

# 2021年度文部科学省予算案 (地震火山調査研究関連)

# 9.(3)自然災害に対する強靱な社会に向けた研究開発の推進

令和3年度予算額 113億円  
 (前年度予算額 113億円)  
 (ほか、「臨時・特別の措置」(防災・減災、国土強靱化関係) 59億円)  
 令和2年度第3次補正予算額(案) 4億円



文部科学省

## 概要

- ◆南海トラフ地震の想定震源域の西側(高知県沖～日向灘)にかけて南海トラフ海底地震津波観測網(N-net)を整備する。
- ◆防災ビッグデータの収集・整備・解析を推進し、官民一体となった総合防災力向上を図る。
- ◆地震調査研究推進本部の地震発生予測(長期評価)に資する調査観測研究、海底地震・津波観測網の運用、南海トラフ地震等を対象とした調査研究、情報科学を活用した地震調査研究、先端的な火山研究の推進と火山研究人材育成、機動観測体制整備などを推進。
- ◆地震・火山・風水害等による災害等に対応した基盤的な防災科学技術研究を推進。

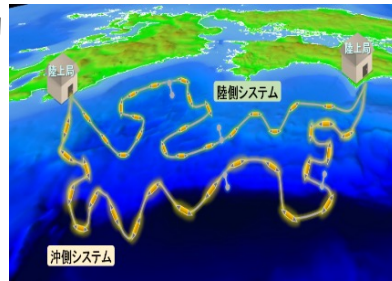
### 海底地震・津波観測網の構築・運用

1,073百万円(1,017百万円※)

※このほか、前年度予算には臨時・特別の措置を含む

南海トラフ地震は発生すると大きな人的、経済的被害が想定されているが、**想定震源域の西側(高知県沖～日向灘)は海域のリアルタイム海底地震・津波観測網が整備されていない。**

南海トラフ地震の解明と防災対策への活用を目指して、当該地域に**南海トラフ海底地震津波観測網(N-net)を整備**するため、56百万円を計上。



また、日本海溝沿い及び紀伊半島沖～室戸沖に整備したリアルタイム海底地震・津波観測網を運用するため、1,017百万円を計上。

### 基底的・基盤的な防災科学技術の研究開発の推進

#### 国立研究開発法人防災科学技術研究所

7,661百万円(7,609百万円)

【令和2年度第3次補正予算額(案):417百万円】

防災科学技術研究所において、**地震・火山・風水害等の各種災害に対応した基盤的な防災科学技術研究、オープンイノベーションを推進。**

(事業)

#### ○自然災害観測・予測研究

- ・地震・津波・火山の基盤的観測・予測研究
- ・基盤的地震・火山観測網の維持・運用

#### ○減災実験・解析研究

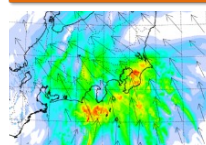
- ・E-ディフェンス等を活用した社会基盤強靱化研究

#### ○災害リスクマネジメント研究

- ・極端気象災害リスクの軽減研究
- ・自然災害のハザード評価に関する研究
- ・自然災害に関する情報の利活用研究 等



◀基盤的防災情報流通ネットワーク(SIP4D)の活用



◀日本海寒帯気団収束帯による豪雪災害の観測・予測

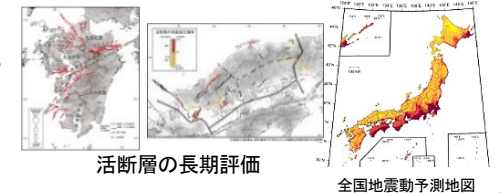
### 地震調査研究推進本部関連事業

945百万円(852百万円)

地震調査研究推進本部の地震発生予測(長期評価)に資する調査観測研究等を推進。

(事業)

- ・活断層調査の総合的推進
- ・地震調査研究推進本部支援 等



### その他の事業

・首都圏を中心としたレジリエンス総合力向上プロジェクト 391百万円(456百万円)

首都直下地震等への防災力を向上するため、**官民連携超高密度地震観測システムの構築、非構造部材を含む構造物の崩壊余裕度に関するセンサー情報及び映像情報等の収集により、官民一体の総合的な災害対応や事業継続、個人の防災行動等に資するビッグデータを整備する。**



・情報科学を活用した地震調査研究【新規】

152百万円(新規)

これまで蓄積されてきたデータをもとに、IoT、AI、ビッグデータといった情報科学分野の科学技術を活用した調査研究を行う。

・防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト 378百万円(420百万円)

防災基本計画に基づき、地方自治体の防災施策に活かすため、**南海トラフ沿いの異常な現象の推移予測**に資する調査研究を行う。

・次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト

640百万円(664百万円)

火山災害の軽減に貢献するため、他分野との連携・融合を図り、「**観測・予測・対策**」の一体的な火山研究と火山研究者の育成を推進。

・火山機動観測実証研究事業【新規】

62百万円(新規)

**火山の総合理解を目的として、平時及び緊急時に人員や観測機器を集中させた迅速かつ効率的な機動観測を実現するため、必要な体制構築**を行う。



# 南海トラフ海底地震津波観測網 (N-net) の構築

令和3年度予算額 56百万円  
 (このほか、令和2年度からの繰越予定額 4,506百万円)  
 (前年度予算額は「臨時・特別の措置」  
 (防災・減災、国土強靱化関係)として5,943百万円計上)

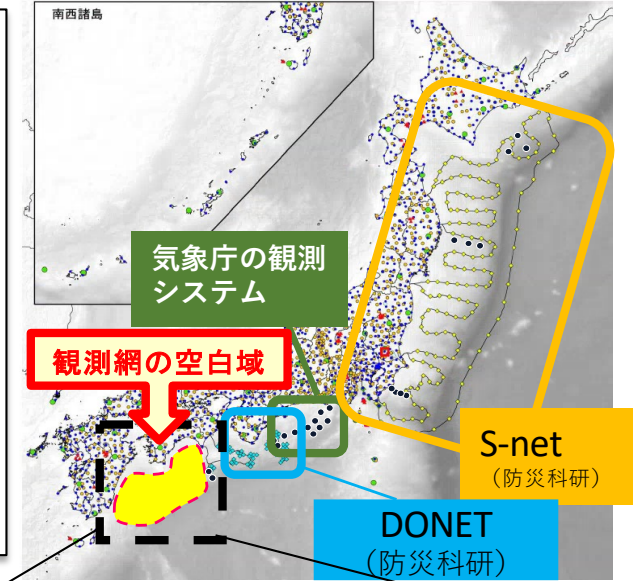


文部科学省

(国立研究開発法人防災科学技術研究所に対する補助金【補助率：定額】)(文部科学省所管)

## 背景・課題

- ◆ 国土強靱化のため、南海トラフ地震の想定震源域のうち、まだ観測網を設置していない海域(高知県沖～日向灘)に、ケーブル式海底地震・津波観測システムを構築する。
- ◆ 南海トラフ周辺の海域では、今後30年以内にM8～9クラスの地震が70%～80%の確率で発生すると想定。地震が発生すれば、最大208兆円の経済的被害、死者・行方不明者23万人と想定。  
※地震発生域、季節、時間についてそれぞれ被害が最大になると仮定した場合  
 【「南海トラフ地震防災対策推進基本計画フォローアップ結果」(内閣府)より引用】
- ◆ ケーブル式海底地震・津波観測システムによるリアルタイム観測は、海域を震源とする地震現象やそれに伴う津波の観測、並びにそのデータを用いた防災業務の実施に大きく貢献。  
 (2016年度までに、南海トラフ地震の想定震源域の東側、日本海溝沿いの海底地震・津波観測網の整備が完了し、地震・津波研究や気象庁の各種業務に活用)



## 事業概要

- ✓ 地震計、水圧計等を組み込んだマルチセンサーを備えたリアルタイム観測可能な 高密度海域ネットワークシステムの開発・製作
- ✓ 南海トラフ地震想定震源域の西側にある 高知県沖～日向灘 にかけて、観測網を敷設

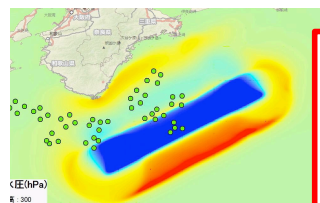
## 期待される効果

- ✓ 津波情報提供の高精度化・迅速化及び津波即時予測技術の開発



到達予想時刻・予想高さ		
大津波警報 (予想高さ)		
○△ 岸	津波到達中と推測	巨大
×× 岸	10時30分	巨大
津波警報		
△△ 岸	11時00分	高い
□□ 岸	12時00分	高い

↑ 津波警報への貢献

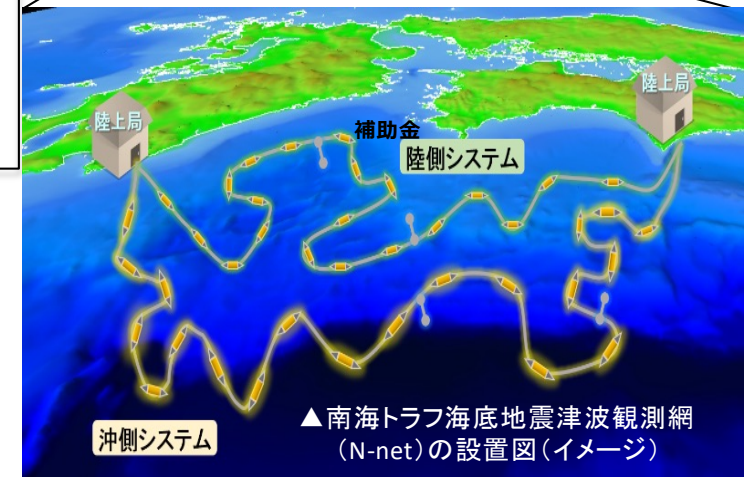


↑ 津波即時予測技術の開発

○津波の早期検知  
 今までは地震計により津波の発生を推定、沿岸域の検潮所等で津波を検知していたが、これにより、**最大20分程度**早く津波を直接検知できる。

- ✓ 地方公共団体、民間企業への地震・津波データの提供
- ✓ 南海トラフで発生するM8～9クラスの地震の解明

[南海トラフ地震の予測研究→](#)



▲南海トラフ海底地震津波観測網 (N-net) の設置図(イメージ)

## 【事業スキーム】

- ✓ 補助機関：国立研究開発法人



予算計画(令和元年度～令和5年度):総額175億円

## 背景・課題

- ◆南海トラフや日本海溝で発生が想定される海溝型の地震は規模が大きく、ひとたび発生すれば地震・津波により甚大な人的・物的被害の発生の恐れがある。
- ◆緊急地震速報や津波警報等は、主に陸上の地震計により地震の規模や津波の高さ等を推定しているため精度に限界がある。  
⇒海底地震・津波観測網により地震や津波をリアルタイムかつ直接検知し、早期に精度の高い情報を提供する。

## 事業概要

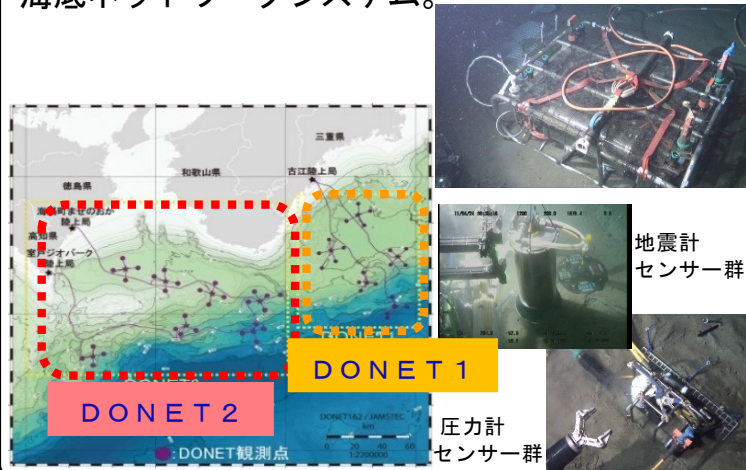
### 【事業の目的・目標】

- ✓ 津波即時予測技術の開発及び津波情報提供の高精度化・迅速化（最大20分程度早く検知）
- ✓ 南海トラフや日本海溝沿いで発生する地震像の解明

### 【事業概要・イメージ】

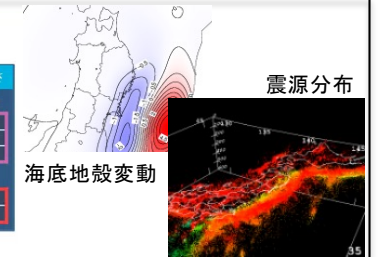
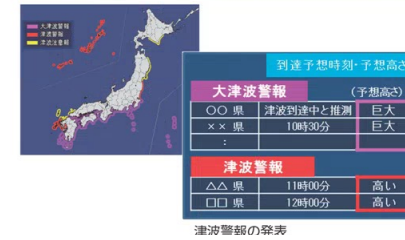
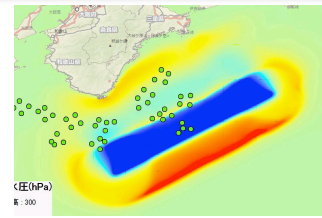
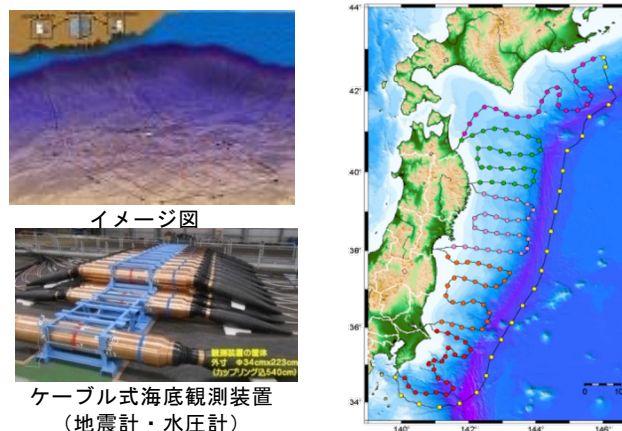
#### 地震・津波観測監視システム（DONET）

南海トラフ地震の想定震源域に整備・運用。地震計、水圧計等を組み込んだマルチセンサーを備えた、リアルタイム観測可能な高密度海底ネットワークシステム。



#### 日本海溝海底地震津波観測網（S-net）

東北地方太平洋沖を中心とする日本海溝沿いに整備・運用。地震計、水圧計等を組み込んだマルチセンサーを広域かつ多点に展開した、リアルタイム観測可能なインラインケーブル式システム。



高精度な津波即時予測

津波警報への貢献

地震像の解明

### 【事業スキーム】

- ✓ 補助機関：国立研究開発法人



### 【これまでの成果】

- 関係機関へ観測データを配信し、
- ✓ 気象庁において津波警報や緊急地震速報等に活用
- ✓ 研究機関や大学等において地震調査研究に活用
- ✓ 地方公共団体や民間企業において津波即時予測システムを導入



# 基礎的・基盤的な防災科学技術の研究開発の推進 (国立研究開発法人防災科学技術研究所)

令和3年度予算額  
(前年度予算額)

7,661百万円  
7,609百万円  
※運営費交付金中の推計額含む



文部科学省

令和2年度第3次補正予算額(案)

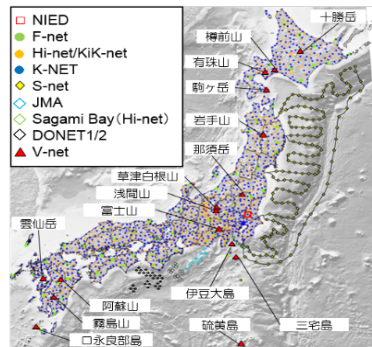
417百万円

- 地震・火山等の観測・予測技術の研究開発、実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)を活用した耐震技術の研究開発、豪雨災害等に対する予測力・対応力・復旧力を総合的に向上させる研究開発などの災害リスク軽減情報の創出・利活用手法の開発等を推進
- 全国の地震観測網の維持・運用、火山観測網の維持・運用、ならびにE-ディフェンスの保守・運用を着実に実施

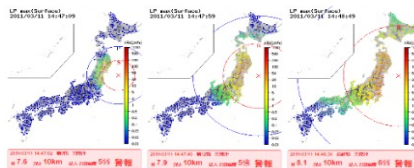
## 自然災害観測・予測研究 2,809百万円(2,884百万円)

### ○地震・津波の観測・予測研究

- ・全国の地震津波観測網を運用し、研究機関や防災機関等の研究活動・防災活動に資する観測データを提供。
- ・リアルタイム観測データ等を活用し、新しい即時地震動予測技術、津波の一生予測技術等を開発。
- ・現実に近いスケールでの超大型岩石摩擦実験を実施し、数値シミュレーションに導入し、より現実に近い巨大地震発生シナリオの構築を行う。
- ・地震観測網の回線更新等を行う。【令和2年度第3次補正予算額(案) 417百万円】



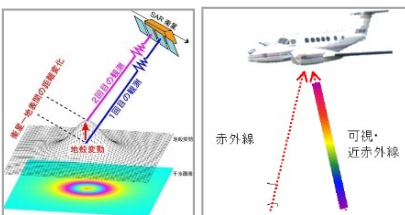
▲世界に類を見ない稠密な陸海統合地震津波火山観測網(MOWLAS)の運用



▲新しい即時地震動予測技術の開発

### ○火山活動の観測・予測研究

- ・火山観測網を着実に運用し、研究活動・防災活動に資する観測データを提供。
- ・リモートセンシングによる火山の地殻変動等の観測及び取得データの解析等を実施。



▲リモートセンシングによる火山観測

## 減災実験・解析研究 1,600百万円(1,599百万円)

### ○E-ディフェンス等を活用した社会基盤強靱化研究

- ・実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)について、その安全・確実な運用のため、施設・設備・装置等の保守、点検を実施。
- ・地震発生時の建築物や附帯設備等の機能維持のため、破壊過程の解明と効果的な被害低減対策の提案に向けた耐震技術研究の実施、実大免震試験機に関する検討等の推進。
- ・震動実験を数値シミュレーションで再現するための研究開発を実施。

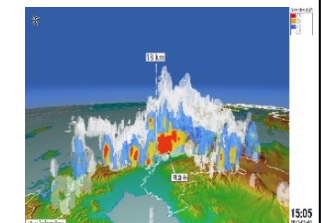


▲E-ディフェンスによる震動実験

## 災害リスクマネジメント研究等 3,252百万円(3,126百万円)

### ○極端気象災害リスクの軽減研究

- ・気象レーダー等を着実に運用し、研究活動・防災活動に資する観測データを提供。
- ・豪雨・豪雪等の局地的気象災害のメカニズム解明を進めるとともに、そのリスクの軽減に資する手法の開発を実施。



▲線状降水帯の雨雲構造

### ○自然災害のハザード評価に関する研究

- ・低頻度・巨大地震にも対応した地震ハザード評価手法の開発、津波を引き起こす可能性のあるすべての地震を対象とした津波ハザード評価を実施。



▲基盤的防災情報流通ネットワーク(SIP4D)

### ○自然災害に関する情報の利活用研究

- ・社会全体の防災力を高めるためのリスクコミュニケーション手法を開発。

### ○防災イノベーション共創型研究開発

- ・民間企業等との共創により、新たな防災関連事業の創出や技術革新に向けた研究開発を実施(令和3年度から新規の研究課題開始による拡充を行う。)

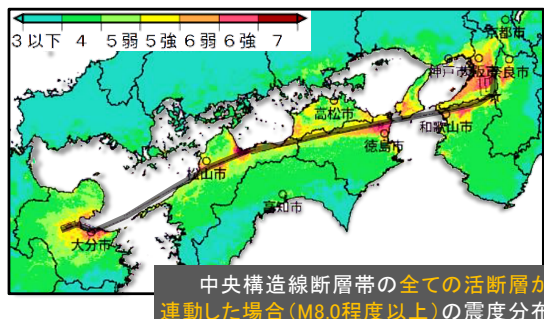
地震本部で実施する地震の長期予測(長期評価)に必要な調査観測データを収集するための、**海溝型地震**や**海陸の活断層**を対象とした調査観測等を実施するとともに、**地震本部の円滑な運営を支援**する。

## 活断層調査の総合的推進

372百万円 (391百万円)

地震本部が全国の活断層の評価を行う上で必要な活断層調査を計画的に実施。

更に、防災対策に直結するが現状は評価できていない、もしくは評価が不十分であった項目を対象に新たな評価手法の開発を行う。



- ①地震発生確率が高く、社会的影響が大きい活断層の調査
- ②地震発生確率の算出が困難であった活断層に適用可能な新たな調査手法の開発
- ③活断層の運動性の評価手法の研究

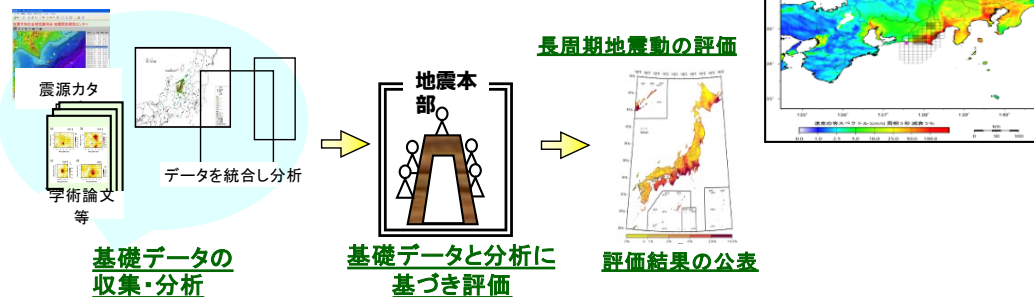
⇒ 活断層による地震・津波の評価、「全国地震動予測地図」の高度化、自治体の防災計画等に貢献

## 地震本部支援

259百万円 (260百万円)

地震本部の長期評価等を支援するため、地震・津波に関する**基礎資料の収集・作成**等の技術的支援を行うとともに、**地震本部の成果展開**を実施。

⇒ 地震本部の長期評価の高精度化と更なる成果普及に貢献

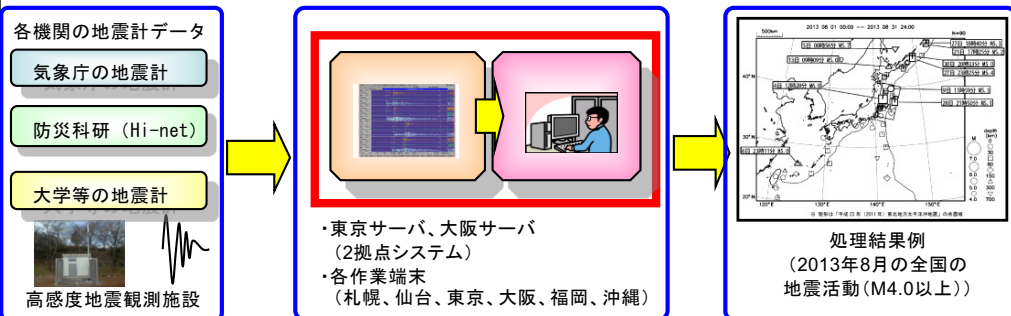


## 地震観測データ集中化の促進

245百万円 (125百万円)

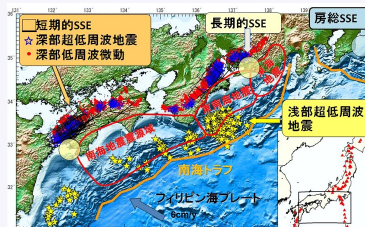
気象庁、防災科学技術研究所、大学等の地震波形データを一元的に収集・処理することにより、詳細な震源決定作業等を実施。

⇒ 地震本部の長期評価等に活用、大学等の研究機関の研究活動に活用



増大するデータ処理に対応するため、システムを更新。さらに、**低周波地震の解析強化**を目指し、**準リアルタイム震源決定を自動化するためのサーバの高度化を行う。**

## 低周波地震処理用サーバの高度化



⇒ 地震活動のより詳細な把握により、南海トラフ地震をはじめとする海溝型地震のモニタリング・発生予測手法の高度化に資する



## 背景・課題

◆首都直下地震は切迫性が指摘されており、経済被害推定額は約95兆円にのぼる。被害推定では、地震時には延焼火災が広範囲に生じ、死者は2万人に達するなど、地震被害のみならず、地震に起因する複合災害等への対策も重要かつ喫緊の課題となっている。災害発生後にできるだけ早急かつ有効な災害情報を提供することで、あらゆる組織や個人の安全・安心が確保されるというレジリエントな社会を構築する必要がある。

## 事業概要

### 【事業の目的・概要】

以下の取組を達成することにより、精緻な即時被害把握等を実現するとともに、官民一体の総合的な災害対応や事業継続、個人の防災行動等に資するビッグデータを整備する。

- ✓官民連携超高密度地震観測システムの構築
- ✓構造物の崩壊余裕度に関するデータ収集

### 【事業スキーム】

- ✓ 補助機関: 国立研究開発法人
- ✓ 事業期間: 2017年度～2021年度



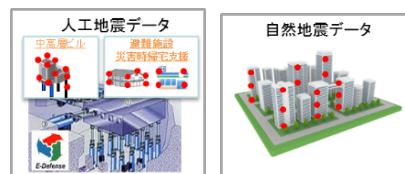
### ①官民連携超高密度地震観測システムの構築

政府関係機関、地方公共団体、民間企業等が保有する地震観測データを統合し、官民連携による超高密度地震観測システムを構築。



### ②構造物の崩壊余裕度に関するデータ収集

E-ディフェンスを用いて、非構造部材(配管、天井等)を含む構造物の崩壊余裕度※に関するセンサー情報及び映像情報を収集。



※地震動による構造物への影響(損傷発生～崩壊)を定量化したものを。

### ③ビッグデータの整備

#### 地震被害把握

自然地震と人工地震との相補的融合

精度・密度が不揃いなデータのキャプレーション・統合

センサ情報、映像情報等を活用した建物の崩壊余裕度モニタリング



ビッグデータ

#### 協議会

民間企業(ライフライン、通信、交通等)や地方公共団体、関係機関と連携し、情報の利活用手法の開発を目指す。



## 地震調査研究の現状と事業の目的

- 地震調査研究推進本部の発足（平成7年）以来、全国稠密な地震計の設置、全国地震動予測地図の作成等、防災に資する調査研究を推進してきている。
- 【令和元年5月に策定された第3期目となる地震調査研究の基本計画】①これまでの地震調査研究の成果により集められた多様かつ大規模なデータが十分に活用されていない状況にあることや、②地震調査研究の分野においてもIoT、ビッグデータ、AIといった情報科学分野の科学技術を活用することが重要。
- 従来の調査研究に新たな視点を展開するため、これまで蓄積されてきたデータをもとに、IoT、AI、ビッグデータといった情報科学分野の科学技術を活用した調査研究等を行う。

## 事業概要

情報科学と地震学が融合した研究テーマを公募・支援し、これまで蓄積してきた莫大な地震計データ等を活用した新たな地震調査研究のアプローチの一つとする。

### 情報科学×地震学の研究テーマ例

#### <手法>

##### Automation

観測データ（過去及び今後）のノイズとの分離を機械学習で実施することにより、地震の高精度な特定を実施  
※緊急地震速報等への貢献の可能性有

##### Modeling(Simulation)

地震の伝搬、複数観測データ種による地震発生・伝搬モデルを作成し、シミュレーションを実施

情報科学

#### <テーマ例>

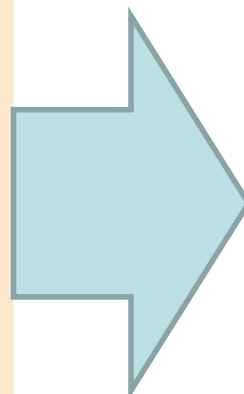
**地震後の余震活動について空間的予測への進展**

**新たな観測技術の導入を見据えた観測点配置の最適化**

**地震波、地殻変動等による統合的な地震評価**

地震学

×



### 期待する成果例

#### 地震後の余震活動の予測

地震予測はこれまで困難であったが、余震活動について、情報科学の活用により余震発生の場所、時間、規模の予測の現が可能。

#### 最適な観測点配置の割り出し

これまで全国均一に配置・観測していた観測点を情報科学の活用により、地震像を正確に把握するための最適な観測点配置の割り出しが可能。  
※光ケーブルセンシング、光格子時計、量子等の新たな科学技術の導入も見据える。

#### 異観測種の統合的な地震評価の導入

これまで観測種（地震波、地殻変動等）毎に専門家による分析を行っていたが、情報科学の活用によりデータ間の関係性などに関する統合的な分析が可能。

上記取組の基礎となるデータベースの整備、情報科学と地震学のネットワーク強化

## 事業スキーム

委託先機関：大学・国立研究開発法人等  
事業期間：令和3～7年度



委託

大学、国立研究開発法人等

## 背景・課題

- ◆令和元年5月より、気象庁による「南海トラフ地震臨時情報」の発表が開始。(南海トラフ沿いの大規模地震発生可能性が平時と比べ相対的に高まった際に情報を発表)
- ◆南海トラフの東側でM8クラスの大地震が発生し、一定期間内に西側においても連動して大地震が発生(「半割れ」ケース)するなどの、異常な現象が観測され得る可能性(「南海トラフ沿いの異常な現象への防災対策のあり方について(報告)」(H30.12 中央防災会議))
- ◆異常な現象の推移評価を目指すためにも、半割れやスロースリップなどの近年発見された異常な現象について、未解明部分の調査・研究が必要
- ◆また、各ケースに対応した巨大災害の被害軽減に向けた防災対策には、社会科学的観点からのさらなる研究も必要

南海トラフ上で  
半割れ・一部割れ・スロースリップ  
等の異常な現象を観測

南海トラフ地震臨時情報

各ケースに対応した住民・企業  
等の防災対応の向上の必要

連動が発生  
する可能性

### 理学研究

科学的・定量的データに基づいて、半割れ地震・スロースリップ等発生後の推移シナリオを評価

(具体的取組)

- プレート構造地質の違いを考慮した全国地下構造モデルを構築
- 地殻変動解析と地震波解析を同モデルで把握する手法を開発し、これを用いてプレートの固着・すべり等をモニタリングし、シナリオ化
- 上記のシナリオを評価し、半割れ・一部が起こった際の推移を明らかにすることを目指す

### 工学・社会科学研究

産学官の強力な連携による社会の萎縮回避や徹底的な事前対策による国難の回避を目指す

(具体的取組)

- 人々の命を守るため、避難行動のモニタリング手法の開発
- 生業を守るため、産学官による防災ビッグデータの活用手法の開発や、より高精度なシミュレーションによる災害への対応力向上
- 都市機能を守るため、緊急地震速報の徹底活用による高層建築物のエレベーター復旧オペレーションなど、長周期地震動対策を研究

**理学及び工学・社会科学の両観点からの研究により、防災対策促進に貢献**

### 事業スキーム

委託先機関：大学・国立研究開発法人等  
事業期間：令和2～6年度



委託

大学、国立研究開発法人等

# 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト

令和3年度予算額  
(前年度予算額)

640百万円  
664百万円



文部科学省

## 背景・課題

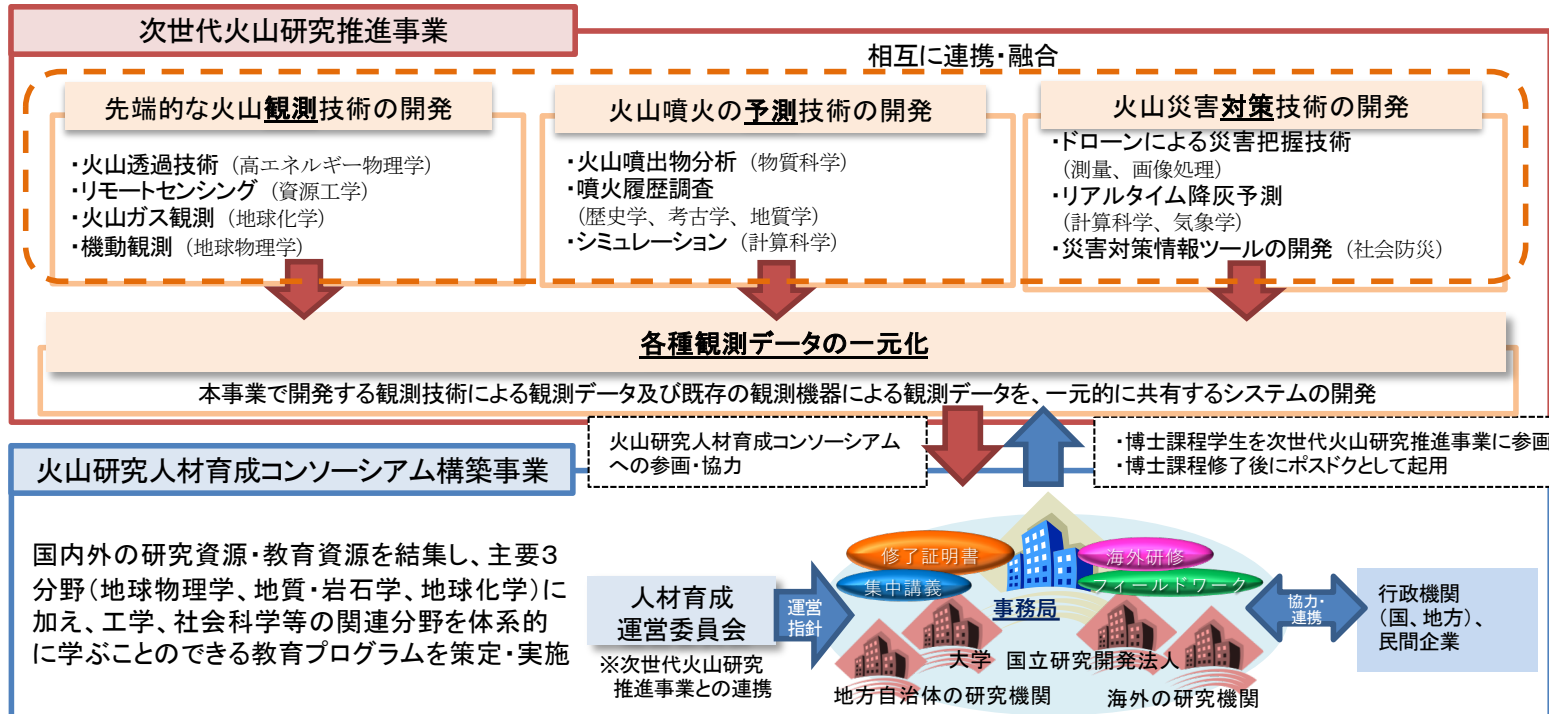
- ◆平成26年9月の御嶽山の噴火等を踏まえ、火山研究の推進及び人材育成が求められている。一方で、既存の火山研究は「観測」研究が主流であり、防災・減災に資する「観測・予測・対策」の一体的な火山研究が不十分。
- プロジェクトリーダーの強力なリーダーシップの下、他分野との連携・融合を図り、「観測・予測・対策」の一体的な研究を推進。
- ・「火山研究人材育成コンソーシアム」を構築し、大学間連携を強化するとともに、最先端の火山研究と連携させた体系的な教育プログラムを提供。

## 事業概要

### 【事業の目的・目標】

- ✓ 「観測・予測・対策」の一体的な火山研究の推進
  - ・直面する火山災害への対応(災害状況をリアルタイムで把握し、活動の推移予測を提示)
  - ・火山噴火の発生確率を提示
- ✓ 理学にとどまらず工学・社会科学等の広範な知識と高度な技能を有する火山研究者の育成

### 【事業概要・イメージ】



### 【事業スキーム】

- ✓ 委託先機関: 大学、国立研究開発法人等
- ✓ 事業期間: 平成28年度～令和7年度



### 【これまでの成果】

#### ●火山研究人材育成コンソーシアム

- ✓ 参画機関 (令和2年8月時点)

代表機関: 東北大

参加機関: 北大、山形大、東工大、東大、名大、京大、神戸大、九大、鹿児島大

協力機関: 防災科研、産総研、国土地理院、気象庁、信州大、秋田大、広島大、茨城大、東京都立大、早大

協力団体: 9道県、日本火山学会、イタリア大学間火山学コンソーシアム、日本災害情報学会、アジア航測株式会社、株式会社NTTドコモ、東京電力ホールディングス株式会社

#### ✓火山研究者育成プログラム受講生

- ・平成28～令和2年度、99名の受講生(主に修士課程の学生)を受け入れ
- ・令和元年度までの修了者数: 基礎コース75名、応用コース43名
- ・令和元年度、主に博士課程の学生を対象とした発展コースを新設



## 概要

噴火発生や前兆現象発現などの緊急時等に、人員や観測機器を当該火山に集中させた迅速かつ効率的な機動観測を実現するため、**火山の総合理解のための機動観測に必要な体制構築（またはそのFS）**を以下のとおり実施する。

## 火山機動観測の課題・背景

### 技術開発とその活用

- 緊急時において迅速に機動観測を実施することは噴火現象に対する理解を深めるために非常に重要
- 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトで開発された新たな観測技術を実装した系統的な機動観測を実現するため、機動観測体制の高度化とその早期の整備が必要
- 平時において、火山内部の構造や状態についての科学知見を得るための調査研究を行うことも重要

### 実施体制における課題

- 各大学がそれぞれ独自に人員や観測機器を揃えて機動観測を実施する体制を整えることは困難
- 噴火の事例数及び噴火様式の多様性が確保できないため、機動観測の機会が火山観測研究の継続的な発展には不十分

## 火山の総合理解のための機動観測に必要な体制構築

### →防災科研に我が国の火山研究の司令塔を構築

- 高度化した機動観測体制を整備するため、機動観測を円滑に実施するためのマネジメントを可能とする事務機能を構築
  - 観測計画の策定、機動観測に係る研究者の派遣及び機材の調達・維持管理を一元的に行うための高度人材の登用と共用資機材の配備を実施
  - 海外研究機関（例：USGS（米）、INGV（伊）など）と連携するための国際対応の窓口を整備(海外火山噴火時の機動観測の実施)
- 機動観測によって得られた観測データについては、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトで構築した火山観測データ一元化共有システム（JVDNシステム）により研究者間で共有

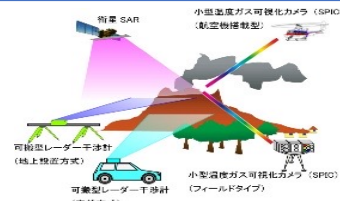
## 事業スキーム

補助先機関：国立研究開発法人  
防災科学技術研究所  
事業期間：令和3～7年度

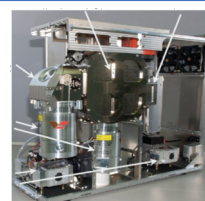


## 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトで開発された観測技術の例

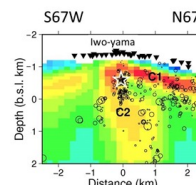
リモートセンシング



地球化学的観測



火山内部構造把握



火山噴出物分析



## 令和3年度地震調査研究関係政府予算案等について

令和3年2月26日

地震調査研究推進本部は、地震防災対策特別措置法に基づき、関係行政機関の地震調査研究予算等の事務の調整を行っている。このたび、令和3年度地震調査研究関係政府予算案及び令和2年度地震調査研究関係補正予算額についてとりまとめたので、以下にその概要を示す。

### ・ 令和3年度地震調査研究関係政府予算案

政府全体 70億円（64億円）対前年度 109%

※国立研究開発法人等への運営費交付金は含まない。

※「臨時・特別の措置」関連予算は含まれない。

※（ ）は令和2年度予算額。

### ・ 令和2年度地震調査研究関係補正予算額

政府全体 11億円

令和3年度地震調査研究関係政府予算案（関係機関別）

（単位：百万円）

担 当 機 関		令 和 2 年 度 予 算 額	令 和 3 年 度 予 算 案	要 旨	
総務省	国立研究開発法人 情報通信研究機構 消防庁消防大学校 消防研究センター	運営費交付金 の内数 27	運営費交付金 の内数 18	○高分解能航空機 SAR を用いた災害の把握 技術の研究 ○石油タンク等危険物施設の地震時安全性向 上に関する研究	18 (27)
	計	27	18	対前年度比 66 %	
文 部 科 学 省	研究開発局	3,006	2,889	○海底地震・津波観測網の運用 ○南海トラフ海底地震津波観測網（N-net） の構築 ○地震調査研究推進本部関連事業 （地震本部の円滑な運営） （活断層調査） ○首都圏を中心としたレジリエンス総合力向 上プロジェクト ○地震防災研究戦略プロジェクト （防災対策に資する南海トラフ地震調査研 究プロジェクト） （日本海地震・津波調査プロジェクト） （情報科学を活用した地震調査研究プロジ ェクト） （防災研究推進事務費）	1,017 (1,017) 【注3】 【注3】 573 (461) 372 (391) 391 (456) 378 (420) - (255) 152 (0) 6 (6)
	国立大学法人	運営費交付金 の内数	運営費交付金 の内数	○災害の軽減に貢献するための地震火山観測 研究計画（第2次）	
	国立研究開発法人 防災科学技術 研究所	運営費交付金 の内数	運営費交付金 の内数	○地震・津波観測予測研究 ○実大三次元震動破壊実験施設を活用した地 震減災研究 ○自然災害ハザード・リスク評価と情報の利 活用に関する研究	
	国立研究開発法人 海洋研究開発機構	運営費交付金 の内数	運営費交付金 の内数	○海域で発生する地震及び火山活動に関する 研究開発	
	計	3,006	2,889	対前年度比 96 %	
経 済 産 業 省	国立研究開発法人 産業技術総合 研究所	運営費交付金 の内数	運営費交付金 の内数	○活断層評価の研究 ○海溝型地震評価の研究 ○地震災害予測の研究	
	計	-	-	対前年度比 - %	

国 土 交 通 省	国土地理院	1,342	1,267	○基本測地基準点測量	968	(1,041)
	気象庁	2,005	2,739	○地殻変動等調査	245	(252)
				○防災地理調査(全国活断層帯情報整備)	28	(28)
				○地理地殻活動の研究	26	(21)
				○地震観測網、地震津波監視システム等	2,292	(1,592)
				○南海トラフ沿いの地震活動・地殻変動の常時監視及び地震発生可能性の評価	144	(144)
海上保安庁	52	50	○関係機関データの収集(一元化)	257	(257)	
			○南海トラフ沿いのプレート間固着状態監視と津波地震の発生状況即時把握に関する研究(気象研究所)	-	(13)	
			○南海トラフで発生した大地震の地震像とスロースリップの即時把握に関する研究(気象研究所)	45	(0)	
	計	3,399	4,056	対前年度比 119 %		
合計		6,433	7,019	対前年度比 109 %		

また、上記のほか、研究の成果が地震調査研究の推進に関連する施策として以下のものがある。

担当機関		令和2年度 予算額	令和3年度 予算案	要旨
総務省	国立研究開発法人 情報通信研究機構	運営費交付金 の内数	運営費交付金 の内数	○耐災害 ICT の研究開発
経済産業省	国立研究開発法人 産業技術総合 研究所	運営費交付金 の内数	運営費交付金 の内数	○地質情報の整備
国土交通省	国土地理院	73	53	○地理地殻活動の研究 (うち地震調査研究の推進に関連するもの)

注1) 四捨五入のため、各内数の合計は必ずしも一致しない。

注2) 国立研究開発法人等の運営費交付金に係る事項については、合計には加えていない。

注3) 「臨時・特別の措置」関係予算については除いて記載している。

要旨右の( )は令和2年度予算額

地震調査研究推進本部調べ



令和2年度地震調査研究関係政府補正予算額（関係機関別）

（単位：百万円）

担当機関		令和2年度 補正予算額	要 旨	
文 部 科 学 省	国立研究開発法人 防災科学技術研究所	417	○地震観測データの安定的供給のための強震観測網の回線更新	417
	計	417		
国 土 交 通 省	国土地理院	509 (注2)	○安定かつ迅速な地殻変動監視のための電子基準点当の強化	509 (注2)
	計	509 (注2)		
国 土 交 通 省	気象庁	143	○多機能型地震観測装置の整備	143
	計	143		
	海上保安庁	43	○海底地殻変動観測等の推進	43
	計	43		
合 計		1,111 (注2)		

注1) 四捨五入のため、各内数の合計は必ずしも一致しない。

注2) 国土地理院については内数で措置

地震調査研究推進本部調べ

## 科学技術・学術審議会測地学分科会 審議状況

### 1. 概要

- ・ 令和3年1月25日の測地学分科会（第43回）・地震火山部会（第38回）合同会議において、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」のレビューの進め方、および第11期測地学分科会で引き続き検討すべき事項等について検討を行った。

### 2. 最近の審議状況

令和2年度

9月3日 地震火山観測研究計画部会（第37回）

- ・ 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」の令和元年度年次報告【成果の概要】（案）を部会長預かりとした。

1月25日 測地学分科会（第43回）・地震火山観測研究計画部会（第38回）合同会議

- ・ 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」のレビューの進め方について検討

#### 1. レビューの検討体制

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）のレビューは地震火山観測研究計画部会が実施する。

#### 2. レビュー取りまとめ委員の選定

地震火山観測研究計画部会委員のうち2名（地震学及び火山学を専門とする委員各1名ずつ）をレビュー取りまとめ委員に選定する。レビュー取りまとめ委員は地震火山観測研究計画部会におけるレビューに係る議論を取りまとめる。

※参考までに第10期の委員の皆様にご意見を伺ったものであり、第11期の会議で改めて審議を行う。

- ・第 11 期測地学分科会で引き続き検討すべき事項等について検討

### 1. 計画の進捗管理について

地震火山観測研究計画の目的達成のため、行政や社会のニーズを踏まえた計画の推進に努め、各年次の全体計画の立案、進捗状況の把握及び研究成果の取りまとめ等について、地震調査研究推進本部による施策との連携に留意しつつ検討すること。

### 2. 火山観測研究について

「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」に対するフォローアップを実施すること。

※参考までに第 10 期の委員の皆様にご意見を伺ったものであり、第 11 期の会議で改めて審議を行う。

- ・地震長期予測 WS の開催結果について報告

### 3. 今後の日程（調整中）

#### 令和 3 年度

- 5 月 18 日予定 測地学分科会（第 44 回）
- 6 月 29 日予定 地震火山観測研究計画部会（第 39 回）
- 7 月 14 日予定 火山研究推進委員会（第 4 回）

※新型コロナウイルス感染症対策の観点から、オンライン会議にて開催を検討中

### 4. 依頼中及び今後依頼予定の事項

- ・5 月 21 日〆切 令和 2 年度年次報告（機関別）作成
- ・5～6 月頃（予定） 令和 2 年度年次報告（成果の概要）作成依頼
- ・令和 3 年度前半 レビュー報告書における別添参考資料の作成依頼

# 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト 実施状況



# 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト

火山研究の推進と人材育成を通して火山災害の軽減への貢献を目指す、平成28年度から10か年のプロジェクト

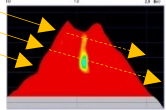
- **次世代火山研究推進事業**・・・「観測・予測・対策」の一体的な火山研究および火山観測データの一元化を推進
- **火山研究人材育成コンソーシアム構築事業**・・・理学にとどまらず工学・社会科学等の広範な知識と高度な技能を有する火山研究者の育成

## ◆次世代火山研究推進事業

- 次世代火山研究推進事業では、分野を融合した、先端的な火山研究を実施。
- 令和2年度は、観測・予測等の技術開発や、各地の火山で火山ガス観測や物理観測、火山噴出物の解析、トレンチ掘削の集中調査等を実施した。
- 令和3年度は、引き続き各課題において調査分析やシステム開発等を進めている。

### 先端的な火山観測技術の開発 課題B

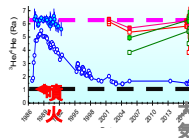
- 新たな火山観測技術や解析手法等を開発し、噴火予測の高度化を目指す。



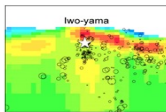
素粒子ミュオンを用いた火山透視技術の開発



リモートセンシングを利用した火山観測技術の開発

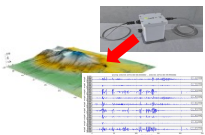


火山ガス観測・分析による火山活動推移把握技術の開発



多項目・精密観測、機動的観測による火山内部構造・状態把握技術の開発

### 火山観測に必要な新たな観測技術の開発 課題B2



位相シフト光干渉法による電氣的回路を持たない火山観測方式の検討及び開発

### 火山噴火の予測技術の開発 課題C

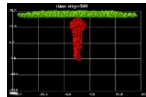
- 噴火履歴の解明、噴出物の分析（噴火事象の解析）を実施し、得られた結果をもとに数値シミュレーション精度を向上させ、噴火予測手法の向上、噴火事象系統樹の整備等を目指す。



噴出物分析による噴火事象分岐予測手法の開発



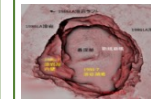
ボーリング、トレンチ調査、地表調査等による噴火履歴・推移の解明



数値シミュレーションによる噴火ハザード予測

### 火山災害対策技術の開発 課題D

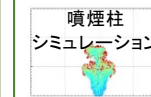
- 噴火発生時に状況をリアルタイムで把握し、推移予測、リスク評価に基づき火山災害対策に資する情報提供を行う仕組みの開発を目指す。



ドローン等によるリアルタイムの火山災害把握



火山災害対策のための情報ツールの開発



リアルタイムの火山灰状況把握及び予測手法の開発

### 各種観測データの一元化 課題A

- 火山観測データ等のデータネットワークの構築により、火山研究や火山防災への貢献を目指す。
- 本プロジェクトで取得したデータのほか、火山分野のデータ流通を可能なものから順次共有を進める。
- 平成30年度に運用を開始。データの充実及びシステムの改良を引き続き進めていく。



# データ利活用推進タスクフォースでの検討

JVDNシステムを活用してデータ活用や連携を促し火山研究の発展や防災の貢献につなげる方策について、検討した。研究分野間の連携を進めるのは難しいという意見が多く、まずは、研究分野ごとにコアグループを作り、それが中心となってデータ共有や活用、連携を進めていくことになった。

- 委員（敬称略）
  - 清水洋（九州大学）、西村太志（東北大学）、高橋浩晃（北海道大学）、伊藤順一（産総研）、青山裕（北海道大学）、中道治久（京都大学）、西垣隆（本プロジェクト）、藤田英輔（防災科研）、上田英樹（防災科研）
- オブザーバー参加（敬称略）
  - 森田裕一（東京大学）、宮村淳一（気象庁）、福山由朗（気象庁）

### 各機関との調整とデータの登録状況

- 気象庁、神奈川県温泉地学研究所、国土地理院、東北大学、北海道大学、九州大学のデータを公開した。（国土地理院は、データ表示のみ）
- 京都大学防災研桜島観測所のデータについては、現在協議中で、年度内に登録見込み。
- 課題B3の火山ガス・温泉水の分析データについては、データフォーマット、登録方法などについて協議中。来年度に登録機能を開発予定。
- 課題B4の電磁気データ、課題C1の分析データも協議中。

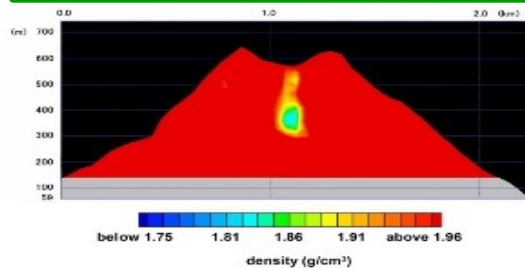
# 課題B「先端的な観測技術の開発」

## 課題Bの概要

- 直面する火山災害への対応 何が起きたかを観測から正しく判定 火山噴火推移予測
- 火山噴火発生確率の提示 噴火の可能性が相対的に高くなったこと (切迫性)を評価する手法の高度化

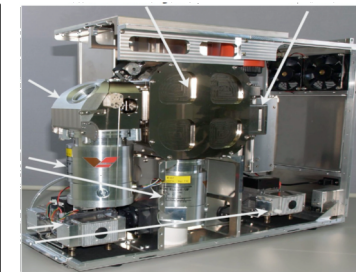
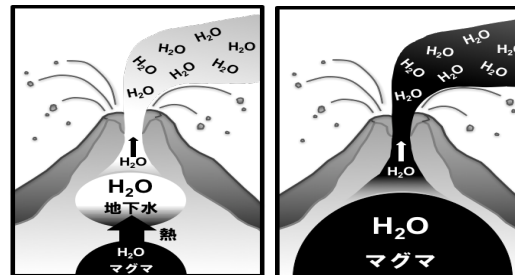
新たな手法(観測技術)・新たな視点(どこで何を観測するか)の観測情報

### B-1 新たな技術を活用した火山観測の高度化 (宇宙線ミュオン)



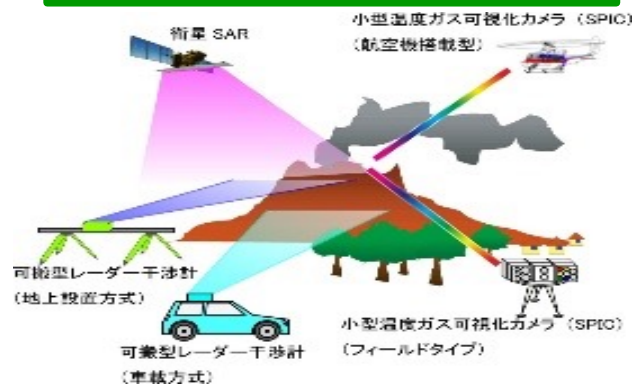
### B-3 地球化学的観測技術の開発

同位体分析

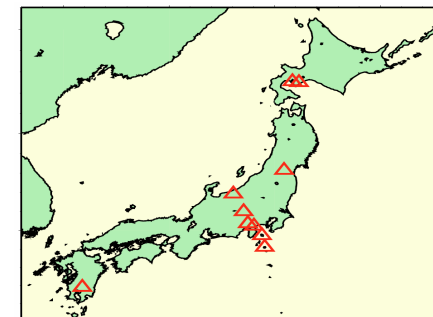
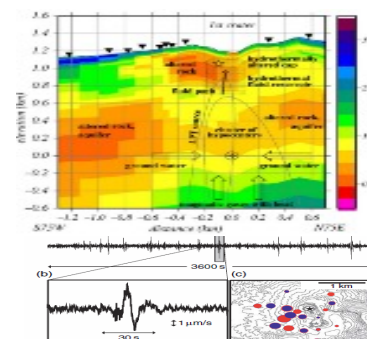


45 cm x 23 cm x 64 cm, 36 kg

### B-2 リモートセンシングを利用した火山観測技術の開発 (SAR,カメラ)



### B-4 火山内部構造・状態把握技術の開発 (機動的な観測, 地下構造探査)

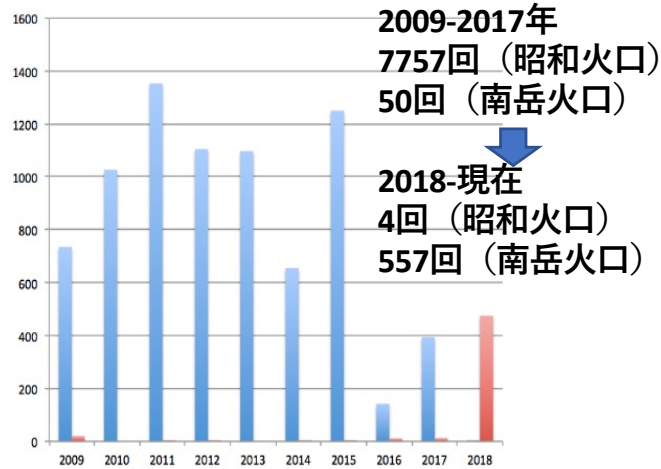




# 課題B-1 「新たな技術を活用した火山観測の高度化」

(~2019年) 噴火後、活発だった昭和火口の下にプラグ様  
の高密度構造が生成された

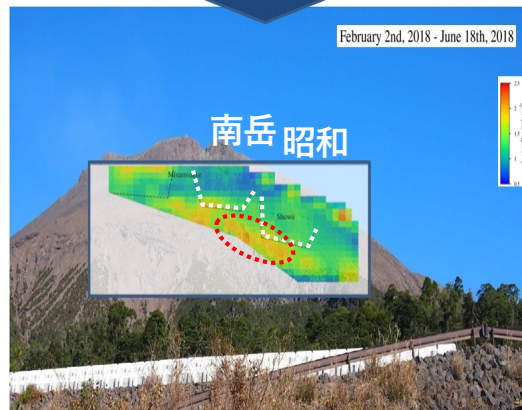
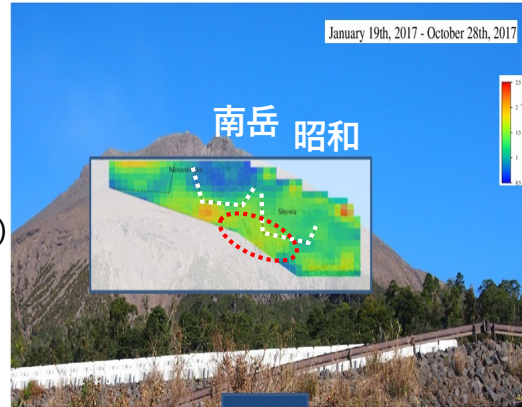
2017年~2018年の間に昭和火口からの噴火が終わり、南岳火口から噴火が始まった。



2009-2017年  
7757回 (昭如火口)  
50回 (南岳火口)

2018-現在  
4回 (昭如火口)  
557回 (南岳火口)

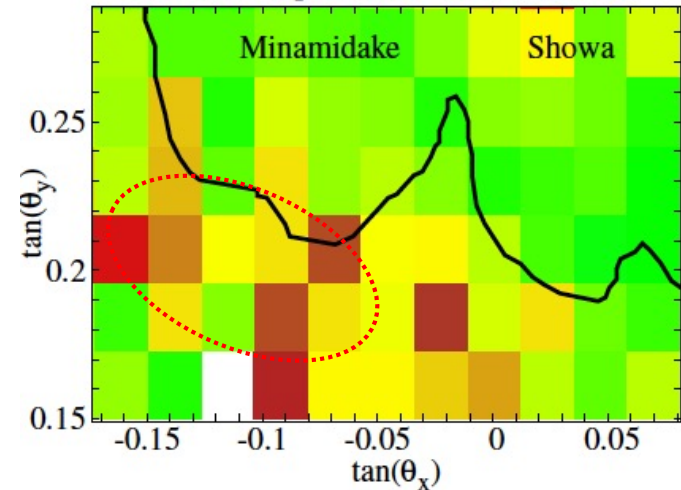
昭如火口  
2019年以降 0回



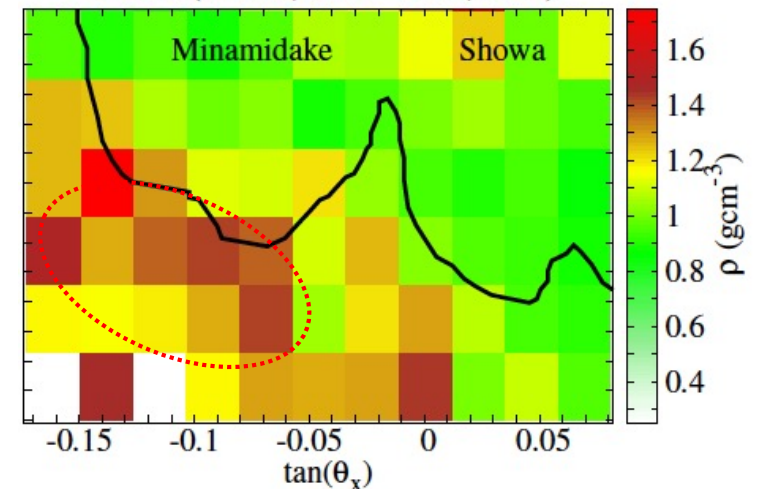
Olah, Tanaka, Varga et al. (2019) GRL

(2020年) 噴火後、活発化した南岳火口の下にプラグ様の高密度構造が成長している。

Run 5.1 (Sep. 1, 2019 - Jan. 15, 2020)



Run 5.2 (Jan. 15, 2020 - Jun 1, 2020)



Olah, Tanaka, Varga et al. Submitted to AGU

火道がプラグされ、南岳火口から2018年3月  
以降噴出

解釈

だが、これがどのような過程を経て形成されて  
いったのかは不明。わかれば噴火推移の予測に  
役立つ。

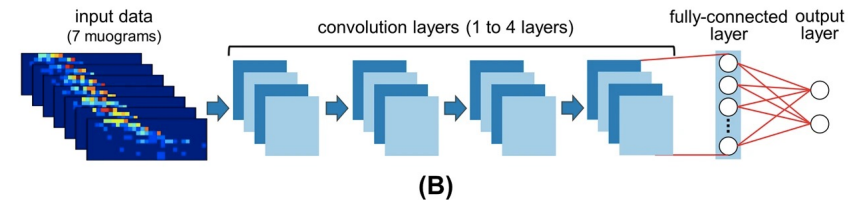
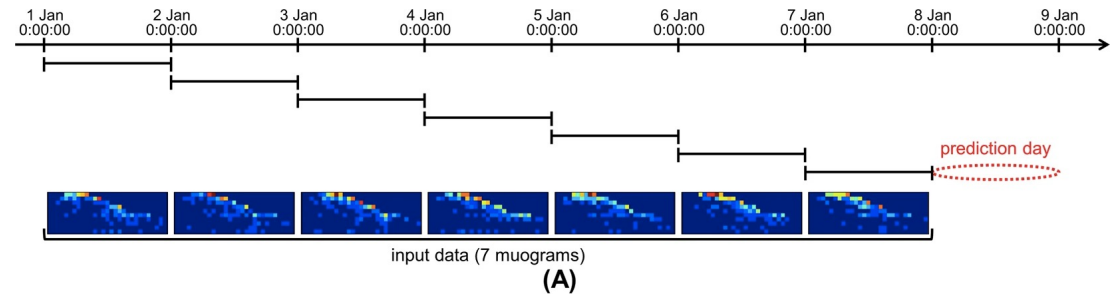
2  
0  
1  
9

2  
0  
2  
0

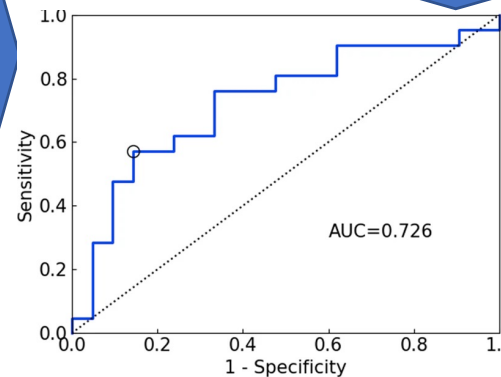
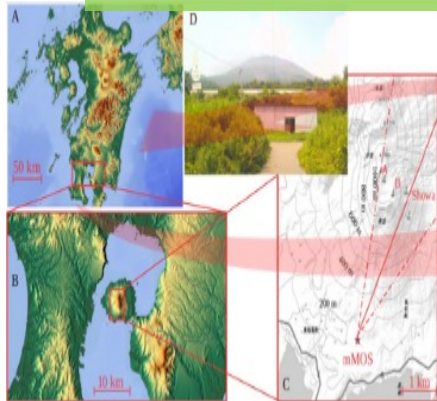
# 課題B-1 「新たな技術を活用した火山観測の高度化」

(~2019年) 1日1枚のミュオグラフィ画像を提供できる環境を整備

(2020年) 毎日のミュオグラフィ画像データを機械学習 (CNN) することで翌日の噴火確率を導出する技術 (MuNET) を開発



装置の出力データをWEBベースリアルタイム解析環境へと接続することにより、その結果、リアルタイムに最新情報に更新される高精細画像を閲覧できる環境が実現



噴火予測と実際の噴火の有無の一致を示す正答 (accuracy) は71%で、過去7日間に噴火した日数※を基にした予測の正答率の57%を上回った。

2014年-2016年、464セットの連続した7日間のミュオグラムを学習 (その間に昭和火口では1439回の噴火があった。)

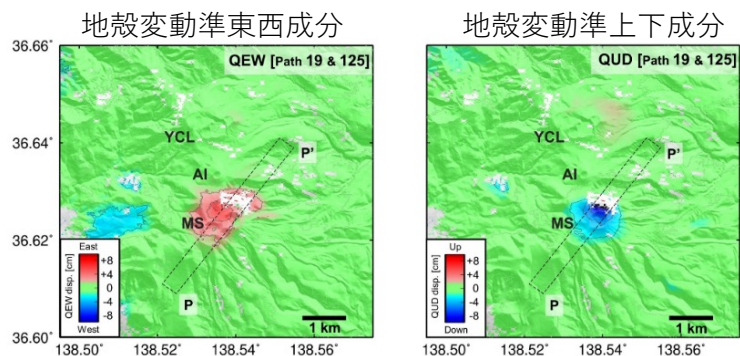


# 課題B-2 「リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発」

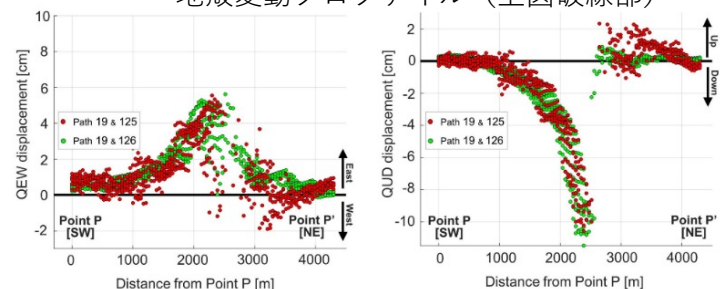
## 実施内容① 衛星SARによる地殻変動情報のデータベース

衛星SARデータから得られる地殻変動情報を用いた火山研究を進める。

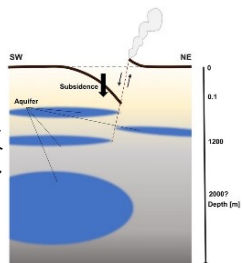
### 2018年本白根山噴火に伴う地殻変動の解析



地殻変動プロファイル (上図破線部)



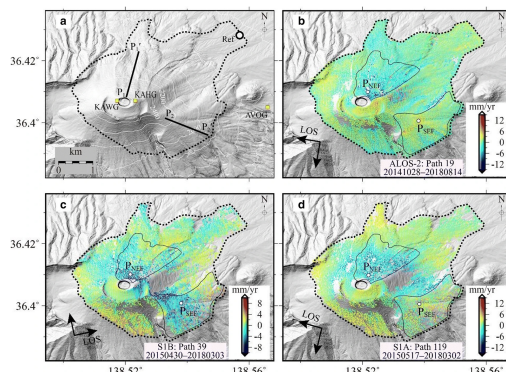
2018年噴火発生モデル



2018年本白根山噴火に伴う地殻変動の描像を明らかにした。本解析結果はEPS誌に掲載された。

Himematsu, Y., T. Ozawa, Y. Aoki (2020), Coeruptive and posteruptive crustal deformation associated with the 2018 Kusatsu-Shirane phreatic eruption based on PALSAR-2 time series analysis, *Earth Planets Space*, **72**, 116, <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01247-6>

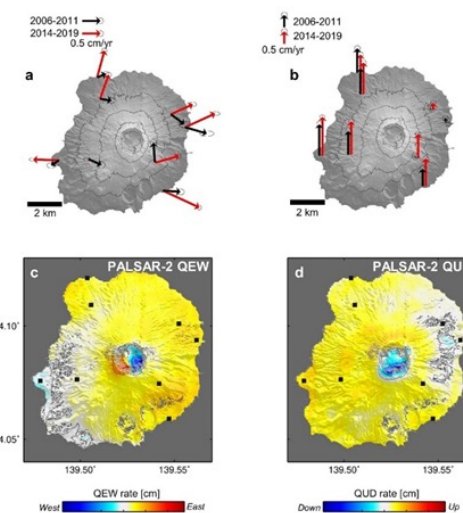
### 浅間山の解析 (PALSAR-2)



山頂北東部と山頂南東部において、山体不安定によって斜面がすべり落ちるような変形が検出された。本解析結果はEPS誌に掲載された。

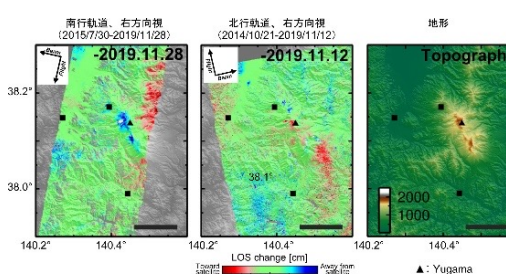
Wang, X., Y. Aoki, J. Chen (2019), Surface deformation of Asama volcano, Japan, detected by time series InSAR combining persistent and distributed scatterers, 2014–2018, *Earth Planets Space*, **71**, 121, <https://doi.org/10.1186/s40623-019-1104-9>

### 三宅島の解析 (PALSAR, PALSAR-2)



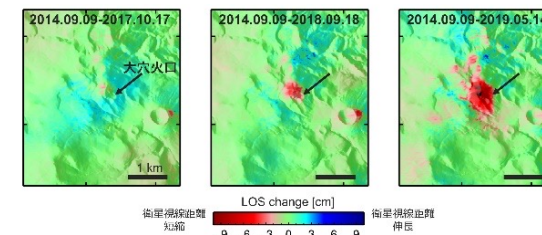
2009年頃まで、カルデラ底中心部で同心円状の沈降分布が見られていたが、以後では、南端付近の南北非対象の沈降分布に変化したことが明らかとなった。

### 蔵王山の解析 (PALSAR-2)



2015–2019年に、火山活動に伴う有意な地殻変動は見られなかった。

### 吾妻山の解析 (PALSAR-2)



吾妻山大穴火口周辺では2015年と2018–2019年に隆起を示す衛星視線距離短縮の変化が検出された。



# 課題B-2「リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発」

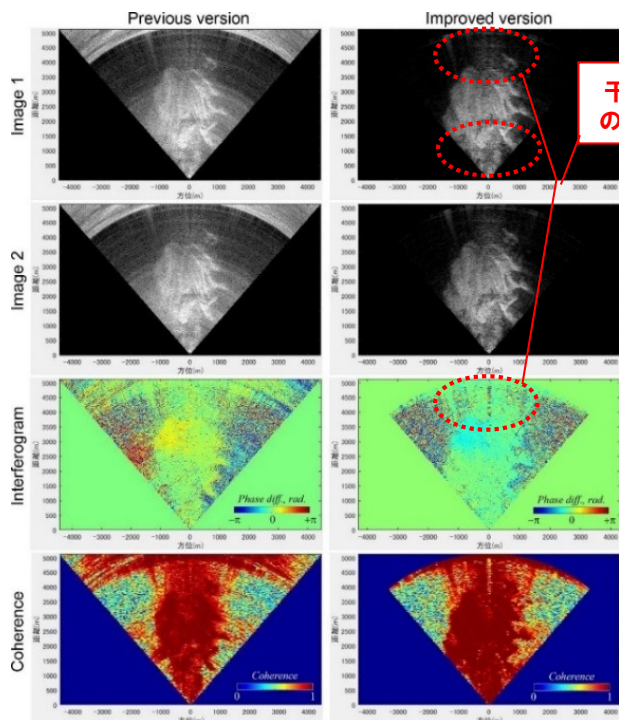
## 実施内容② 火山観測用可搬型レーダー干渉計の開発

### ソフトウェアの改良

SAR画像に重畳するノイズの軽減、解析時間の短縮を目的として、SAR処理ソフトウェアを改良

#### 改良前

#### 改良後



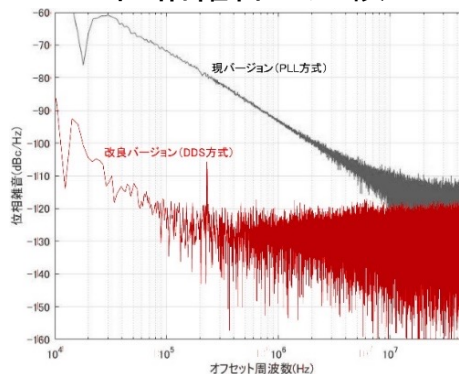
### ハードウェアの改良

システムノイズ低減のため、ダイレクトデジタルシンセサイザー(DDS)方式の信号発生器の有効性を調査

#### 作製中のDDS回路



#### 位相雑音の比較

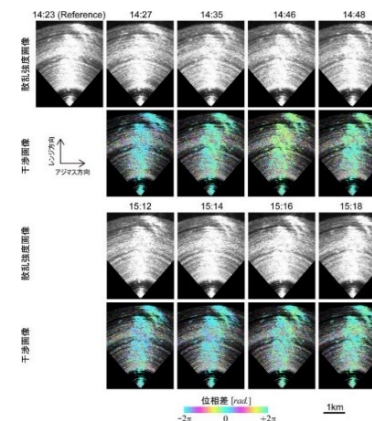


- ✓ ソフトウェアの改良により、ノイズが低減、干渉性が改善された。
- ✓ 1スキャンのSAR処理に1時間以上を要していたが、処理アルゴリズム変更により、処理時間が10分の1以下になった。
- ✓ システムノイズ軽減のため、DDS方式の信号発生器の採用を検討。実験室の位相雑音計測では、1MHz付近で-30dBc程度低減。
- ✓ 3月に野外でのDDS回路を用いた計測実験を実施予定。

### 手動 (Man-borne) 方式の開発

手動方式の開発に着手。アンテナ部をカメラ用のレールの上を動かすプロトタイプを作製した。

#### 手動方式プロトタイプ



干渉は得られたが、顕著なノイズが重畳

原因の一つは、アンテナ部の重量によるふらつきと考えられる。その改良の一つとして、小型・軽量の位置・慣性計測装置(SBG社Ellipse-D)の採用を検討。

#### 相対角度(X方向)

NovAtel社  
SPAN-CPT  
(従来)



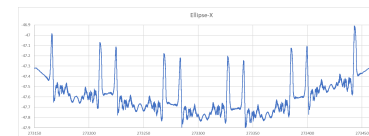
152 × 168 × 89 mm, 2.28kg



SBG社  
Ellipse-D  
(検討)



46 × 45 × 32 mm, 65g



1目盛0.1度

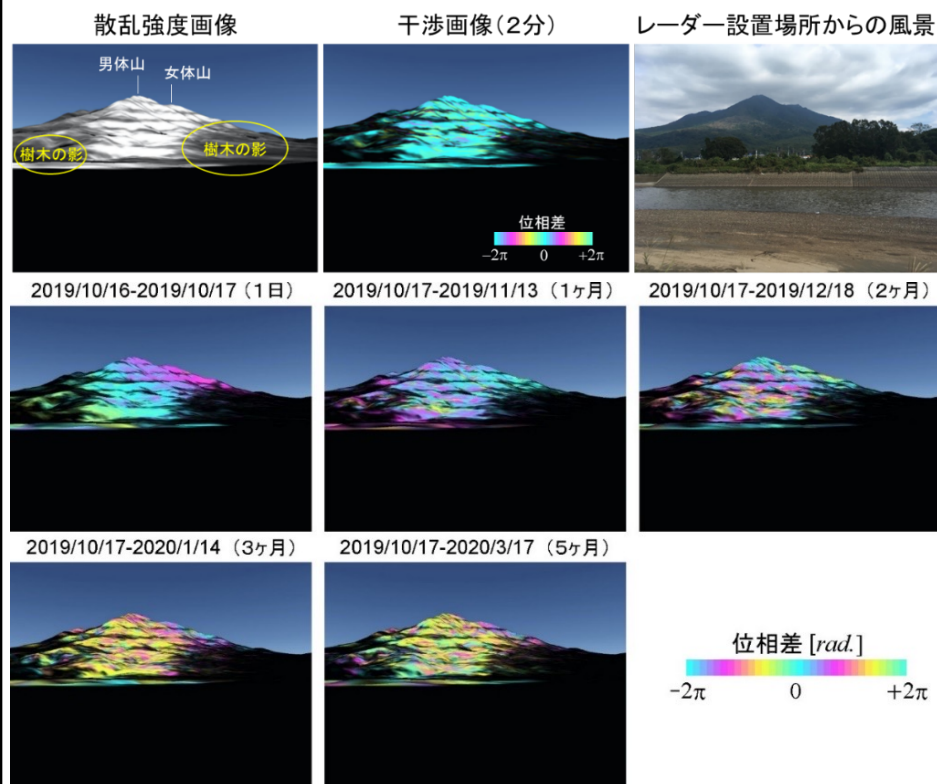
簡単なドリフト補正で、必要とされる精度は得られそう。

# 課題B-2「リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発」

## 実施内容② 火山観測用可搬型レーダー干渉計の開発

### 繰り返し観測・干渉性持続性の調査（筑波山）

繰り返し観測の実現性、干渉性の持続性の調査のため、筑波山で1～2カ月毎に繰り返し観測を実施。



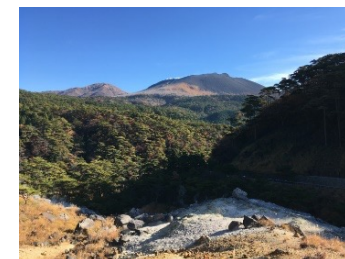
- ✓ 繰り返し観測により、地殻変動検出に十分な干渉性が得られることを確認した。
- ✓ 2カ月で干渉性のかなり劣化が見られたが、5カ月でも実利用可能な程度の干渉が得られた。
- ✓ 筑波山周辺では、外来波ノイズが大きい。

### 霧島山における計測実験

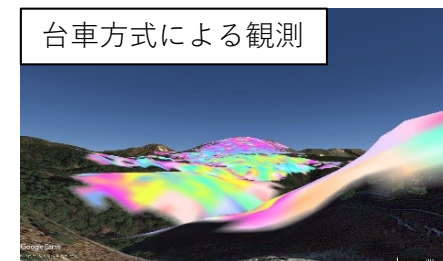
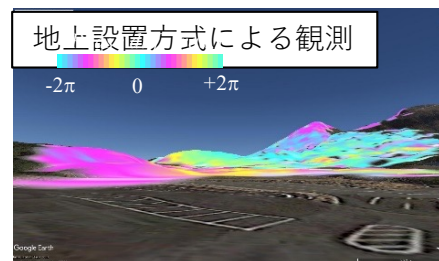
実際の火山でのテスト観測として、R1年度(2019/11/19-21)に霧島山の硫黄山・新燃岳の観測を実施。再観測を(2020/11/17-18)に実施し、干渉解析を試みた。

硫黄山 (2019/11/20-2020/11/17)

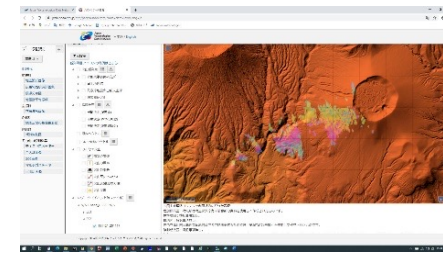
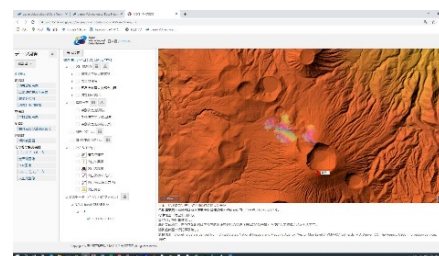
新燃岳 (2019/11/21-2020/11/17)



干渉解析結果



JVDNへのアップロードテスト



- ✓ 地上設置・台車方式による観測データの1年間のペアで明瞭な干渉縞が得られた(長期的な地殻変動の検出にも期待される)。
- ✓ 観測から24時間以内に、速報結果をJVDNにアップロード完了。



# 課題B-2「リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発」

## 実施内容③ SPICの開発

### カメラセンサの開発

#### 非冷却型赤外カメラ



- XGA & VGAカメラ
- 内臓フィルター分光方式ガス計測(NETD 0.5K)
- 4台で30Hz同期計測

#### 冷却型赤外カメラ(LWIR)



- VGAカメラ(MWIR/LWIR)
- 内臓フィルター分光方式ガス計測機能
- 高精度ガス濃度計測(NETD 0.1K)
- 約0-1100°Cの計測

#### 可視スペクトル・構造推定カメラ

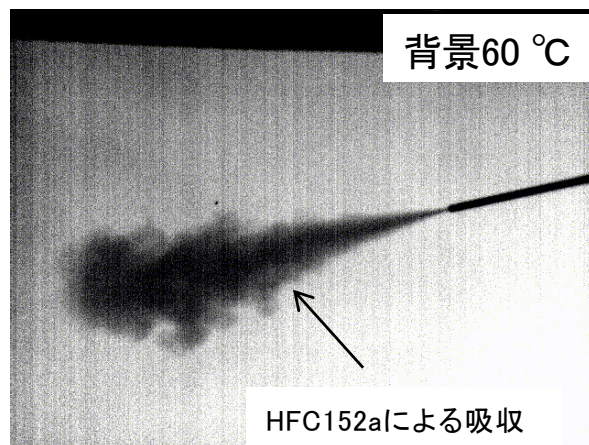


- 6bandカメラ(1920x1080画素)
- 6台のハイビジョン画質(2K)カメラで15Hz同期計測

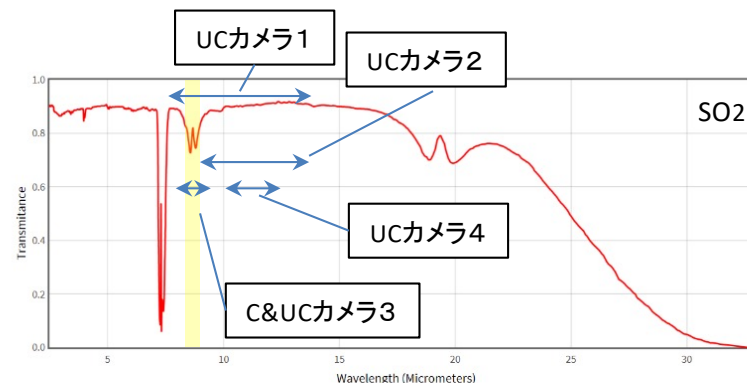
降灰・岩石種識別、地形計測に用いる

### 赤外光吸収特性を示すガスを可視化(ex.,SO<sub>2</sub>, HFC152a等)

#### エアダスターのガス(HFC152a:無色透明)の可視化実験



#### 各カメラの計測波長域



引用: NIST Standard Reference Data <https://webbook.nist.gov/>

ガス分布を定量的に計測

# 課題B-2 「リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発」

## 実施内容③ SPICの開発

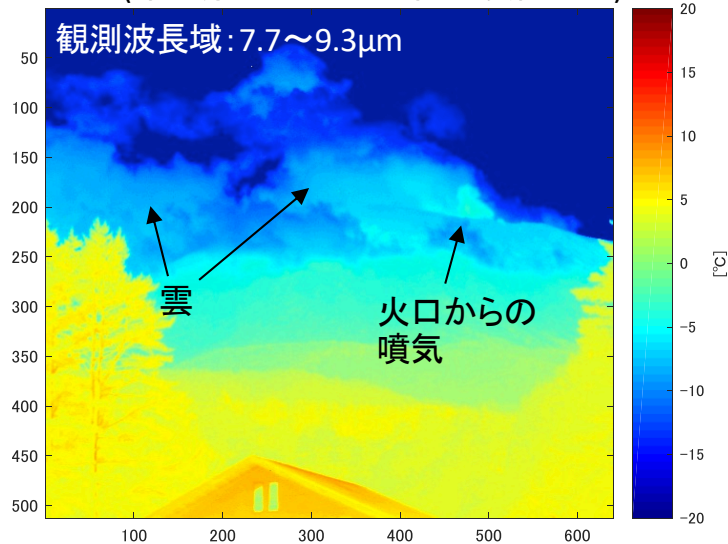
浅間山噴煙観測実施(R2/10):プロトタイプで試験観測実施 ⇒ 装置開発にフィードバック

浅間山の噴煙試験観測実施(2020/10/20,21):動作確認を完了

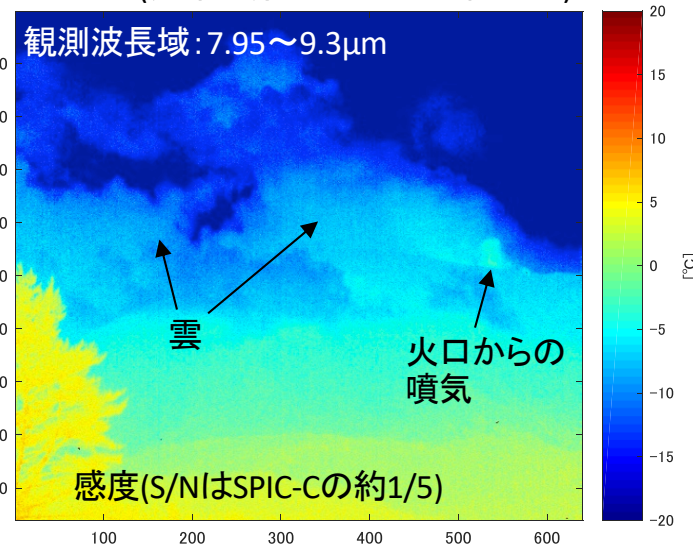


観測結果(2020/10/20 15:38 17s 同期画像)

SPIC-C(冷却赤外カメラ:SO<sub>2</sub>高感度検出用)



SPIC-UC(非冷却赤外カメラ:SO<sub>2</sub>検出用)



天候不良, 山頂部に雲(噴気は一部確認, SO<sub>2</sub>計測は晴天の背景が必要)⇒再観測計画中



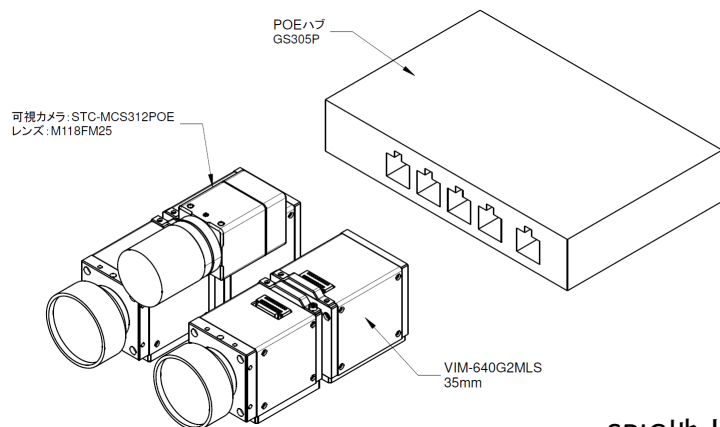
# 課題B-2「リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発」

## 実施内容③ SPICの開発

地上設置型の開発に着手

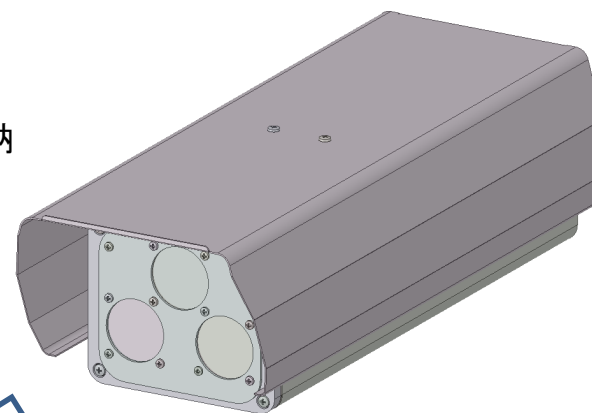
(プロトタイプの実験観測よりオンサイト校正技術の重要性確認)

GigE(ネットワークカメラ)  
赤外2波長カメラ+可視カメラ



非冷却赤外2波長カメラでSO<sub>2</sub>を可視化

格納



(R2:設計完了, 製作中)

SPIC地上設置型完成イメージ

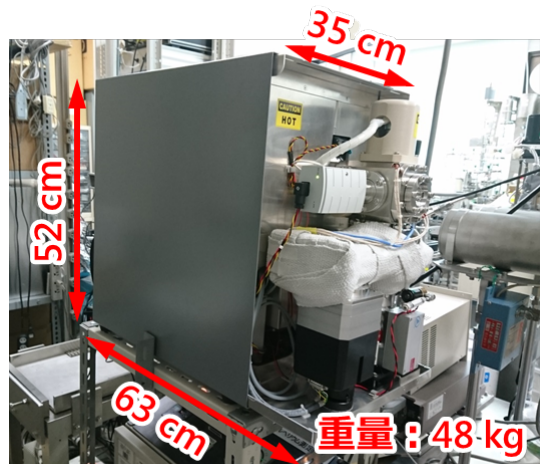


R3:SPIC地上設置型(準定点観測型)  
を構築し試験観測を実施する予定

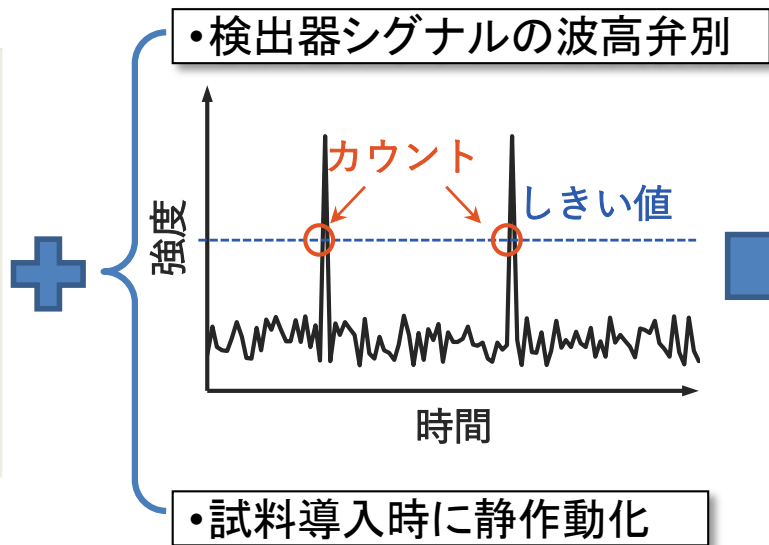
# 課題B-3 「地球化学的観測技術の開発」

## マグマ起源ヘリウムのオンサイト測定技術の開発(東大)

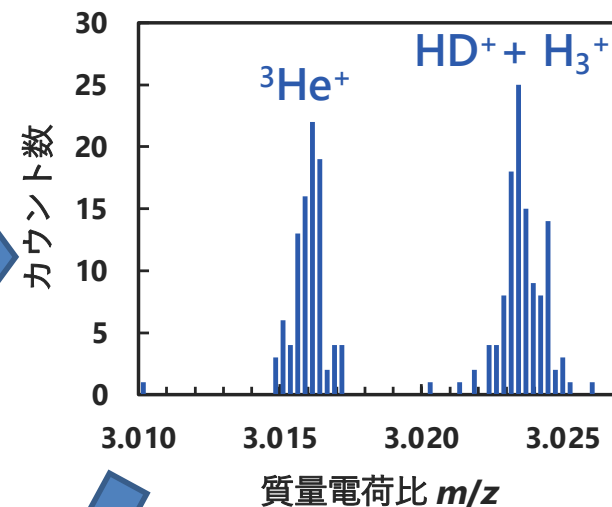
### □可搬型質量分析計の実証実験



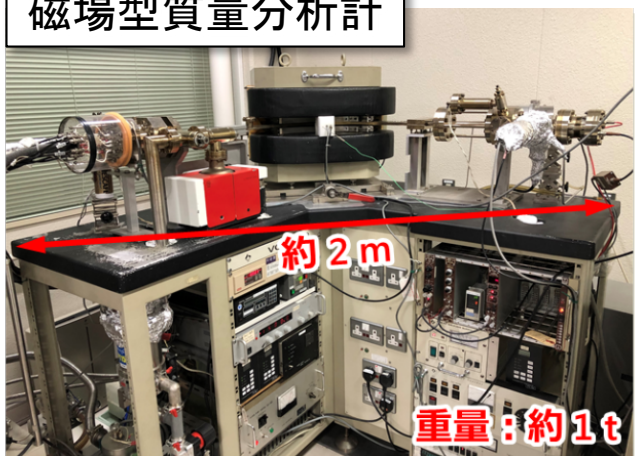
可搬型質量分析計“infiTOF”



6000倍の高感度化



### 磁場型質量分析計



- He中10万分の1以下しか存在しない極微量の $^3\text{He}$ を、可搬型装置で初めて検出
- 通常の採取試料(50mLボトル)で分析が可能

### 霧島山硫黄山噴気の測定結果

試料	測定値	参照値*
硫黄山噴気H	$7.9 \pm 1.1$	$7.43 \pm 0.07$
硫黄山噴気C	$4.8 \pm 1.0$	$7.56 \pm 0.08$

←誤差の範囲で一致

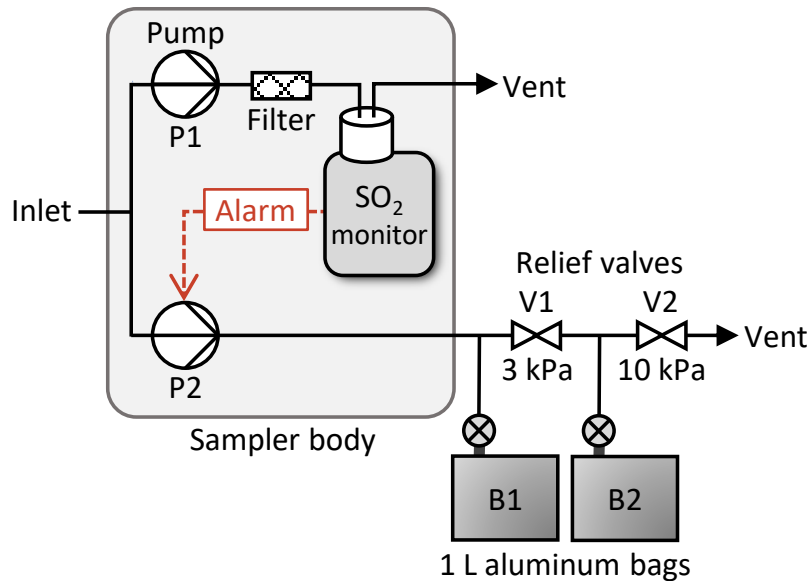
←ボトルへの空気混入?

\*磁場型質量分析計で測定

今後は $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ も測定

# 課題B-3 「地球化学的観測技術の開発」

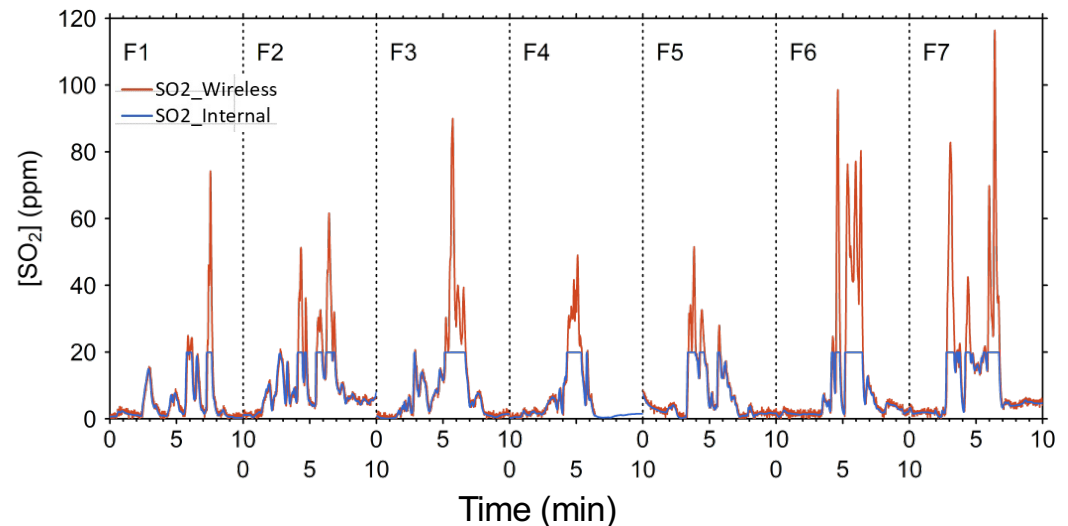
## 自動噴煙試料採取装置(ドローン搭載用)の開発(名古屋大)



- 重量: 1.2 kg、サイズ
- 約23 × 26 × 17 cm(ガス採取後)
- ドローン本体から独立し、外部制御不要
- ポンプ P1: 常時運転してSO<sub>2</sub>濃度観測 & 記録
- P2: SO<sub>2</sub>濃度が閾値を超えている間だけ作動  
→ 高濃度噴煙のみbag中に導入
- 1回の飛行で2試料採取(採取流量: 約2 L/min)

### □動作試験兼用観測

- 2020年10月20日 @ 阿蘇山中岳第一火口
- 京大火山研究センターのDJI S1000に搭載
- 動作[SO<sub>2</sub>]閾値 = 19.9 ppm



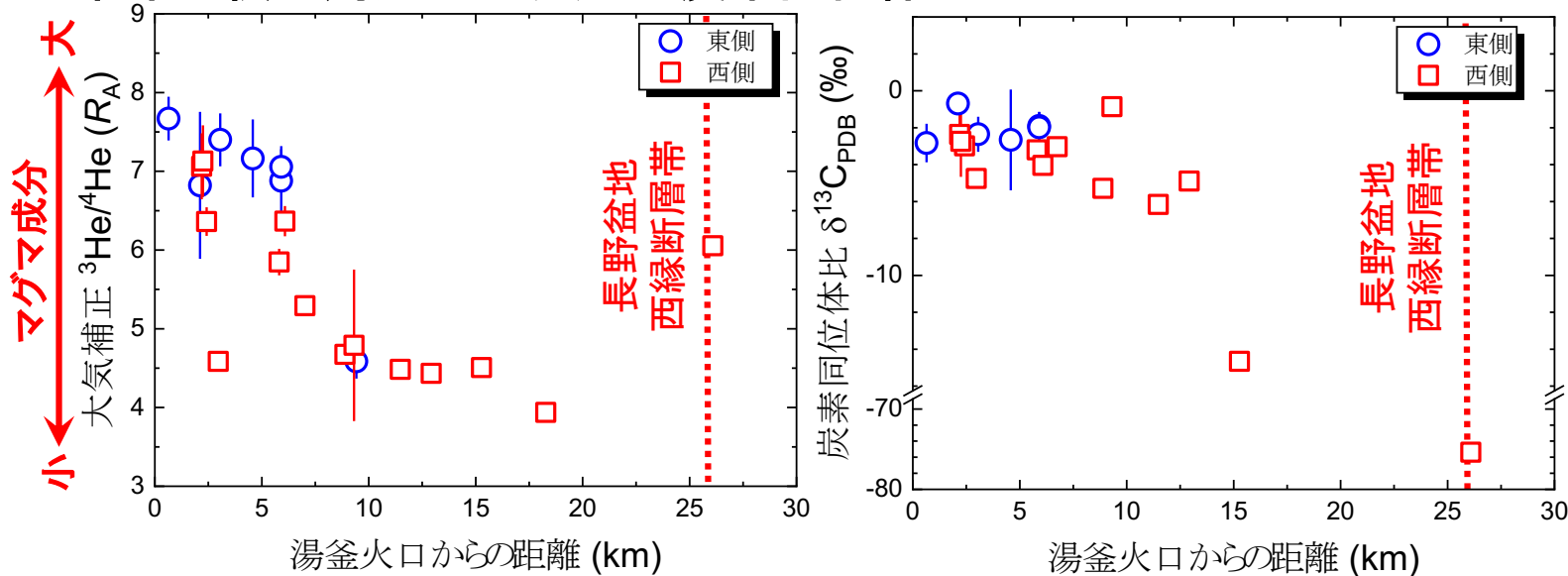
各フライト(F1-F7)中のSO<sub>2</sub>濃度の時間変化  
(赤線で示した20 ppm以上の領域は、  
実質的に試料採取時間に相当)



# 課題B-3 「地球化学的観測技術の開発」

## 火山体周辺の同位体比マッピング (東大・東海大・気象研)

### □草津白根山周辺のヘリウム・炭素同位体比



- マグマ起源ヘリウム ( $^3\text{He}/^4\text{He} \approx 7.6R_A$ )、炭素 ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} \approx -3\text{‰}$ ) が火山から遠ざかるにつれ地殻起源ヘリウム ( $^3\text{He}/^4\text{He} < 0.1R_A$ )、生物起源炭素 ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} < -20\text{‰}$ ) により希釈。

- マグマ起源流体は火山中心から20 km周囲まで到達。
- 断層近傍では異なる起源の流体が寄与。

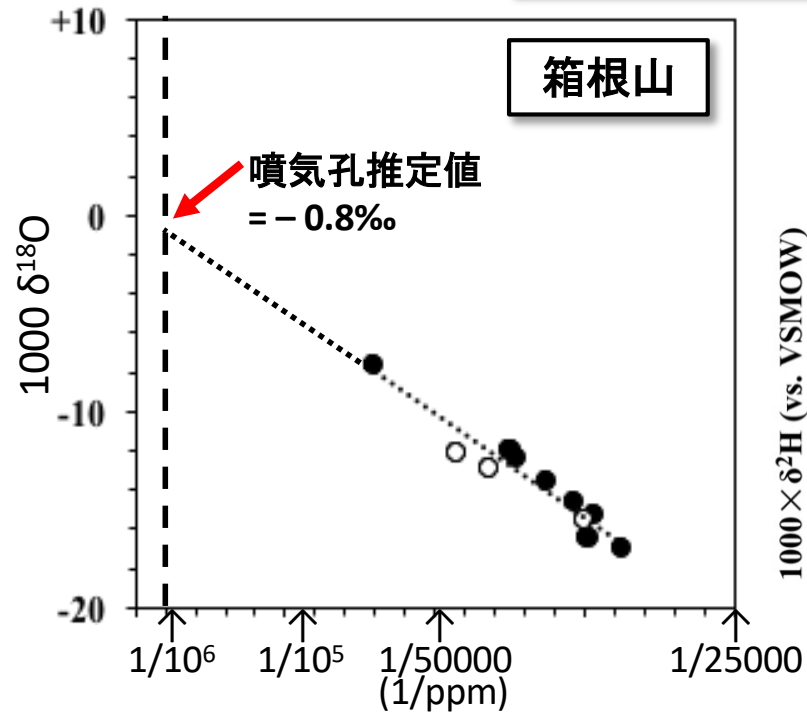
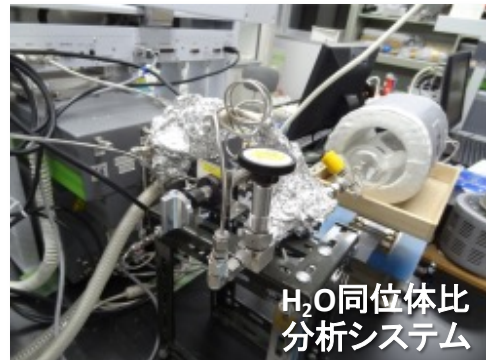




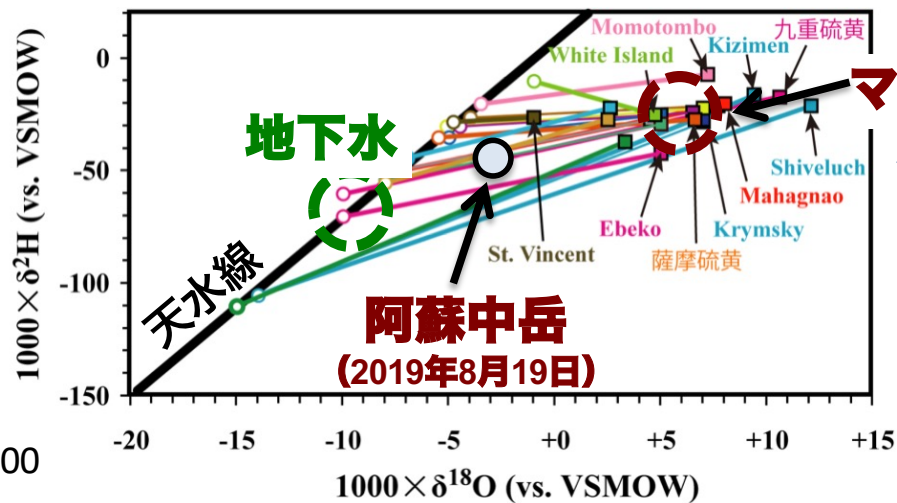
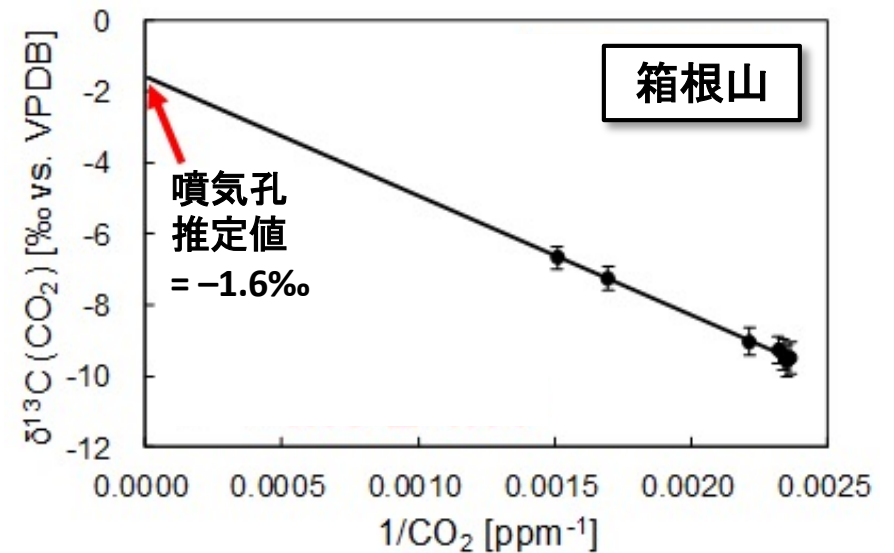
# 課題B-3 「地球化学的観測技術の開発」

## 噴煙試料を用いた噴気孔同位体比の決定(名古屋大・東大)

### □噴煙中水蒸気の水素・酸素同位体比測定



### □噴煙中二酸化炭素濃度と炭素同位体比



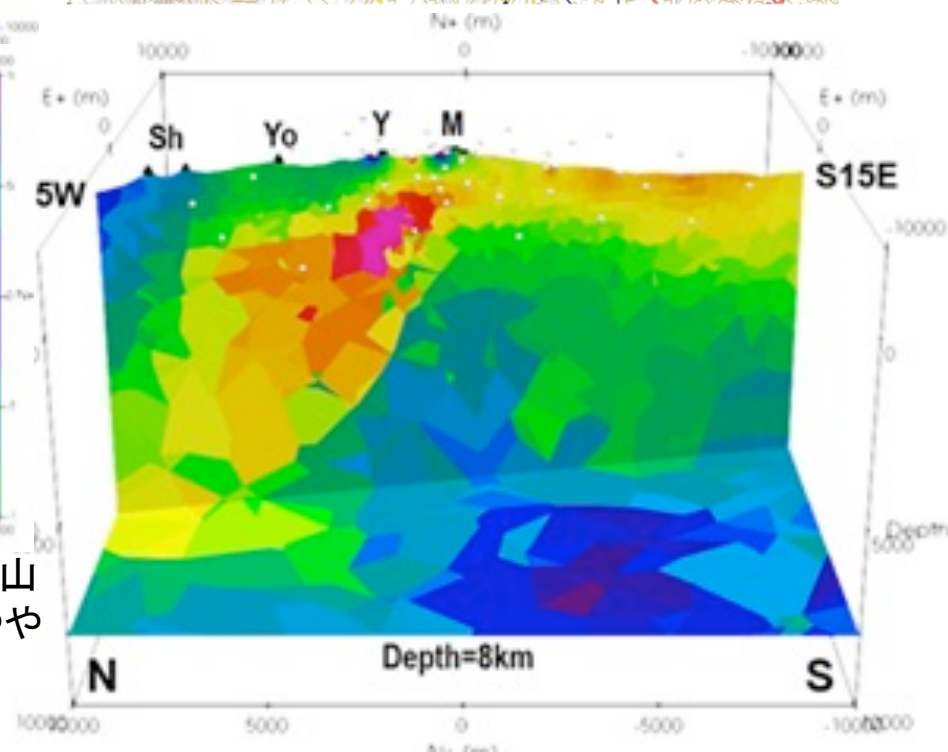
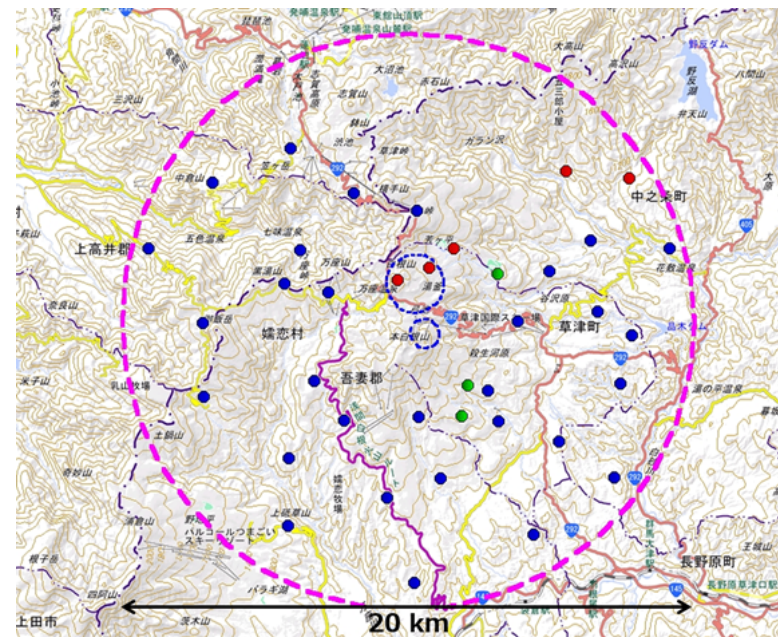
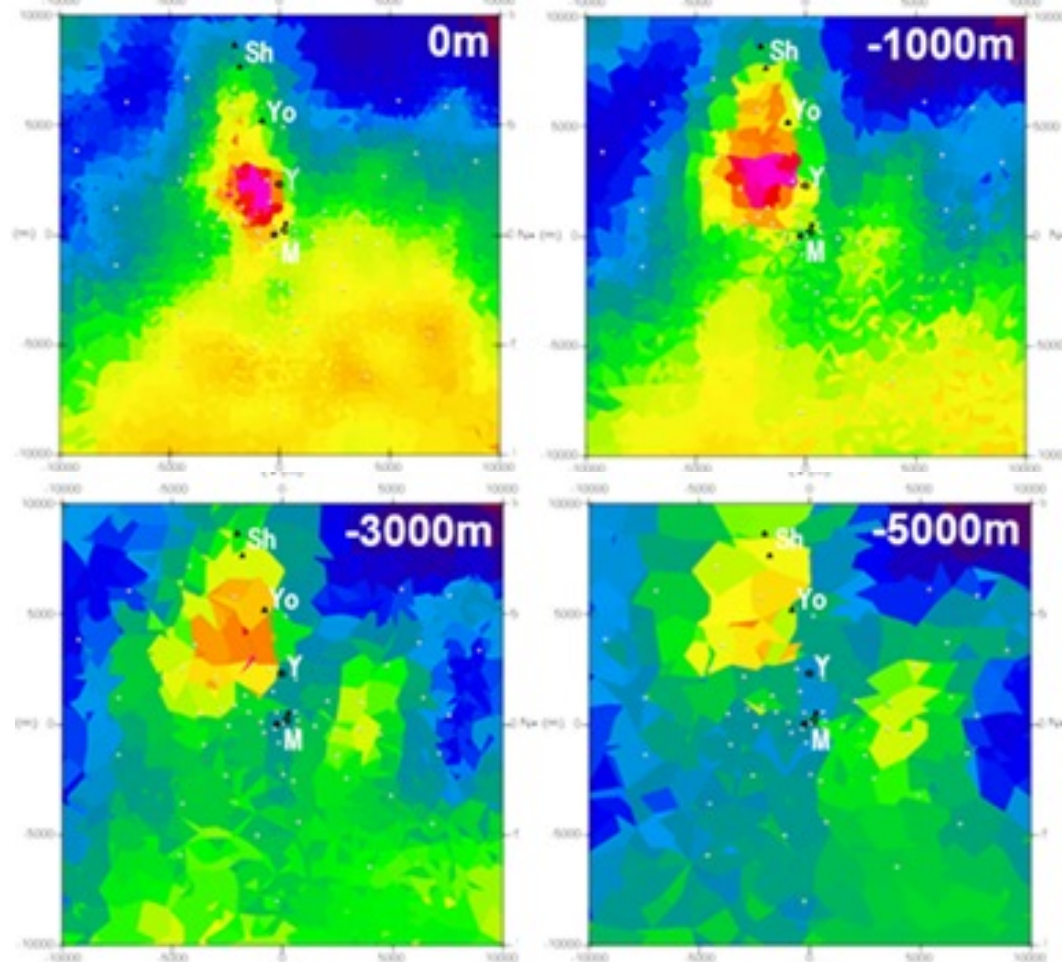
噴火メカニズム  
(水蒸気噴火/  
マグマ噴火)の  
判別可能性

- ・ 噴気孔から離れて採取した噴煙試料から、大気由来のH<sub>2</sub>OやCO<sub>2</sub>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安全に観測が可能。

# 課題B-4 「火山内部構造・状態把握技術の開発」

草津白根山の課題 浅部活動の熱源となる深部マグマ溜まりの位置が不明, その活動→長期的な推移予測

今年度実施: 広域MT探査(地下比抵抗構造)



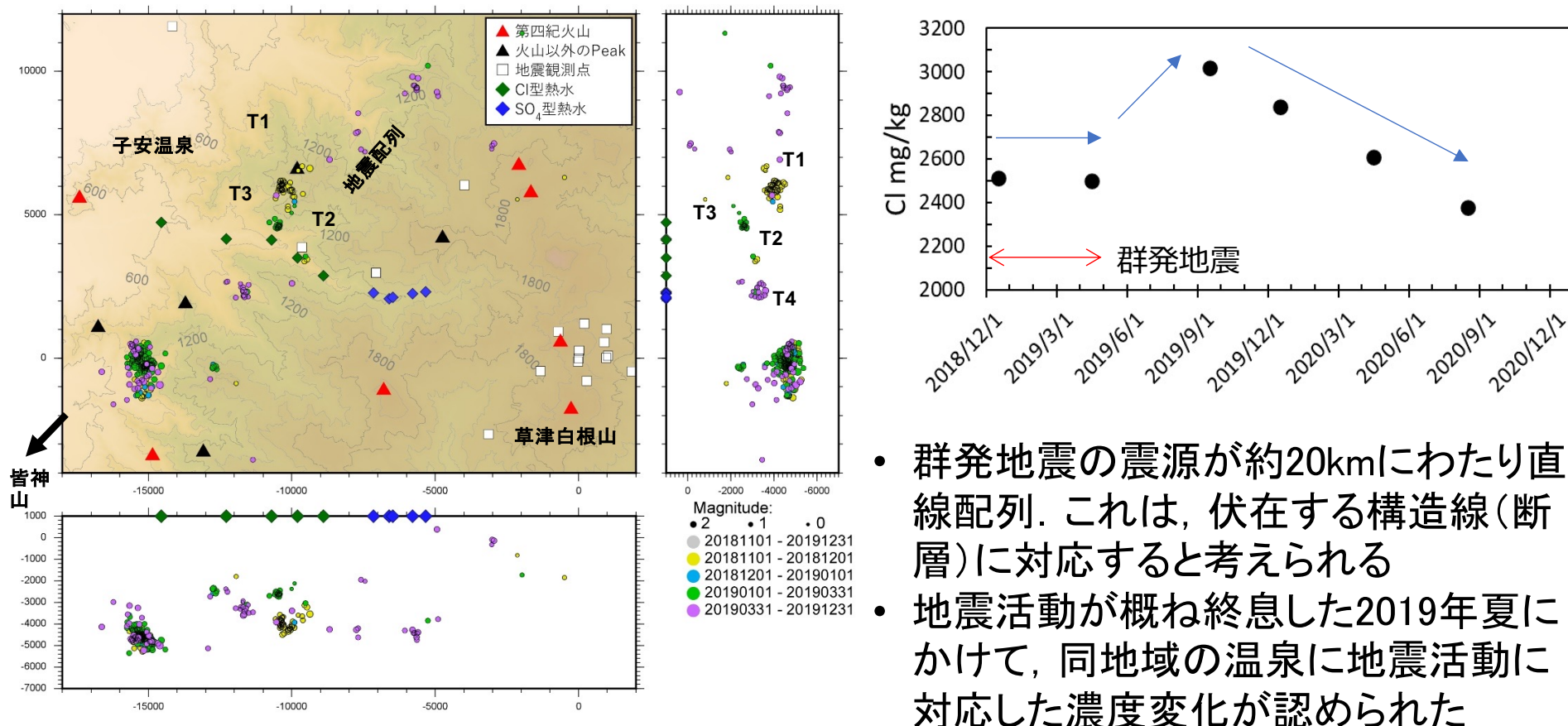
顕著な低比抵抗体(約 $1 \Omega m$ )が白根山の西側から北側の横手山付近の海拔下3km程度まで存在. その下方10km程度まではやや低比抵抗( $20-50 \Omega m$ )の領域.

→深部マグマ溜りからのマグマ性流体の供給路の可能性



# 課題B-4 「火山内部構造・状態把握技術の開発」

## 広域の地震活動



### 【プロジェクトの成果に基づく社会への提言】

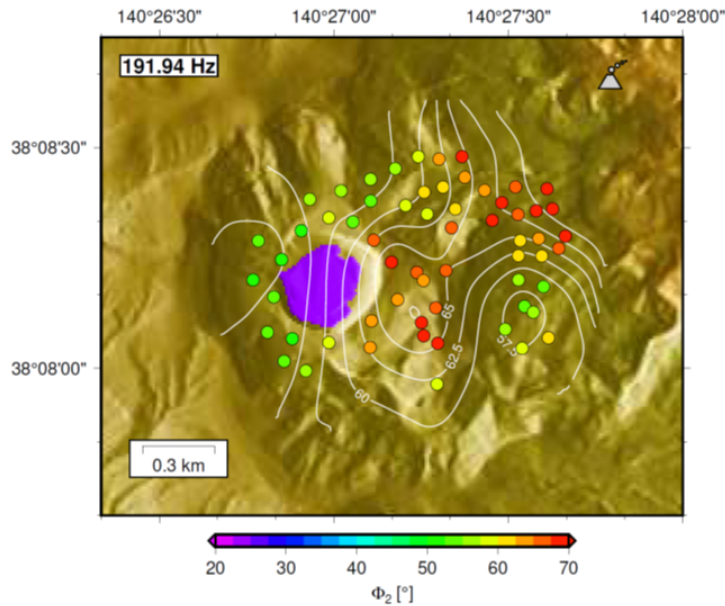
地下比抵抗構造から草津白根火山の深部マグマ溜まりの候補地点が絞られた。測地観測網等の増強により、深部へのマグマ供給を正確に捉えることが、草津白根火山の長期的な活動推移の予測にとって極めて重要な情報。

草津白根火山北西方向の地震活動は、マグマ溜まりの増圧を契機として、伏在断層を通じて深部流体が上昇し、群発地震や温泉濃度変化を引き起こしたか可能性がある。広域の地震活動・温泉調査は同火山の長期的な活動評価を行う新たな指標となり得る。

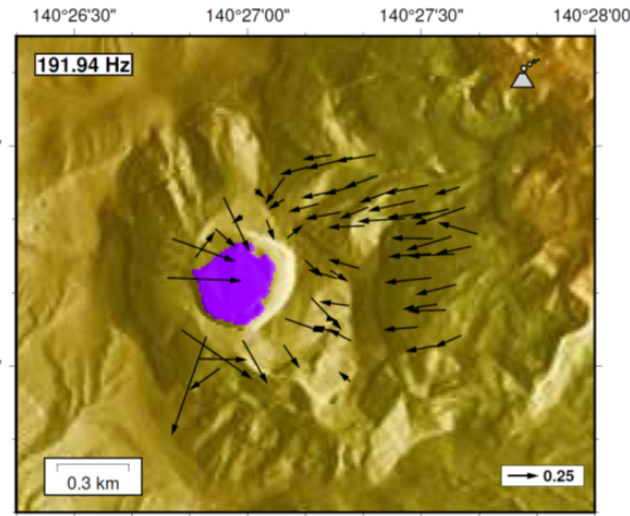
# 課題B-4「火山内部構造・状態把握技術の開発」

## 蔵王火山AMT探査(浅部地下比抵抗構造)

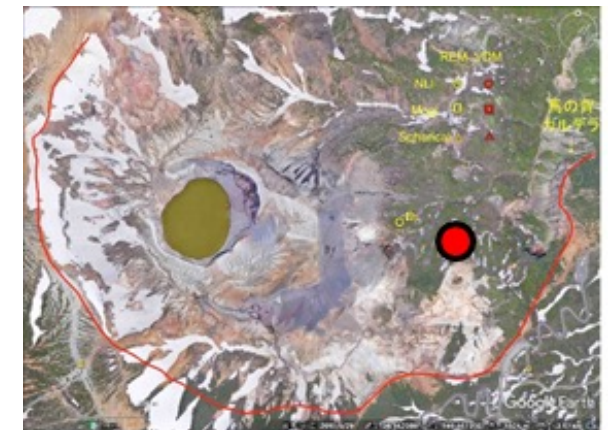
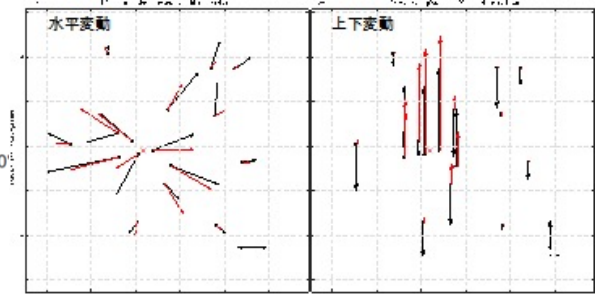
位相テンソル分布: 電場&磁場  
・位相の値が大きい領域が低比抵抗



インダクションベクトル分布: 磁場  
・矢印の方向が低比抵抗



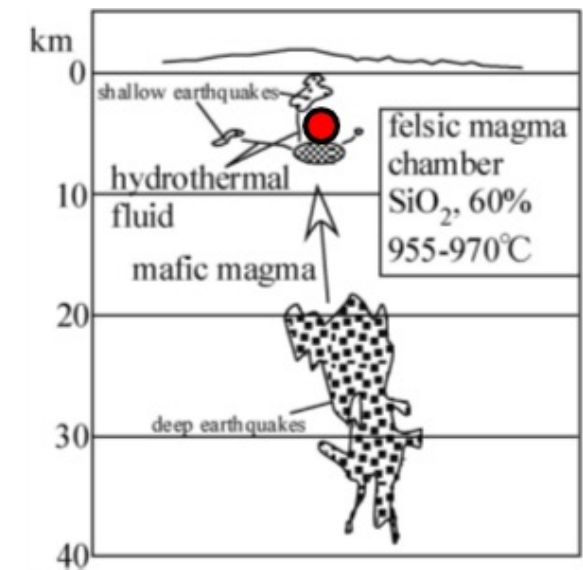
## 2015年前半の膨張源



令和2年度実施したAMT探査の初期解析では蔵王火山, 馬の背カルデラ内部の御釜の東側に浅部低比抵抗領域が存在する。

2015年前半の山体膨張源も御釜東側深さ海拔4kmに増圧源  
令和2年度から広帯域地震観測も実施. 令和3年度は傾斜計を増設.

令和3年度には, 3次元地下比抵抗構造の推定を進め, 地震活動, 増圧源等の関係を精査し, 蔵王火山切迫性評価のための鍵となる事項を提案する予定.





# 課題B-4「火山内部構造・状態把握技術の開発」

## 4. 遠隔熱情報解析システムの開発

室内実験に基づきドローン搭載型のマルチガスセンサを開発し、霧島および草津白根山にて測定実験を行った

⇒火山ガス組成など熱解析に必要なデータを遠隔で観測できる体制がほぼ整った

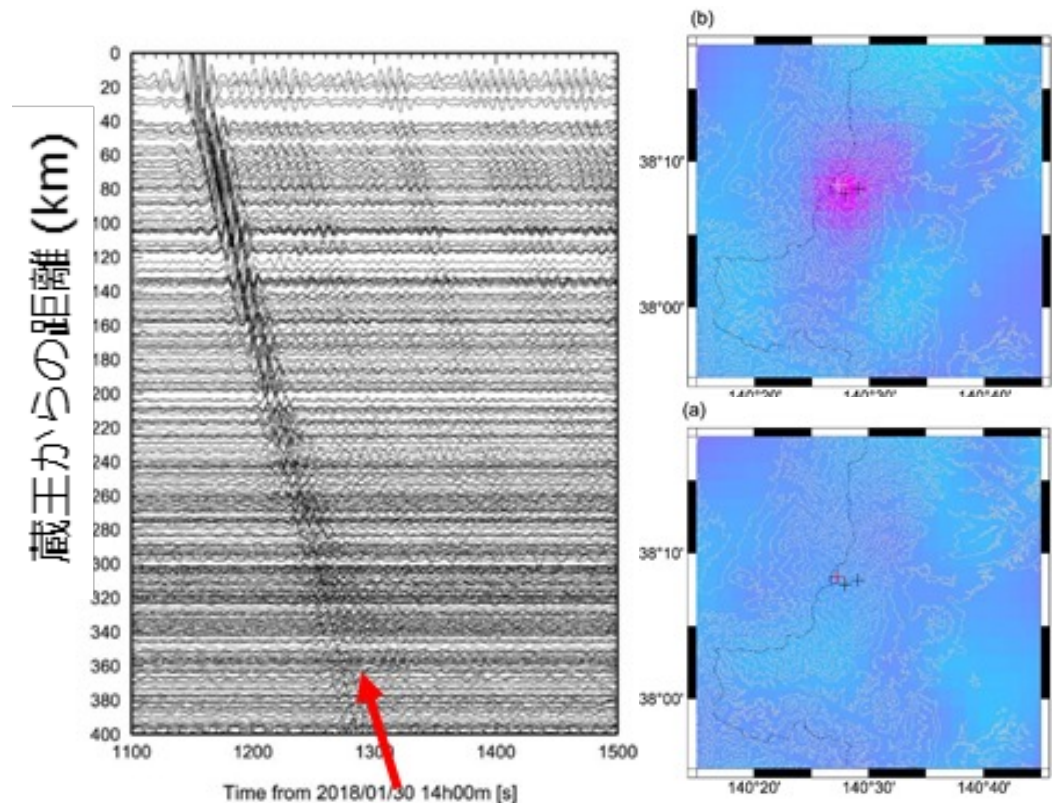


## 5. 地震波動場連続解析システム

火山周辺における地震波動場を連続的に解析し、火山内部のマグマ・熱水の時空間変化の情報を抽出する

○地震波干渉法解析⇒JDX流通データの準リアルタイム処理の実装, 解析結果の可視化・共有化ツールの開発

○波動場逆伝播解析⇒ 広域の基盤観測網のデータを重合処理する手法の試行





# 課題B-4「火山内部構造・状態把握技術の開発」

## 課題B2-1(令和元年度終了)の引継ぎ

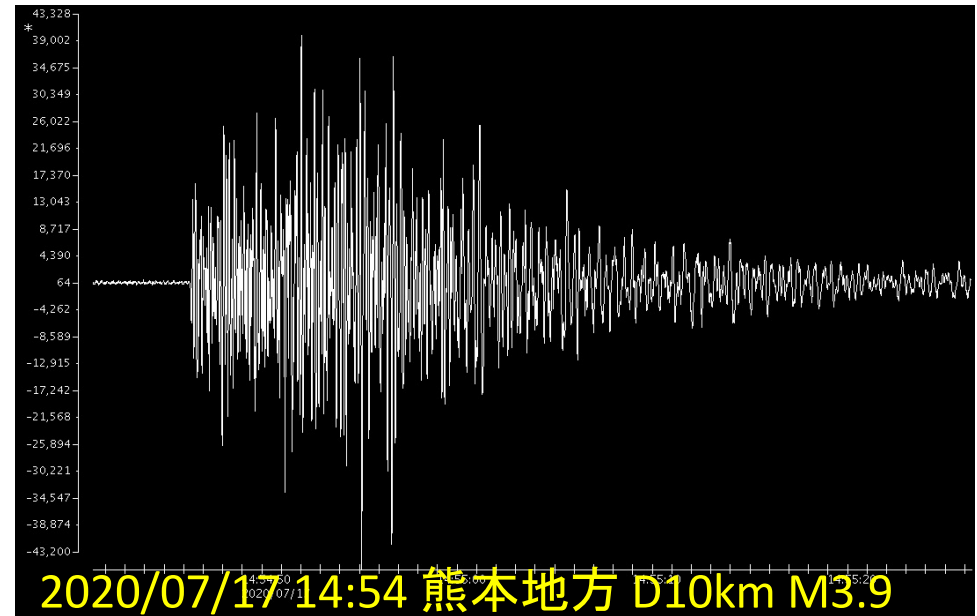
### 2020(R2)年度実験

#### 1. 地上装置の安定性の試験@雲仙

30Wソーラパネルを電源として4ヶ月動作させているが、問題なく収録されている

#### 2. 霧島硫黄山での小型ドローンでのデータ回収実験

2.4GHz帯無線LANの干渉があり、3m程度まで近づく必要があるが、データの回収が可能となっている。



# 耐熱センサ開発状況

1. 高温対応センサ開発
2. 高温環境室内試験
3. 高温対応筐体作成

新型コロナの影響で物品入手が困難な状況が続いている。

## 1. 高温対応センサ開発

- ✓ 高温対応用光ファイバ，コリメータ，高温対応用FRMなど必要な部材は入荷済み。
- ✓ 現在これらの100～150℃対応の部品をそろえてセンサを作成中
- ✓ センサは3月第2週前半までに完成予定

## 2. 高温環境室内試験

- ✓ 筐体も含めた高温環境室内試験は，筐体が入る大きさの恒温槽を持っている試験場で，3月中旬に借りられる所があるかどうかを探している。

### 3. 高温対応圧力筐体

- ✓ 来年度屋外での高温対応試験を行う場所に合わせる必要がある。例えば筐体の径はボアホールの径に依存する。
- ✓ 現時点では、来年度新潟工科大の3000m観測井での観測を予定しているため、その井戸にあわせた筐体を作成する。
- ✓ この場合、筐体部は高温よりもむしろ、耐高压性能にすることが難しい。1月15日の段階で、3月第2週までに大深度用耐高温高压筐体が完成する目処が立った。
- ✓ 11月27日に新潟工科大学への挨拶・打ち合わせと現場視察を行った。  
新潟工科大学 副学長，事務局次長，リサーチアドミニストレータ  
白山工業 副社長，平山部長  
京都大学 中道准教授
- ✓ 打ち合わせにて新潟工科大学から観測井の利用要領が提示され、要領にしたがって観測井を利用することが確認された。
- ✓ 新潟工科大学の3000m観測井は、2007年新潟県中越沖地震において地震動の増幅要因として明らかとなった深部地盤の減衰特性と不整形性の影響を評価する手法を整備するために作られ、2012年から観測が開始された。ただし、現在は使用されていない。



# 新潟工科大学3000m観測井と観測実施スケジュール



新潟県柏崎市藤橋1719  
「多目的広場」

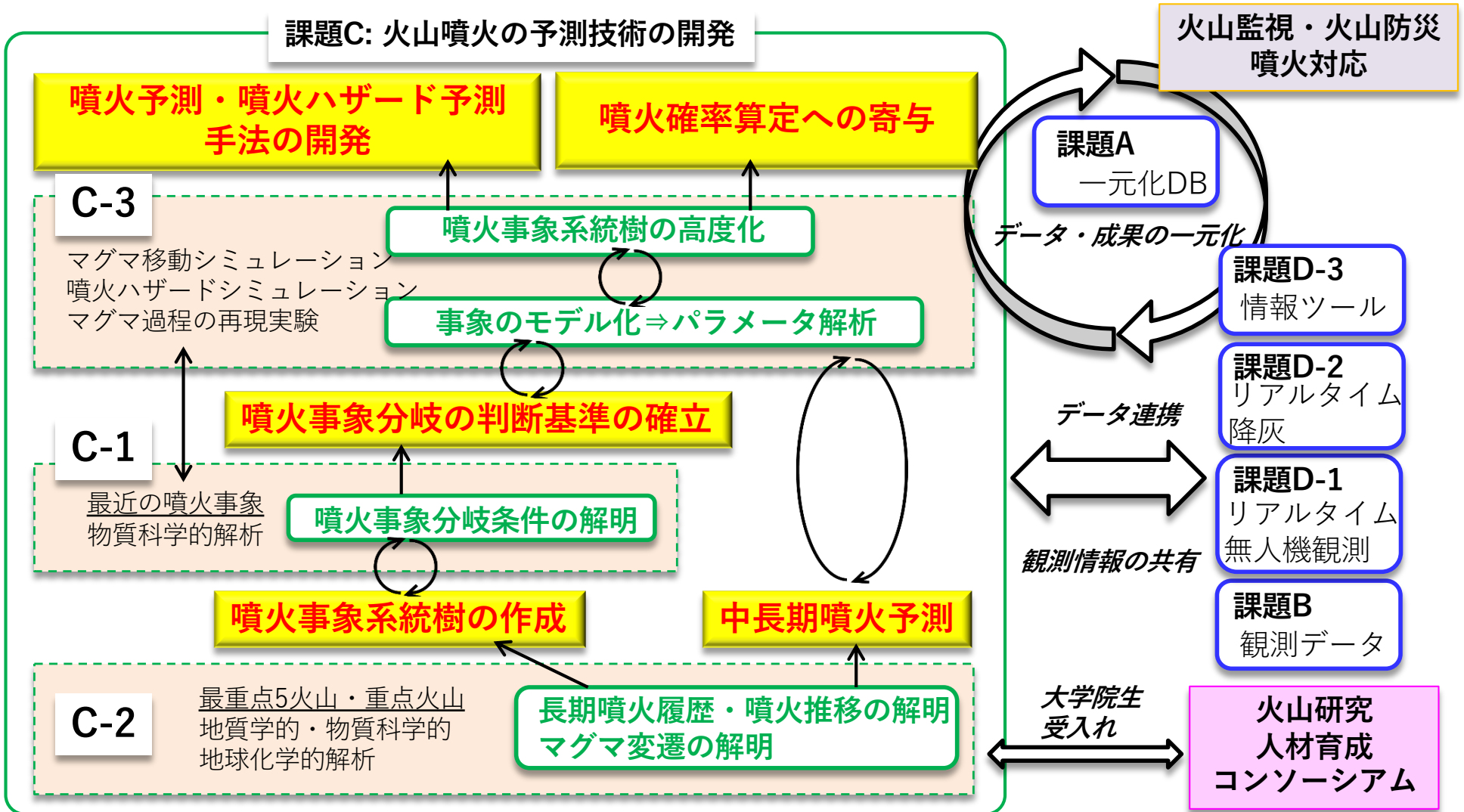
R03.4 詳細計画策定, R03.9地震計設置, R05.3観測終了



# 課題C「火山噴火の予測技術の開発」

## 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。





# 課題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」

## 2019・2020年度の活動・成果概要

### (a)火山噴出物の分析・解析

- ・ 11火山のマグマ溜り環境（温度，含水量，深度）を取得 (R1)
  - ・ 噴火事象分岐予測に火山噴出物解析をどのように生かすかの枠組みを作成(R1) (成果例1)
  - ・ COVID-19による活動制限の影響で，野外調査や分析に非常に大きな影響が出ている。
- 例) 地震研への分析来所数(4-10月)： 2019年は94人・日，2020年は6人・日に激減 (R2)
- ・ 個々の参加組織でこれまでに採取した試料を利用して，マグマ供給系の特徴やマグマの上昇速度の把握に努めている (R2) (成果例2-1、2-2)

### (b)分析・解析プラットフォームの構築と公開

- ・ FE-EPMA装置の立ち上げは完了(R2)，データ解析ツールを整備中(R1,R2)
- ・ サブ課題外からの利用受け入れにむけて，装置利用手引き等を整備 (R2)
- ・ COVID-19対応するため，リモート分析を試行 (R2)
  - 依頼者が正確に分析点情報を分析作業者に伝達できるような仕組みを構築し，試験的に運用中 (成果例3)
- ・ 熱力学解析ツール (MELTS) の運転環境の整備と結果のデータベース化(R1,R2) (成果例4)

### (c)データサーバーとデータベースの整備

- ・ 収集画像データ (COMPO像，X線マップ) のデータベース化(R1)
- ・ Web経由で試験的に公開中(R2)
  - > 画像の所有者 (+ 指導教員) とオペレーターのみがサーバー上で画像閲覧可能
  - > 画像所有者以外も，どのような画像が存在するのかについての情報は閲覧可能

## 2019・2020年度の活動・成果概要

### ○火山の噴火履歴およびマグマ長期変遷の解明

- 噴火活動履歴解明のためのボーリング掘削調査およびトレンチ掘削調査を実施

摩周・アトサヌプリ・雌阿寒岳・羊蹄山・有珠山・秋田焼山・鳥海山・蔵王山・栗駒山・浅間山・草津白根山・日光白根山・白山・新潟焼山・阿蘇山

- 野外調査に基づく、噴火履歴・噴火活動推移履歴の解明および物質科学的解析による長期マグマ変遷の解明

### 課題C連携研究

十勝岳・樽前山・秋田駒ヶ岳・吾妻山・那須岳・三宅島・富士山・霧島山・九重山・鬼界・伊豆大島・新島・東伊豆単成火山群・焼岳・横岳・由布鶴見岳

- 活動的火山としての認知度が低い火山について、噴火履歴・噴火推移履歴を解明

ニセコ・白山・鷲羽池火山

- 現在起きている噴火活動への対応 阿蘇山

### ○大規模噴火データベースの整備（産総研）

- 噴火推移データの集約、噴火推移閲覧サイトの試作版構築

### ○マグマ変遷解析センター（北大）

- マグマ変遷解析センターの整備、ICP-MSの導入および分析ルーチンの確立
- 参加・協力機関のユーザー受入れ

### ○ボーリングコアの管理システム構築（北大・防災科研）

- 管理システム構築のための既存コア試料の集約開始

### ○その他

- 噴火事象系統樹の試作をテーマとした研究集会開催予定
- 人材育成コンソーシアムへの貢献（講師としての参画・大学院生の研究テーマ実施）
- 地域社会への成果普及活動（トレンチ掘削調査時の説明会、地元住民向け普及講演など）

## 2019・2020年度の活動・成果概要

### 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

→1986年伊豆大島噴火の低結晶度・高結晶度マグマ物性による火道流モデルシミュレーションによる噴火様式の再現

#### b. マグマ移動過程シミュレーション技術開発

→境界要素法で地形形状を考慮した地殻変動計算手法の開発(例:伊豆大島)

#### c. 物性モデルの構築

→静置による応力オーバーシュートの測定(例:1986年伊豆大島噴火溶岩)

### 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

→JMA-ATM開発(降灰および浮遊火山灰のシミュレーション機能)

→降下火砕物の形状・密度の粒径依存性調査

→移流拡散系の数理構造を理解するための研究

#### b. 噴煙柱ダイナミクスモデルの開発

→噴煙ダイナミクスと火山灰輸送をカップリングしたSK-3Dモデルを用いた大規模シミュレーション実施

#### c. ハザード評価システムの開発

→ハザード評価システムの運用開始・グランドデザイン実施

→高濃度粒子流のオープンソース2次元数値コードを用いた溶岩ドーム崩壊型火砕流モデルの開発

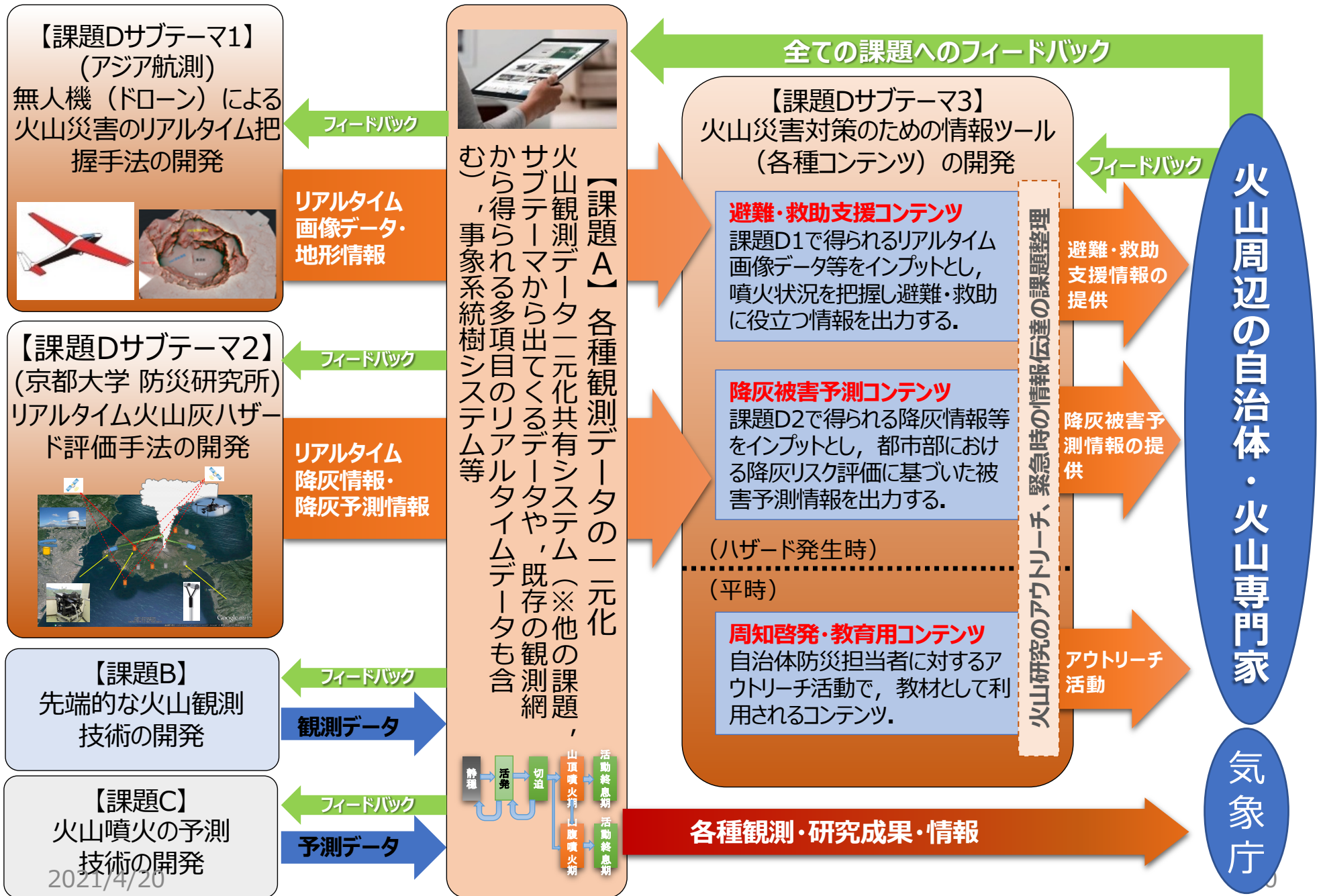
### ○今後の展開

火山ハザード評価システムの開発…各シミュレータの統合化, 統計・確率処理 等

課題C連携研究



# 課題D「火山災害対策技術の開発」



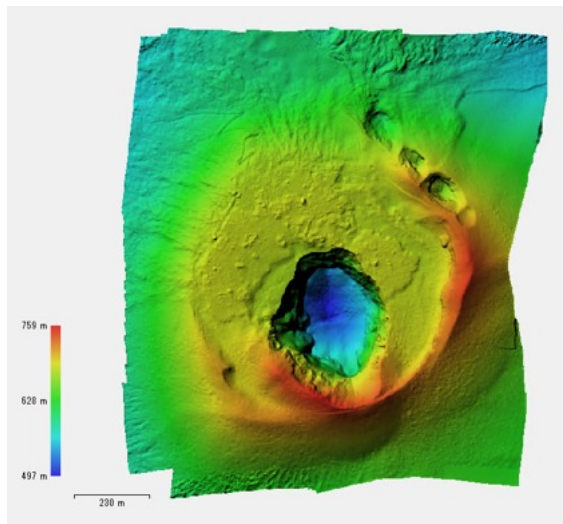
## 汎用ドローンによる実証実験（伊豆大島） 2020年9月30日～10月1日

- GCPが三次元モデル化の精度に対して重要だが、噴火中はGCPの設置は困難
- RTK-GNSS搭載のUAVを導入し、GCPの設置・計測作業をなくして、データ処理作業を**高速化**。数cmオーダーの**高精度**三次元モデルの迅速な作成が期待。

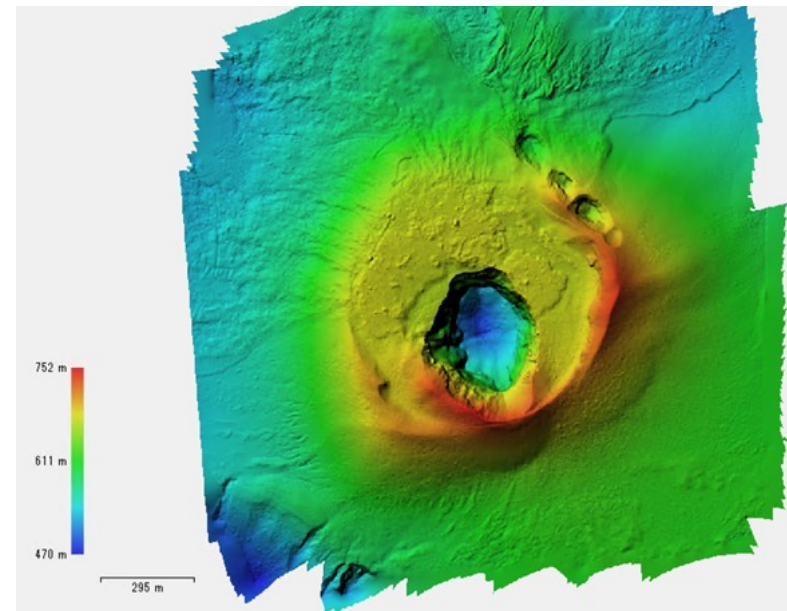


- 撮影する写真に記録される「緯度・経度・高度」の精度が上がる  
=> 3次元モデルの精度も上がるはず

GCP設置  
Matrice210撮影データ



GCP設置なし  
Phantom4RTK撮影データ



## SfM/MVS計算時間の短縮の検討結果

### ◆結果

ノートPC + Metashapeは、専用機器より、3倍程度時間がかかる

=> 従来の処理時間を1 / 3に短縮できる可能性

=> ノートPCと違い、数分で処理が開始できるので、実作業はさらに短縮

※今後詳細な検討を進める

### ◆課題

モデル作成の品質で処理時間が変わる => 高品質ほどデータ容量大

必ずしも最高スペックが必要になるわけでもないため、その辺の見極めが必要。

- 理論上は 0.1mDEM(10cmDEM)が作成可能
- 地形解析 1mDEM（噴火前データに航空レーザ測量を使う場合）
- シミュレーション 10mDEM（細かくても5m程度？）

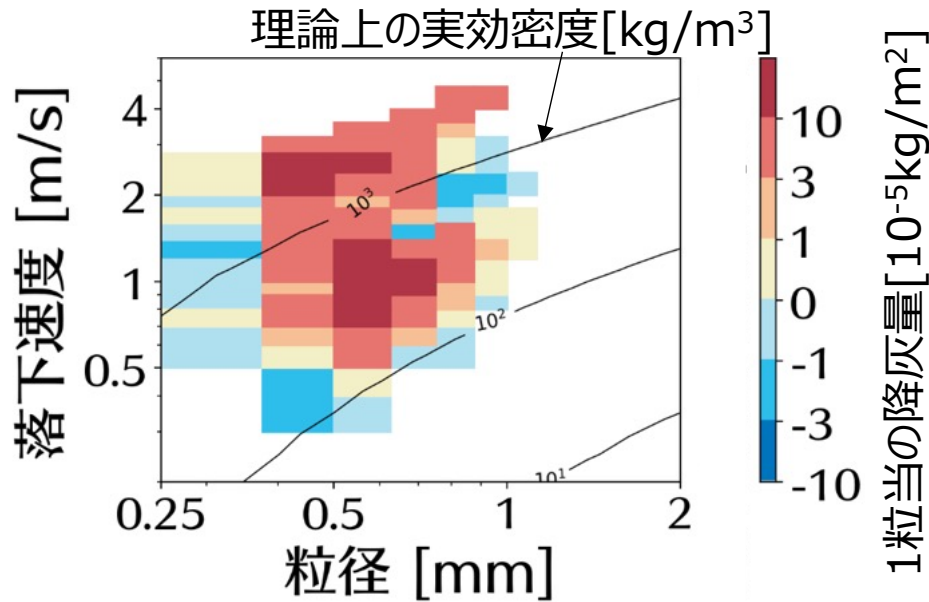
課題D1のアウトプットを利用する側の要求精度に合わせ、品質の検討が必要

- ・迅速版（必要最低限の品質）
- ・詳細版（可能な限りの最高品質）



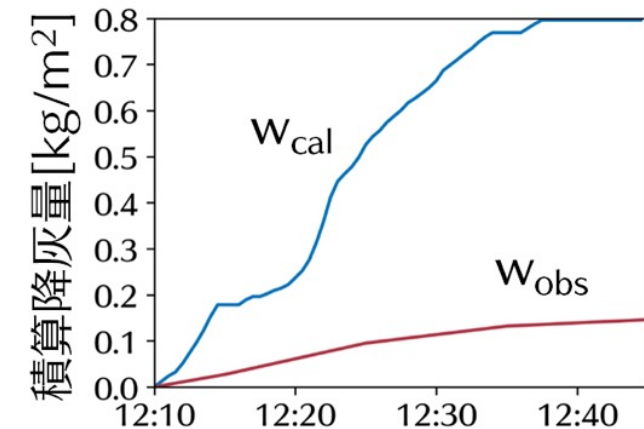
# 課題D-2「リアルタイムの火山灰ハザード評価手法の開発」

## ディストロメータを用いた降灰量のリアルタイム観測

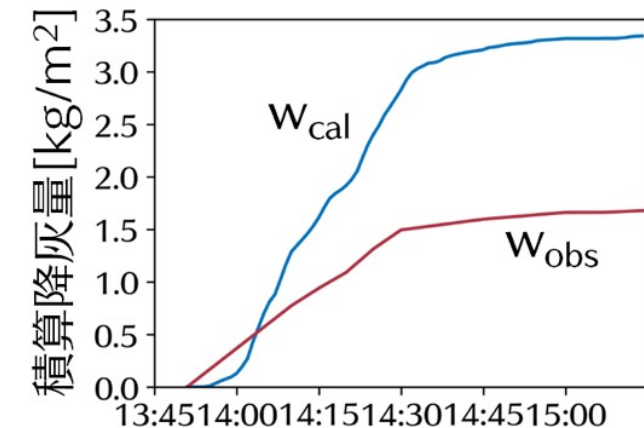


5-15分おきに採取したサンプルから求めた降灰量との比較

2019/9/18 KNZ



2020/6/1 URA



- ✓ ディストロメータが検知した降灰粒子の粒径，落下速度区間それぞれに対応する粒子1粒あたりの降灰量を線形回帰により求め，残差約3倍で高時間分解能な降灰量観測を実現した。
- ✓ 0.25mm以下の粒子も検知すると示唆。
- ✓ 低濃度の降灰時の評価，細粒粒子のみ降下した場合に粗粒粒子の重量が反応する問題を改善する必要がある。

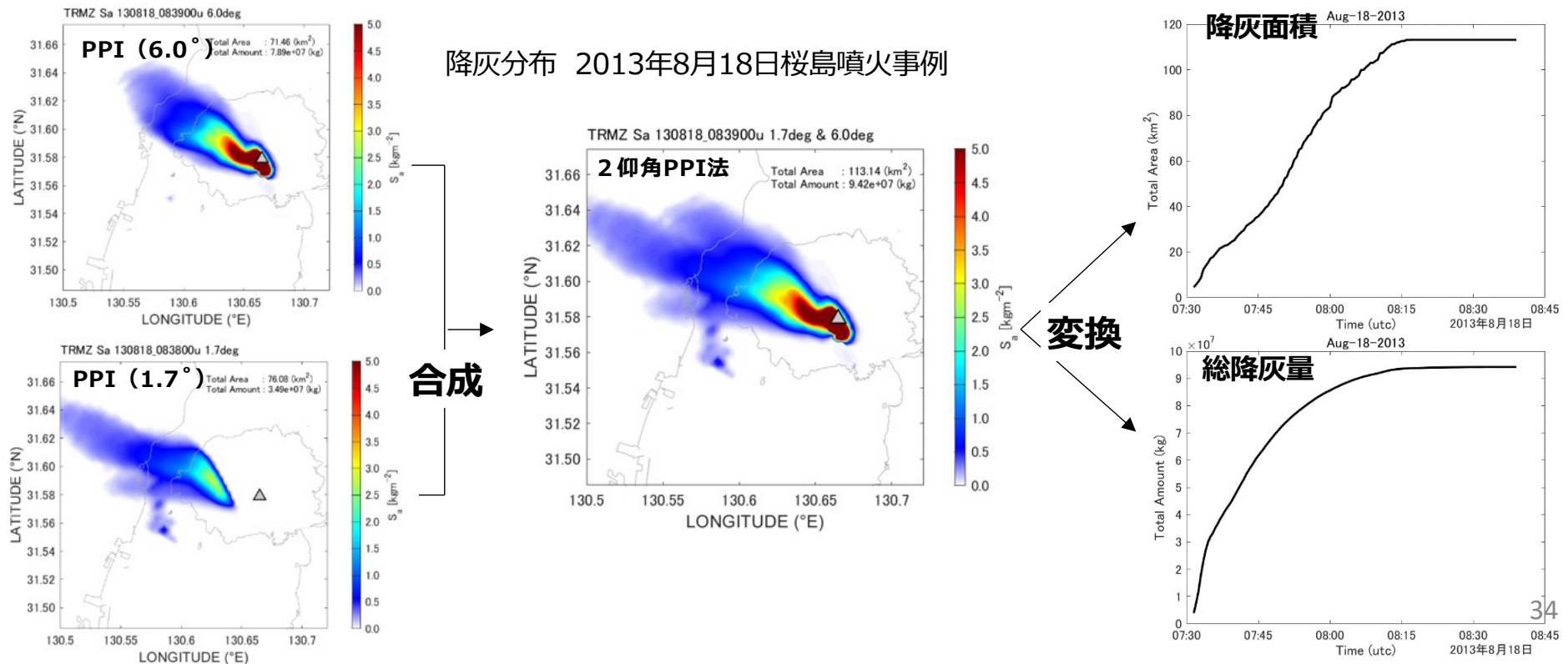
# 課題D-2「リアルタイムの火山灰ハザード評価手法の開発」

## 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

**計画**：XバンドMPL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、ディストロメータの出力値と地上降灰量の関係について、経験的關係式の精度を上げる。

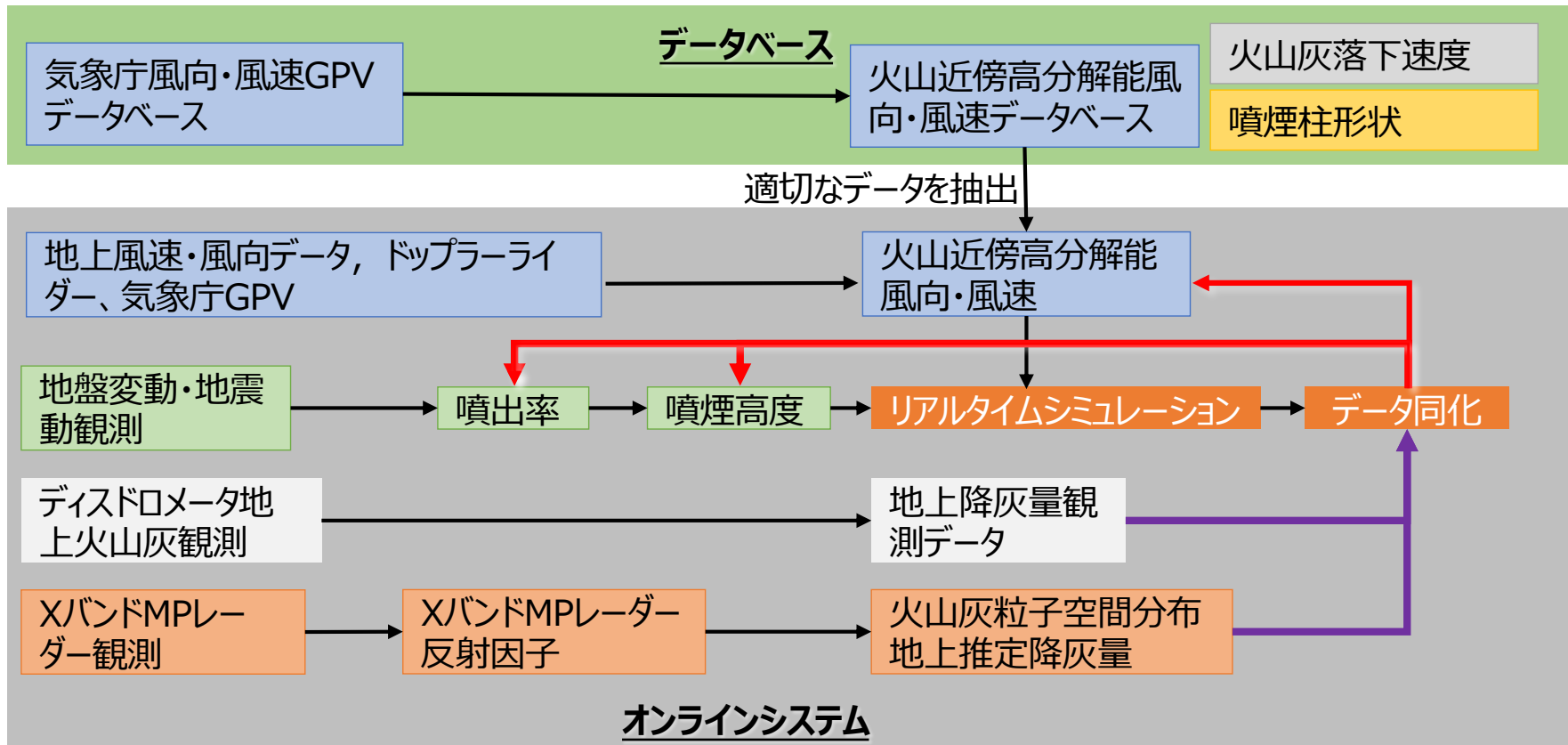
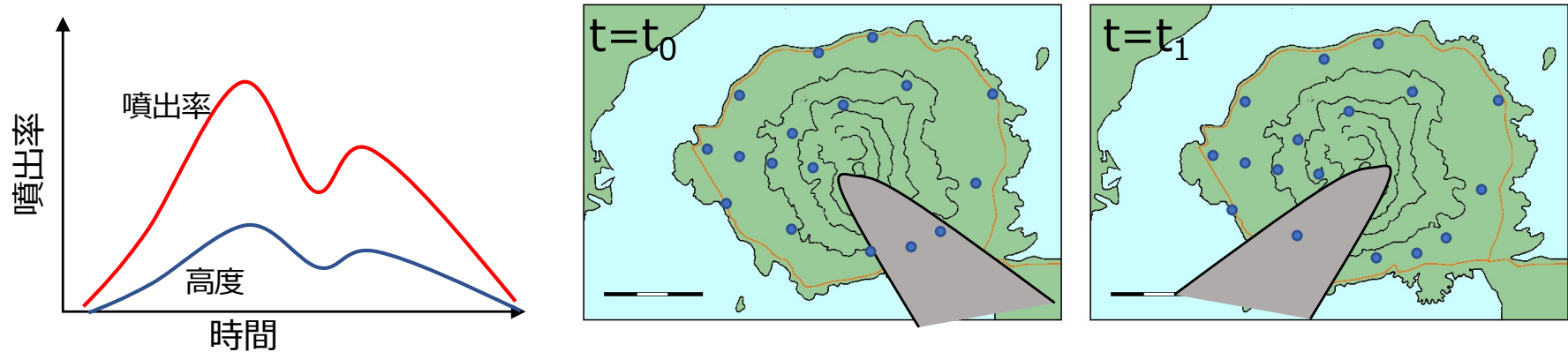
### 実施内容

1. 国土交通省垂水XバンドMPLレーダ、過去10年間の桜島噴火事例データを収集。
2. 「**2仰角PPIスキャン法**」による降灰量を推定。
  - 1仰角PPIと比較してより広範囲の降灰分布が求められるようになった。
  - 収集レーダデータに**噴火毎の総降灰量・面積を計算しデータベース化**（予定）
  - 推定レーダ降灰量をディストロメータ観測データと比較し精度を評価（予定）



# 課題D-2「リアルタイムの火山灰ハザード評価手法の開発」

## 火山灰拡散予測のためのオンラインシステムの開発 (R2~4)





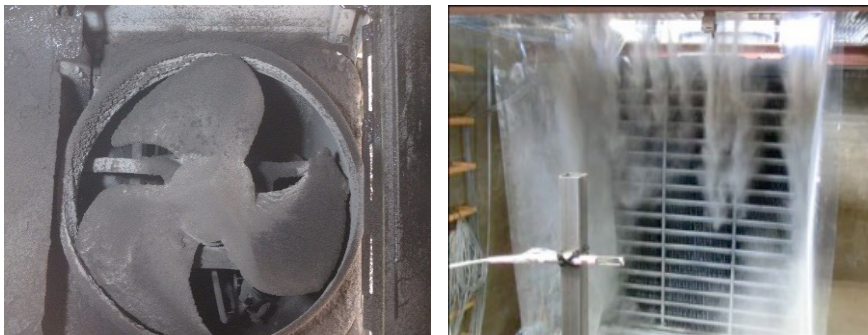


# 課題D-3「火山災害対策のための情報ツールの開発」

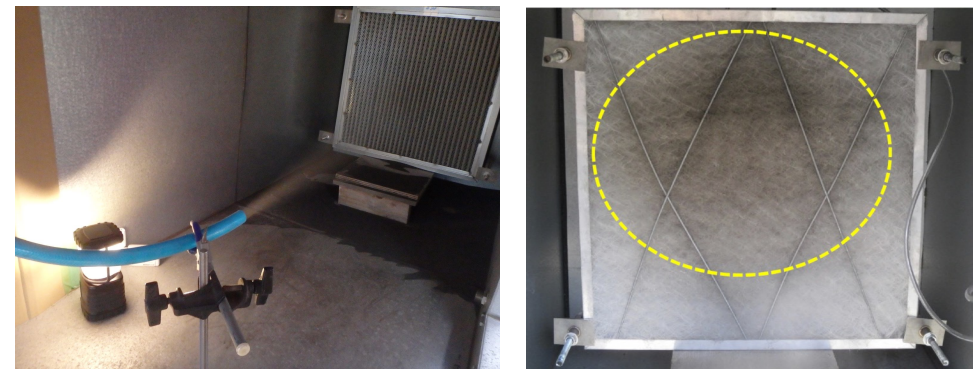
## ②降灰被害予測コンテンツのための降灰実験

令和元年度までに、都市部の施設に対する降灰の影響を評価（降灰深の閾値を設定）するため、代表的な建築設備（エアコン室外機と開放型冷却塔）を対象とした降灰実験を行ってきた（左写真）（降灰深20mm～50mm程度で不具合が発生）。令和2年度は、**エアフィルタ（プレフィルタ+中性能フィルタ）**を対象とした降灰実験を実施した（右写真）。結果（※整理中）は、プレフィルタは最終圧損まで達さず、降灰深に換算すると5mm程度で中性能フィルタが最終圧損に達した（※ただし破壊にまでは至っていない）。これら実験の結果を整理し、都市部における施設の機能継続に影響を与える降灰深の閾値を設定し、GIS上でハザード情報と重ねることで被害に関する情報を表示できるようにする。なお、**情報の出し方**については、火山学・社会科学分野横断型の勉強会等で検討を行う。

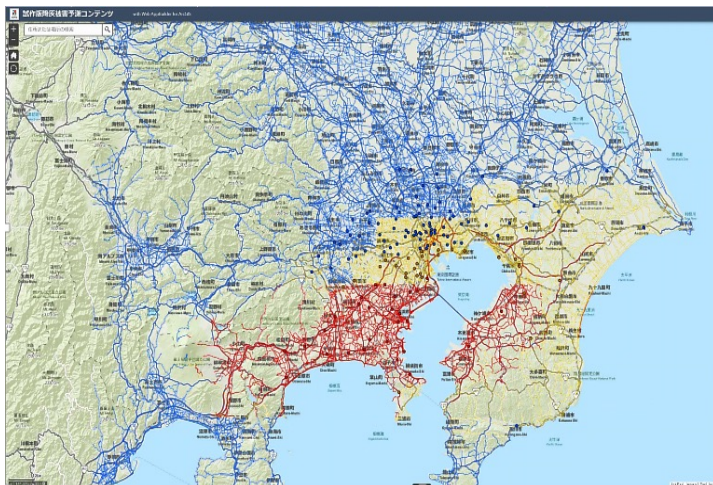
〇エアコン室外機（左）、冷却塔（右）を対象とした降灰実験



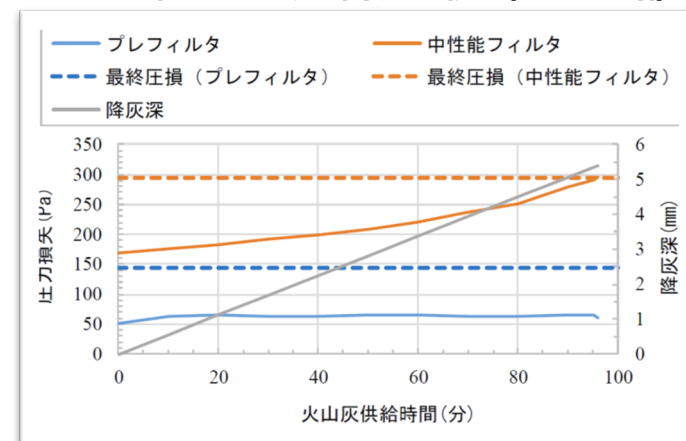
〇エアフィルタを対象とした降灰実験（令和2年度）



OGIS上で降灰分布と重ねて施設への影響の有無を表示



〇エアフィルタに対する降灰実験の結果の一部



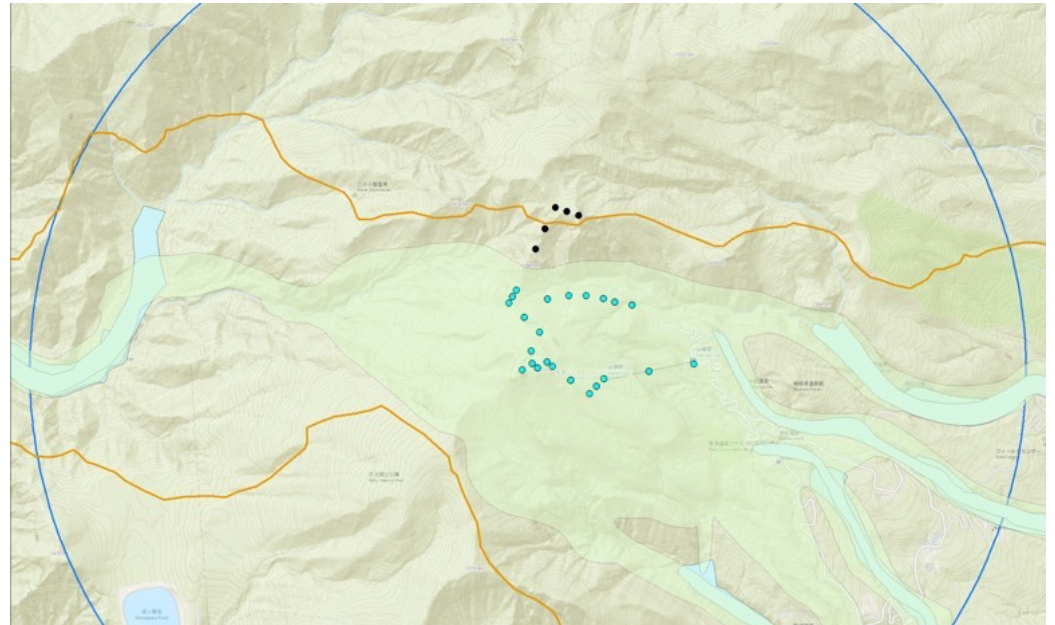


# 課題D-3 「火山災害対策のための情報ツールの開発」

## ③避難・救助支援コンテンツのための登山者動向把握実験

### ○那須岳における登山者動向把握実験（那須岳チャレンジ）

令和元年度までに実施した富士山、御嶽山に続き、令和2年度は那須岳において登山者動向把握実験を実施した。本実験では、那須岳の3つの登山ルートに事前に15個のレシーバーを設置し、2日間で延べ2,000個のビーコンを配布し、登山者データの収集を行った。取得した登山者データと（例えばハザードマップによる）ハザード情報をGIS上で重ねることで、簡易的な登山者の曝露評価が可能となる（右図）。実験結果及び曝露評価の結果は可視化し、地元の那須岳火山防災協議会と共有し、データの防災利用（訓練シナリオへの利用、避難計画等の見直しにおける被害想定への把握など）について検討を進める。



実験で得られた登山者データ(図中丸)をGISソフトで示した図。2020年10月3日12時00分時点の登山者539名のおおよその位置を示す。ここでは那須岳ハザードマップで推定される火砕流本体の到達範囲と重なる登山者(300/539)を青丸で示す。



### ④火山研究のアウトリーチ、緊急時の情報伝達の課題整理

#### ○一般住民（登山者など）を対象としたアンケート調査

各コンテンツによる**情報発信の在り方を検討**するために、国内の一般住民（登山者など）を対象とした大規模降灰に関する（ネットを利用した）アンケート調査を実施する。

#### ○調査項目

- 政府・科学者の情報発信に対する信頼感
- 降灰予報等へのニーズ
- 情報ニーズ
- 確率評価

#### ○防災対策に繋げるための防災研究と火山研究の交流

- 年度内に、火山学、社会科学両分野から人を招いた（まずは）**勉強会を開催**する。
- 来年度以降、火山以外の防災分野の研究者も巻き込み、規模を大きくしてワークショップの開催を目指す。
- ワークショップを繰り返し実施し、両分野のギャップを分析し連携のための糸口を見つける。
- さらに、自治体や企業の防災担当者を巻き込むことを目指す。

# 火山研究人材育成コンソーシアム構築事業

## ◆火山研究人材育成コンソーシアム構築事業

- 最先端の火山研究を実施する大学や研究機関、火山防災を担当する国の機関や地方自治体などからなるコンソーシアムを構築。
- 受講生が所属する大学にとどまらない学際的な火山学を系統的に学べる環境を整えることで、次世代の火山研究者を育成する。

### ➤ 実施内容

- ✓ 主要3分野（地球物理学、地質・岩石学、地球化学）の専門科目の授業
- ✓ 火山学セミナー（工学、社会科学等）
- ✓ フィールド実習（国内／海外）
- ✓ インターンシップ 等



火山学セミナー



フィールド実習



海外フィールド実習  
(ストロンボリ山)

- 平成28～令和2年度、99名の受講生を受け入れ令和3年度、新たに20名の受講生を受け入れ
- 令和2年度までの修了者数：  
基礎コース93名, 応用コース56名  
発展コース3名
- 令和元年度より、主に博士課程の学生を対象とする発展コースを新設。国内外での実践的な実習や、最先端の火山研究及び社会科学等の講義を提供

### <令和2年度の主な実施状況>

- 9月 草津白根山フィールド実習
- 10月 阿蘇山火山防災特別セミナー
- 11月 海外研修（オンラインセミナーを実施）
- 令和3年3月 霧島山フィールド実習

- ・火山学セミナー／火山学特別セミナー（社会科学系）
- ・インターンシップ

### コンソーシアム参画機関（令和3年4月現在）

代表機関：東北大学

参加機関：北海道大学、山形大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、京都大学、九州大学、鹿児島大学、神戸大学

協力機関：信州大学、秋田大学、広島大学、茨城大学、東京都立大学、早稲田大学、富山大学

防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、気象庁、国土地理院

協力団体：北海道、宮城県、長野県、群馬県、神奈川県、山梨県、岐阜県、長崎県、鹿児島県、

日本火山学会、日本災害情報学会、イタリア大学間火山コンソーシアム（CIRVULC）、

アジア航測株式会社、株式会社NTTドコモ、東京電力ホールディングス株式会社、九州電力株式会社