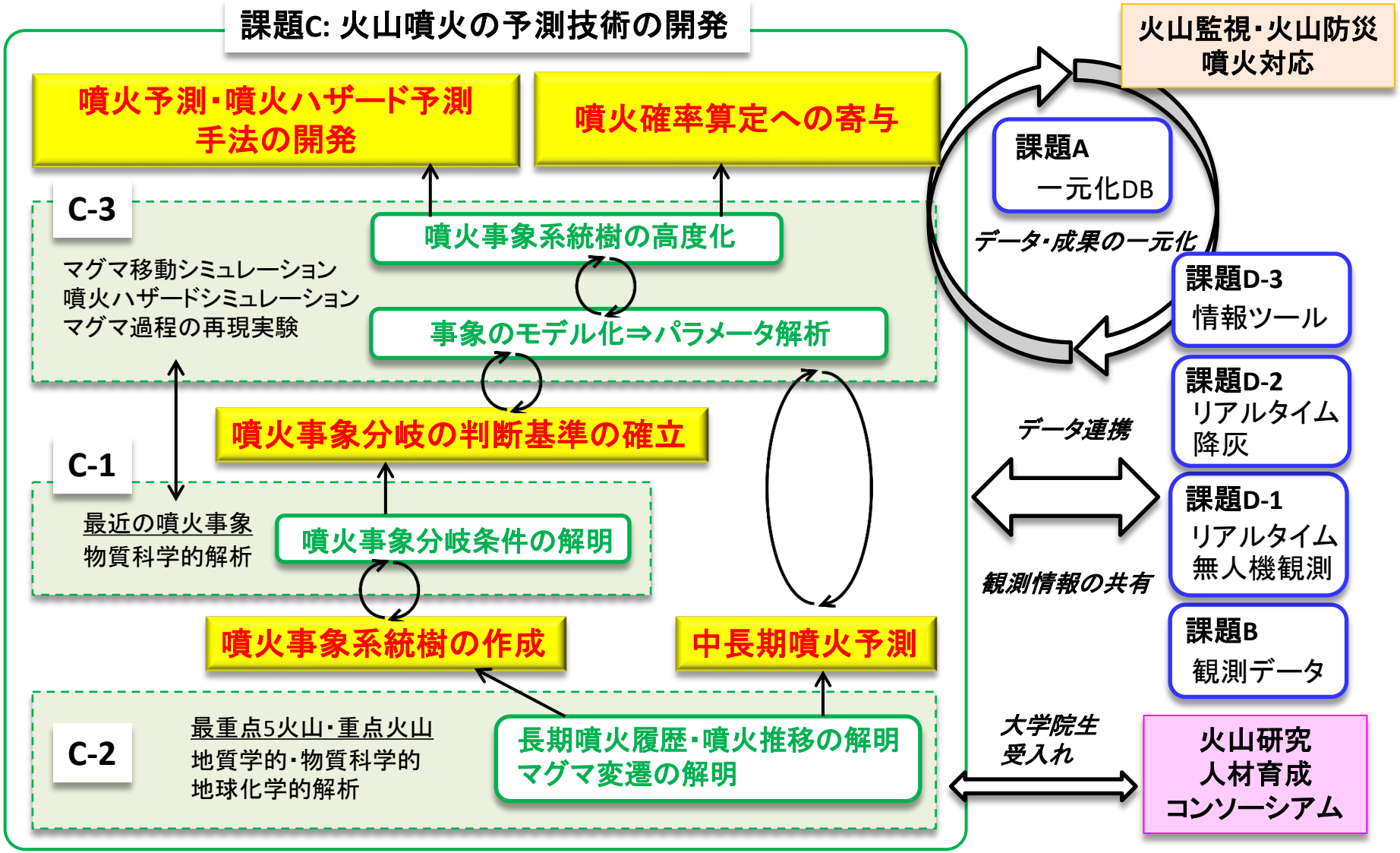
課題C：火山噴火の予測技術の開発

平成30年度進捗状況

課題C実施責任者
北海道大学大学院理学研究院　中川光弘

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

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。
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（～270 m に到達，掘進中）
新島火山: 全岩化学組成によるマグマの時代変化の検討

②マグマ変遷解析センターの立ち上げと分析技術開発

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火山体トレンチ調査による噴火履歴解析および大規模噴火データベースの整備 （産総研）

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。
大規模噴火データベース：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の受け入れ。

C-2 浅間火山の噴火履歴・様式の精密解明

浅間前掛火山の高分解能での活動史解明と中長期活動予測のため、**山麓の広範囲の地点において地 質調査**を行う(図1)。平成30年度はトレンチ3 か所、ボーリング1か所について地質記載を行い、 重要露頭と合わせて層序の検討を行う。既に掘削 完了した地点については、採取した試料の各種分 析作業中である(2018年10月現在)。

図1 調査地点図

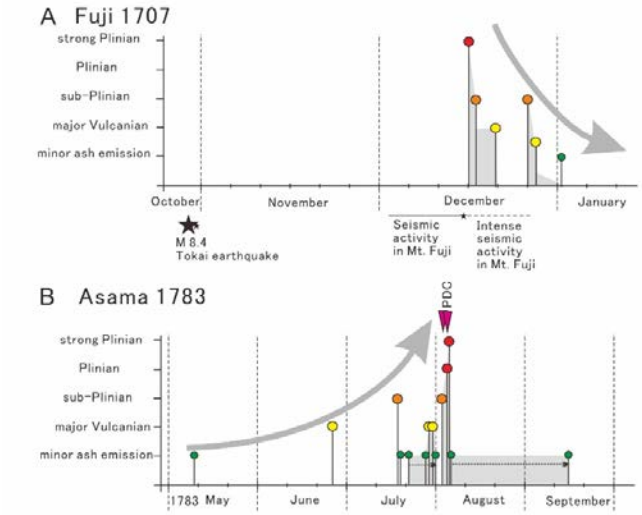
写真1

写真2

南山腹のトレンチ地点14(2018年7月掘削)について:
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6300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(7300年前の広域火山灰)を検出した。

② 大規模噴火(推移)DBの作成

[昨年度までの成果の概要]
○主に日本国内の歴史記録がよく残されたプリニー式噴火・準プリニー式噴火の前駆現象及び噴火推移を、短期(数か月以内)及び長期(数年)のタイムスケールに分けて収録。噴火推移のパターン分けを試行.



統一した様式による噴火推移図の作成を行い、噴火推移の違いをまとめた。

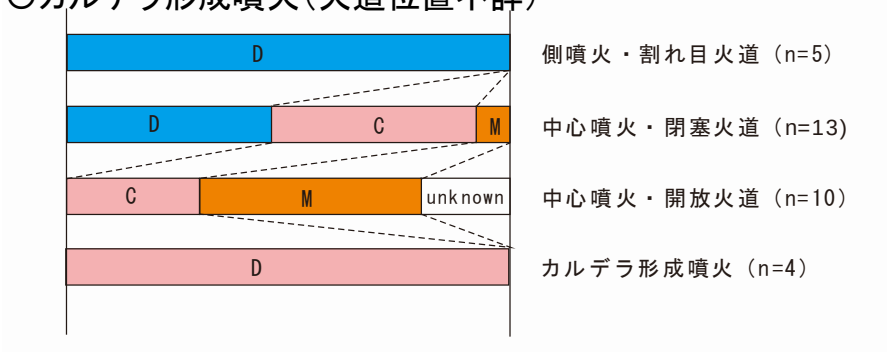
- 噴火初期に噴火強度の最大を迎え、噴火の進行につれて噴火強度が低下する場合(図A:富士山1707年噴火)と、噴火初期から噴火強度が上昇し、噴火の末期に最盛期を迎える場合(図B:浅間山1783年噴火)が認められた

- 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中. 国内外34事例を収録(10月末時点).
- 噴火推移傾向の解析を実施中.

○噴火推移のパターン分け:3パターンに区分
- D型:噴火初期に最大、その後減衰(declining type)
- C型:噴火強度増加し噴火末期に最大(climbing type)
- M型:噴火極大が複数 (multi-peaks type)

○火道のパターン分け:3パターン+1パターンに区分
- 側噴火・割れ目噴火
- 中心噴火:開放火道からの噴火
- 中心噴火:閉塞火道からの噴火

○カルデラ形成噴火(火道位置不詳)



火道の形成パターンと噴火推移のパターンの相関が示唆される

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

(a)(b)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

(c)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

(d)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。

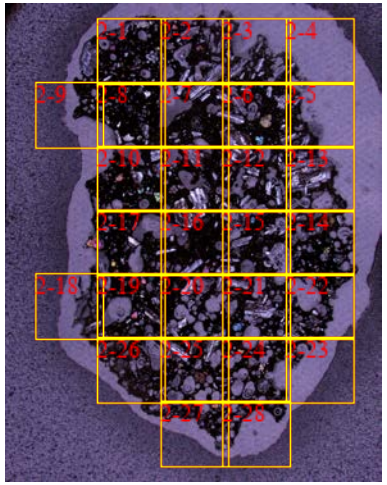
(e)分析解析プラットホームへの受け入れ

「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

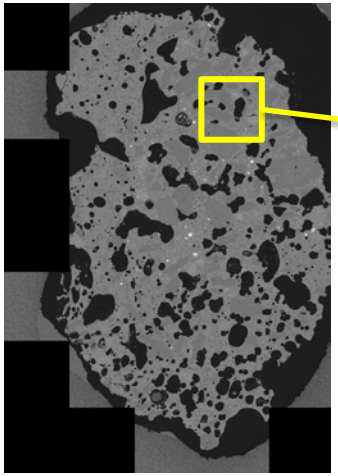
分析・解析プラットホーム構築とその活用

（1）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)

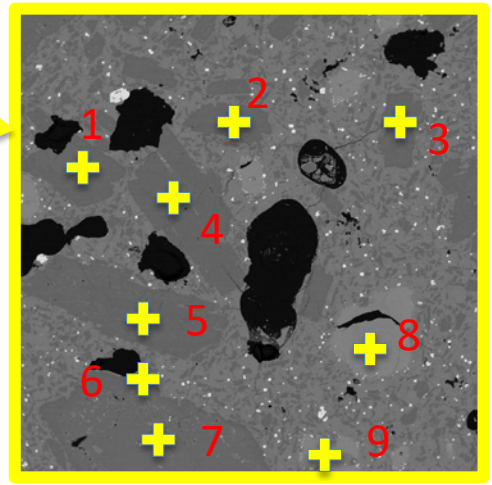
▸分析データの統合的管理　→　データベース化に向けた取り組み



光学顕微鏡像



反射電子線像



分析点位置の重ね合わせ

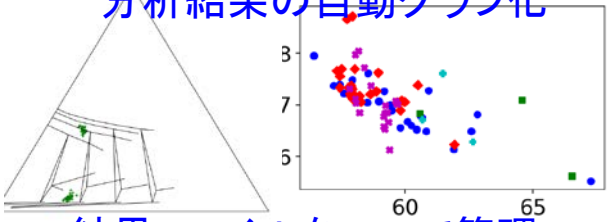
定量分析値

	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO
1	54.3	0.2	1.5	20.6
2	58.6	0.31	1.2	22.4
3	54.5	0.25	1.32	19.8

…

…

分析結果の自動グラフ化



結果ファイルをWebで管理

（2）外部からの利用者の受入環境の整備　（FE-EPMA）

「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．現在，利用メンバー間で意見調整中．

→　年度内には策定完了見込み．

（3）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

・富士山，焼野溶岩と捕獲斑れい岩の分析に基づくマグマ供給系および上昇速度の検討

（山梨県富士山科学研究所との共同研究）

▸結晶分化の場（噴火未遂マグマ溜りの深度：地下10km以深，玄武岩マグマ溜りの上方）

▸上昇速度：毎時10数m 以上で途中で停滞していない．

→　投稿中

桜島火山昭和・平成期のブルカノ式噴火噴出物の斑晶メルト包有物含水量について

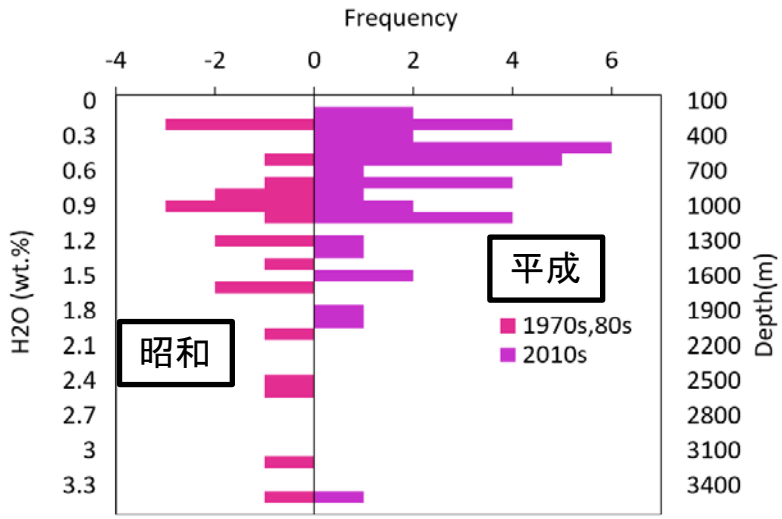
ブルカノ式噴火の基本的メカニズムに関する問題点

- □ “ガス溜り”形成の有無；ガス溜りの実態
- □ 過剰圧蓄積機構：低透気率の“蓋”の形成 vs マグマ結晶化によるマグマ柱頭部の粘性上昇
- □ 過剰圧力源： ガス溜り圧力過剰圧，過飽和マグマの急激な発泡 vs 火道深部からのマグマの浮力

これらに制約を与えるため　斑晶メルト包有物の含水量を反射法FT-IR（東大）にて測定中
（→マグマ定置深度・滞留時間）

【これまでの結果】

昭和期のブルカノ式噴出物メルト包有物の方が含水量がやや高い傾向がある。



1970s,80sの噴火と2010年代の噴火における含水量の比較

【現在進行中】

- サンプルの統計的代表性の確認（測定数の追加）
- 昭和期の噴火では、B型地震発生回数の推移から、爆発を引き起こしたマグマの貫入日時が推定できる噴出物を厳選し、メルト包有物含水量とともに石基結晶度を測定中

桜島
含水量
比較試料

2018/7/17
（M2 坂内）

分析点個数

eruption	crust type	(n)			H_2O max	H_2O min
1975	P	11	15	21	2.44	0.82
	P	4			3.31	0.4
1988	D	6	6		3.02	0.15
2010	P	2	5	35	0.92	0.4
	P	3			1.43	0.97
2013	P	5	5		1.77	0.32
2015	D	1	25		0.32	0.32
	D	7			0.87	0.16
	D	6			3.3	0.25
	D	7			0.16	1.89
	D	4			0.1	0.34

crust type　Pは軽石質（高発泡度），Dは岩片質（低発泡度）

＊１岩石資料中の複数斑晶について，斑晶１つ中のメルト包有物１つを測定

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

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」

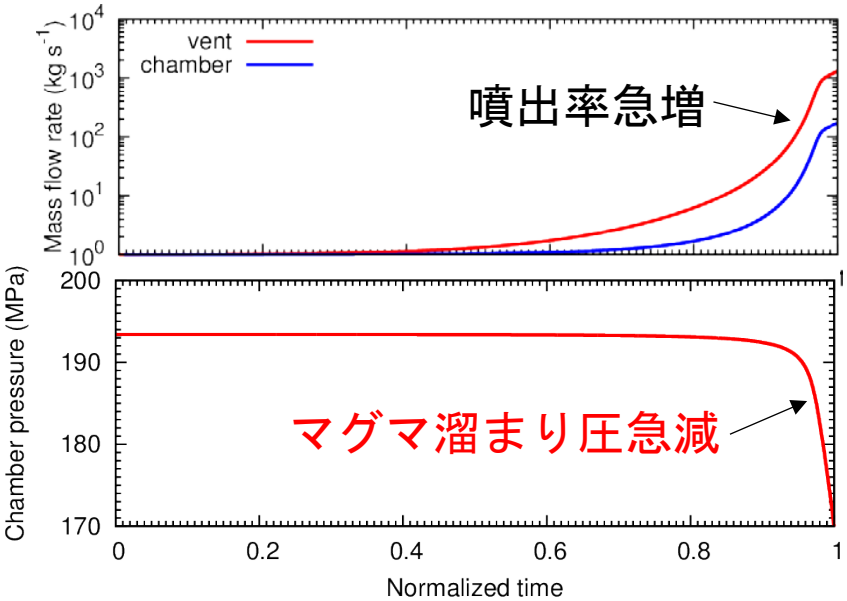
c.ハザード評価システムの検討

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

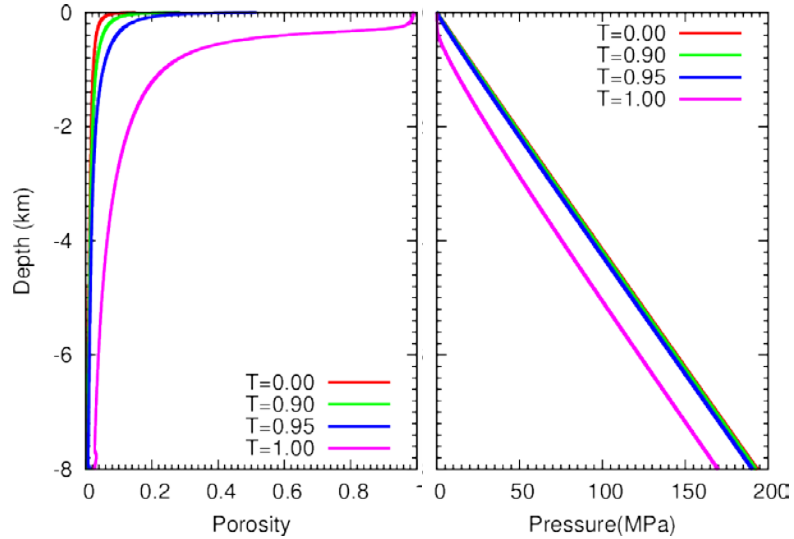
a．噴火機構シミュレーション技術開発

✓ 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

・噴出率急増とともに，マグマ溜まりが急減圧する特徴を確認
→地殻変動パターンに影響を与える可能性

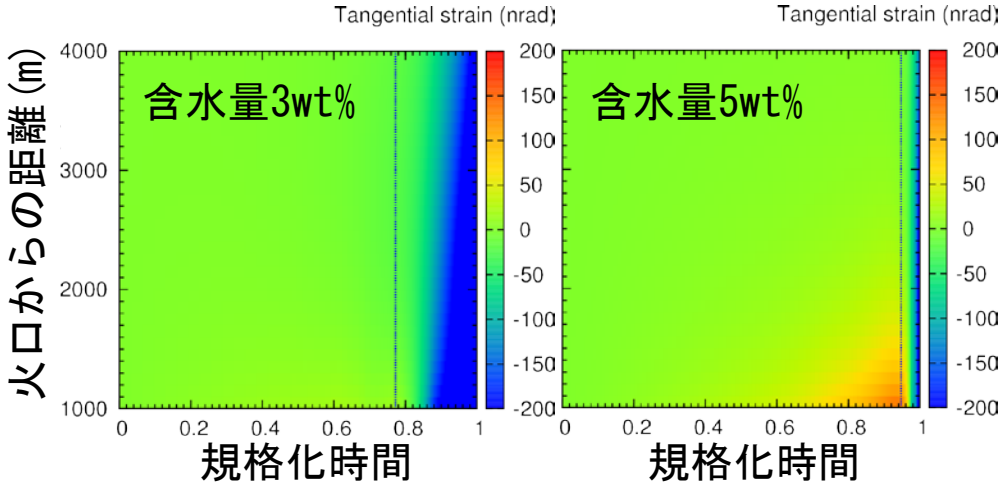


火道内の発泡度（左）と圧力（右）の分布



✓ 火道流遷移過程による地殻変動の影響評価（珪長質マグマ）

・歪変化のパターンが初期含水量に強く依存して変化
→岩石学的パラメータの重要性



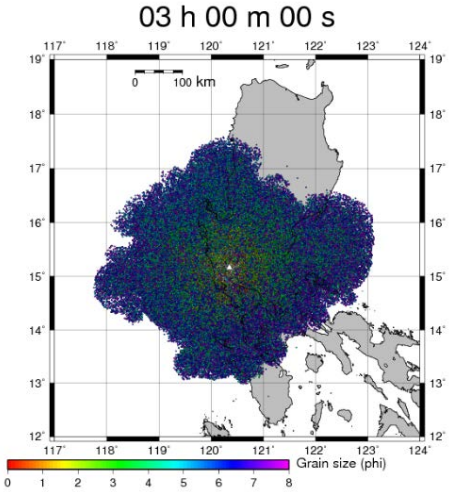
b. 噴煙柱ダイナミクスモデルの開発

1. 様々な噴火タイプ・規模に関する検討

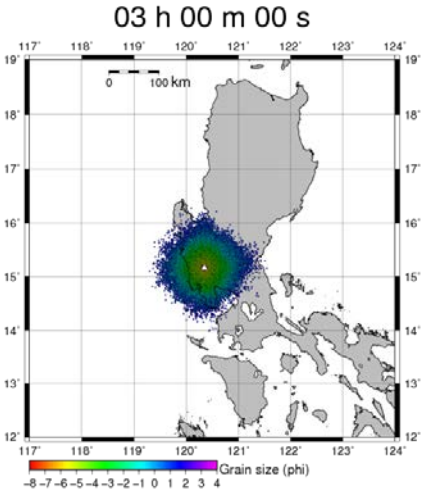
SK-3Dモデル を用いた
噴煙柱・降灰 大規模数値シミュレーション

ピナツボ1991年噴火事例の再現計算

大気中に広がる火山灰粒子



地表に堆積した火山灰粒子



不確定性の検証

異なるモデルで行う計算条件を再選定
＊INGVの協力のもと実施中

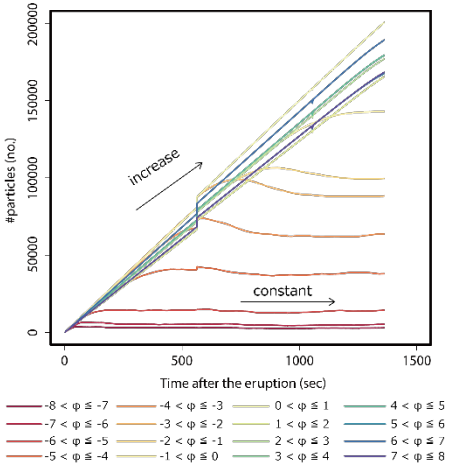
計算安定性や計算速度の観点より，
最適な噴火サイズを探索中

2. 降灰モデルとの連携準備

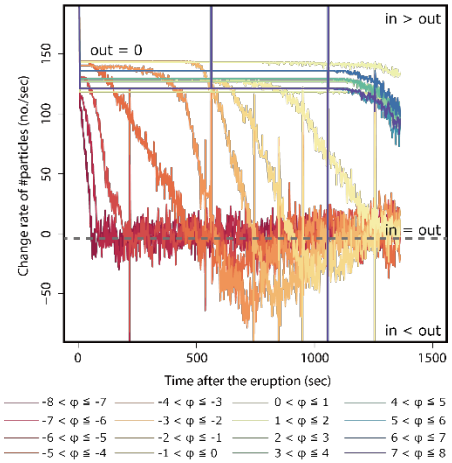
浮遊粒子数 | 富士山宝永級噴火

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



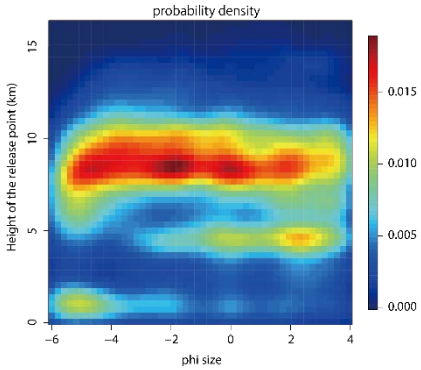
大気中の粒子数の時間変化率



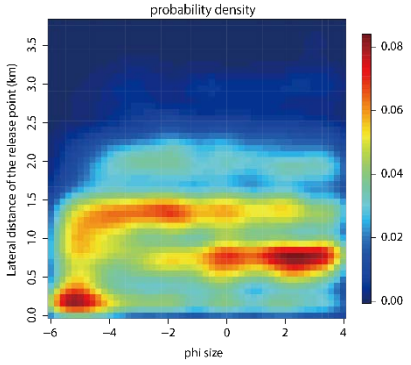
供給源パラメータの試算 | ピナツボ1991年級噴火

粒子等速度到達点 → 4次元的な供給源

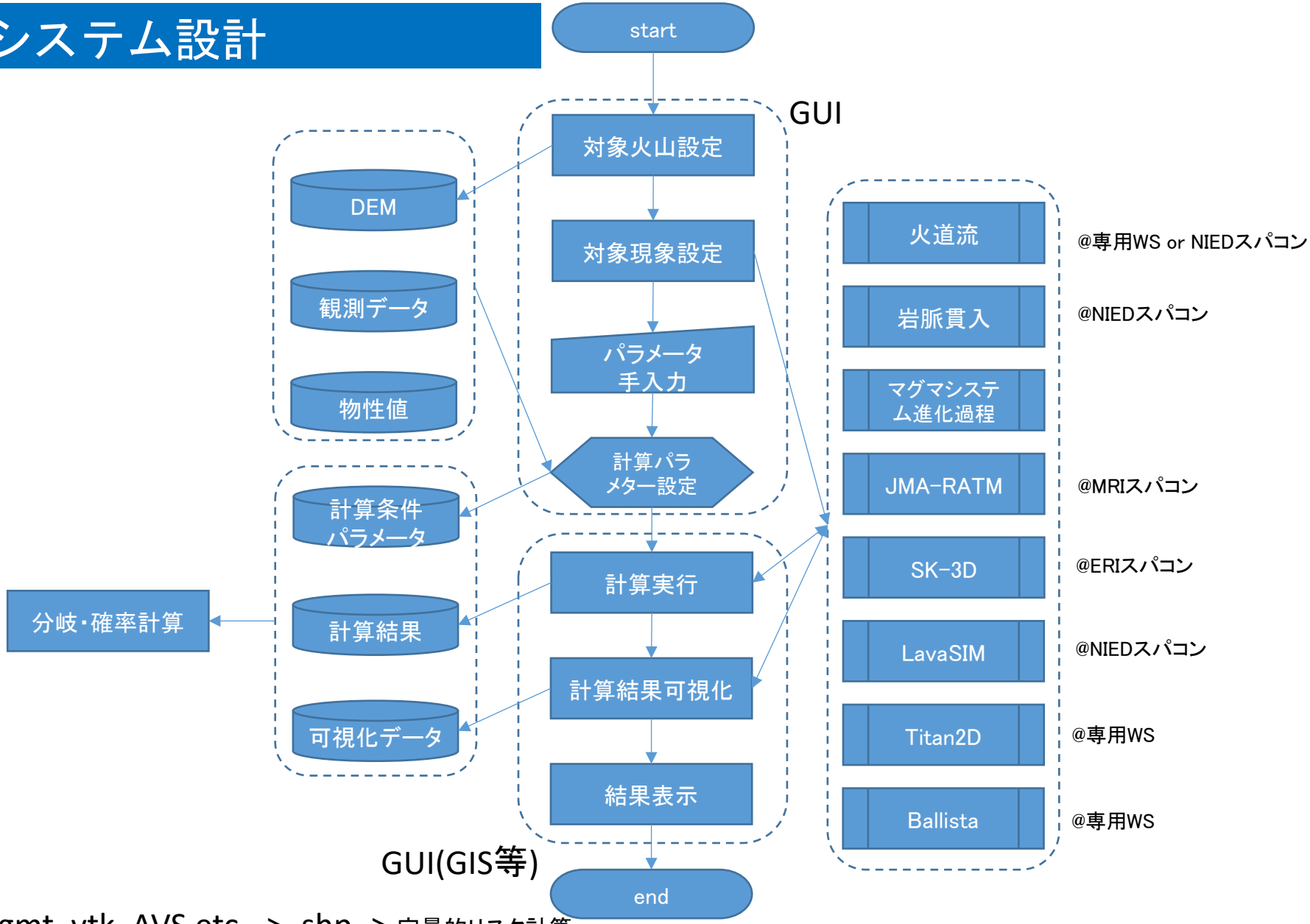
高度 vs. 粒径



水平距離 vs. 粒径



システム設計



gmt, vtk, AVS etc. -> .shp -> 定量的リスク計算

H31/6～　防災科研防災情報システム（スパコン）リプレース本システムの公開系クラウドで構築予定

まとめ：課題C，平成30年度実施計画概要

○ 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

- 「分析・解析プラットフォーム」分析手法の向上および解析環境の構築
- 対象火山のマグマ溜りの環境解明のための噴出物解析

○ C－2：噴火履歴調査による中長期噴火予測と噴火推移調査に基づく噴火事象系統樹の作成

- トレンチ掘削調査（8火山）およびボーリング掘削調査（鬼界・有珠山・浅間山）の実施
- 対象火山における地表踏査による噴火履歴・噴火様式調査およびボーリング・トレンチ掘削地点の選定
- 対象火山における物質科学的手法によるマグマ系変遷の解明
- 大規模噴火データベースの構築
- 「マグマ変遷解析センター」「ボーリングコア試料の保管・管理システム」の整備

○ 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

（1）マグマ移動シミュレーション

- 事象分岐を支配するパラメータの抽出
- マグマの移動に伴う破壊の進展と火山性地震・地殻変動との関連性調査
- マグマ上昇過程における結晶化モデルの構築のための環境整備・予備実験の実施

（2）噴火ハザードシミュレーション

- 大都市圏対象の降灰ハザード予測の評価のためのシステム開発
- 火山近傍の火山灰大気拡散と降灰を対象とした噴煙柱ダイナミクスモデルの開発
- 多様な火山ハザード現象を評価するシステム設計についての検討

→個々のサブ課題での計画遂行と研究集会
→12月に課題C全体の研究集会を実施予定