

## プロフィールシート（事前評価）

研究課題名：火山活動の監視・評価および予測技術に関する研究

（副課題1）地球物理学的手法による火山活動の監視および評価技術

（副課題2）地球化学的手法による火山活動の監視および評価技術

（副課題3）衛星解析等による火山噴出物の濃度・確率予測技術

研究期間：2024～2028年度（5年間）

研究代表者：高木朗充（火山研究部長）

研究担当者：（副課題代表）鬼澤真也、坂井孝行、新堀敏基

### 1. 研究の背景・意義

（気象業務への貢献や社会貢献）

平成19年（2007年）に開始された噴火警戒レベルは、全国49火山について、その判定基準の公表も含めて令和3年度（2021年度）までに導入が完了した。しかし、噴火警戒レベルの判定基準の作成根拠は経験則によるものが多く、噴火経験がない火山では類似火山の基準の適用等にとどまっている。今後は火山活動の評価技術の研究進捗により噴火警戒レベルの判定基準の高度化が求められ、それは気象庁の的確な噴火警報発表に貢献することとなる。

平成26年（2014年）の御嶽山や平成30年（2018年）の草津白根山の本白根山で発生した水蒸気噴火は、居住地に影響を及ぼすような大規模なものでなかったものの、犠牲者を出す災害となった。登山者や観光客の安全を確保するために、規模は小さくとも確実に噴火の予兆を捉え、適時・的確な噴火警報を発表することが求められ、これを達成することで防災対応に貢献する必要がある。

また、将来、国土の多くが火山灰で覆われるような大規模噴火が発生した場合に備え、大規模噴火発生後の火山現象を的確に監視・予測するための技術開発が必要である。これらは火山活動の監視に貢献するのに加え、社会活動の判断にも寄与することが予想される。

御嶽山噴火災害を受け、気象庁には火山活動評価体制の強化が求められた。その実現のため火山活動の評価技術の向上への取り組むことや、噴火に伴う現象を即時的に把握するとともに降灰の範囲や降灰量をよりの確に予測する技術開発も、交通政策審議会気象分科会提言「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」において謳われた。

さらに、令和5年の活動火山対策特別措置法の一部改正により、令和6年度には火山調査研究推進本部が設置され、わが国の火山に関する総合的な評価がよりいっそう強化されることとなっており、火山活動の評価技術への期待はいっそう高まることが予想される。

### 【副課題1】

- ・ 噴火警戒レベルとその判定基準は全国 49 の火山で公表され、一部の火山では観測データの精査による新たな知見によって、判定基準の改定作業が進められている。今後、蓄積された観測データや過去事例および新たな解析・研究成果等を実用的な観点で整理し、監視・評価業務へ還元していく。さらに、それらを網羅的に解析し、活動状態の確率的表現を目指した新たな視点による評価手法の開発を進める。この技術開発により気象庁の監視業務や噴火警戒レベルの判定基準等に基づく活動評価業務に寄与し、一層効果的な防災対応へ貢献する。
- ・ 近年の火山観測網の整備や他機関からのデータ提供により監視データは格段に増加している。この膨大なデータに対する迅速・自動解析技術を開発・改良することで、火山活動監視、評価の高度化を進め、適時・的確な噴火警報の発表に貢献する。

#### 【副課題 2】

- ・ 従来の地球物理学的観測手法だけでは困難だった水蒸気噴火の兆候の早期把握に向け、火山ガスや熱水、火山灰などを対象とした地球化学的観測手法を適用して噴火の発生機構の理解を深化させるとともに、非噴火期においても活動異常を把握するための観測手法を考案することで、熱水系卓越火山における活動評価の高度化および的確な噴火警報の発表に貢献する。
- ・ 将来起こりうる大規模噴火の監視および推移予測にはマグマの活動度を反映する火山ガス（二酸化硫黄）の放出量把握が重要となる。そのため、火山ガス放出量の地上観測に加え、衛星利用も含めた計測手法の複合化や気象モデルを活用した定量化技術の開発を進める。この技術開発により、定量化の精度と計測頻度の向上を図り、火山監視・活動評価能力の高度化と、的確な火山情報の発表および防災対応へ貢献する。

#### 【副課題 3】

- ・ 気象衛星・レーダー等による解析技術は、火山活動の監視に有効である。特に気象衛星は、離島火山や海底火山のある海域も含めて、広域を定常的に観測できる利点があるため、火山活動の監視に有効である。また気象レーダーは、主として陸域の火山噴火に対する、降灰量の予測や曇天時の噴火検知に資するものである。このようなりモートセンシング技術による火山噴出物の解析技術の向上は、監視業務に直接的に貢献する。
- ・ 気象庁が発表する航空路火山灰情報を規定している国際民間航空条約第三附属書（ICAO Annex 3）の第 81 次改正案では、濃度情報のような定量的な火山灰情報の導入と、その初期機能要件としての確率情報の提供が 2025 年に勧告化される見込みである。火山灰の濃度予測および確率予測技術は、ICAO の勧告に応えるものであり、火山灰によって引き起こされる航空機の災害を避けるための情報発信に貢献する。噴火発生時の噴煙状態の初期値を的確に見積もることは、移流拡散モデルによる火山灰輸送予測の精度向上に寄与し、降灰予報の大規模噴火への対応に貢献する。

(上記のために本研究が必要な学術的背景)

### 【副課題 1】

- ・ 我が国ではこれまでに、各火山の観測点整備が順次進められ、観測体制が強化されてきた。これにより、多項目の火山観測データが充実し、学術的な研究の進展と相まって、いくつかの噴火事例については発生の前予測に成功している。これらの予測は主に観測データの中から、噴火現象等に対応する変化が見られたデータを抽出することで行われている。気象庁においても、噴火警戒レベルの判定基準として定量的な評価指標を設定し、新たな知見の蓄積とともに改定を進めている。一方で、個別の観測項目に対する評価指標を設定し、項目ごとの評価結果を基に総合的な活動評価を行う指標（火山活発化指数 (Volcanic Unrest Index: VUI)）等の開発も研究機関等によって行われている。さらに火山活動監視および評価技術を高度化するためには、個別の観測項目に対する評価指標のみではなく、観測項目間の関係を踏まえた経験則に発展させることが望ましい。そのためには、多項目のデータをデータベース化し、それらの大規模データを利活用することで、火山活動状態を表現する新たな定量的評価手法の開発が不可欠である。また、あらゆる火山のデータを統合的に解釈することにより、活動事例の少ない火山へ適用可能な定量的評価手法の開発・改良も進める必要がある。
- ・ 前駆現象が発生してから噴火に至るまで十分にリードタイムを取りえない事象に対しても、適時・的確な噴火警報発表を行うためには、迅速な異常検知に加え、変動源の位置・規模等も含めた地下現象の把握に基づいた噴火地点の予測や的確な警戒範囲の設定が必要である。近年は、地殻変動データの自動処理や検測から発生源推定まで自動化した震源・震動源推定法等、リアルタイム性を指向した技術の開発・適用が進み、地震や津波の監視業務で活用されている。このような技術の火山監視への適用事例として、GNSS 迅速解析の結果を用いた噴火前の圧力源推定がいくつかの火山において実施されているものの、最適なモデルの選択や計算時の仮定条件の工夫等、検討すべき課題がある。自動震源決定法等についても、一部の火山では検知数の向上等の有用性が示されているものの、全国の火山への実装のための調査・検討は十分に行われていない。地殻変動や地震動データの迅速・自動解析を火山監視データへ適用するための技術開発・改良が必要である。

### 【副課題 2】

- ・ 水蒸気噴火は地下水の急激な気化・膨張が駆動源であり、マグマ噴火に比較すると噴火に伴う物質の移動量が小さく、前兆的变化が観測されにくい。一方、水蒸気噴火はマグマ噴火と比較して小規模な噴火であっても、その発生し得る地域が観光地・登山地になっていることもあり、2014年の御嶽山や2018年の本白根山の噴火の様子に人的被害をもたらす災害に至る場合がある。また水蒸気噴火からマグマ噴火に移行する場合もあり、水蒸気噴火の監視と予測技術の向上は社会的・学術的に重要な課題である。水蒸気噴火の発生が懸念される火山の活動異常や噴火の兆候の早期把握には地球化学的な観測手法が重要と考えられ、近年は火山ガスや火口湖水、熱水などの化学組成や安定同位体比の観測によって当該火山の活動異常を捉えられるようになってきた。水蒸気噴火の早期警戒を強化するためには、

このような地球化学的観測事例を蓄積することが重要である。他方、火山ガスや熱水の分析は高度に専門的で、国内では火山化学の専門機関や専門家が極めて少数であることから、地球化学的観測手法を火山業務に導入するためには、分析観測方法の改善・開発も不可欠である。

- ・ マグマ噴火卓越型火山の活動理解には、マグマに含まれる揮発性成分の一つである二酸化硫黄の放出率変化が重要な指標であり、阿蘇山等では噴火に先行した増加が、霧島山新燃岳等では噴火活動の衰退に伴った減少等が報告されている。また、二酸化硫黄の放出量と地殻変動観測を組み合わせることでマグマ収支の見積もりが可能となり、近年はこのような視点からのマグマ活動推移の理解が進んできた。観測・解析技術に関しては、時間分解能を上げてマグマ活動を把握するため、地球物理学的手法による連続観測に匹敵する、高い定量精度を持った二酸化硫黄放出率の連続観測を可能とする技術開発が進められてきた。これまでに、気象モデルを利用することによって、少ない観測点数でも連続的な定量を維持できる技術開発も進められており、現状ではテレメータ化へ向けた開発段階を迎えようとしている。加えて、将来予測される大規模噴火での活動予測の監視能力を維持するため、衛星観測による定量技術の高精度化も求められている。火山監視能力の高度化のためには、地上における連続観測および衛星観測の双方への気象モデルを活用した火山ガス拡散の高度化したモデルの技術開発が必要である。

### 【副課題3】

- ・ 2022年から観測運用を開始したひまわり9号は、ひまわり8号と同様に、水平分解能、観測頻度とも向上しており、噴火現象の即時的把握での使用が視野に入ってきている。観測バンドが増加し、二酸化硫黄に感度のある $8.6\mu\text{m}$ 帯と火山灰雲の検出に使用する赤外2バンドを合成したRGB画像(AshRGB)が現在、利用されているが、火山灰雲を明瞭に検知できない事例や水雲・氷雲との判別が難しい事例がある。火山灰の衛星解析においては、その光学特性を考慮して雲頂高度や気柱積算量などの定量的な火山灰雲の物理量(火山灰プロダクト)を推定する方法や火山灰雲の解析結果を初期値に反映させる方法の研究が進んでいる。AshRGBや火山灰プロダクトの解析精度の向上は、浮遊火山灰の濃度予測を可能にすることが期待でき、予測結果を検証する上でも重要である。現業利用が可能な火山灰雲の衛星解析とデータ同化の考え方に基づいて火山灰プロダクトから初期値を作成する方法の開発を重点的に行う必要がある。
- ・ 気象レーダーによる火山噴煙の観測事例は数多く存在するが、現状として、その高精度な量的評価技術が確立されているとは言い難い。そのような状況下において、重要となるのが二重偏波レーダーである。二重偏波レーダーは従来の(単偏波)レーダーでは不可能であった、粒子形状に関する情報も得ることができる。2000年代以降、気象分野では二重偏波気象レーダーを用いた観測技術(特に降水量の高精度推定技術や粒子判別技術)が発展してきており、日本においても国土交通省XRAIN(2010年~)を皮切りに、気象庁航空気象ドップラーレーダー(2016年~)、気象庁一般気象レーダー(2020年~)など現業レーダーの二重偏波化が進みつつある。近年では、二重偏波気象レーダーによる火山噴煙の観測・研究事例も

増えつつあり、気象研究所でも桜島に気象研究所 X バンド MP レーダー (MRI-XMP) や二次元ビデオディストロメーター (2DVD) を設置して、火山噴煙・降灰の観測や火山灰量の推定手法の開発などを行ってきた (2016 年～)。しかし、水物質の影響など未解決の課題も残っており、実用化のためには、手法の改良と検証観測事例の蓄積が欠かせない。

- ・ 気象研究所では、前中期研究計画 (2019～2023 年度) において、気象庁移流拡散モデル (JMA-ATM) を開発して現業化した。火山灰の輸送予測においては、その初期値となる供給源が重要な役割を果たすことが指摘されており、供給源を改善するために噴煙の力学の研究などが近年進んでいる。例えば、噴煙の力学や大気場との相互作用を考慮すると傘型噴煙を形成するような強い噴煙から風の影響を受ける弱い噴煙まで、広範のスケールの噴火に対して降灰予測の精度向上が期待できる。JMA-ATM の供給源の精度を向上するため、噴火条件や気象条件に応じた噴煙の力学に基づく新しい一次元噴煙モデル (NIKS-1D) から初期値を作成する方法の開発を進める必要がある。また JMA-ATM の入力値に用いる大気場の誤差については、輸送予測に不確実性をもたらす一因になることが指摘されていることから、気象庁全球数値予報モデル (GSM) やメソ数値予報モデル (MSM) の初期値や境界値等に摂動を与えて作成されているアンサンブル予報を活用して、浮遊火山灰の気象条件による確率予測の課題に取り組む必要がある。

#### (気象研究所の実績)

前研究計画 V 課題 (令和元～5 年度) に関する主なもの

- ・ 数値気象モデルを用いた衛星 SAR 対流圏遅延補正技術の開発
- ・ 多成分火山ガス連続観測装置のリアルタイム補正技術の開発
- ・ OVAA (Optimal Volcanic Ash Algorithm) の開発 (気象観測研究部)
- ・ JMA-ATM (Atmospheric Transport Model) の現業化

## 2. 研究の目的

火山活動の監視および評価技術、噴火現象の即時的解析・予測技術を高度化する。これにより、気象庁火山業務における噴火警報、噴火警戒レベルの判定基準、降灰予報、航空路火山灰情報等の改善に資する。

### 【副課題 1】

多項目データの整理・解析を通じ、監視業務や噴火警戒レベルの判定基準等の活動評価・予測技術の高度化に資するとともに、監視データによる迅速な異常検知と活動状況把握、これらに基づく的確な噴火警報発表への寄与を目指す。

### 【副課題 2】

熱水系卓越型火山における水蒸気噴火発生機構の理解を深めることで火山活動評価技術の向上を進めるとともに、マグマ噴火卓越型火山における火山活動監視技術の向上を進め、火山活動の監視および評価技術の高度化を目指す。

### 【副課題 3】

噴火現象の即時的な解析技術および予測技術の開発・改良を行うことにより、大

規模噴火にも対処可能な降灰予報および航空路火山灰情報の内容高度化に対応する。

### 3. 研究の目標

地球物理学的手法および地球化学的手法を用いた研究により、火山活動の監視および評価技術を高度化する。また、大規模噴火にも適用できる噴火現象の即時的解析・予測技術の開発・改良を行う。

#### 【副課題 1】

- ・テーマ 1：多項目データの整理・解析に基づく監視・評価技術の高度化  
気象庁および各研究機関によって蓄積された多項目データをより実用的な観点でデータベースとして整理し、監視・評価業務での利活用を図る。さらに、監視業務や噴火警戒レベルの判定基準等の高度化へ向け、データベースに集約された多項目の大規模データを基に、火山活動状態の確率的表現を目指した新たな視点による評価手法の開発を進める。
- ・テーマ 2：監視データ解析処理技術の開発  
迅速な異常検知と活動状況把握、およびこれらに基づく的確な噴火警報発表を実現するために、地殻変動、震動をはじめとする監視・観測データの自動処理システムを開発する。また、観測データのノイズ除去手法の開発など、異常検知力向上のための手法改良を進め、これらに反映してゆく。

#### 【副課題 2】

- ・テーマ 1：熱水系卓越型火山の活動評価技術の高度化  
繰り返し水蒸気噴火を起こす火山を主な対象として火山ガスや熱水、火山灰等を採取・分析することで水蒸気噴火の発生機構や発生場を考察するとともに、非噴火期においても活動消長の評価に有益な化学的指標の探索および観測手法の改良・開発を進める。
- ・テーマ 2：マグマ噴火卓越型火山のマグマ活動監視技術の高度化  
マグマ活動の高い火山に対する監視技術の高度化を目指し、火山ガス中に含まれる二酸化硫黄の放出率を高い時間分解能で把握できる地上および衛星による観測・解析技術の開発と改良を行う。また、地球物理学的観測データとの統合的な解釈に取り組むことで、マグマ活動推移の可視化を進める。

#### 【副課題 3】

- ・テーマ 1：気象衛星・レーダー等による噴火現象の解析  
気象衛星・レーダー等の観測データを用いて、噴火規模の即時的推定や火山灰雲に含まれる火山灰量等、火山灰プロダクトの定量的解析技術を開発・改良する。
- ・テーマ 2：火山灰濃度予測および確率予測のモデル開発  
火山灰プロダクト、大気場のアンサンブル予報および移流拡散モデルを用いて、浮遊火山灰の濃度予測および確率予測技術を開発・改良する。さらに新しい噴煙

モデルを用いて、風の影響や傘型噴煙を考慮した浮遊火山灰および降灰予測技術を開発・改良する。

#### 4. 研究体制

研究代表者：高木朗充

研究担当者：

【副課題1】 副代表者：鬼澤真也 担当研究者：8名程度

【副課題2】 副代表者：坂井孝行 担当研究者：3名程度

【副課題3】 副代表者：新堀敏基 担当研究者：3名程度

研究協力者： 気象予報研究部職員、気象観測研究部職員、地震火山部併任等職員、管区気象台地域火山監視・警報センター等職員、鹿児島地方気象台職員

#### 5. 研究計画・方法

##### 【副課題1】

- ・テーマ1：多項目データの整理・解析に基づく監視・評価技術の高度化

気象庁の現業監視データをはじめとする気象庁が蓄積してきた観測データや活動評価資料、気象研究所による伊豆大島観測データやSAR解析データ、各研究機関による学術的知見等の多項目の観測・解析データを整理し、データベースを構築する。このデータベースを基に、過去事例検索・閲覧システムを開発することで監視・評価業務への利活用を可能とする仕組みを作る。また、データベースに集約された大規模データを基に、数理統計学的にパラメータ毎の頻度分布およびパラメータ間の定量的な相互関係を調査するとともに、監視業務や噴火警戒レベルの判定基準等の活動評価・予測の高度化へ寄与する確率的評価手法を開発する。

- ・テーマ2：監視データ解析処理技術の開発

地殻変動の迅速な検知と変動源把握のために伊豆大島等のデータを用いてGNSSキネマティック解析システムの構築および地殻変動源推定システムを開発を行う。また、現業監視データを用いてPF法等の震源・震動源自動推定法を火山業務へ実装するための技術開発を行う。その他、監視・評価に資する、観測データに関する解析処理技術の改良を進める。

##### 【副課題2】

- ・テーマ1：熱水系卓越型火山の活動評価技術の高度化

主に水蒸気噴火卓越型火山の活動の消長の評価監視技術の高度化を進めるため、噴気孔や火口等から直接採取した火山ガスや熱水の化学組成や安定同位体比、あるいは水蒸気噴火によって放出された火山灰の内容物や水溶性成分等の分析や装置による観測を実施し、熱水系の構造や火山性異常、水蒸気噴火の発生場・発生機構について地球化学的視点で理解を深化させる。

また、一部の火山については熱水系に含まれるマグマ成分の相対的な多寡を迅速に推定するための手法（選択的迅速分析法）を検討・開発し、火山ガスの化学的観測

の簡便化・効率化を進め、監視評価技術を高度化する。

・テーマ2：マグマ噴火卓越型火山のマグマ活動監視技術の高度化

マグマ活動の監視技術の高度化を目差し、噴煙中に含まれるマグマ揮発性成分の一つであり、火山活動の重要な指標となっている二酸化硫黄の放出率について、地上での連続観測や機動的な繰り返し観測に加え、衛星による観測データを用いることで測定の間隔分解能を向上させる。

観測の複合化により必要となる定量技術の複合化では、観測手法間の精度評価を進めるとともに、気象場を用いた定量法を各観測データの定量解析に適用することによって、二酸化硫黄放出率の解析精度の向上を図る。

測定および解析技術の開発を進めることで、これまで観測が難しかった火山における二酸化硫黄放出率の解析データをマグマ活動の基礎的情報として蓄積し、地殻変動等の連続的な地球物理学的観測データとの統合解釈を進め、時間変化するマグマの移動と揮発性成分の挙動の関係を定量的に評価する手法を検討することによって、マグマ活動推移の可視化を進める。

【副課題3】

・テーマ1：気象衛星・レーダー等による噴火現象の解析

国内外の火山噴火事例を対象として、気象衛星ひまわり8号で観測された衛星データ等を用いて安定的に現業利用できる火山灰プロダクトのアルゴリズムを導入し、ひまわり9号による噴火検知、噴火規模の即時的推定、火山灰雲の実況解析、濃度予測に必要な解析値作成および予測結果の相互検証に必要な解析技術を開発・改良する。

二重偏波気象レーダーと二次元ビデオディストロメーター（2DVD）による観測データを用いて、特に水物質の関与の大きい場合（曇天時等）の噴煙の解析を行う。また、噴煙の解析結果について、衛星による解析結果との比較検証も適宜行う。

・テーマ2：火山灰濃度予測および確率予測のモデル開発

衛星解析による火山灰プロダクトを気象庁移流拡散モデルの初期値に用いて、浮遊火山灰の濃度予測技術を開発する。また、気象庁数値予報モデルによるアンサンブル予報を移流拡散モデルの入力値に用いて、浮遊火山灰の確率予測技術を開発する。さらに噴火の規模によらず、大規模噴火に対しても浮遊火山灰および降灰予測が可能のように、風の影響や傘型噴煙を考慮した新しい噴煙モデルおよび移流拡散モデルの開発・改良を行う。

6. 研究年次計画（研究フロー図を添付）

【副課題1】



副課題 1	令和 6 年度	令和 7 年度	令和 8 年度	令和 9 年度	令和 10 年度
テーマ 1 多項目データの整理・解析に基づく監視・評価技術の高度化	過去事例検索・閲覧システムの開発 大規模データを利用した確率的評価手法の開発		過去事例検索・閲覧システムの改良 大規模データを利用した確率的評価手法の改良		現業化の検討 成果の取りまとめ
テーマ 2 監視データ解析処理技術の開発	GNSS キネマティック解析システムの構築 地殻変動源自動推定システム（プロトタイプ）の開発 震源・震動源自動推定法の開発		全国火山への適用の検討 地殻変動源自動推定システムの改良		

### 【副課題 2】

課題 2	令和 6 年度	令和 7 年度	令和 8 年度	令和 9 年度	令和 10 年度
テーマ 1 熱水系卓越型火山の活動評価技術の高度化	火山ガス・熱水の直接採取・観測および化学組成・安定同位体比分析 火山ガスの選択的迅速分析法の検討		選択的迅速分析法による熱水系卓越火山の観測の実践 ・水蒸気噴火卓越型火山の活動の消長の評価監視技術の高度化 ・水蒸気噴火の発生場・発生機構の理解		成果のとりまとめ
テーマ 2 マグマ噴火卓越型火山のマグマ活動監視技術の高度化	テレメータ観測機器の開発	地球物理データ（副課題 1）	マグマ活動監視技術の高度化 テレメータ観測の実践とリアルタイム解析技術の開発 ・気象モデルを用いた定量化手法の開発・改良 ・二酸化硫黄放出率計測技術の複合化と手法間の精度評価		
			衛星データ解析と気象モデルによる定量化手法の開発・改良	活動的火山への適用と活動評価研究	成果のとりまとめ

### 【副課題 3】

副課題 3	令和 6 年度	令和 7 年度	令和 8 年度	令和 9 年度	令和 10 年度
テーマ 1 気象衛星・レーダー等による噴火現象の解析	気象衛星（ひまわり等）による噴火検知・噴火規模の即時的推定方法の開発・改良 二重偏波気象レーダー・2DVDによる噴煙・降灰観測 水物質の関与の大きい場合（曇天時等）の噴火検知、噴火規模の即時的推定技術の開発・改良		比較検証		成果の取りまとめ
テーマ 2 火山灰濃度予測および確率予測のモデル開発	衛星解析（ひまわり等）による火山灰プロダクト作成方法の開発	衛星解析（ひまわり等）による火山灰プロダクト作成方法の改良	解析値出力		
	火山灰の濃度予測（プロトタイプ）の開発 アンサンブル予報を入力した火山灰の確率予測（プロトタイプ）の開発	火山灰の濃度予測（移流拡散モデル）の改良 アンサンブル予報等を入力した火山灰の確率予測（移流拡散モデル）の改良	初期値出力		
			新しい噴煙モデルの開発・改良		

中間評価時の到達目標（研究期間が 5 年以上の場合）

#### 【副課題 1】

- ・テーマ 1：多項目データの整理・解析に基づく監視・評価技術の高度化  
近年、活動に変化のあった一部の火山を対象として、多項目の観測・解析データを整理し、データベースを構築する。これを利用して、監視・評価業務へ利活

用可能な過去事例検索・閲覧システムの開発を進める。また、データベースの大規模データを基に、数理統計学的な解析による確率的評価手法の開発に着手する。

・テーマ2：監視データ解析処理技術の開発

GNSS キネマティック解析システムを構築し、地殻変動源推定システムのプロトタイプを開発する。また、PF 法等による自動震源決定法をいくつかの火山に適用し、手法の適用条件を整理する。

【副課題2】

・テーマ1：熱水系卓越型火山の活動評価技術の高度化

箱根山、草津白根山、霧島山（硫黄山）などの水蒸気噴火の発生が懸念される火山において火山ガスや熱水を採取し、その化学組成や安定同位体比の分析を進める。蓄積した分析結果の中から火山活動の盛衰を反映する成分を探索し、これを簡便に分析するための手法や分析装置の構成を試案する。

・テーマ2：マグマ噴火卓越型火山のマグマ活動監視技術の高度化

二酸化硫黄カラム濃度計測装置のテレメータ化に向けた改良を行い、精度を高めた気象モデルを組み込んだ、二酸化硫黄放出率の準即時把握を可能にする解析手法の開発を進める。また、極軌道衛星により広域に観測された二酸化硫黄ガス分布に対し、気象モデルを用いた後方追跡計算手法を用いて、二酸化硫黄放出率を逐次算出する手法を開発する。

【副課題3】

・テーマ1：気象衛星・レーダー等による噴火現象の解析

火山灰プロダクトを利用して火山灰の濃度予測の初期値を作成する。また、二重偏波レーダーによる火山灰の定量的推定手法について、噴煙内部の水物質（マグマ由来）の影響を考慮する。

・テーマ2：火山灰濃度予測および確率予測のモデル開発

アンサンブル予報を入力した火山灰の確率予測を開発する。また、噴煙の力学や大気場との相互作用を考慮した次元噴煙モデルを開発する。

7. 研究の有効性（気象業務への貢献、学術的貢献、社会貢献など）

本研究の進捗により、火山現象に対する物理化学過程の統合的な理解が進み、火山活動の監視および評価技術の一層の高度化が可能となる。加えて、大規模噴火にも適用可能な噴火現象の即時的解析・予測技術の開発・改良を行うことにより、気象庁火山業務における噴火警報・予報、降灰予報、航空路火山灰情報等の一層の適時的確な発表、および噴火警戒レベルの判定基準の改善に貢献する。これにより、火山災害の軽減に寄与することが期待される。

文科省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」への成果の提供により、わが国の火山研究の進展や、火山研究人材の育成に寄与する。

また、国際勧告への対応による航空輸送の安全等に貢献する。