

【目的】

- 関係機関が同じ方向に向かって、一体的に火山防災対策を推進するため、火山防災として取り組むべきテーマ毎に、施策・研究の方向性を検討
- 連携のための調整や連携して取り組むべき施策・研究の検討
- 個別に検討を進める必要性が高い事項の抽出、一体的な火山防災対策の推進

火山防災に係る調査企画委員会 における検討の全体的な流れ

<火山防災として取り組む べきテーマを設定>

- 行政ニーズや行政の課題を踏まえたテーマ設定

<施策・研究の方向性を提 示>

(※は火山防災対策会議への方向性の提示時期)

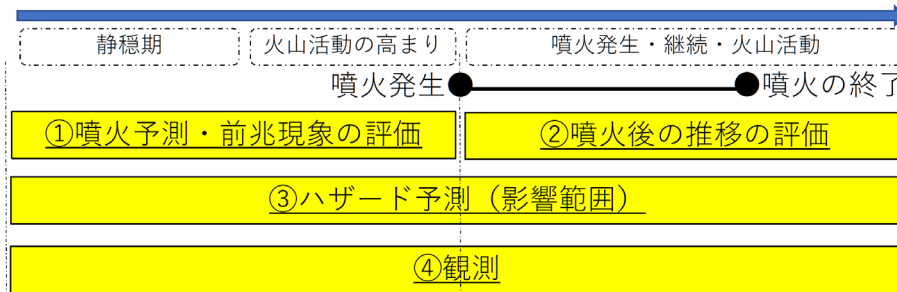
- 研究の動向と技術レベルを整理し、今後の方向性と連携を推進する事項を整理

<一体的に火山防災対策 を推進>

- 関係機関の連携を推進（具体的な仕組みの検討等）
- 今後の方向性を踏まえた関係機関による取組を推進

火山防災として取り組むべきテーマ（①～④）の設定及び検討状況

火山防災全体のイメージ



①噴火予測・前兆現象の
評価 R3.10 (p.2～3)
②噴火後の推移の評価
R3.10 (p.4)

④観測 (令和3年度検討予定)

③ハザード予測
(影響範囲)
R2.9 ※

降灰
H31.4※

検討チーム設置

検討チーム設置

火山活動により変
化した地形データ
の共有 [R3.3取り
まとめ] (p.5)

降灰調査
データ共有ス
キーム [R2.3
取りまとめ]

火山防災に係る調査企画委員会に おける主な議事

「火山防災に係る調査企画委員会」等について、今後の進め方・役割等に対する意見交換
(第1回(平成30年7月5日))

火山防災の施策・研究の方向性に係るテーマ設定に対する意見交換
(第3回(令和元年7月17日))

火山防災の施策・研究の方向性(案)に対する意見交換
(第4回(令和2年3月19日))

「降灰対策に資する施策・研究の方向性」のとりまとめに向けた意見交換
(第2回(平成31年3月27日))

「③ハザード予測(影響範囲)」に資する施策・研究の方向性のとりまとめに向けた意見交換
(第5回(令和2年8月25日))

「①噴火予測・前兆現象の評価」「②噴火後の推移の評価」に資する施策・研究の方向性のとりまとめに向けた意見交換
(第6回(令和3年3月8日))

「④観測」に資する施策・研究の方向性のとりまとめに向けた意見交換
(令和3年度予定)

「噴火予測・前兆現象の評価(火山毎の中長期的な噴火リスク評価)」に資する施策・研究の方向性について(報告)【概要】

1. 現状と期待	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 1 0 0 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 2 1 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 5 0 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 1 0 0 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。

2. 技術的課題と解決方策の検討		【技術的課題】 今後 1 0 0 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
	研究目標	具体的なアプローチ
比較的短期 (5年程度)	- 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<u>統計的な評価手法の開発</u> - マグマ蓄積状況に関するこれまでの情報の集積	- 噴出量・噴火時期の誤差の評価に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（InSAR時系列解析等）
中期 (10年程度)	5 0 火山における噴火履歴調査を踏まえた<u>統計的なマグマ噴火の可能性評価の実施</u> <u>マグマ蓄積状況の把握による</u>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<u>確率評価手法の確立</u>	- 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

3. 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には、「<u>噴火の可能性の評価</u>」と、「<u>噴火に伴う影響</u>」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 1 0 0 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 - 中長期的（今後 1 0 0 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

4. 速やかに検討すべき事項
<u>＜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＞</u> ●現状 - 中長期的な噴火の可能性の評価手法の開発に必要な火山毎の噴火履歴調査の蓄積が異なると同時に、地殻変動等のデータの蓄積状況も異なる。 - これらの調査・観測は、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「<u>噴火履歴調査の実施状況</u>」、「<u>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</u>」に加え「<u>噴火により想定される被害</u>」を整理し、<u>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。</u> - 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。

1. 現状と期待	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. 技術的課題と解決方策の検討			【技術的課題】 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
	研究目標	具体的なアプローチ	
比較的短期 (5年程度)	【潜在的に水蒸気噴火が起こり得る火口域の特定】 - 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> ・ 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開発・高度化</u> 【噴火切迫度の評価】 - 既存研究等から火山活動評価に<u>有望な地震・地殻変動データ解析手法の監視業務への実装</u>	5 0 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） - 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 - 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 - 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） - 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）	
中期 (10年程度)	【潜在的に水蒸気噴火が起こり得る火口域の特定】 <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> 【噴火切迫度の評価】 <u>地震・地殻変動観測データからの火山体内部状態把握による水蒸気噴火の切迫度が高い想定火口域の絞り込み</u> ・ 火山ガス観測等地球化学的手法も含めた総合的な判断による予測の精度向上	- 地下比抵抗構造調査による浅部熱水系の状態把握 - 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） - 火山ガスと水蒸気噴火の相関性の解明	
最終的	【噴火切迫度の評価】 <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>	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）	

3. 今後実施すべき施策・研究の方向性	
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	
【潜在的に水蒸気噴火が起こり得る火口域の特定】 - 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連携と、そこから得られる噴火前兆監視技術の高度化
- 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. 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、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、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

・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、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。

3

「噴火後の推移の評価」に資する施策・研究の方向性について(報告)【概要】

1. 現状と期待

現状	・現在の火山学の知見では、噴火規模や噴火様式の推移や、噴火活動の終息時期を予測することが困難である。気象庁は、得られた観測データに基づき、数少ない過去の観測事例や類似火山の事例を参照して作成した判定基準により、火山活動を評価しているが、火山活動は必ずしも過去の活動と同様の推移をたどるわけではなく、噴火後の推移を予測する手法は確立していない。
研究への期待	・住民の適時的確な避難のための噴火警戒レベルの切替・解除には、 噴火規模・様式、噴火活動の終息時期を見通すことが有効であり、噴火後の推移予測手法を目指した開発が必要 である。

2. 技術的課題と解決方策の検討 【技術的課題】 噴火後の推移を科学的に予測・評価する手法の確立

	研究目標	具体的なアプローチ
比較的短期 (5年程度)	・過去の被害を付記した火山防災対策にも活用可能な噴火・火山災害事象系統樹の作成による 可能性のある噴火活動推移とそれに伴う災害の網羅的把握	・火山災害を記した歴史資料の調査と地質調査の照合 ・地質記録に残りにくい火山現象（火砕サージ等）の被害の推定 ・これまでの長期間の火山噴出物や地震動・地殻変動・火山ガス等の観測データの蓄積と整理
中期 (10年程度)	・可能性のある噴火推移の 絞り込みによる噴火推移予測の高度化	・事象分岐の判断のための火山噴出物や地震動・地殻変動・火山ガス等の観測データの即時的な把握と他火山も含めた過去データとの比較
最終的	・個別の火山の活動特性を加味した、噴火メカニズムの科学的な理解に基づく 噴火推移モデル（噴火事象系統樹など）を踏まえた噴火推移の予測・評価	・噴火した場の情報や観測データ等を加味した事象分岐の論理及び確率を踏まえた噴火推移モデルの構築 ・噴火様式とその変化を規定する要因の解明

＜その他の検討内容＞
噴火の開始後、我が国でこれまでおよそ1万年に1回の頻度で発生している大型のカルデラを形成する噴火活動に至るかの知見は非常に限られており、それを予測することは極めて困難であり、過去事例の蓄積が重要

3. 今後実施すべき施策・研究の方向性

噴火推移予測は研究途上であり、噴火規模、噴火様式の推移、噴火活動の終息時期を予測し、被害を軽減するためには、研究の推進とともに、研究成果を段階的に施策に反映することが必要

- ・火山噴出物、観測データ、歴史資料に基づく過去の噴火事例とその時の災害事例の整理とその類型化
- ・火山噴出物や地震動、地殻変動、火山ガス等の観測による火山現象の解明に資する研究を防災情報につなげる取組
- ・大学や国の研究機関等は火山噴出物や、地震動、地殻変動、火山ガス等の観測データの組み合わせによる噴火推移及びそれに伴う火山災害の評価やその対策まで含めた研究を連携して取り組むことが重要
- ・噴火発生時に、火山近傍の観測機器が被害を受けるような状況下においても、少しでも有効な防災情報を出すことを可能とする方策を検討する必要
- ・防災対応や推移の評価に活用しやすい、噴火災害も含めたデータベースが構築できれば、避難行動等の検討を支援するとともに、研究・技術開発の促進が期待

4. 速やかに検討すべき事項

＜噴火後の推移の評価の高度化のための連携研究＞

- 現状**
 - ・火山噴出物や、地震動、地殻変動、火山ガス等の観測に基づき、噴火後の推移予測に資する研究が実施されている。しかしながら、噴火後の推移予測に資する分野横断的な研究は十分でない。
- 今後の取組**
 - ・火山活動が継続している火山を対象として、大学や研究機関等は噴火後の推移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、**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。**

迅速な防災対応に資するよう、火山活動により変化した地形データの各機関間での共有のあり方や、保管・蓄積、共有の仕組みについて、有識者及び関係機関の実務者による「火山活動により変化した地形データ共有の検討チーム」において検討した。

1. 火山活動により変化した地形データ共有の仕組みの必要性

- 火山活動による溶岩の流出や降灰等によって、山体の地形変化が生じることがある。
- 地形データは、**火山災害の影響範囲の推定**に必要なうえ、**火山活動の評価の基礎となるデータの収集、火砕流や土石流のシミュレーションの研究等**に有用。
- 特に近年、住民の避難誘導に資するため、国土交通省では**火山の状況変化に応じ土砂災害の影響範囲を想定するリアルタイムハザードマップの整備を推進**。
- 火山活動による地形変化後に各機関が取得した地形データは、**他機関においても防災目的に活用できる可能性**があり、**研究・技術の開発促進も期待**。

火山活動により変化した地形データ共有の仕組みが必要

2. 地形データの取得・共有の現状

	活用目的		特徴等
国土交通省 砂防部局	リアルタイムハザードマップの計算のため。	航空レーザ 測量	- 広範囲かつ高精度の地形データ取得が可能で、数cm〜30cm程度（高さ方向）の精度。 - 公共測量作業規程による業務委託で実施した場合、約200日かかる。
気象庁	活動評価及び噴火警報発表の参考とする。	写真 測量	- 有人機は広範囲の地形データ取得に適しているが、無人機は比較的限られた狭い範囲となる。 0.7m〜10m程度（高さ方向）の精度。
国土地理院	火山活動による地形変化が収束した後、火山基本図データの作成・更新や電子国土基本図の更新のため。	SAR 観測	- 雲などの影響を受けずに画像取得が可能。 - 精度は気象条件や観測条件等により異なる。
研究機関	火山活動による地形変化の把握、解析技術の高度化等の研究のため。	衛星 立体視	- 噴火時の規制範囲の影響を受けず、定期的に広範囲の地形データを取得可能であるが、光学衛星であるため、雲がある場合には取得できない。 2011年まで運用していたALOS衛星の後継機を2021年度に打ち上げ予定。

民間航測会社：噴火警戒レベルに応じた**飛行規制**。
公共測量作業規程によらない手法を用いることにより、精度よりも**迅速性を優先**させてデータを取得することが**技術的には可能**。
共有の現状：（他機関への共有）**個別の要請に応じて**データ提供機関と利用機関との間で共有、（一般公開）それぞれの**利用規約**に基づき公開

3. 火山活動により変化した地形データの共有のために構築すべき仕組み

基本方針

- 【緊急時】
- 防災対応には火山活動の状況に応じて**柔軟に対応**することが必要。
 - 不確実な情報も含めて共有していくので、データ提供機関と利用機関が**相互信頼のもと適切な情報を共有**することが必要。
 - 平常時から必要な情報や課題認識を共有し、緊急時に情報を**迅速に共有**。
 - データ共有の範囲は、データ提供機関が判断することを基本とし、データ利用を希望する機関へ共有するよう努める。

【平常時】

- 平常時は、火山活動により変化した地形データを研究等に活用するなど、**関係機関以外も含めた幅広いニーズに対応**。
- データ提供機関が保有する地形データは**公開を基本**とする。

調査観測の現況の共有

- データ提供機関は、その調査観測の予定や実施状況について、それぞれの防災対応の障害とならないことに留意しつつ、**様式や体裁にこだわることなく、可能な範囲で随時利用機関に共有**。
- データ提供機関と利用機関との意思疎通を円滑にするため、**各機関の実情に合わせて電子メールやビジネスチャット等のツール**を活用。

取得した地形データの共有（緊急時）

共有するデータ

- データ利用機関は、データ提供機関と相談して、DEMやDSMの**データフォーマットをあらかじめ調整**。
- DEM、DSM以外のデータは、データ提供機関と利用機関で**あらかじめ個別に相談**する。

共有手法

- データ提供機関と利用機関との間で**最適のデータ共有方法を用いる**。

共有するデータの取扱い

- 各データ提供機関の取扱ルールを適用**する。
- データ提供機関と利用機関で**柔軟な対応**を行う。

取得した地形データの共有（平常時）

共有するデータ

- データ提供機関がアーカイブ公開した地形データ。

共有手法

- データ提供機関が**自らのウェブサイト**に**アーカイブ公開**する。
- 火山別に各機関の取得した地形データを一覧できるよう、**各機関の公開したデータへのリンク集を、国土地理院の既存のウェブサイトを活用して作成**。

共有するデータの取扱い

- データ提供機関の取扱ルール**であるコンテンツ利用規約に従う。

4. 今後の取組

- データ提供機関は、**地形データを自らのウェブサイト**に**公開するよう努め**、国土地理院へのリンクを介して、**一元的なデータ蓄積**をはかる。国土地理院は、**リンク集の運用・維持に努める**。
- 宇宙航空研究開発機構から**ALOS-3(2021年度打ち上げ予定)**の画像データの提供を受ける機関は、このデータを活用して**高精度かつ比較的短期間で地形データを作成する方法やそのデータ精度を検討**。
- 国土交通省砂防部局は、**速報性を重視した手法によりデータ提供機関が取得した地形データをリアルタイムハザードマップへ活用する可能性について検討**し、国土地理院は**ノウハウ等の情報連携を実施**。