

「噴火予測・前兆現象の評価」に資する  
施策・研究の方向性について  
(報告案)  
参考資料

令和3年3月8日

火山防災に係る調査企画委員会

# 1. 「噴火予測・前兆現象の評価」に資する施策の現状と研究への期待

## 火山毎の中長期的な噴火リスク評価

### 現状

- 火山噴火予知連絡会は、全国の活火山を対象に、有史以降の噴火履歴や過去100年程度の噴火活動及び地震・地殻変動等の火山活動状況をもとに、「中長期的な噴火の可能性の評価について」を平成21年6月にとりまとめ、火山防災のために監視・観測体制の充実等の必要な火山を選定した。
- しかしながら現時点で選定された50の火山の中で、噴火リスクの程度に応じ、防災対策を充実させるための火山の優先順位付けは行われていない。

### 研究への期待

- 噴火リスクの程度に応じて、防災対策の優先度の高い火山を明らかにするためには、火山毎に中長期的（今後100年程度以内）な噴火の可能性を定量的に評価する手法の開発が必要である。

### 活火山（現在111火山）

#### 定義

- 概ね過去1万年以内に噴火した火山
- 現在活発な噴気活動のある火山

気象庁HP

### 常時観測火山（現在50火山）

#### 選定理由

- 近年、噴火活動を繰り返している火山
- 過去100年程度以内に火山活動の高まりが認められている火山
- 現在異常はみられないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えらる
- 予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる

気象庁HP

防災対応を充実させるための火山の優先順位付けは行われていない。

#### ○研究への期待

火山毎に中長期的な噴火の可能性を定量的に評価する手法の開発が必要

# 1. 「噴火予測・前兆現象の評価」に資する施策の現状と研究への期待

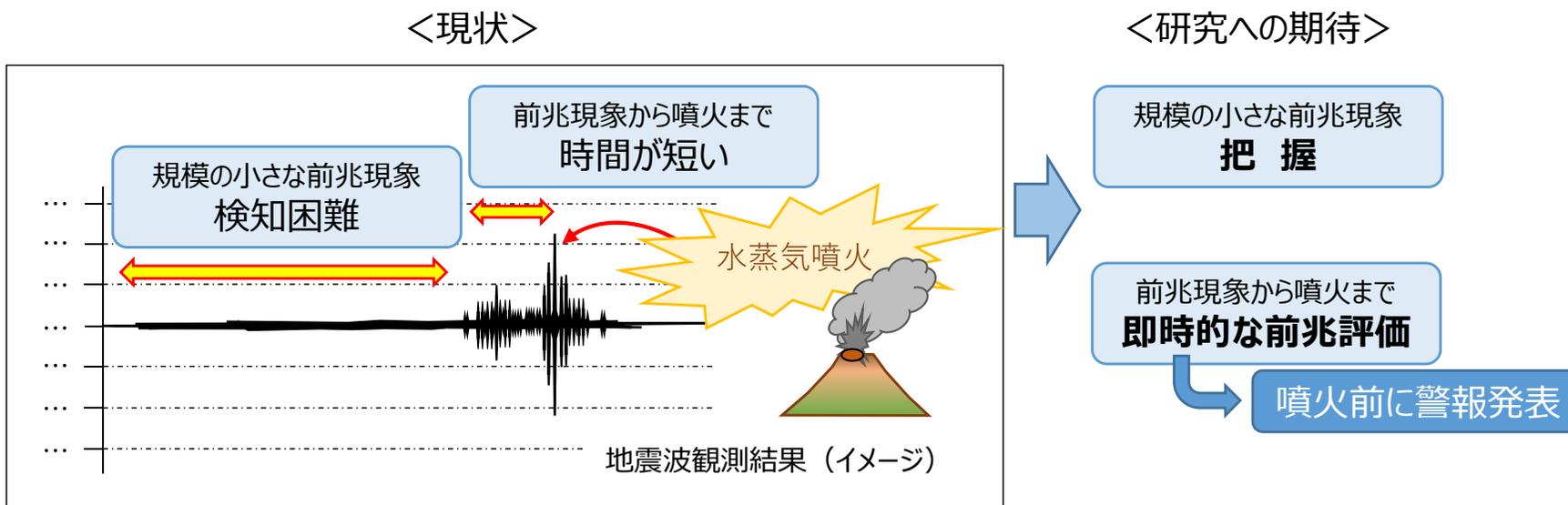
## 水蒸気噴火の予測

### 現状

- 気象庁は観測データに基づき活動を評価し、噴火警報を発表しているが、水蒸気噴火はマグマ噴火と比べて、規模の小さな前兆現象が観測機器で検知困難な場合や、前兆現象の発生から噴火までの時間が短い場合が多く、防災対応を執るために必要な時間的猶予のある噴火警報の発表ができるとは限らない。

### 研究への期待

- 水蒸気噴火において、より確実に噴火前に警報発表がなされ、住民・登山者等の適時的確な避難が可能となるためには、噴火のおよそ数カ月前から噴火直前までの、規模の小さな前兆の把握と即時的な前兆の評価手法の確立が必要である。



## 2. 「噴火予測・前兆現象の評価」に資する施策の技術的課題と解決方法の検討

### 火山毎の中長期的な噴火リスク評価

- 技術動向検討グループにおいては、「火山毎の中期的な噴火リスク評価」の技術的課題を整理し、解決に必要な時間スケールに応じた研究目標と研究・技術開発のアプローチを検討。
  - 中長期的(今後100年程度以内)な火山毎の噴火の可能性の評価手法としては、噴火履歴に関する地質データや地殻変動等の観測データの活用が考えられるが、技術的課題として、今後100年程度以内に起こり得る噴火の可能性の評価に有効な指標の作成が見いだされた。

比較的短期  
(5年程度)

#### 研究目標

- 噴火履歴調査の充実した一部の火山における地質データに基づくマグマ噴火の可能性の統計的な評価手法の開発
- マグマ蓄積過程の把握

#### 具体的なアプローチ

- 噴出量・噴火時期の誤差の評価と必要な噴火履歴に関する地質データの質・量の整理
- 噴火履歴に関する地質データの統計処理方法の開発・検証
- 階段ダイアグラムを用いたマグマ噴出率の長期的変化の理解
- 繰り返し測地・測量、GNSS観測、InSAR解析等により検出したこれまで長期間の火山性地殻変動データの精度検証と事例の蓄積・整理
- 火山周辺の地殻変動を解析・評価する手法の高度化（GNSS観測データのスタッキング、InSAR時系列解析等）

中期  
(10年程度)

- 49火山における噴火履歴調査を踏まえた統計的なマグマ噴火の可能性評価の実施
- 噴火履歴とマグマ蓄積状況の組み合わせによるマグマ噴火の可能性の評価手法の開発

- マグマ噴火の可能性の統計的な評価手法を踏まえた噴火履歴調査の実施
- 噴火履歴が少ない火山におけるマグマ噴火の可能性の評価手法の開発
- マグマだまり把握手法の高度化・開発によるマグマ蓄積量の把握

最終的

- 噴火に至るまでのメカニズムを踏まえたこれまでの長期間の観測データ等を活用した噴火の可能性の確率評価手法の確立

- 噴火の可能性の確率評価に有効な指標の整理・検証
- 噴火に至るまでのメカニズムの解明

## 2. 「噴火予測・前兆現象の評価」に資する施策の技術的課題と解決方法の検討

### 水蒸気噴火の予測

- 技術動向検討グループにおいては、「水蒸気噴火の予測」の技術的課題を整理し、解決に必要な時間スケールに応じた研究目標と研究・技術開発のアプローチを検討。
  - 水蒸気噴火の予測には、前兆を確実に捉え、噴火の切迫度を迅速に評価することが重要であるが、技術的課題として、規模の小さな前兆を捉えるための観測を充実させるべき想定火口域の特定手法や、観測データから迅速に噴火切迫度を評価する手法の確立が見いだされた。

	研究目標	具体的なアプローチ
比較的短期 (5年程度)	<p>【潜在的に水蒸気噴火が起こり得る想定火口域の特定】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地形判読や地殻変動状況の解析による<u>地下比抵抗構造を調査する想定火口域の整理</u></li> <li>浅部熱水系の状態把握に必要な<u>地下比抵抗構造調査方法の確立</u></li> </ul> <p>【噴火切迫度の評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>既存の地震・地殻変動データ解析手法の実装</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>49火山の赤色立体図による地形判読（噴火が起こったことのある火口の特定）</li> <li>InSAR解析による常時観測火山の地殻変動状況の網羅的な精査</li> <li>地下比抵抗構造調査結果の検証・整理に基づく調査方法の標準化</li> <li>微小地震も含めた地震活動モニタリング手法（matched Filter法、エンベロープ相関法、ASL法等）の検証と実装（常時自動処理化）</li> <li>火山体内部状態変化の推定手法（発震機構や起震応力場の解析等）の検証と実装（常時自動処理化）</li> </ul>
中期 (10年程度)	<p>【潜在的に水蒸気噴火が起こり得る想定火口域の特定】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>地下比抵抗構造探査に基づく水蒸気噴火の可能性の高い想定火口域の特定</u></li> </ul> <p>【噴火切迫度の評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>地震・地殻変動観測データから水蒸気噴火の可能性が高い想定火口域の特定</u></li> <li>火山ガスも含めた総合的な判断による予測の精度向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下比抵抗構造調査による浅部熱水系の状態把握</li> <li>火山体内部状態把握手法の高度化・開発（地震波速度構造や地震波散乱特性の時空間変化の把握手法、火山性地震活動度の応力応答性を用いた熱水系状態把握等）</li> <li>火山ガスと水蒸気噴火の相関性の解明</li> </ul>
最終的	<p>【噴火切迫度の評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>火山現象の科学的な理解および想定火口近傍での高精度な観測データに基づく、シミュレーション等を踏まえた予測</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>物理・化学過程に基づく火山噴火に至る過程の解明（地下の熱水や火山ガスの移動のモデル化等）</li> </ul>

# 3. 「噴火予測・前兆現象の評価」に資する今後実施すべき施策・研究の方向性

## 火山毎の中長期的な噴火リスク評価

- 火山毎の中長期的な噴火リスク評価には、「噴火の可能性の評価」と、「噴火に伴う影響」を総合的に評価することが必要
- 現在の火山学の知見では火山毎に中長期的(今後100年程度以内)な噴火の可能性を定量的に評価することが困難であり、まずは調査・研究を推進することが重要

### 今後実施すべき施策・研究の方向性

#### 火山毎の中長期的な噴火リスク評価

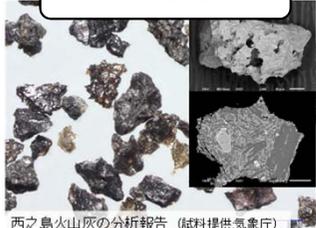
- 中長期的(今後100年程度以内)な噴火の可能性の評価手法の開発及び評価
- 基礎データとなる噴火履歴調査やマグマ生成・蓄積・移動のプロセスの解明等の基礎研究

#### 噴火履歴調査



(産総研)

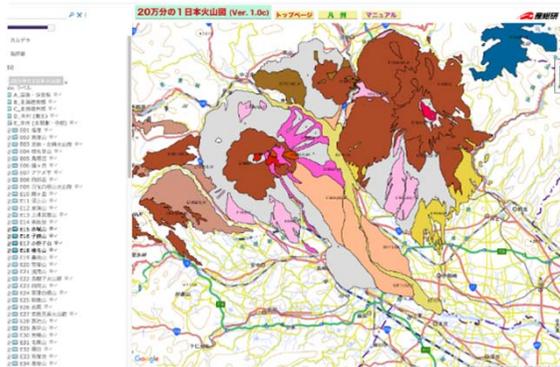
#### 科学的分析



西之島火山灰の分析報告(試料提供気象庁)

(産総研)

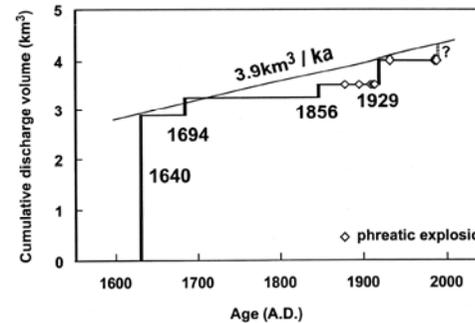
#### 噴火履歴調査の表現例(榛名山, 赤城山)



産総研(20万分の1火山図)

代表的な噴火イベントによる堆積物の分布から、中長期的な噴火履歴、マグマ変遷の情報を整理

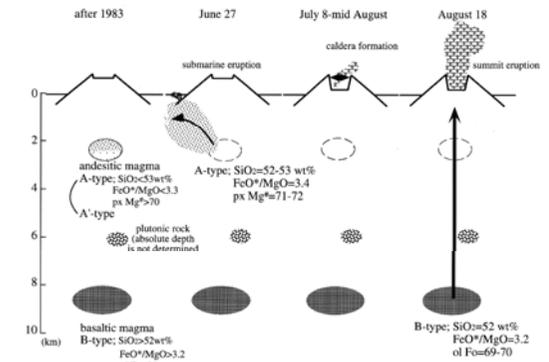
#### 階段ダイアグラムを用いた予測



北海道駒ヶ岳の例(北大・産総研資料)

噴火履歴調査等により得られる、噴火年代および噴出量から周期的な噴火傾向を予測

#### マグマ貯蔵・供給系からみる中長期噴火予測



三宅島の例(北大・産総研資料)

噴出物から、現在のマグマ貯蔵・供給系を明らかにし、過去の噴火履歴等から中長期的な噴火の傾向を予測

- 噴火履歴調査が充実している火山において、噴火履歴から火山噴火の中長期予測につなげる評価手法の開発を進める火山を選定することが必要
- 対象とする火山に優先順位を付して、着実かつ速やかに噴火履歴調査を進めることが重要

# 3. 「噴火予測・前兆現象の評価」に資する今後実施すべき施策・研究の方向性

## 水蒸気噴火の予測

- 水蒸気噴火の予測には、「潜在的に水蒸気噴火が起こり得る想定火口域の特定」と「噴火切迫度の評価」を組み合わせることが必要
- 潜在的に噴火可能性が高い想定火口域において前兆現象を捉え、噴火切迫度を評価するための取組を推進することが重要

### 水蒸気噴火の予測

#### 【潜在的に水蒸気噴火が起こり得る想定火口域の特定】

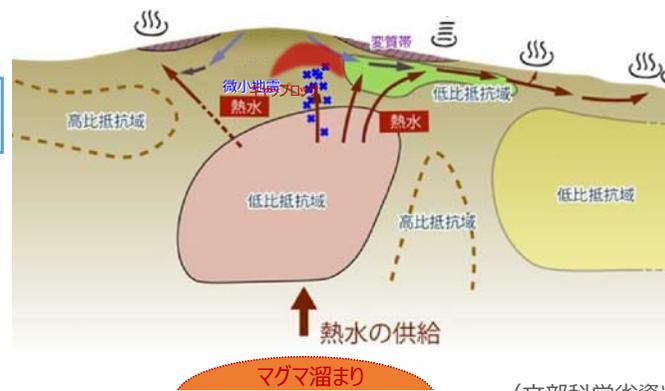
- 水蒸気噴火の起こり得る可能性の高い想定火口域の特定に向けた精密地形分析や地下構造把握手法の開発及び調査
- 精密地形分析や地下構造調査に基づく、観測を充実させるべき想定火口域の特定

#### 【噴火切迫度の評価】

- 水蒸気噴火の起こり得る可能性の高い想定火口域を踏まえた観測の最適化
- 地震及び地殻変動等の観測データに現れる異常を迅速に検知する手法の開発及び実装
- 地震動、地殻変動、火山ガス等の多項目な観測に基づく火山現象の解明研究の推進と、そこから得られる噴火前兆監視技術の高度化

想定火口域の推定

地下構造把握手法の開発、  
地下構造調査の推進が重要



(文部科学省資料に加筆)

噴火切迫度の評価

水蒸気噴火の起こり得る可能性の高い  
想定火口域での観測の充実が重要



(気象庁)

- 大学や気象庁等が連携し地下構造調査を推進し、水蒸気噴火の起こり得る可能性の高い想定火口域を特定し、水蒸気噴火の起こり得る可能性の高い想定火口域での観測の充実により、噴火切迫度を評価することが重要
- 気象庁は噴火警戒レベルの判定基準を継続的に精査し、その際には、大学や研究機関等の知見も踏まえて検討を加えるとともに、気象研究所は火山監視へ新たな解析手法を実装する際には、大学や研究機関の協力を得ながら、開発を主導することが必要

# 4. 「噴火予測・前兆現象の評価」に資する施策・研究の充実のために、速やかに検討すべき事項

## 中長期的な噴火の可能性の評価手法を開発する火山の選定

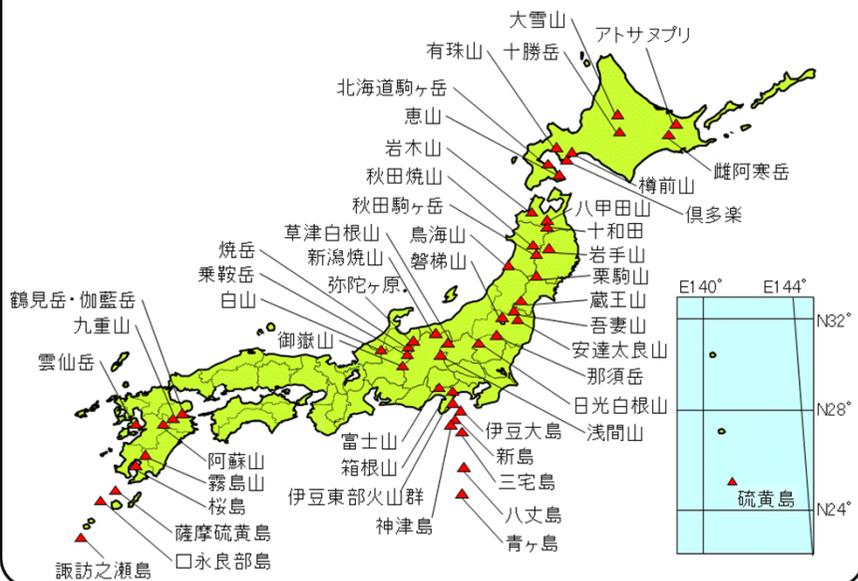
### 現状

- 中長期的な噴火の可能性の評価手法の開発には噴火履歴調査が必要であるが、現状では火山毎に噴火履歴調査の蓄積が異なり、同時に、地殻変動等の観測データの蓄積状況も異なる。
- これらの調査・観測は学術目的で行われてきたので、必ずしも想定される災害等の防災上の観点からの優先度を考慮して進められていない。

### 今後の取組

- 調査企画委員会において、火山毎に「噴火履歴調査の実施状況」、「過去数十年程度の地殻変動等の観測データによるマグマ蓄積状況」に加え「噴火により想定される被害」を整理し、中長期的な噴火の可能性の評価手法を検討する火山を検討する。
- 検討結果を踏まえ、優先度をつけた計画的な噴火履歴調査を実現するための体制についても検討する。

「火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要な火山」として火山噴火予知連絡会によって選定された50火山



### 火山毎に整理

噴火履歴調査の実施状況

過去数十年程度の地殻変動等の観測データによるマグマ蓄積状況

噴火による想定被害に基づく社会的リスクの比較

評価手法を開発する火山の選定

優先度をつけた計画的な噴火履歴調査を実施するための体制の検討

# 4. 「噴火予測・前兆現象の評価」に資する施策・研究の充実のために、速やかに検討すべき事項

## 水蒸気噴火の予測精度向上のための連携研究

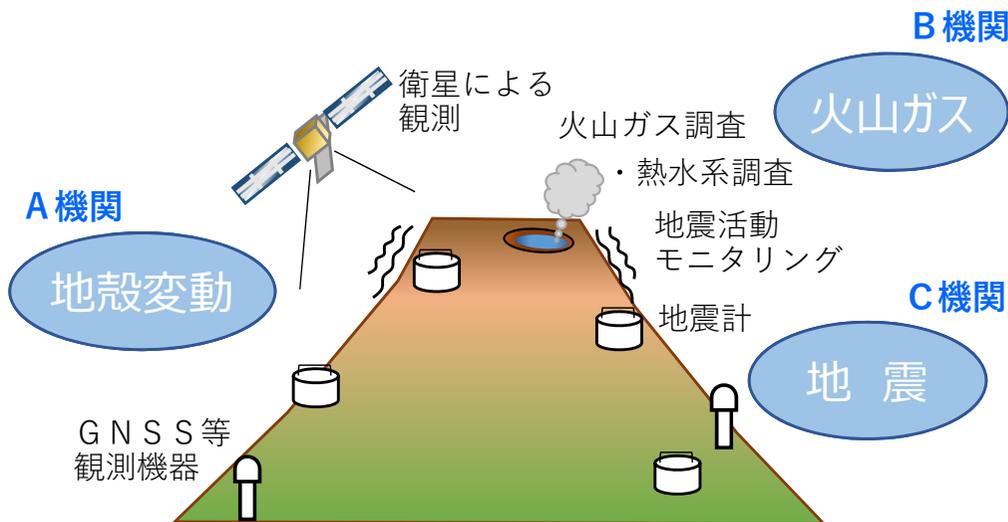
### 現状

- 水蒸気噴火の予測精度向上のため、観測データをもとに、地震、火山ガス、地殻変動等の観点からそれぞれの分野毎に研究が実施されているが、これらの分野横断的な研究は十分でない。
- 関係機関が所有する既存調査データには、水蒸気噴火の予測に重要な想定火口域の推定に有効なデータが存在する。

### 今後の取組

- 火山活動が活発で水蒸気噴火が起こりやすい火山を対象として、大学や研究機関等は水蒸気噴火の予測に資する分野横断的な共同研究を推進すべきであり、調査企画委員会において、火山活動の監視能力の向上のための、分野横断的な研究内容や研究連携体制とその実現方策について検討する。
- 水蒸気噴火の予測に重要な想定火口域は、防災対応を検討するうえでの基礎的な情報でもあるため、調査企画委員会において、想定火口域の推定に必要な関係機関が所有する既存調査データの共有方策についても検討する。

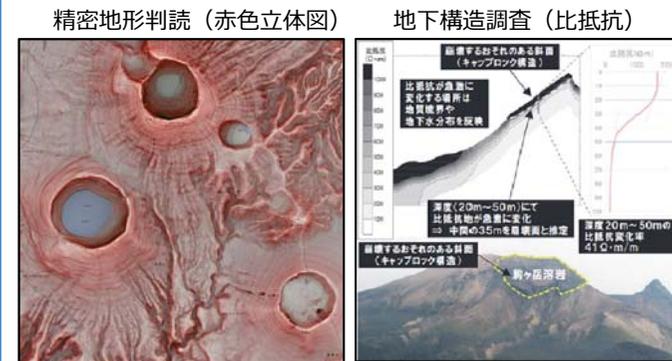
#### 分野横断的な共同研究の推進



分野横断的な研究内容・研究連携体制とその実現方策を検討

#### 想定火口域の推定

想定火口域の推定に必要な関係機関が所有する既存調査データ (例)



既存調査データの共有方策を検討