

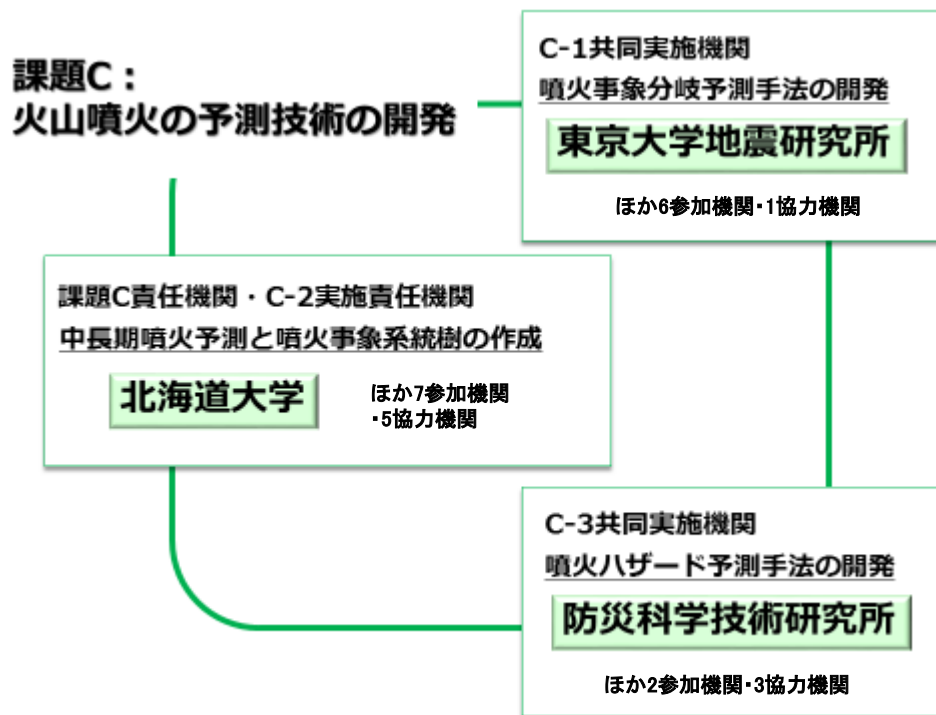
課題C: 火山噴火の予測技術の開発

平成29年度成果・平成30年度計画概要

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。

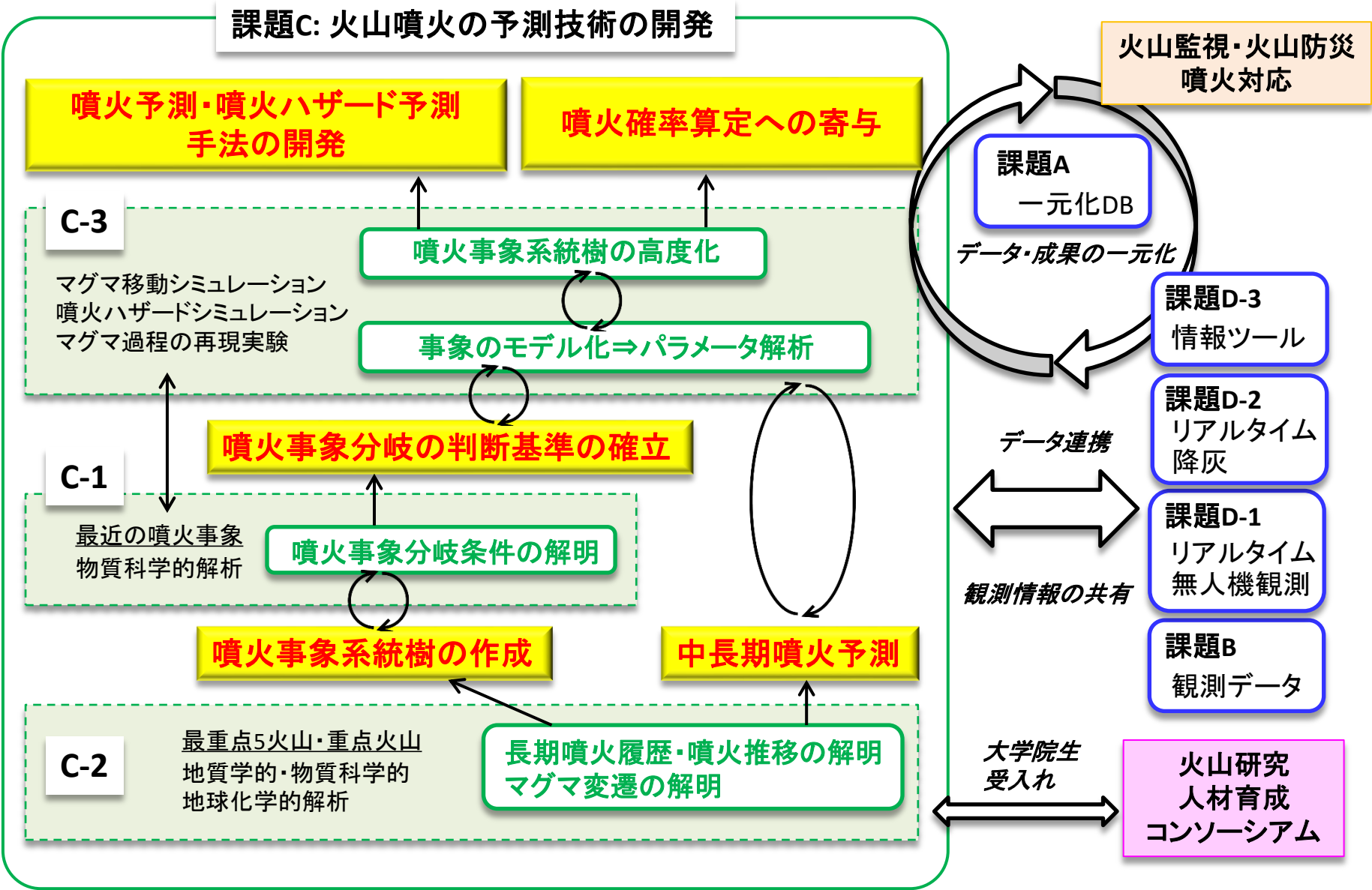


課題Cの概要



課題Cで主に対象とする火山

課題Cの実施内容と他課題との関係



課題C 平成29年度成果概要

○ 課題Cの総合推進

- 課題Cおよびサブテーマ研究集会を開催(平成29年12月・北海道大学)
- 「事象分岐・確率に関する勉強会」を開催(平成29年12月・東京大学)

○ 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」の構築・整備
- マグマ溜り内の環境解明を中心として噴出物解析

○ 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

- 噴火履歴調査
- ボーリング・トレンチ掘削調査
- 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

- 数値シミュレーション技術開発、マグマ物性モデル構築

(2) 噴火ハザードシミュレーション

- 噴火モデル開発、ハザード評価システムの検討

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・解析プラットフォームの構築

- ・FE-EPMAの設置, および, 基本的な定量ルーチンの確立
- ・分析値から自動的に相を同定し, 作図や熱力学計算を自動で行うアプリの作成
- ・熱力学プログラムMELTSの自動実行環境の構築

(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

(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: 歴史時代のマグマ溜まり組成の時代変化を確認

榛名: いくつかの大規模噴火の噴出物分析から, マグマ組成の時代変化を調査

富士: いくつかの大噴火時のマグマ溜まりの深度, 温度, 含水量を決定

伊豆大島: 1986年噴火時のマグマ溜まり環境を再検討

雲仙: 平成噴火時のマグマ溜まり深度と上昇速度を再検討

阿蘇: 阿蘇4とその前後のマグマ溜まり環境(温度, 深度, 含水量)を決定

霧島: 新燃火山の2011年噴火と享保噴火のマグマ溜まり環境の比較検討

桜島: 歴史時代噴火噴出物の含水量, 噴火前の滞留深度を決定

諏訪之瀬島: 1813年, 最近10年の噴火の噴出物の含水量, 温度の再検討

由布・鶴見, 伊豆東部: 昨年度の結果の検討や論文としての公表準備中

マグマ溜まり環境の解明を
先行させている

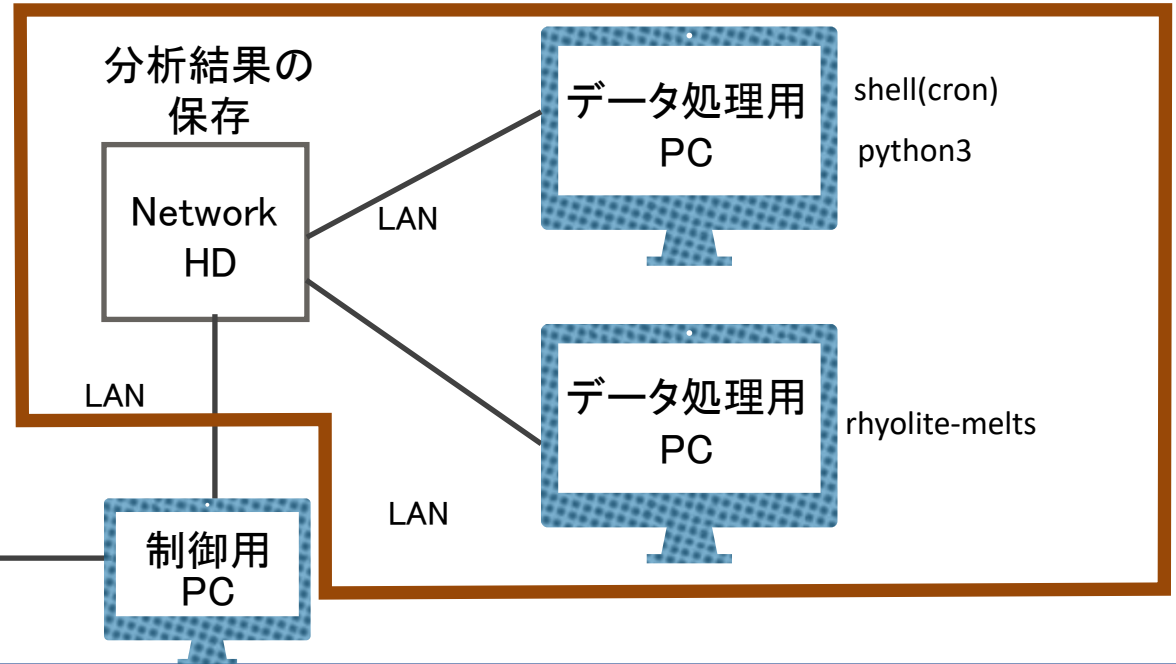
(e)分析解析プラットフォームへの受け入れ

課題C-1内部で2件, 利用環境を整備中

学会・研究集会での発表: 32件(国外 6), 論文: 7件(査読あり 2件)

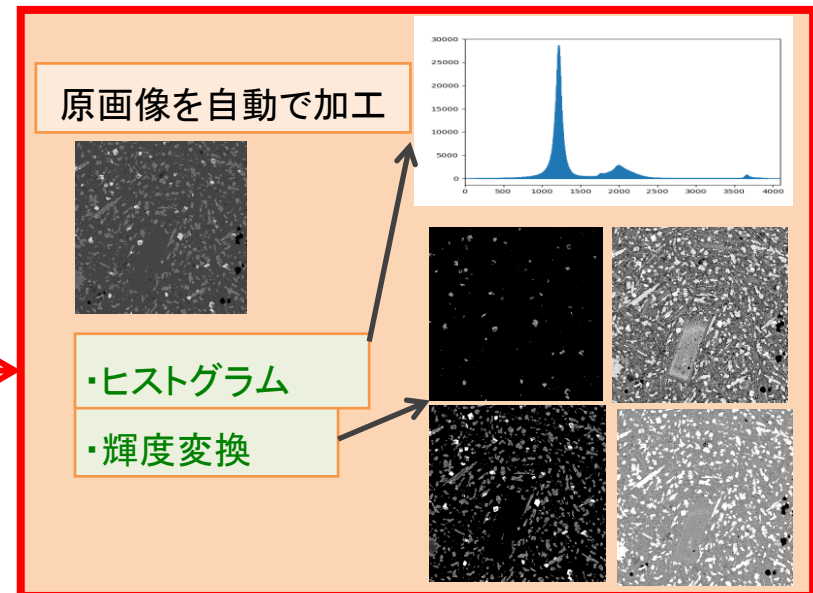
分析・解析システムの構築(東大地震研)

FE-EPMAの導入



整備項目

- ・一般的な分析条件の検討
- ・定量分析における相の同定
- ・分析値を用いての基本的なグラフの出力
- ・標準試料計測値の時間変化グラフの作成
- ・working standardの測定値のグラフ化
- ・COMPO像の画像処理
- ・分析点入りCOMPO像の作成
- ・go MELTS(MELTSの自動実行)
- ・蒸着膜厚の影響評価



桜島火山のブルカノ式爆発源のマグマ深度(東北大)

・輝石・斜長石斑晶中のメルト包有物は、マグマ上昇・減圧に伴うリーク(脱水)が速いため、噴火直前の火道浅部での定置深度または定置時間を記録する。

・最近の平成期の噴火では、より強度の強かった昭和の噴火より、マグマの浅部のみが破碎していると考えられる。

・地震学的な爆発深度と比較することで爆発メカニズムの理解に繋げたい。

噴出物の含水量測定 (MR-FTIR)

昭和期(1970s,80s)

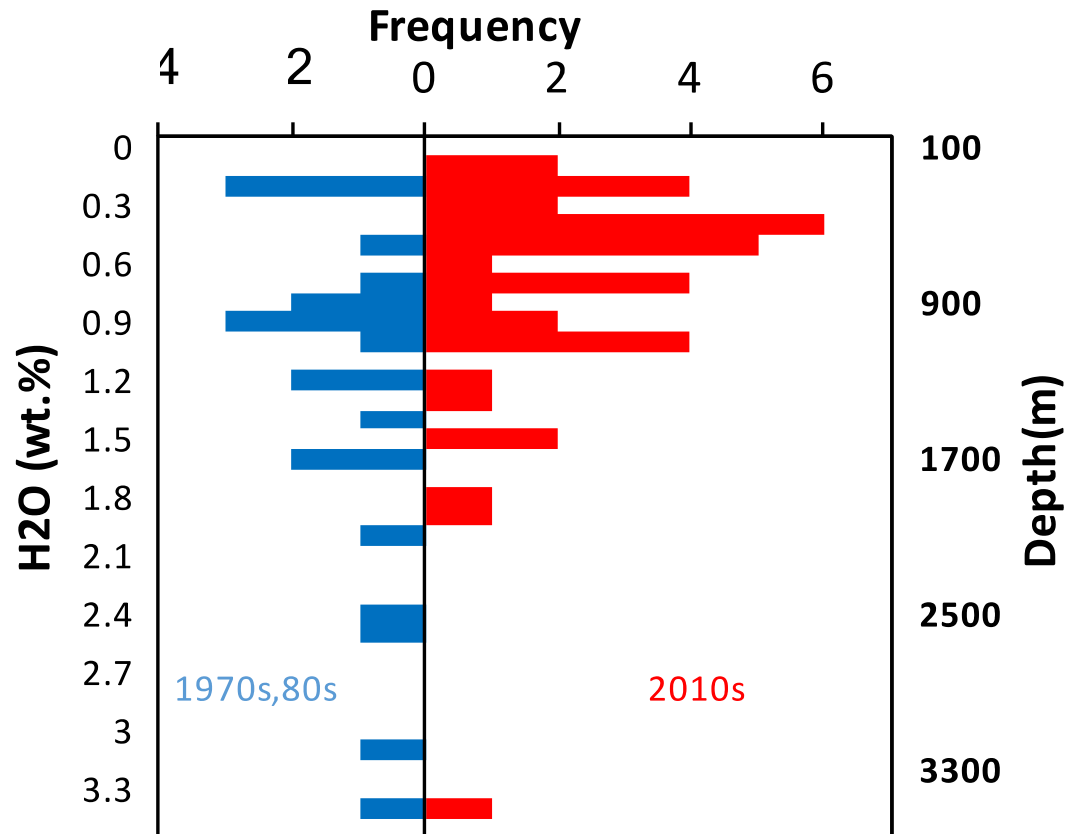
N=21

1979,1975,1985 explosions

平成期(2010s)

N=38

2010,2013,2015 explosions



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)

- 浅間山: 計10箇所のトレンチ掘削調査を実施。歴史時代以前の降下火砕堆積物の枚数や年代、分布が判明。
- 鳥海山: 手掘りトレンチ掘削を実施。2,500年前の山体崩壊に伴う噴出物を認識した。
- 蔵王山: 手掘りトレンチ掘削を実施。約800年前以降の噴火推移の概要が明らかになった。
- 雌阿寒岳: 14,000年前の中マチネシリ噴火、最新のポンマチネシリ噴火の活動推移の詳細が明らかになった。
- 阿蘇山: 4,900年前の蛇ノ尾火山噴火が数100年の休止期を挟んだ活動であることを明らかにした。
- 白山: 大きく3つの活動期からなり、その活動期区分とマグマ組成の変遷が調和的であることを見出した。
- 鬼界: 噴火履歴解明のための、深深度ボーリング掘削開始。

②マグマ変遷解析センターの立ち上げと分析技術開発 3機関9名のユーザーを受け入れ

- フーリエ変換赤外分光光度計に真空顕微システムを導入。分析ルーチン手法の確立を実施。
- 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)

- 恵山: 山麓での重機トレンチ掘削を実施。完新世の火砕流堆積物を山麓(市街地近く)で確認した。
- 日光白根山: 手掘りトレンチ掘削を実施。6世紀以降の3回の噴火堆積物を確認した。
- 大規模噴火データベース: 20世紀以降の海外事例の噴火推移データを収集し、VEI 5～6クラスの爆発的噴火の推移のパターンおよび時間推移のバリエーションの種類分けを実施。

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・協力機関から3名が講師として参加。
- 産業技術総合研究所でインターンシップの受け入れ(2名)。

学会・研究集会での発表: 48件(国外 10), 論文: 22件(査読あり 17件)

火砕流堆積物に
着目した掘削

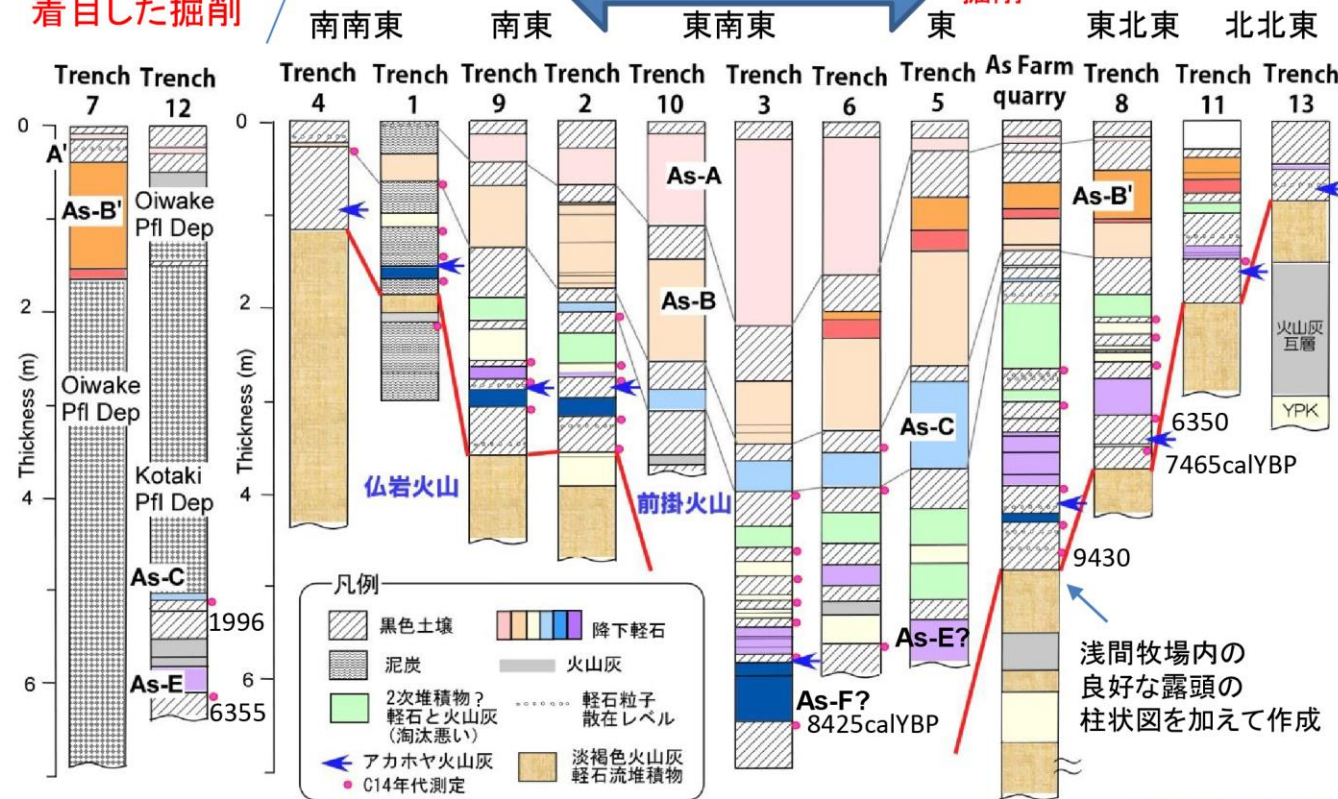
枚数・層厚大の方角

降下火砕堆積物に着目した
掘削

浅間山 (日本大学)

トレンチ掘削集中調査 の実施

東麓の180度13ヶ所でトレ
ンチ掘削を展開→地質記
載やC14年代測定を行い従
来の結果とあわせて検討。



3. 成果

As-Cより下位について、降下火砕堆積物の枚数や直下の土壌の年代、分布方向など、これまで不明だった点が多く判明した。浅間前掛火山では、約9500年間に3回の活動期と2回の静穏期が存在する。活動期では、地質単位(サブプリニー式噴火による軽石層など)を残す大規模噴火は少なくとも19回と推定され、頻度は活動期毎に異なる。また大規模噴火の規模は4つに細分される。

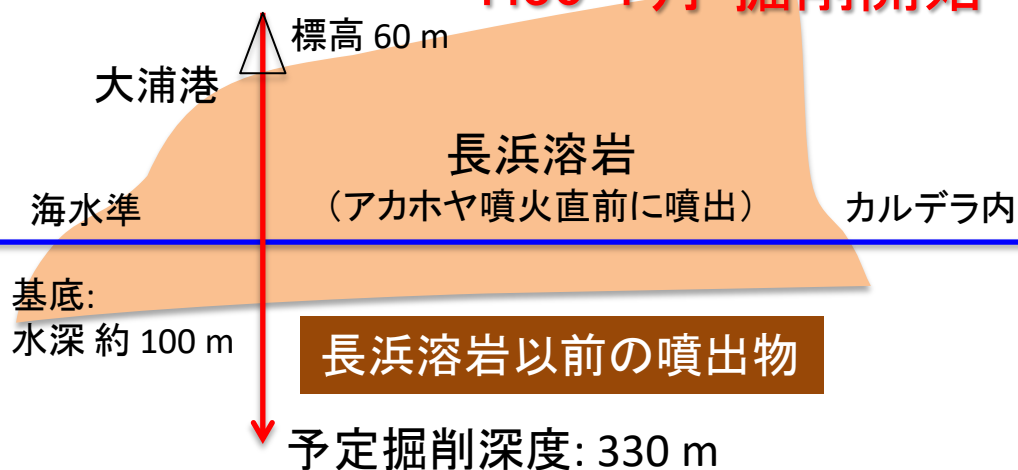
Trench 12では、「小滝火砕流堆積物」下位の軽石層直下の黒色土壌が、紀元頃の年代を示した。トレンチ調査継続により、この時代の正確な噴火年代や噴火推移が復元できる可能性がある。



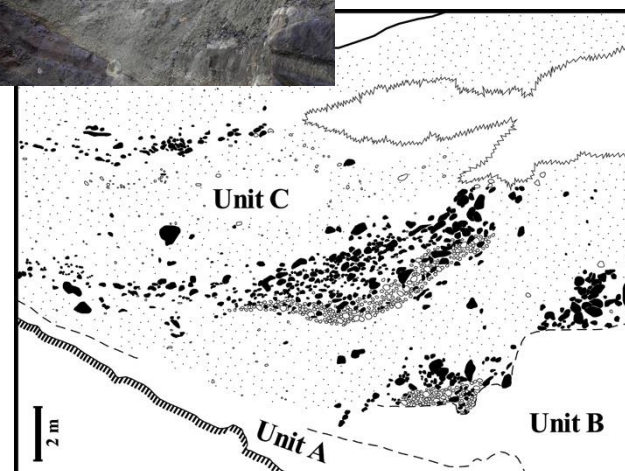
鬼界火山の噴火履歴・推移およびマグマ長期変遷に関する研究

東大地震研

H30 1月 掘削開始



カルデラ噴火クライマックスに段階的な火道形成・拡大



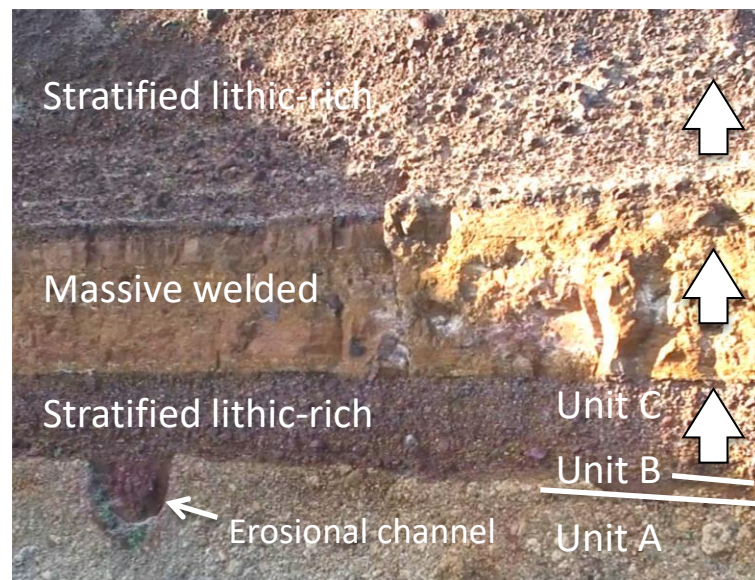
Unit B-C間 (Time break?)
プリニー式噴火

1. ボーリング掘削(地震研・北大)

カルデラ噴火の**前駆的流紋岩溶岩の活動**や、それ以前の活動の実態を明らかにするためのボーリング調査の準備を進め、掘削開始間近。

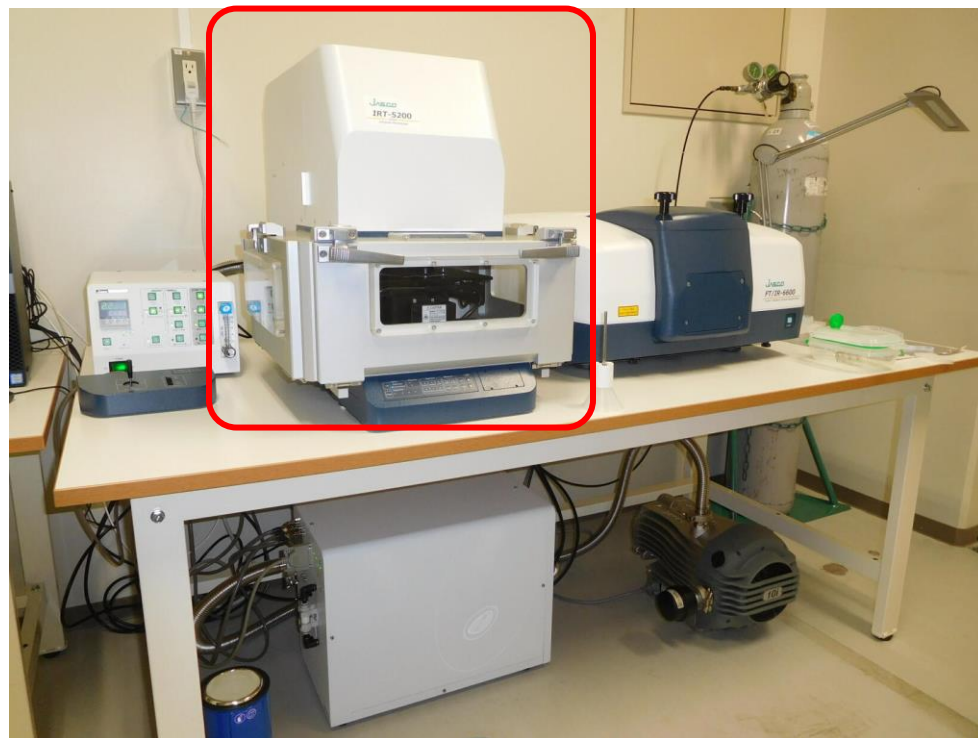
2. 現地踏査やドローンを用いた地質調査

カルデラ噴火のStage 1(プリニアン)と Stage 2 (クライマックス) との間に**時間間隙が存在**すること(溶結・冷却モデルにより具体的時間スケールを検討), Stage 2では**段階的に火道形成・拡大が進行し、複数回火砕流が発生**したことが明らかになりつつある。

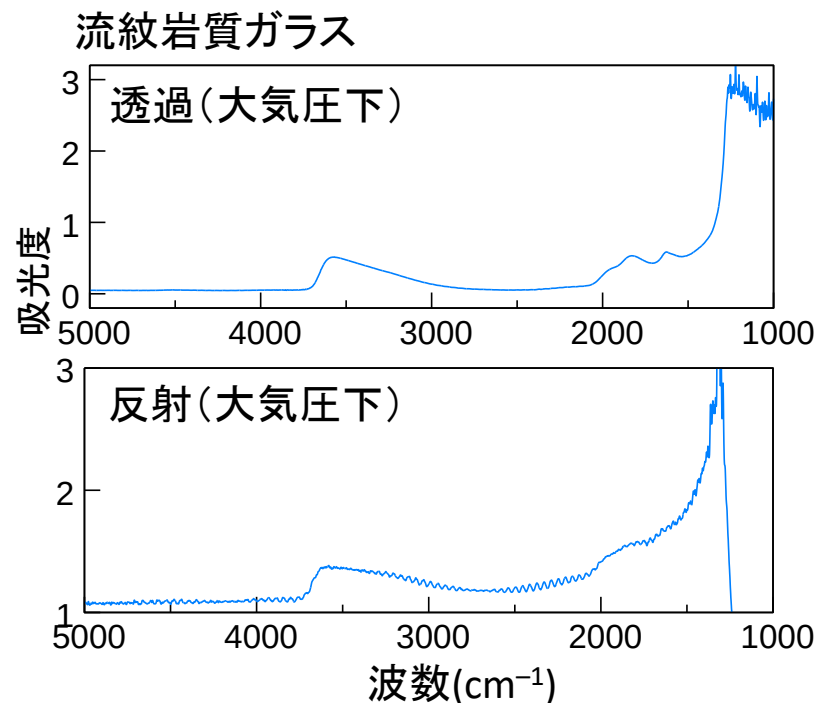


真空顕微FT-IRを新規導入（北海道大学・マグマ変遷解析センター）

マグマの揮発性成分の分析



Jasco FT/IR 6600 + IRT5200VC



真空下でバックグラウンドを大きく低下させることで、より精度よく分析することが可能となる(現在、分析ルーチンを確立中)。

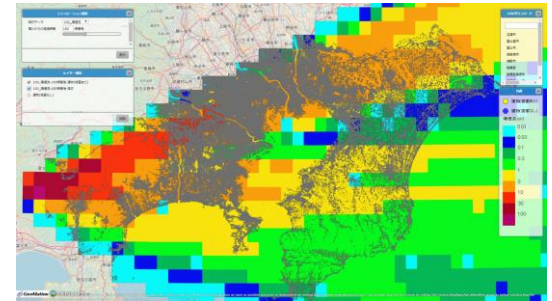
C-3 : シミュレーションによる噴火ハザード予測手法の開発

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
 - ・1次元火道流数値モデルで、非爆発的噴火から爆発的噴火への遷移過程が地殻変動観測による検知可能性を検討. マグマ溜まり圧力変化の特徴は広域の傾斜観測によって、噴出率急増直前の火道内浅部圧力変化の特徴は火口直交方向歪の観測によって、それぞれ捉えられる可能性があることを把握
- b. マグマ移動過程シミュレーション技術開発
 - ・岩脈成長シミュレーション(マイクロモデル)岩脈の先端での圧力勾配の発散の定式化を改善
- c. マグマ物性モデルの構築
 - ・自動減圧シリンジポンプ整備, 850度200MPaから大気圧まで等温条件での連続的な減圧を実現
 - ・マグマ粘性測定溶岩サンプルの特性や急冷による状態変化から実験条件(設定温度, 加熱時間等)を決定

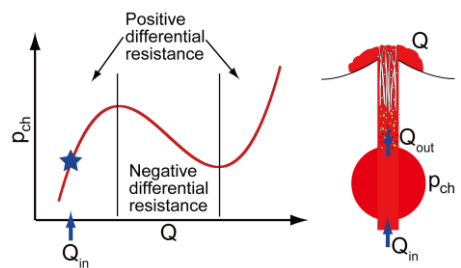
②噴火ハザードシミュレーションの開発・高度化

- a. 降灰ハザード予測モデルの開発
 - ・火山リスク評価システムで首都圏建造物DBインポート作業を実施.
 - ・気象庁領域移流拡散モデルにより富士山宝永級噴火について、2015-2017年の日々の気象場における計算を実施.
- b. 噴煙柱ダイナミクスモデルの開発
 - ・富士山宝永級噴火の模擬検査実施. 噴火開始から20~30分で首都圏に到達する様子を再現
- c. ハザード評価システムの検討
 - ・溶岩流シミュレーションLavaSIMで粘性関数の速度依存性効果、クラスト形成・移動効果導入予備調査実施
 - ・火山岩塊シミュレータプログラムBallistaの改良設計



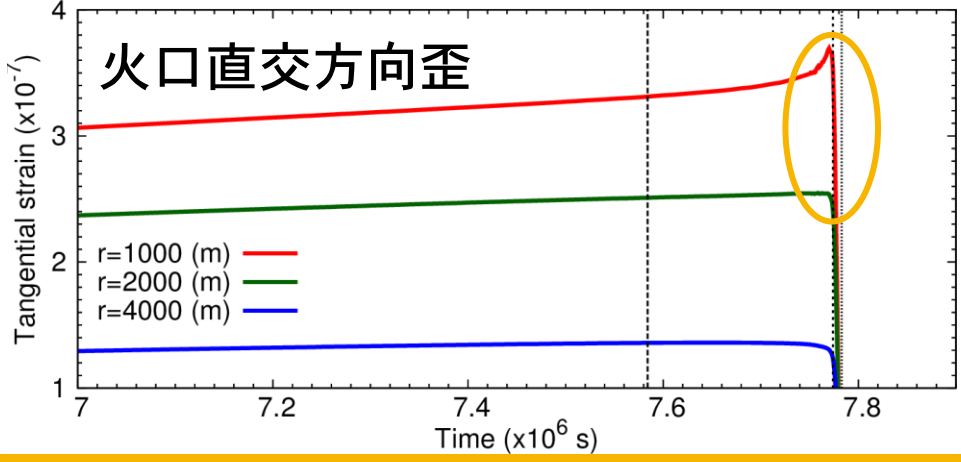
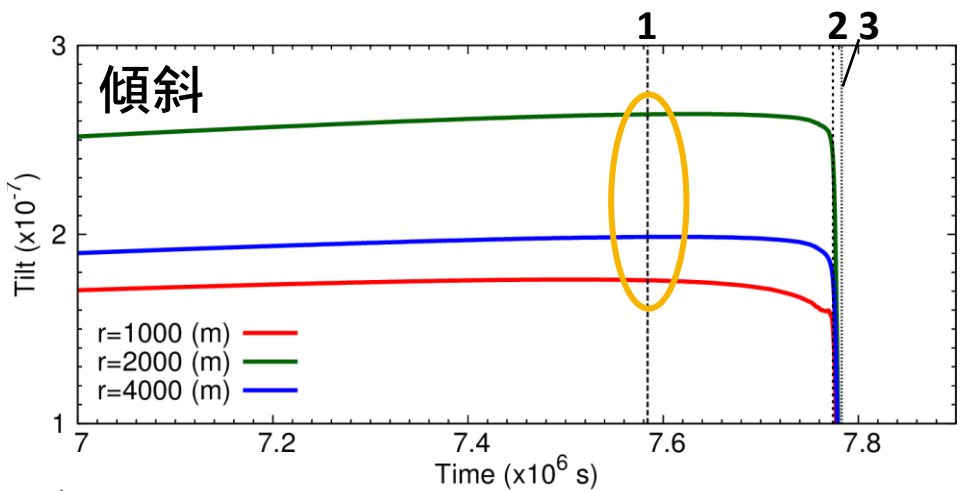
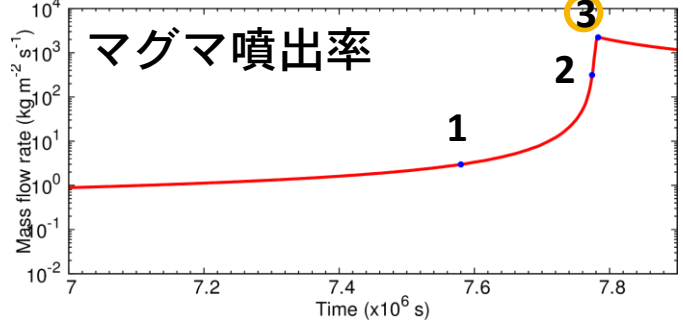
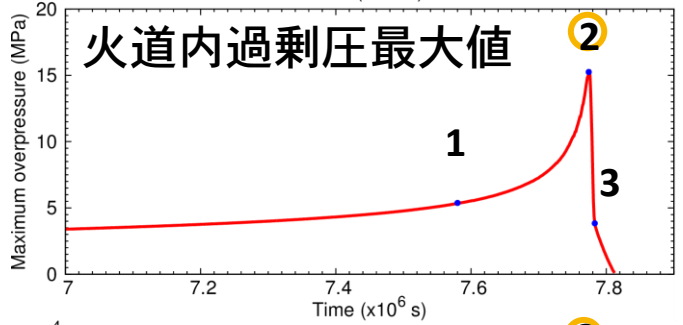
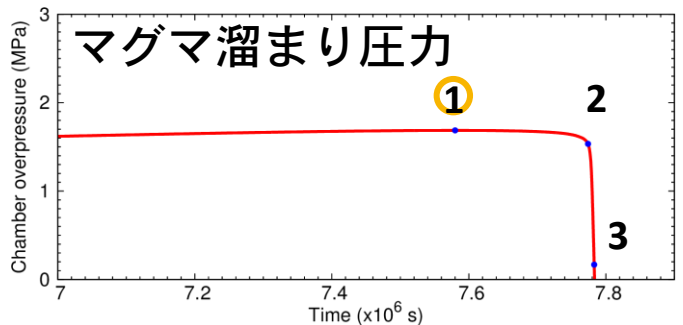
学会・研究集会での発表: 21件(国外 8), 論文: 4件(査読あり 3件)

①地下におけるマグマ移動シミュレーション：噴火機構シミュレーション技術開発



- 1次元火道流数値モデルによる非爆発的噴火から爆発的噴火への遷移過程の再現
- 地殻変動観測による検知可能性を検証

有限要素法に基づく地殻変動計算



マグマ溜まり圧力変化 → 傾斜@広域
火道圧力変化 → 歪@近傍

②噴火ハザードシミュレーションの開発・高度化：噴煙 *SK-3Dモデル

計画：大型計算機を用いた大規模数値シミュレーションの実施

* 高度化

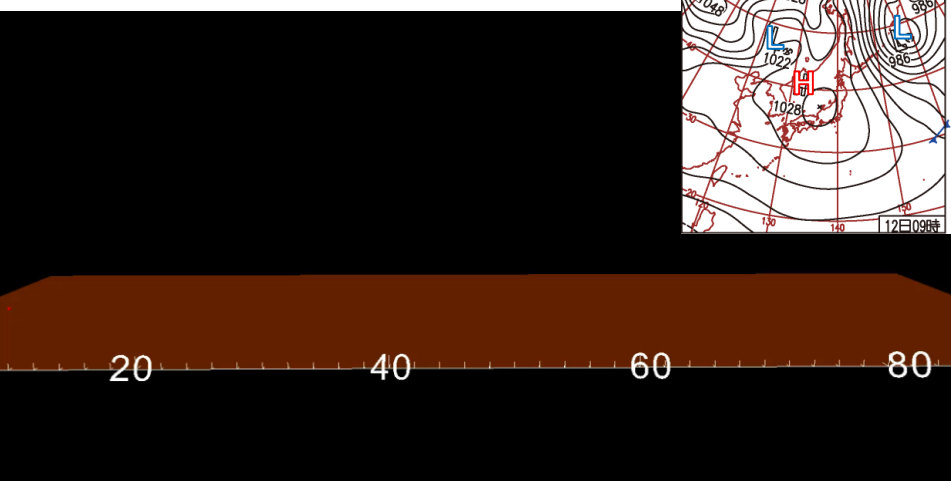
実施：宝永級噴火の模擬計算の実施

ピナツボ級噴火について3時間まで計算を実行

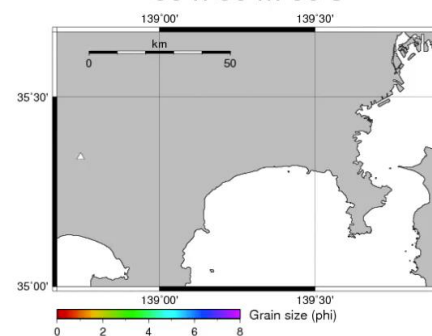
次年度：給源パラメータの抽出

* 降灰モデルとの連携

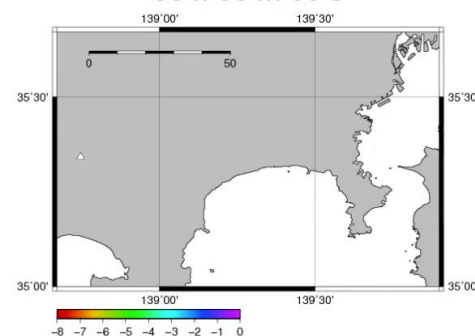
CASE 1 | 2016年12月12日6～12時の気象場



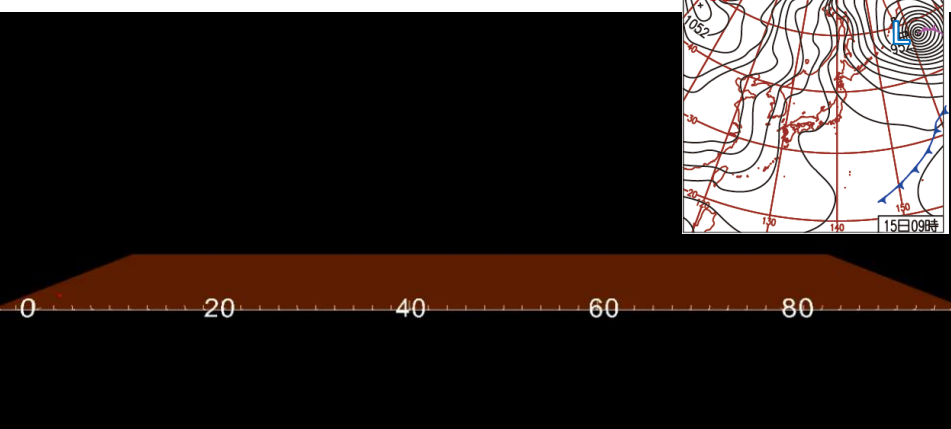
Particles in Atmosphere
00 h 00 m 00 s



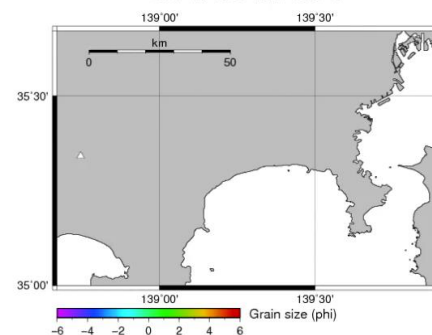
地表に堆積した粒子
00 h 00 m 00 s



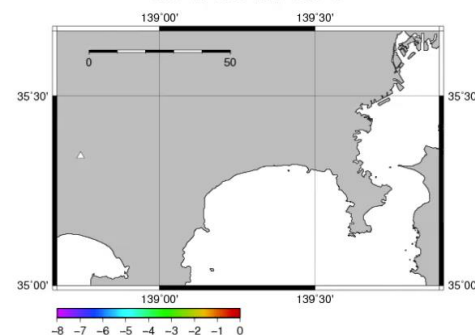
CASE 2 | 2016年12月15日6～12時の気象場



Particles in Atmosphere
00 h 00 m 00 s



地表に堆積した粒子
00 h 00 m 00 s



SK-3Dモデルを使用した富士山宝永級噴火の大規模計算結果の例。

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

課題C 平成30年度実施計画概要

○ 緊急観測の実施

- 噴火の予兆が把握された場合や噴火が発生した際の緊急観測の実施

○ 課題Cおよびサブテーマ研究集会の開催

- 計画3年目にあたる平成30年度は、各サブテーマで時間をとって研究集会を実施
- その結果を踏まえて研究を進め、年度内に課題C全体集会を実施し、今後の方針について議論