

令和 4 年 9 月 5 日
火山防災に係る調査企画委員会からの報告

「観測」に資する施策・研究の方向性について（報告案）

「火山防災に係る調査企画委員会」は、令和元年 7 月に、防災対策の推進にあたり、行政の施策と研究・技術開発を一体的に推進するために、技術面での調査・研究の促進をはかるべきテーマについて検討した。

それをうけ、防災上の課題解決に活用可能な最新技術やその研究・開発の動向を把握、整理する「火山防災に係る技術動向検討グループ」において、火山防災対策につなげるための「観測」に資する研究充実の方向性を検討した。

本報告は、これら検討を踏まえ、「観測」に資する施策・研究の方向性について、とりまとめたものである。

なお、火山防災対策を充実させるための「観測」に資する施策・研究には、観測機器や技術の面と観測データの解析手法の面があり、それぞれを高度化していくこと、さらには、それらを用いて関係機関が連携した観測体制を構築することが重要であり、本報告ではそれぞれの充実化に向けた方向性をとりまとめている。

1. 「観測」に資する主な施策の現状と研究への期待

○常時観測

・現状

気象庁は火山噴火予知連絡会（以下、予知連という。）が火山防災のために選定した監視・観測体制の充実等の必要な 50 の火山において、噴火警報等を適確に発表するために、地震計、傾斜計、空振計、GNSS 観測装置、監視カメラ等の火山観測施設を整備し、大学や研究機関等からのデータ提供も受け、火山活動を 24 時間体制で監視している。しかしながら、火山観測点の配置は、一般的に電力や通信等のインフラの制約を受け、さらに過酷な設置環境下では、安定的・継続的な観測が難しい。また、地下構造等の内部状態の把握が必ずしも十分でなく、実際の内部状態を反映した一元的な観測点配置となっていない。

また、観測データから噴火の規模や様式等を事前に推定する技術は開発段階であり、火山防災対策につなげるための検討を今後深めていく必要がある。

・研究への期待

噴火警報等の適確な発表に必要な長期間の観測データを確実に取得するため、火山特性を踏まえた、観測点の最適化を実現するために有効となる観測機器や観測技術の高度化・開

発が必要である。また、地下構造調査とそれを踏まえた常時観測点の項目・配置計画の検討手法を構築する。

さらに、これらの研究を活用するとともに常時観測の考え方について検討し、関係機関が連携した観測体制充実と監視体制を強化する。

また、今後の火山防災対策の充実につなげるためには、火山学だけでなく、社会科学や工学等の火山防災研究の専門性をもった国の研究機関、大学、民間企業等からなる「火山防災研究連携体」*を構築し、連携して観測や研究を進めることが期待される。

*火山防災行政に係る検討会が取りまとめた、「火山防災対策会議の充実と火山活動が活発化した際の協議会の枠組み等の活用について（報告）」（平成30年3月）にて提言されている連携のための枠組み

○火山活動活発時の観測

・現状

気象庁は、火山活動に異常が見られた場合には、火山機動観測班を緊急に派遣し、観測機器の設置や現地での調査を実施するなど、観測体制を強化している。また、大学や研究機関等も同様に観測体制を強化し、気象庁に情報を提供している。しかしながら、火山活動の高まりや噴火の規模に応じた機動観測を行う連携協力の体制は必ずしも十分でない。また、火口近傍等の危険箇所での観測・調査のための立ち入りが困難な場合がある。

また、観測データから噴火の規模や様式等を事前に推定する技術は開発段階であり、火山防災対策につなげるための検討を今後深めていく必要がある。

・研究への期待

噴火警報等の適確な発表や終息の判断に必要な観測データを確実に取得するため、火山活動に応じた最適な機動観測に有効な観測技術の高度化・開発や臨時観測点の項目・配置計画の検討手法の構築が必要である。さらに、これらの研究を活用して、関係機関が連携した観測体制充実と監視体制を強化する。

また、今後の火山防災対策の充実につなげるためには、火山学だけでなく、社会科学や工学等の火山防災研究の専門性をもった国の研究機関、大学、民間企業等からなる「火山防災研究連携体」を構築し、連携して観測や研究を進めることが期待される。

2. 「観測」に資する施策の技術的課題と解決方策の検討

技術動向検討グループにおいては、これらの現状等を踏まえ、「常時観測」と「火山活動活発時の観測」に資する研究充実の方向性について検討した。具体的には、それぞれ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した。

「観測」における技術的課題

(常時観測)

常時観測としては、噴火警報等の発表に必要な観測データを長期間、確実に把握することが重要であるが、技術的課題として、観測技術の高度化・開発と火山特性に応じた最適な常時観測の実現が見いだされた。

(火山活動活発時の観測)

火山活動活発時の観測としては、避難等に活かすために前兆や異常を確実に捉えることが重要であるが、技術的課題として、観測技術の高度化・開発と火山活動の高まりや噴火の規模に応じた最適な機動観測の実現が見いだされた。

例えば、火山噴火時に観測機器や通信手段に障害が発生する事態、観測機材の使用が制限される事態を想定し、観測機器や通信機器の冗長化や悪条件下でも利用可能な機器や機材の技術開発等、火山の監視観測体制を維持するための対策を講じることも重要である。

「観測」に資する研究充実の方向性

「噴火予測・前兆現象の評価」における技術的課題に対する研究目標を

- ①比較的短期（５年程度）の達成が見込まれる目標
- ②中期的（１０年程度）に達成を目指す目標
- ③最終的に達成を目指す目標

に整理し、課題解決に向けた具体的なアプローチを別紙表にとりまとめた。

課題解決に向けたアプローチを以下に述べる。

(常時観測)

- ・地下構造調査が充実している火山における地下構造を踏まえた有効な観測点の項目・配置の整理
- ・既存の観測点の課題を蓄積し、観測点配置の改善の検討
- ・既存技術を活用した観測データのノイズ低減手法の開発

- ・既設光ファイバーを活用した震動観測技術の開発
- ・維持管理が容易な観測機器の開発
- ・汎用品を活用した安価な観測機器の開発
- ・地下構造調査による火山の特徴の分類・大学や民間等が有する観測の情報・ノウハウの共有
- ・観測データの相互利用や一元的な観測戦略の立案をふまえた観測点の設置と監視体制強化

(火山活動活発時の観測)

- ・ドローンを活用した火山ガス・火山噴出物等の採取・観測技術の高度化・開発
- ・可搬性に優れた小型・軽量・低消費電力の観測機器の開発や量産可能な低コスト機器の導入
- ・現場で即時的に分析可能な火山ガス観測装置の開発
- ・現地の状況に応じた機動的な調査と観測点の修繕のための火山探査ロボットの開発
- ・機動アレー観測データの連続リアルタイム伝送に必要な、無線通信技術の開発・火山活動に応じた有効な観測項目の整理
- ・観測データの相互利用や一元的な観測戦略の立案をふまえた観測点の設置と監視体制強化

「観測」に資する研究・技術開発については、具体的に下記の研究目標の達成を目指していくべきである。

【比較的短期（５年程度）の達成が見込まれる目標】

(常時観測)

- ・火山体内部状態を踏まえた有効な観測点の項目・配置計画の検討手法の構築
- ・観測点の検討手法や観測手法の検討等を踏まえた既存観測点の改善
- ・火口近傍などの過酷環境下での安定した観測手法の構築

(火山活動活発時の観測)

- ・ドローンを活用した危険箇所における観測
- ・観測機器の開発による迅速なデータ収集

【中期的（１０年程度）に達成を目指す目標】

(常時観測)

- ・新たな観測手法による高精度なアレー観測技術の開発
- ・効率的な観測のための観測機器の開発
- ・４９火山※における火山体内部状態を踏まえた常時観測点の項目・配置計画の作成
※「常時観測火山」のうち、周辺に住民や登山者等が存在しない硫黄島を除く。

(火山活動活発時の観測)

- ・危険箇所における地上観測
- ・通信技術の高度化による迅速なデータ収集
- ・火山活動に応じた臨時観測点の項目・配置計画の作成

【最終的に達成を目指す目標】

(常時観測)

- ・火山防災対策推進のための火山特性に応じた観測の最適化
- ・火山防災情報につなげるための観測データの解析手法の確立

(火山活動活発時の観測)

- ・火山防災対策推進のための火山活動に応じた機動観測の最適化
- ・即時的な火山防災情報につなげるための観測データの解析手法の確立

3. 「観測」に資する今後実施すべき施策・研究の方向性

火山防災対策につなげるための「観測」に資する施策等の実施に向けて、技術的課題を解決するため、以下の取組を推進することが重要である。

(常時観測)

- ・観測機器や観測技術の開発と実装
- ・地下構造調査とそれを踏まえた常時観測点の項目・配置計画の立案
- ・関係機関が連携した観測体制充実と監視体制の強化

(火山活動活発時の観測)

- ・機動観測のための観測機器や観測技術の開発と実装
- ・火山活動の高まりや噴火の規模に応じた臨時観測点の項目・配置計画の立案
- ・関係機関が連携した観測体制充実と監視体制の強化

観測点の配置計画の検討にあたっては、優先順位を付けて検討することが重要であり、観測体制については小中規模噴火時に加え大規模噴火時にも運用可能な体制も含めて検討する必要がある。

また、火山活動監視に有用な地下構造調査を組織的・計画的に実施するとともに、その結果を用いた火山活動監視のための観測体制を火山防災の高度化を見据えて検討・構築することが必要である。

なお、「観測」に資する施策等の技術的課題とその解決方策については、必要に応じ、さらなる検討を行っていく必要がある。特に、「関係機関の観測データの相互利用」や「関係機関の一元的な観測戦略の立案」は継続的な検討が重要である。

火山防災につなげるための観測のためには、観測データの一元化共有や関係機関が連携した観測体制の検討、避難に資する観測・調査のための技術開発に連携して取り組むことが重要である。

一方で、将来の火山防災に活かすための研究を進めていくことも必要であり、今後の火山防災対策の充実につなげるためにも、関係機関は、文部科学省の次世代火山研究・人材育成

総合プロジェクト等で実施している研究も踏まえ、課題解決のために必要となる研究を推進する必要がある。

これらのような火山研究のさらなる研究振興が将来の国の火山防災のためにも重要である。

4. 「観測」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

○緊急時の協力体制の構築

・現状

火山活動活発時に関係機関が協力した火山観測、データ共有が重要であるが、これらの協力体制構築のための事前調整は十分とはいえない。

また、噴火警戒レベルが上がる前の前兆現象が確認された段階での観測については、関係機関の連携が十分に図られていないため、効率的な観測体制が整備されていない。

・今後の取組

活動活発時における観測に係る協力体制の構築については事前調整が重要である。

予知連において、火山専門家を集めて火山活動状況に応じた観測体制及び連携協力についてその都度議論を行ってきた。これを活かし、火山活動活発時に迅速かつ効果的に協力ができる体制の構築に取り組む。

なお、観測の実施に当たっては、安全確保について留意するとともに、人命救助への妨げ等現場で混乱が生じないような体制を検討しておくことが重要である。

「観測」における技術的課題及び解決のアプローチ等について

(技術動向検討グループ)

常時観測

技術的課題	研究目標	課題解決に向けた具体的なアプローチ
<ul style="list-style-type: none"> 火山特性に応じた最適な常時観測の実現と観測技術の高度化・開発 	<p><比較的短期(5年程度)の達成が見込まれる目標></p> <ul style="list-style-type: none"> 火山体内部状態を踏まえた有効な観測点の項目・配置計画の検討手法の構築 火口近傍などの過酷環境下での安定した観測手法の構築 <p><中期的(10年程度)に達成を目指す目標></p> <ul style="list-style-type: none"> 49火山における火山体内部状態を踏まえた常時観測点の項目・配置計画の作成 新たな観測手法による高精度なレーザー観測技術の開発 効率的な観測のための観測機器の開発 <p><最終的に達成を目指す目標></p> <ul style="list-style-type: none"> 火山防災対策推進のための火山特性に応じた観測の最適化 	<ul style="list-style-type: none"> 地下構造調査が充実している火山における地下構造を踏まえた有効な観測点の項目・配置の整理 大学や民間等が有する観測の情報・ノウハウの共有 既存技術を活用した観測データのノイズ低減手法の開発 <ul style="list-style-type: none"> 地下構造調査による火山の特徴の分類 既設光ファイバーを活用した震動観測技術の開発 維持管理が容易な観測機器の開発 汎用品を活用した安価な観測機器の開発 <ul style="list-style-type: none"> 観測データの相互利用や一元的な観測戦略の立案をふまえた観測点の設置と監視体制強化

火山活動活発時の観測

技術的課題	研究目標	課題解決に向けた具体的なアプローチ
<ul style="list-style-type: none"> 火山活動の高まりに応じた最適な機動観測の実現と観測技術の高度化・開発 	<p><比較的短期(5年程度)の達成が見込まれる目標></p> <ul style="list-style-type: none"> ドローンを活用した危険箇所における観測 観測機器の開発による迅速なデータ収集 <p><中期的(10年程度)に達成を目指す目標></p> <ul style="list-style-type: none"> 危険箇所における地上観測 火山活動の高まりに応じた臨時観測点の項目・配置計画の作成 通信技術の高度化による迅速なデータ収集 <p><最終的に達成を目指す目標></p> <ul style="list-style-type: none"> 火山防災対策推進のための火山活動の高まりに応じた観測の最適化 	<ul style="list-style-type: none"> ドローンを活用した火山ガス・火山噴出物等の採取・観測技術の高度化・開発 可搬性に優れた小型・軽量・低消費電力の観測機器の開発 現場で即時的に分析可能な火山ガス観測装置の開発 <ul style="list-style-type: none"> 現地の状況に応じた機動的な調査と観測点の修繕のための火山探査ロボットの開発 火山活動の高まりに応じた有効な観測項目の整理 機動レーザー観測データの連続リアルタイム伝送に必要な、無線通信技術の開発 <ul style="list-style-type: none"> 観測データの相互利用や一元的な観測戦略の立案をふまえた観測点の設置と監視体制強化

火山防災に係る調査企画委員会 委員名簿

令和4年8月2日現在

座長	西村 太志	東北大学 大学院理学研究科教授
委員	青山 裕	北海道大学 大学院理学研究院教授
	市原 美恵	東京大学 地震研究所准教授
	笠井 美青	北海道大学 農学研究院准教授
	関谷 直也	東京大学 大学院情報学環准教授
	竹内 裕希子	熊本大学 大学院先端科学研究部准教授
	田中 明子	国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター 活断層・火山研究部門 マグマ活動研究グループ グループ長
	前野 深	東京大学 地震研究所准教授
	朝田 将	内閣府 政策統括官（防災担当）付参事官（調査・企画担当）
	野村 政樹	消防庁 国民保護・防災部 防災課長
	小林 洋介	文部科学省 研究開発局地震・防災研究課長
	國友 優	国土交通省 水管理・国土保全局砂防部砂防計画課長
	加藤 孝志	気象庁 地震火山部管理課長

火山防災に係る技術動向検討グループ 委員名簿

令和2年3月31日現在

青山 裕	北海道大学大学院理学研究院 准教授
神田 径	東京工業大学理学院 准教授
角野 浩史	東京大学大学院総合文化研究科 准教授
山本 希	東北大学 大学院理学研究科 准教授
前野 深	東京大学地震研究所 准教授
小久保 一哉	気象庁気象研究所 火山研究部第1研究室 室長
矢来 博司	国土地理院 地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室 室長
下司 信夫	国立研究開発法人産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 大規模噴火研究グループ グループ長
林 真一郎	国立研究開発法人土木研究所 土砂管理研究グループ 主任研究員
上田 英樹	国立研究開発法人防災科学技術研究所 地震津波火山ネットワークセンター火山観測管理室長