

第7次火山噴火予知計画の実施状況等のレビューについて  
(報 告)

平成19年1月15日

科学技術・学術審議会  
測地学分科会

# 目 次

I.	前書き	1
II.	第7次火山噴火予知計画の実施状況	
1.	火山観測研究の強化	
	(1)火山活動を把握するための観測の強化	3
	(2) 実験観測の推進	5
	(3) 評価と課題	7
2.	火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進	
	(1) 噴火の発生機構の解明	9
	(2) マグマ供給系の構造と時間的变化の把握	10
	(3) 火山活動の長期予測と噴火ポテンシャルの評価	12
	(4) 火山観測・解析技術の開発	13
	(5) 国際共同研究・国際協力の推進	15
	(6) 評価と課題	16
3.	火山噴火予知体制の整備	
	(1) 火山噴火予知体制の機能強化	19
	(2) 火山活動に関する情報の向上と普及	20
	(3) 基礎データの蓄積と活用	21
	(4) 地震予知観測研究等との連携強化	22
	(5) 評価と課題	23
4.	特定火山の評価	
	(1) 浅間山	26
	(2) 三宅島	31
	(3) 阿蘇山	37
	(4) 桜島	42
	(5) その他の火山	46
5.	「当面の富士山の観測研究の強化について（報告）平成13年6月」の評価	47
III.	第7次火山噴火予知計画に対する総括的評価	55
	〔用語集〕	59

1. 全国の活火山（108 火山）
2. 火山噴火予知観測網（平成 18 年度）
3. 第 7 次火山噴火予知計画における各機関の役割
4. 火山活動に関連する情報の流れ
5. 火山噴火予知計画実施機関の変遷
6. 火山噴火予知計画の整備進捗状況
7. 国立大学法人の常時観測項目と観測点数
8. 気象庁の常時及び定期観測項目と観測点数
9. 防災科学技術研究所の常時観測項目と観測点数
10. 産業技術総合研究所の常時観測項目と観測点数
11. 国土地理院の常時観測項目と観測点数
12. 海上保安庁における海域火山の監視・観測状況
13. 国立大学法人における集中総合観測及び構造探査実施火山の一覧
14. 国立大学法人における集中総合観測及び構造探査実施火山の報告書一覧
15. 気象庁の火山機動観測実施状況
16. 浅間山に関する火山噴火予知連絡会の活動経過
17. 三宅島に関する火山噴火予知連絡会の活動経過
18. 第 7 次火山噴火予知計画に関する主要論文リスト
19. 大学共同利用機関共同研究リスト
20. 国際共同研究一覧
21. 国際協力機構 火山学総合土砂災害対策コース研修員受け入れ人数(火山学のみ)
22. レビュー調査検討委員会の設置について
23. 火山噴火予知計画実施状況等レビュー委員会の設置について
24. 科学技術・学術審議会測地学分科会委員名簿
25. 科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会委員名簿
26. 科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会  
火山噴火予知計画実施状況等レビュー委員会委員名簿
27. 第 7 次火山噴火予知計画の実施状況等のレビューに係る審議状況

## I. 前書き

我が国は、108の活火山が分布する世界有数の火山国である。先史には一部の地域の縄文文化を壊滅的に破壊するほどの巨大噴火が発生したこともあり、有史以来も度重なる噴火で、しばしば地域社会は甚大な災害を被り、多数の人命が失われてきた。

火山噴火予知に関する研究は、我が国に近代科学が導入された明治以降、研究者の関心事として推進されてきた。1972年（昭和47年）10月から桜島火山の噴火活動が激化したことなどを契機に、火山噴火予知についての社会的要請が急速に高まったことから、測地学審議会（現 科学技術・学術審議会測地学分科会）は、昭和48年6月に内閣総理大臣及び関係大臣に対して「火山噴火予知計画の推進について」の建議を行った。これを受けて、昭和49年度から火山噴火予知計画が実施に移され、火山噴火予知連絡会が設置された。その後、同審議会でも5年ごとに計画が策定され、実施されてきた。

平成15年には、科学技術・学術審議会が第7次計画を建議しており、平成16年～20年度の5か年にわたる計画として、現在なお進行中である。

これまで、雌阿寒岳、有珠山、浅間山、富士山、阿蘇山、桜島、口永良部島等の火山について本計画の実施によって進められた観測研究により、火山噴火予知に関する貴重な基礎資料が得られた。1983年（昭和58年）以来21年ぶりのマグマ噴火が発生した浅間山では、この噴火を機に、地下深部でのマグマの注入と地殻変動及び地震活動との関係やマグマの火口への上昇に伴う重力変化と地殻変動が明確にとらえられるなど、噴火前兆現象やマグマの挙動の把握に関して著しい進展が見られた。しかし、噴火開始直前に活動の高まりを把握して火山情報を発信したものの、明確な噴火時期の予測に至らないまま噴火が開始したほか、その後の火山活動の推移予測などについても、なお解決すべき多くの課題が残されている。2000年（平成12年）に始まる三宅島噴火では世界にも類を見ない多量の二酸化硫黄（ $\text{SO}_2$ ）ガスの長期噴出が継続し、住民は長期にわたる島外避難を余儀なくされた。その後の継続的な観測により、2004年（平成16年）ごろには最盛期に比べ大幅に減少したことを提示し、2005年（平成17年）2月に三宅島全住民に対する避難解除に役立てることができた。しかし、山頂カルデラの陥没などマグマ供給系が大きく変化したことから、中長期的な活動の推移の予測に関しては、解明すべき多くの課題が残っている。

この計画期間中はこれまでのところ噴火発生事例も比較的少なく、住民避難などにつながるような社会的影響の大きな噴火は発生していない。しかし、我が国の火山活動の頻度からするとこのような静穏な状態が長く続くことは期待できない。これまでも活発な火山活動を続けてきた桜島では、始良カルデラへのマグマ蓄積が着実に継続している中、58年ぶりに南岳火口の外側の昭和火口で噴火が発生するなど、新たな活動への展開の可能性もあり、住民にとって噴火推移の予測は重要な関心事である。また、住民の帰島が実現した三宅島でも、時折、小噴火が発生しており、火山ガスの観測を含めた火山活動状況の把握は依然として重要である。

このように噴火発生時期の予測だけでなく、噴火の推移も含めた火山噴火予知の実用化や火山噴火予知連絡会についての社会的要請は依然として強く、観測研究体制の強化は緊急の課題である。一方、第6次計画中の地質調査所、防災科学技術研究所など国立研究機関の独立行政法人化に続いて、基礎研究の重要な役割を担ってきた国立大学の法人化が行

われ、火山噴火予知研究体制に大きな変化が生じつつある。

このような状況において、これまでの火山噴火予知計画による成果等を顧みつつ、第7次火山噴火予知計画の実施状況及び成果等を取りまとめ、今後に残された課題を検討することとした。

## Ⅱ. 第7次火山噴火予知計画の実施状況

### 1. 火山観測研究の強化

第7次計画では、すべての活動的火山の活動度を定量的に把握することを長期的目標として、火山監視観測の一層の強化と常時観測体制の整備を進めることとした。また、火山噴火予知の高度化を目指した基礎研究の推進に対応するため、高精度の多項目総合観測点の整備を引き続き行い、各種の実験観測を実施することとした。

#### (1) 火山活動を把握するための観測の強化

##### ①計画の内容

(ア) 気象庁は、火山噴火予知連絡会に係る大学等の関係機関の協力を得ながら、火山の監視観測を強化する。連続的な監視観測については、既存の連続的な監視観測網に加えて、火山噴火予知連絡会による活火山の分類結果や、それぞれの火山の防災上の重要性に応じて、監視観測に活用可能な大学・地方公共団体等関係機関の観測データ、地震の基盤的調査観測網のデータ、火山機動観測等を活用して、火山監視・情報センターにおける監視観測体制を強化する。火山機動観測については、地熱観測や火山ガス観測、火口近傍での地殻変動、全磁力観測等を継続するとともに、必要に応じて震動観測や空振観測等を長期間実施するなど、その内容の高度化を図る。また、火山活動把握のため、大学・研究機関との共同観測・研究を進める。

(イ) 国土地理院は、電子基準点を活用して活火山及びその周辺での地殻変動をリアルタイムで監視するとともに、必要に応じ活火山の山体等に GPS 観測点を設置し、地殻変動監視を行う。特に活動が活発な火山においては、APS（自動測距装置）等による地殻変動監視を行う。また、活火山及びその周辺において、水準測量及び潮位観測により地殻上下変動を把握する。さらに、地下のマグマ活動をとらえるため、必要に応じて地磁気観測及び重力測量を行う。

(ウ) 海上保安庁海洋情報部は、南方諸島及び南西諸島の海域火山について、航空機による定期巡回監視を引き続き行う。海域火山の活動が活発化した場合には、航空機や無人測量船等による機動的観測を実施する。さらに、地磁気、重力及び海底地震活動等については、繰り返し観測を実施し、海域火山の中長期的な活動を監視する。同時に、人工衛星によるリモートセンシングを活用し、火山活動の監視を実施する。また、験潮所及び火山島等において GPS の連続観測、離島・岩礁等での定期的な GPS 観測、火山周辺海域に設置した海底基準点における定期的な海底地殻変動観測を実施し、マグマ活動の推移を監視する。

##### ②実施状況

(ア) 気象庁は、本庁、札幌・仙台・福岡管区气象台の火山監視・情報センターの運用を平成14年3月に開始した。同センターにおいて連続監視を実施している火山は、火山機動観測による倶多楽、恵山、秋田駒ヶ岳、新潟焼山、白山の5火山を新たに加え、常時観測火山20火山などと合わせて計30火山となっている。連続的な火山監視を行って

る火山のうち、関係する大学、研究機関、行政機関、自治体から、地震データ、映像データなどの提供を受けて監視に活用している火山は、5火山増えて18火山となった。また、地震の基盤的調査観測網のデータを火山監視に活用している。今期間に火山活動の活発化が見られた浅間山、雌阿寒岳、桜島などでは地震、空振、GPS、傾斜などの観測強化を行った。

火山機動観測では、各火山でGPS繰り返し観測、全磁力観測、熱映像観測などを実施し、三宅島、浅間山では二酸化硫黄放出量の観測を定期的に行っている。三宅島の火山観測においては、東京都や関係機関とともに三宅島総合観測班を組織し、事務局として観測・研究の調整を行った。また、集中総合観測や火山体構造探査に参加し、大学との共同観測・研究に着手した。

(イ) 国土地理院は、電子基準点を増設するとともに、データのリアルタイム取得などシステムの改良を進め、電子基準点を活用した活火山周辺の地殻変動の連続監視を行った。火山の地殻変動監視のために三宅島、浅間山、伊豆東部などにGPS観測点を設置した。伊豆大島、岩手山ではAPSによる地殻変動観測を実施したほか、樽前山、有珠山、北海道駒ヶ岳、岩手山、磐梯山、浅間山、富士山、箱根山、伊豆東部、伊豆大島、三宅島、新島、神津島、八丈島でGPS機動連続観測を実施した。

火山変動測量（火山活動に伴う地殻変動を検出することを目的として、火山周辺で定期的に行う測量）として、平成15～18年度にかけて北海道駒ヶ岳、草津白根山、伊豆大島、阿蘇山、霧島山、十勝岳、雲仙岳で水準、GPSなどの測量を順次実施した。伊豆大島、三宅島、伊豆東部で水準測量を繰り返し実施するとともに、伊豆東部では精密辺長測量も実施した。伊豆東部火山群周辺（伊東、初島、真鶴、宇佐見）で潮位観測を実施した。

磐梯山において航空磁気測量（全磁力測定）を実施するとともに、富士山北東部における全磁力連続観測、富士山周辺における重力測定を実施した。

(ウ) 海上保安庁海洋情報部は、航空機による火山活動の監視として、南方諸島方面（火山島：11か所、海底火山：11か所）で年2回、南西諸島方面（火山島：7か所、海底火山：2か所）で年1回の定期巡回監視を実施した。また、海上自衛隊と協力して、南方諸島方面（海底火山：5か所）の監視を年10回実施した。これらに加えて、南西諸島方面、南方諸島方面の臨時監視を、平成14年度10回、平成15年度12回、平成16年度14回、平成17年度38回、平成18年度7回（7月1日現在）実施した。

平成17年度に、海底噴火の発生した福徳岡ノ場で無人測量船を用いた地形調査を実施した。また、福徳岡ノ場付近の人工衛星画像を入手し火山活動の監視を行った。伊豆諸島海域の験潮所と伊豆大島、真鶴に加えて、平成14年に新設した八丈島験潮所の観測点においてGPS連続観測を実施した。銭洲等の離島・岩礁、神津島島内ではGPS移動観測を実施した。また、三宅島西方海域で、海底地殻変動観測を実施した。諏訪之瀬島、伊豆大島、口之島、横当島（トカラ列島）、薩摩硫黄島及び福徳岡ノ場において航空磁気観測を実施した。

### ③成果

(ア) 気象庁では、火山監視・情報センターの運用開始によって常時監視体制が強化され、

新たに連続観測を開始した火山、他機関からのデータの提供を受けて観測が強化された火山では、震源精度が向上するなど監視能力の強化が図られた。

2004年（平成16年）浅間山噴火の際には、爆発的噴火に数時間から30時間先行して傾斜変化が観測されることを見だし、その後同様の傾斜変化がとらえられた場合、噴火の前に火山情報を発表し注意を呼び掛けた。

機動観測では、GPS観測、全磁力観測、熱映像観測などに加えて、浅間山、三宅島で二酸化硫黄放出量の観測を実施し観測内容の高度化を図り、多項目観測による火山活動評価に活用した。

(イ) 国土地理院では、各種の観測によって伊豆東部、伊豆大島、硫黄島、桜島、三宅島、浅間山などで火山活動に伴う地殻変動をとらえた。観測したこれらの地殻変動を基に、浅間山、伊豆東部、伊豆大島などで、地下のマグマの動きや蓄積を明らかにし、火山活動の評価に寄与した。

(ウ) 海上保安庁海洋情報部では、臨時監視を実施することで航空機による観測回数を増やし、2002年（平成14年）8月に伊豆鳥島の噴火を観測したほか、いくつかの火山で変色水を視認した。この観測結果に基づいて、船舶の航行安全確保のために航行警報を発表した。また、度々変色水を観測していた福徳岡ノ場では、2005年（平成17年）7月の噴火後、無人測量船による調査から海底地形図を作成し、最浅水深や噴出量を明らかにした。

## (2) 実験観測の推進

### ①計画の内容

火山活動の定量的な評価と噴火予知手法の高度化を目標として、噴火過程の解明や火山活動の把握、予知手法の確度向上のための基礎研究を含む各種の実験的観測を行う。火山活動状況の把握や噴火ポテンシャル評価のため、計画的に対象火山を定めて集中総合観測や火山体構造探査を実施する。

### ②実施状況

(ア) 大学では、火山活動状況の把握や噴火ポテンシャル評価を目的とした集中総合観測と火山の浅部構造と状態を調べるための火山体構造探査を関連機関と協力して年次的に実施した。集中総合観測では、富士山（平成14年度）、草津白根山（平成15年度）、御嶽山（平成16年度）、浅間山（平成17年度）、有珠山（平成18年度）を対象に地震、地殻変動、重力、電磁気、火山ガスなど多項目の観測を実施した。火山体構造探査は、北海道駒ヶ岳（平成14年度）、富士山（平成15年度）、口永良部島（平成16年度）、浅間山（平成17～18年度）を対象に、人工地震観測や電磁気探査等を実施した。特に富士山と浅間山では、対象火山の活動を総合的に解明するため、集中総合観測と火山体構造探査をほぼ同時期に連携して実施した。

大学は、既設連続観測施設を維持するとともに、その高度化や効率化を実施している。噴火準備過程や噴火後の活動推移を定量的に評価するため、北海道駒ヶ岳に坑内広帯域地震計・傾斜計を設置し、さらに精密相対重力測定を実施、また十勝岳等ではデータ伝

送の高品質化などによる観測網の強化に努めている。火山流体の移動・蓄積や供給率の時間的変化などを解明するために、浅間山では GPS や広帯域地震計を 2004 年（平成 16 年）噴火前に設置、また噴火後には GPS、広帯域地震計、傾斜計などによる観測網の強化や精密重力測定を実施したほか、稠密地震観測及び火山ガス観測などを含む集中総合観測や電磁気構造探査を行った。伊豆大島では、GPS、地震観測網、MT 観測網の強化や高度化を実施し、地中二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）連続観測点も設置した。御嶽山等では、群発地震活動と火山活動の関連性を解明するために地震観測や GPS 観測及び水準測量を実施している。火山活動の即時的レベル判定・評価の手法開発を目指し、阿蘇山では広帯域地震計の設置、口永良部島では水蒸気爆発観測システムによる観測の継続、桜島や薩南諸島では火山性地震の自動分類などを基にした地震活動活発化に対応できるメールによる警報装置を開発した。

(イ) 防災科学技術研究所では、マグマ活動の把握のため三宅島の観測網を維持、富士山中腹 2 か所に抗井式地震・傾斜観測施設を設置、伊豆大島や那須岳ではテレメータ装置を更新、硫黄島では GPS 測量と重力測定の実施に加え、GPS 連続観測を開始するなど、連続観測の維持・強化を行った。群発地震活動が 2002 年（平成 14 年）8 月に活発化した八丈島で広帯域地震計と傾斜計による短期観測を実施した。また、空中赤外映像による火山体表面温度観測を三宅島や浅間山で実施、三宅島では火山ガス濃度分布も測定、さらに衛星搭載 SAR による地殻変動検出を浅間山などで試みた。

(ウ) 国土地理院では、商用電力や既設通信線の利用が困難な地点で、太陽電池や衛星通信を利用する多機能簡易型無人観測装置による観測を行った。また、JERS-1 データを用いた国内外の火山の地殻変動精査を実施し、さらに宇宙航空研究開発機構（JAXA）が 2006 年に打ち上げた陸域観測技術衛星「だいち」（ALOS）のデータを使用した干渉 SAR 解析の実運用のための処理システムの整備と高精度地盤変動測量の実用化及び「だいち」の試験データによる解析システムの検証を実施した。

### ③成果

(ア) 集中総合観測で実施した多項目観測により、詳細な震源分布や地下構造、火山流体の動態についての新たな知見や基礎資料が得られた。特に富士山では、低周波地震の詳細な分布、山体内の熱水存在の可能性、山頂の絶対重力値の決定などに関して成果があがった。草津白根山では、流体貯留層の形態や火山ガスの通路についての知見が得られ、火山流体の上昇過程が明らかになった。御嶽山では山体下に地震波減衰域の存在、群発地震域の隆起現象や二酸化炭素ガスの放出が確認された。火山体構造探査では、詳細な火山体浅部構造が明らかになった。北海道駒ヶ岳では、三次元的な基盤構造が解明された。口永良部島では、稠密観測により詳細な地震波速度構造や熱水溜りを示唆する構造が得られた。富士山では、集中総合観測に併せて火山体構造探査を実施したことにより、浅部構造だけでなく深部低周波地震の発生域を含む地殻・最上部マンツルの地震波速度構造と電気比抵抗構造を明らかにすることができた。

(イ) 浅間山では、GPS や傾斜観測により、2004 年噴火に際して噴火前の火道の膨張などの地殻変動が把握でき、また広帯域地震観測網によって噴火に伴う地震波形の記録が可能となった。航空機や衛星によるリモートセンシング技術により、火口底の変動や温度

変化も把握できた。富士山では、山腹での抗井観測の強化により、低周波地震の検知能力が向上し、高品質の波形取得も可能になるとともに、地殻変動検出能力が格段に向上した。伊豆大島では、多項目の観測により、地殻変動、地震活動、地下電気比抵抗、マグマの脱ガス状況などを把握し、総合的に火山活動を評価することが可能になった。三宅島では、地震活動、地殻変動、全磁力変化、温度、二酸化硫黄ガス放出量などの観測から火山活動の推移を把握することができた。

(ウ) 広帯域地震計による観測で成果があがった。諏訪之瀬島では、爆発的噴火に先行する地盤の隆起と噴火に伴う地盤の沈降を示す超長周期パルスが観測され、桜島と同様に精密に地盤の変動を観測すれば爆発が予知できる可能性が示された。八丈島や浅間山では、地下の岩脈の振動と考えられる地震を観測し、その状態についての推定が可能になった。阿蘇山では、火山性微動の周期が火山活動によって変化することが明らかになった。口永良部島では、高周波地震の活発化に連動した地盤の隆起・膨張と火口直下での熱の蓄積を示す観測結果が得られた。

(エ) 既設観測網のデータ伝送方式の改善や観測管理の効率化等による観測の高度化の結果、霧島山、安達太良山、草津白根山、那須岳、樽前山等の火山では、震源決定能力の向上などの成果があがった。GPS 観測では、多機能簡易型無人観測装置により、岩手山や有珠山など 10 火山以上の地殻変動を把握することが可能になった。衛星 SAR の干渉画像解析により、伊豆東部などの火山地域の地殻変動が検出され、また「だいち」のデータによる干渉 SAR 解析の準備が整い、硫黄島の地殻変動の検出で成果があがった。

### (3) 評価と課題

#### ①火山活動を把握するための観測の強化

(ア) 気象庁は、機動観測の活用による連続観測や諸機関の観測データの分岐によって、陸域の火山監視の強化を着実に進めた。また、火山監視・情報センター運用開始に併せてデータ処理・評価の能力向上に努めた結果、火山活動解説資料等の大幅な質の向上が図られた。しかし、監視体制の十分でない火山もあり、今後も火山監視体制の拡充に引き続き取り組む必要がある。それと同時に、効率的な火山監視を行うために、中期的に監視すべき火山を選定し、それらの火山の監視体制を重点的に強化する必要がある。

(イ) 海域の火山監視については、航空機により海域の火山活動状況の速やかな把握が行われ、船舶の航行安全等に十分成果をあげているが、今後は人工衛星画像の監視への活用も期待できる。また、無人測量船を用いて危険を伴う海域での情報の収集が可能になり、これまでより噴火活動を詳細に把握できるようになったことから、引き続き無人測量船の活用が望まれる。

(ウ) 火山の地殻変動については、全国 1231 点の電子基準点 (GPS 連続観測網) が完成し、火山活動の監視に活用された。解析の迅速化が図られた結果、近い将来のリアルタイム化のめども立ちつつある。また、いくつかの火山では GPS 観測点が強化され、周辺の電子基準点と観測網を構築することで、火山の地殻変動を詳細にとらえることが可能となった。その一方で、観測点が十分設置されていない活火山も多く存在すること、電子基準点の維持及び適切な更新が今後の課題である。海域については、GPS 連続観測点と離

島・岩礁における移動観測を組み合わせることで伊豆諸島海域における地殻変動をとらえたり、三宅島西方海域ではマグマの活動に伴う海底地殻変動観測を世界に先駆けて実施するなど、海域の地殻変動監視能力が向上した。今後、海底基準点を的確に配置することで、マグマ貫入を原因とする海底地殻変動の検出が期待される。

## ②実験観測の推進

- (ア) 広帯域地震計や傾斜計による観測で、地下の岩脈の状態推定や噴火前の火道の膨張など、噴火の準備過程から噴火過程に至る活動を定量的に評価するための重要な情報が得られることが、浅間山、八丈島、三宅島等の火山活動で明確に示された。特に、2004年（平成16年）に噴火した浅間山では、広帯域地震計、傾斜計、GPSなど多項目の観測網により、噴火に至る長期的な活動の変化や噴火直前の前駆的変動を把握することができた。GPSにより長期的なマグマの蓄積過程、広帯域地震計により長周期地震の振動源である火口直下の火山流体の挙動や噴火過程、傾斜計により噴火直前の膨張過程が明らかになり、噴火予知の高度化につながる成果を得たことの意義は大きい。また、次の噴火が懸念される伊豆大島では、各種の観測が強化され、マグマ蓄積過程と地震活動の関係が明確になってきたことは、将来の噴火の前駆現象を判断する上で大きな成果である。観測が強化された富士山においても将来の噴火の前駆現象把握能力が一段と向上し、噴火予知の高度化に寄与している。
- (イ) GPSに加え干渉 SAR も地殻変動の把握に不可欠な観測技術となり、定量的な噴火予知のための標準観測として、これらの観測の重要性が認識された。しかし、これらの観測結果を噴火予知に更に活かすためには、多機関により取得されたデータの統合とそれを用いたモデル化の手順についての検討が必要である。
- (ウ) 火山体構造探査と集中総合観測を富士山で初めて同時期に連携して実施し、地震波速度構造と電気比抵抗構造、地震活動などの総合的な把握に効果を発揮した。その後、浅間山でも集中総合観測に併せた火山体構造探査が実施され、総合的な地下構造の把握が進んだことは評価できる。さらに、明瞭にマグマ供給系を解明するために、今後もマグマ溜りの検出を目的とした総合的な調査や新しい手法の開発が不可欠である。
- (エ) 一方、ほかの多くの既設観測網では、データ通信の効率化や高度化、観測網管理の効率化などにより、観測を維持するための努力がなされた。また、火山体構造探査や集中総合観測などの臨時観測で使用する観測装置についても、より高性能な装置の開発が行われた。しかし、設備費の手当てが不十分なことから既設観測網の更新は進んでおらず、また開発した装置の導入も一部にとどまっている。このため、観測研究に支障を来しており、早急な対応が必要である。また、観測強化がある程度進んだ伊豆大島や浅間山、富士山においてもマグマ供給系をモデル化するにはまだ不十分であり、更なる観測の強化が不可欠である。

## 2. 火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進

火山噴火予知高度化のため、関係機関である情報通信研究機構、大学、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、産業技術総合研究所、国土地理院、気象庁、海上保安庁海洋情報部は、火山噴火予知計画における各機関の役割に基づき連携して、以下の基礎研究を推進することとした。

### (1) 噴火の発生機構の解明

#### ①計画の内容

噴火の発生機構を定量的に理解するために、マグマや熱水等の火山流体の挙動とマグマの上昇に伴う発泡・結晶化・脱ガス過程を各種観測、実験及びシミュレーションによって解明する。また、マグマや火山ガスと地下水との相互作用、及び爆発の発生機構の解明を目指す。

#### ②実施状況

(ア) 大学は、噴火の発生機構の解明のために、諏訪之瀬島、雌阿寒岳などで広帯域地震観測を実施した。また、2004年(平成16年)9月に噴火した浅間山では、噴火の推移観測から噴火機構を明らかにするため、広帯域地震観測及び地殻変動観測網を整備し、絶対重力連続観測を実施した。さらに、噴火の活動度と噴煙の放出状態を検討するため、噴煙の画像解析を行った。防災科学技術研究所は、三宅島、八丈島の地震及び地殻変動観測データからマグマ貫入の理論的解析を進めた。産業技術総合研究所は、有珠山の放熱量・温度変化を再現するための熱水系シミュレーションを実施するとともに、2000年(平成12年)噴火の前後に生じた地下水位変動を観測し、噴火中の流体移動のモデル化を行った。

(イ) 大学、産業技術総合研究所、防災科学技術研究所は、雲仙岳において、火口直下の構造とマグマの脱ガス過程を明らかにするため、先の噴火火道と思われる場所を掘削し、物理検層データと採取試料の解析を行った。また、大学は、マグマ上昇に伴う結晶化や脱ガス過程を明らかにするため、雲仙岳、三宅島、有珠山において、最近の噴出物の組織解析を行った。産業技術総合研究所は、雲仙岳の噴出物中のメルト包有物の揮発性物質分析を行い、火山ガスの起源を検討した。また、チリのビジャリカ火山において噴火中に放出される火山ガス組成を測定し、変動及びその起源を検討した。さらには、噴火過程における脱ガス過程を明らかにするため、高温高圧条件下での発泡マグマ中のガス浸透率についての実験を行った。

#### ③成果

(ア) 浅間山では、噴火に先立つマグマ貫入が噴火直前から岩脈状に起きていたことや、地下水蒸気溜りで起きたと思われる特異な流体の震動が噴火に先立って消失したことをとらえた。また、爆発に伴う振動波形の解析から、膨張、爆発、減圧発泡、マグマ上昇のモデルが提案された。さらに、噴火中のマグマ頭位の高さ変化が重力変化でとらえられることを示した。諏訪之瀬島では、爆発機構のモデルが提案された。三宅島において

は、2000年噴火活動のマグマ貫入、カルデラ形成に伴う火山流体の動きをモデル化することができた。八丈島に貫入したマグマの形状や性質、その後の変化を把握した。有珠山では、2000年噴火前に生じた地下水位変動から、噴火前の地殻応力の変化を推定した。(イ) 雲仙岳では、先の噴火でマグマが新たな場所に岩脈状に貫入し、マグマからの脱ガスが火道を使って行われたことを明らかにした。マグマの発泡と結晶化が起こる深度が異なることや、上昇速度によって結晶化の仕方が異なることを定量的に示した。また、雲仙岳噴火マグマ中の苦鉄質端成分マグマは硫黄に富んでおり、放出された二酸化硫黄はすべて噴火マグマに溶存していたことを明らかにした。チリ・ビジャリカ火山の噴火で放出された火山ガスは、深部からの気泡の上昇による寄与が小さいことを明らかにした。発泡マグマ中のガス浸透実験からは、従来、天然試料の測定から推定されていた浸透率とは異なる結果を得た。また、噴火直後の熱水系が発達するためには、貫入したマグマの浸透率がより大きい必要があることが明らかとなった。

## (2) マグマ供給系の構造と時間的変化の把握

### ①計画の内容

噴火活動を定量的に予測するためには、マグマ供給系や噴火発生場の構造とその時間的変化の把握が不可欠であり、引き続き火山体構造探査を推進する。地球物理学的観測のほか、地球化学的観測や地質調査、岩石学的実験なども併せて推進し、総合的なマグマ供給系モデルの構築を目指す。

### ②実施状況

(ア) 大学では、マグマ上昇過程をより正確に把握するために、噴火の兆しのある北海道駒ヶ岳と口永良部島、深部低周波地震活動の活発化した富士山、及び小噴火した浅間山を対象に、人工地震探査による浅部速度構造の解明を共同して進めた。特に富士山と浅間山では、探査深度を増大するために、稠密地震観測によるトモグラフィ解析や電磁気探査を集中総合観測の一環として実施し、マグマ溜りの検出を試みた。また、富士山では、マグマ供給系を検討するために、試錐調査を含め物質科学的な調査も実施した。浅部速度構造が解明されている岩手山では、自然地震を用いて深部速度構造や速度構造の時間変化を調べた。マグマ供給系や内部構造が推定されている雲仙岳では、既存の人工地震探査データを用いて、後続波解析からマグマ供給系の微細構造の抽出を試みた。さらに、火道掘削データ等の物質科学的な解析結果も加え、マグマ供給系の総合化を進めた。

一方、岩手山、磐梯山や雲仙岳では、地震や地殻変動データなどの詳細な解析を通じて、マグマ供給系やその時間変化を検討した。伊豆大島では、稠密GPS網を展開し、地中二酸化炭素濃度の連続観測などを併せてマグマ供給系の時間変動を調べた。さらに、集中総合観測を実施した御嶽山でも浅部構造を検討した。このほか、マグマ供給系を理解する手掛かりとして、神津島などでは測地データから地殻変動源を推定し、安達太良山等では重力変化を調べた。雲仙岳、九重山や阿蘇山では、繰り返し空中磁気探査から火山体内部の磁氣的構造の時間変化の検出を試みた。

- (イ) 防災科学技術研究所では、三宅島のマグマ供給系や硫黄島で観測された一連の異常現象を説明する総合モデルの構築を進めた。また、浅間山などでは、地震の基盤的調査観測網を用いて噴火などに伴う地震・傾斜の検出に努めた。
- (ウ) 産業技術総合研究所では、有珠山等において物質科学的手法に基づき、マグマの進化やマグマ溜りの冷却脱ガス過程をモデル化したほか、火山構造の発達過程やアナログ実験も加えてマグマ貫入の制御機構を検討した。
- (エ) 国土地理院では、地殻変動として観測されるマグマ供給系の時間変化を実時間で把握するために、GEONETの迅速解を用いた準リアルタイム地殻変動解析システムの構築を進め、伊豆東部火山群の地震活動に伴う地殻変動を解析するとともにシステム評価を行った。
- (オ) 海上保安庁海洋情報部では、中長期的な火山体構造の時間的変化の検出を目指し、北福德堆などにおいて海底地形などの基礎調査を行ったほか、明神礁では地磁気異常分布の時間変化について検討した。
- (カ) 海洋研究開発機構では、マグマ発生・分化・固化に関する理解を深めるために東北日本弧・西南日本弧などの成熟度の異なる火山弧において、系統的試料採集・分析・モデリングを行った。

### ③成果

- (ア) 人工地震探査により、北海道駒ヶ岳、富士山、口永良部島及び浅間山の詳細な浅部速度構造を解明し、山体直下に高速度層の盛り上がりを認めた。人工地震と自然地震を併用した構造探査を行った富士山では、浅部から20km以深までの速度構造を明らかにし、P波、S波速度や電気比抵抗から、深さ10～15kmに超臨界状態の水などの流体、20km以深にマグマ流体の存在を示唆した。また、掘削データ等の物質科学的な検討から、噴火史を再編し、浅部安山岩質マグマと深部から注入される大量の玄武岩マグマの混合という大局的なマグマ供給モデルを示した。浅間山では、地殻変動解析によるマグマの貫入位置を低電気比抵抗領域に認め、マグマ供給系の理解を深めるために人工地震と自然地震を用いた構造探査を進めた。岩手山では、遠地地震のレシーバー関数解析から深さ30km前後に分布するS波低速度層を明らかにし、相似地震を用いて1998年(平成10年)の火山活動の活発化に対応したS波の速度変化を検出した。雲仙岳では、後続波解析により、溶岩ドーム直下の背斜構造を描き出したほか、マグマ上昇路を深さ約3kmで顕著な反射面として、3km以浅では鉛直に延びる弱い反射面としてとらえるなど、探査深度や分解能の向上に後続波解析が有効であることを示した。また、物質科学的に火道掘削データを検討し、溶岩ドーム直下に時代の異なる複数の火道を示す平行岩脈を認め、背斜構造と併せて指状のマグマ貫入モデルを提示した。
- (イ) 岩手山や三宅島では、既存の地震や地殻変動データ等の再解析によりマグマ供給系のモデル化を進めた。岩手山では、1998年の活動に伴う地震や地殻変動源の西方移動を明らかにし、表面熱活動も併せて岩脈状のマグマ貫入と熱水溜りからなるモデルを示した。三宅島では、マグマ溜りの大きさは未知のままだが、マグマシステムをモデル化し、定量的な噴火予測への道を開いた。
- (ウ) 磐梯山、硫黄島や伊豆大島では、マグマ供給系を理解する糸口を見いだした。磐梯

山では、山頂浅部での低周波地震活動に続いて、超長周期震動が 1888 年（明治 21 年）噴火で生じた火口の深さ 5 km で励起されていることが分かった。硫黄島では、定常的な収縮変動と間欠的な隆起変動を認め、水蒸気爆発が間欠的な隆起変動時に発生することを明らかにしたほか、マグマの蓄積を示唆する重力変化をとらえた。伊豆大島では、カルデラ内の地震が全島的な伸張・収縮と同期し、膨張速度と地中二酸化炭素濃度の間に正の相関を認めた。

(エ) また、地殻変動データから雲仙岳では、活動終息後におけるマグマ供給量の低下を示唆したほか、御嶽火山では、東麓の群発地震域浅部に AFMT 探査などから熱水系と想定される地殻変動源を見いだした。神津島などでも地殻変動源を求め、浅間山の小規模なブルカノ式噴火では前駆する傾斜変化を検出した。さらに、伊豆東部火山群では、準リアルタイム地殻変動解析システムにより地殻変動を数時間の遅れをもってモデル化し、システムの有効性を示した。

(オ) このほか、重力変化の解析から北海道駒ヶ岳では、マグマ蓄積量を推定し、安達太良山では、熱水系の消長をとらえた。雲仙岳、九重山、阿蘇山や明神礁では空中磁気探査を行い、九重山では冷却に伴う磁場変化をとらえ、阿蘇山では中岳火口近傍において帯磁を失った領域を抽出することができた。

(カ) 海底火山では、北福德堆、若尊、鬼界カルデラを調査し、若尊では気泡の湧出するカルデラ中央付近に地層のずれを認めたほか、桜島方向へ広がる 1 m 深地温の高温域をとらえた。

(キ) 物質科学的な研究では、岩脈の立体的な分布などに関する基礎データや山腹噴火の履歴に関する時系列情報を整理し、応力を媒介としたマグマ貫入の制御機構モデルが富士山などの火山に適用できることを示した。また、有珠山において、定在する二つのマグマ混合が噴火前に起きたことを解明し、時間分解能の高いマグマの化学進化モデルを構築した。薩摩硫黄島では、上部流紋岩マグマ溜りにおける揮発性成分濃度の時間変化を、マグマ溜りの圧力低下、火道内対流による脱ガス、下部玄武岩マグマから揮発性成分の供給という三つのプロセスで説明した。

(ク) また、成熟度の異なる火山弧の調査を通じて、固体地球の進化に沈み込み帯でのマグマ活動が重要な役割を果たしたというサブダクションファクトリー説を提案したほか、マントルウェッジ内の指状を呈する高温域が火山分布を支配していることや、高温マグマの地殻内貫入に伴う未固化なプルトンの再溶融が中間～珪長質マグマの発生に重要であることを西南日本弧・伊豆小笠原弧において示した。伊豆小笠原マリアナ弧では、島弧地殻の進化と大陸地殻の成長に関する包括的モデルも提案した。

### (3) 火山活動の長期予測と噴火ポテンシャルの評価

#### ①計画の内容

噴火の長期予測や推移予測の手法を確立するために、活動的火山の中長期的な推移を研究するとともに、静穏期にある火山の噴火ポテンシャルを評価する手法を確立するための研究を行う。

## ②実施状況

- (ア) 大学は、富士山においてボーリング調査及び地表調査を行い、得られた試料について、全岩組成、鉱物組成、メルト包有物等の化学分析を行った。桜島について、産業技術総合研究所と共同で、観測井掘削ボーリングコア及び地表火山岩試料について化学分析と年代測定を行った。また、活動履歴と観測データを基に、数十年スケールのポテンシャル評価の方法等について検討を行った。
- (イ) 防災科学技術研究所は、富士山周辺の観測井掘削時の岩石コアの岩石学的、層序学的特長を検討するとともに、火山噴出物の間に堆積している有機物を含む土壌について年代測定を実施した。
- (ウ) 産業技術総合研究所は、雲仙岳山麓で基底に達するボーリングコア及び地表の試料の系統的な年代測定と地質調査を行った。岩手山及び富士山山麓でトレンチ調査を実施し、火山噴火史を解析した。また、伊豆半島地域に分布する火山岩類を採取、年代測定を実施した。

## ③成果

- (ア) 火山活動の長期予測に不可欠な火山活動史に関して、いくつかの火山で新たな知見が得られた。富士山では、組織的な噴火史解析などが行われた結果、富士山山体は、既知の新富士・古富士・小御岳の3期の山体形成期に先立ち、安山岩を主体とする噴出物からなる山体（先小御岳）を形成する活動期があったこと、噴出年代が不明であった過去1万年の山腹噴火の層位と過去2千年間の山腹噴火年代などが明らかになった。また、自然地震を用いた構造探査から推定された10～20kmの低速度層に対応する深部のマグマ溜りから断続的に供給される玄武岩質マグマと浅部のマグマ溜りで分化するマグマの混合が富士山のマグマの多様性を生み出すメカニズムであると推定された。

雲仙岳、伊豆半島地域、岩手山及び桜島についても、火山活動の時空間的変遷、その間の噴火様式やマグマの性質の変化などについて新たな知見が得られた。例えば、雲仙岳の火山活動が約50万年前に始まり、三つの時代に区分され、時代ごとに噴火様式やマグマの性質が異なることが明らかにされた。

- (イ) 有珠山、伊豆大島、三宅島、雲仙岳等の事例分析から、数十年スケールの噴火ポテンシャルの的確な評価には、過去の活動履歴の知識に加え、地震、地殻変動などの観測データの10年以上の蓄積やデータ評価の基礎となるマグマ供給系に関するモデルや経験則などが必要であり、これらの条件をすべて満たす火山は、10火山程度しかないと結論された。噴火ポテンシャル評価の一例として、数十年以内に顕著な噴火発生の可能性の高い桜島について、予想される活動シナリオ、予想される災害や影響範囲等が示された。

## (4) 火山観測・解析技術の開発

### ①計画の内容

火山噴火予知の高度化と実用化に向けて、新たな観測・解析手法や機器・システムの開発を行う。特に、地下のマグマ供給システムの大規模稠密探査のための観測・解析技

術の向上、各種人工衛星・航空機等を用いたリモートセンシング技術の開発と活用、火口近傍での遠隔観測手法の開発と高度化を推進する。また、火山体内部で進行する諸現象を迅速かつ的確に把握するために、多項目観測データ解析手法の高度化及び即時処理と自動評価システムの研究開発を行う。

## ②実施状況

- (ア) 大学では構造探査のための高機能小型オフラインロガーを開発し、このロガーを浅間山における大規模稠密探査で使用した。火山体浅部におけるマグマと地下水の相互作用解明のため、伊豆大島の三原山火口周辺で時間領域電磁法探査を継続的に行うシステムの長期運用を開始した。
- (イ) 衛星を用いた熱的活動や火山ガス観測では、大学は MODIS の赤外データを利用した活火山準リアルタイム熱観測システムを開発し、また産業技術総合研究所では ASTER を用いた観測手法の研究を実施した。航空機による観測では、防災科学技術研究所は航空機搭載 MSS の観測手法開発と可視光から熱赤外域までを超多波長帯域で観測する新しいセンサーを製作し、産業技術総合研究所はヘリコプターを用い高標高・急峻な火山体でも調査可能な高分解能空中磁気探査システムの開発とこれにより取得されたデータの解析手法の開発を行った。また、国土地理院では、GPS と干渉 SAR を総合的に解析し、信頼性を高め、情報を最大限に抽出する手法や GPS 電波の伝播遅延を利用して噴煙柱内の大気成分の温度分布を推定する手法を開発した。さらに、衛星 SAR 解析で培った手法を航空機 SAR による浅間山噴火時の火口観測に適用した。防災科学技術研究所と国土地理院では、衛星 SAR により火口底の変動を把握する手法を開発し、2004 年（平成 16 年）に噴火した浅間山に適用した。
- (ウ) 大学や産業技術総合研究所では、二酸化硫黄や水蒸気等の火山ガス測定をより高度化するための新たな機器の開発を実施した。小型紫外分光計を用いた二酸化硫黄放出量測定装置（DOAS）を開発し、三宅島や浅間山、雌阿寒岳などの火山で観測を実施し、噴煙放出量観測に応用した。火山噴煙中の二酸化硫黄分布の可視化装置開発のため、紫外線対応の CCD カメラを用いた装置のプロトタイプを作成し、桜島や浅間山で試験観測を実施した。また、水蒸気放出量測定装置の開発に着手した。
- (エ) 大学では、伊豆大島で高精度の地震や地殻変動観測と火山ガス測定などの総合的な連続観測を実施している。また、即時処理システム開発の基礎研究として、長期間の地盤変動データから計器のドリフトや季節変化を取り除くための手法を開発し、平成 10 年～平成 14 年の岩手山の観測データに適用した。気象庁では、火山活動に伴う地殻変動や地磁気変化を用いて有限要素法により力学的な数値モデルを推定する手法や新しい地磁気解析手法を開発し、手法の評価と実際の観測データを用いた解析を実施した。
- (オ) 海上保安庁海洋情報部では、GPS－音響測距結合方式による海底地殻変動観測システムの高精度化及び高度化のため、伊豆半島東方や三宅島西方海域等に設置した海底基準点において海底地殻変動観測を繰り返し実施した。また、噴火した福徳岡ノ場での噴火音測定を試みた。

### ③成果

- (ア) 開発された高機能小型ロガーにより多数の観測点を少人数で設置できるようになり、浅間山で実施した火山体構造探査に使用し、稠密な測線を実現して火山体浅部の詳細な地下構造を得ることができた。伊豆大島で実施している長期間の時間領域電磁法探査により高精度の電気抵抗時間変化の三次元的なイメージングが可能になった。
- (イ) 衛星データを利用した活火山準リアルタイム熱観測システムにより、浅間山で噴火に先行する熱異常レベルの上昇を見いだした。三宅島から放出される二酸化硫黄ガス放出量を衛星や航空機搭載 MSS により推定し、COSPEC で測定した値と同等の放出量であることが確認できた。航空機搭載 MSS による温度観測では、複数の画像合成により噴火の影響を低減させる温度観測手法を開発した。高分解能空中磁気探査システムの開発により、すべての火山での調査が可能になり、また高度化した解析手法により精緻な地下構造推定が可能になった。三宅島での GPS 電波遅延量観測値から噴煙柱の大気成分の温度推定に成功した。干渉 SAR 解析により GPS 観測点の安定性が評価でき、信頼性の高い地殻変動解釈に有効であることが分かった。航空機 SAR のデータ解析により、浅間山噴火時の溶岩噴出量の経時変化が推定することができ、また衛星 SAR 画像の火口壁の影から火口底の変動を検出する手法により、浅間山の火口底変動を把握することができた。
- (ウ) 二酸化硫黄放出量測定装置 (DOAS) を開発し、従来の放出量測定装置 (COSPEC) より重量・大きさともに、数十分の一に小型化でき、さらに三宅島や浅間山で実用的に使用できる段階に到達した。携帯型センサーを用いた噴煙化学組成観測装置の開発により、従来観測が困難であった活動的火山の火山ガス化学組成の観測が可能となった。噴煙中二酸化硫黄分布の可視化装置の開発により、秒スケールの噴出量変化まで検出可能になった。
- (エ) 伊豆大島における多項目連続観測により、地震活動、地殻変動、火山ガス濃度の連動的変化が明らかになり、マグマ活動のモデル化のために重要な情報を得た。新しく開発した地盤変動解析手法を岩手山の地殻変動データに適用し、変動源のモデル化に活用した。有限要素法による地殻変動データや地磁気データの総合的解析ソフトウェアの有効性が確認され、浅間山などの観測データに有効に活用された。全磁力観測では開発された確率差分法を用いた火山性変動抽出手法を三宅島等の全磁力連続観測データ処理に導入した。GPS については、山体を遠方からカバーする観測網と山体に分布する観測網を合体して解析する手法を開発し、単純な連結に比べ、信頼性が大幅に向上した。また、簡易気象補正法の考案により口永良部島の微細な地殻変動の検出に成功した。
- (オ) 海底地殻変動観測は、観測及び解析手法の改良により、再現性が向上し、海域での火山性地殻変動観測に適用できる見通しが付いた。

## (5) 国際共同研究・国際協力の推進

### ①計画の内容

火山噴火予知の高度化、特に火山活動の推移や噴火様式の予測に関する研究の進展を図るため、国際共同研究を推進する。あわせて、技術協力、研修生・留学生の受け入れ等を通して国際的な火山噴火予知研究のレベルの向上に資する。さらに、世界の中で我

が国が、火山噴火予知研究の拠点となることを目指す。

## ②実施状況と成果

- (ア) 大学や国土地理院では、国外の大学や省庁などの研究機関と学術協定締結などの連携を通じて、インドネシア、フランス、アリューシャン、カムチャッカ、台湾などの活火山の観測研究を実施した。また、英国ロンドン大学と連携し、東アジアの火山活動に関する衛星データの解析システムの構築を試みた。防災科学技術研究所は、米国地質調査所 (USGS) と共同で硫黄島カルデラ調査を、イタリア国立地球物理学研究所と「火山溶岩流災害軽減手法の開発」研究を実施した。産業技術総合研究所は、オーストリア地質調査所と共同でイタリアの活火山の空中磁気、重力探査を実施し、火山の浅部地下構造を明らかにした。イタリアの国立地球物理学研究所や大学と協力して噴煙観測を実施し、火山ガス供給過程のモデル化を行った。また、インドネシアのカルデラ火山の共同調査を、エネルギー・鉱物資源省地質・鉱物資源総局と実施し、カルデラ火山の噴火経緯について明らかにした。大学、産業技術総合研究所、防災科学技術研究所などが中心となり、5か国の研究者が参加した雲仙科学掘削では、先の噴火の火道試料を採取しマグマ上昇のモデルを提案した。
- (イ) 海外での突発火山噴火の対応として、2002年(平成14年)のパプアニューギニア、パゴ火山の噴火において、気象庁と大学は、緊急援助隊専門家チームを派遣し総合調査を行った。パプアニューギニアやマリアナの火山活動を評価し、地元自治体に対して助言を行った。また、2003年(平成15年)に噴火したマリアナ諸島アナタハン火山において、大学はUSGS及びサイパン危機管理局と連携して観測研究を実施した。
- (ウ) 大学、防災科学技術研究所、気象庁は、国際協力機構の「火山学・総合土砂災害対策」、「地震津波火山観測システムの運用・管理」などの集団研修員や留学生を東南アジア、中米などから受け入れた。また、防災科学技術研究所は、エクアドルに専門家を派遣するとともに、火山観測データの解析手法について技術協力をした。さらに、気象庁は、フィリピン火山地震研究所に対する技術協力のため、専門家や調査団の派遣と研修員の受け入れを行った。
- (エ) 気象庁は、東京VAAC(航空路火山灰情報センター)において、カムチャッカからフィリピンに至る領域の火山灰の実況及び拡散予測情報を、関係機関、航空会社等へ提供し、航空機の安全運行に寄与した。

## (6) 評価と課題

### ①噴火の発生機構の解明

物理観測に基づく研究では、浅間山、三宅島、八丈島で火山流体の移動が観測によって把握でき、流体移動のモデルが作成された。また、マグマ上昇過程における火山近傍においての地下水観測の有効性も明らかにした。そこでは、火口近傍での観測と基盤構造データなどを加えたシミュレーションが重要である。

物質科学の分野では、掘削試料や噴出物の解析及び火山ガス組成測定により、マグマの上昇・脱ガスなどの噴火過程に関する理解が進んだ。今後、噴火予知の高度化のため

には、更にそれらの過程の深さ変化などの理解が不可欠であり、掘削による試料採取と解析、室内でのマグマ上昇の再現実験、ガス浸透圧など地下の条件での物理量測定などの結果を用いたモデル化及び物理観測量を加味した総合モデル化が重要である。

## ② マグマ供給系の構造と時間変化の把握

人工地震探査により、北海道駒ヶ岳、富士山、口永良部島において、これまでの探査と同様に山体直下の地震波速度の高い領域の盛り上がりをとらえるなど、浅部地震波速度構造が明らかになり、震源の決定精度を高めることが可能になった。この高速度域の盛り上がりは、雲仙岳においては火道掘削により確かめられた。また、富士山、岩手山、浅間山において、人工地震と自然地震観測の結果を併用し解析深度の増大を図ったこと、雲仙岳で反射波の後続波解析により解析分解能を向上させたこと、及び富士山、浅間山において、地震波速度だけでは解像度が不十分であった深度の火山流体の分布を、地震波速度データと合わせて電気比抵抗データから明らかにしたことは大きな前進であると評価される。

一方、岩手山、磐梯山、伊豆大島、三宅島、硫黄島、雲仙岳では、地震や地殻変動の定常的観測データ等に基づき、マグマ供給系や熱水系のモデル化が進み、いくつかの火山では、マグマ供給系の時間変化もとらえることが可能になった。これらは地震や地殻変動観測などの積み重ねが重要な役割を担っており、観測網の整備と高度化が今後も必要である。

富士山、雲仙岳などでは、掘削やトレンチ調査により、マグマ組成の時間変化に関する情報が得られた。また、雲仙岳、有珠山、薩摩硫黄島では、マグマ貫入、マグマの化学的進化、及び脱ガスのモデルがそれぞれ提案された。今後、上記の結果に、現在の物理化学観測データを加味した統合的なモデル化が必要である。さらに、発達過程の異なる火山弧においては、物質科学的な研究及び地球物理学的観測研究から、マグマの発生や進化過程に関するモデルが提案された。今後は、得られた研究成果を更に噴火予知に絡めたマグマ過程の研究へと結びつけることも必要である。

## ③ 火山活動の長期予測と噴火ポテンシャルの評価

富士山などのボーリングを含む地質調査、系統的な岩石の化学分析や年代測定が組織的になされた火山では、長期予測と噴火ポテンシャル評価の基礎となる新たな知見が得られた。しかし、火山活動の長期予測を目的とした組織的な調査研究は端緒に就いたばかりであり、今後、この種の組織的な調査研究を計画的に実施する必要がある。

より短期的な噴火ポテンシャルの評価に必要な地震や GPS などのデータの蓄積も進んでいるが、モデルや経験則に基づき中期的な観点から噴火の可能性を評価できる活火山は一部である。今後、噴火ポテンシャル評価が可能な火山数を増すためには、常時観測体制の整備と併せて、集中総合観測や火山体構造探査等の観測研究を実施する必要がある。

最近の噴火例からも自明なように、静穏期の長い火山では大規模噴火や顕著な地殻変動などの異常が発生する可能性がある。過去に大規模噴火が発生していて静穏期の長い火山やカルデラについても、総合的な調査研究を実施する必要がある。

#### ④火山観測・解析技術の開発

人工地震、自然地震、電磁気を併用した探査によってより詳細な火山体構造を得ることができるようになった。しかし、マグマ溜りを含む深部構造の解像度を上げるためには、自然地震の高密度観測に加えて、導入が開始された小型データロガーを活用した地震探査、及び更なる解析法の工夫や技術開発が必要である。

人工衛星や航空機によるリモートセンシング技術が火山の地殻変動観測、空中磁気観測、熱やガス測定に有効であることが実証された。特に、干渉 SAR は、既存衛星でも火山の地殻変動把握に有効であることが示された。さらに、火山噴火予知に有効な地殻変動データを得るためには、運用を始めた「だいち」や干渉 SAR と GPS データの併用を含めて、継続して観測衛星を使用できることが重要である。

小型火山ガス測定装置の実用化に成功し、火山ガス観測の機動力が格段に向上した。今後は、分析精度の向上や火山噴煙中の二酸化硫黄分布の可視化装置や水蒸気量測定装置の継続的な開発が必要である。

開発した多項目観測データの即時処理・自動評価システムの有効性が確認できた。今後、観測データの高品質化や多量化に適した手法開発やデータ処理の自動化とともに、関連する複数機関の観測データを統一的に解析できる体制を整えるなど、噴火予知に役立つ枠組みの構築が望まれる。また、海底火山の活動に関しては、海底地殻変動観測や水中音によるモニタリング法などの観測システムの開発、更なる観測機器の整備や実験観測が必要である。

#### ⑤国際共同研究・国際協力の推進

研修生や留学生は、我が国で学んだ技術・知見を本国で火山観測に活かし、自国の火山学の発展や火山防災に寄与している。また、外国の火山に関する共同研究や噴火への緊急対応は、地元防災機関への貢献だけでなく、国内火山との比較研究や大規模噴火の事例研究として、火山噴火予知の高度化を行う上で有効であることが示された。今後も外国火山での共同研究を発展させるためには、恒常的観測網の設置や維持のための資金と日本側研究者の確保が重要である。また、そのような可能性のある火山地域の観測を展開している研究者や機関との連携網を作ることも重要である。今後、雲仙科学掘削プロジェクトのような、多機関が参加できる物理・化学観測と物質科学分野を含めた国際共同研究も推進することが必要であろう。

### 3. 火山噴火予知体制の整備

第7次計画では、火山噴火予知の高度化を図るため、防災機関、大学、研究機関は、それぞれの役割分担を明確にして、監視体制の充実・高度化を図り、迅速かつ総合的な活動評価とこれに基づく実用的な情報を発信する体制、広範な基礎研究を推進するとともに、将来の火山噴火予知を担う研究者を養成する体制、火山噴火予知技術の体系化と実用化を目指した研究を推進する体制の強化・整備を進めることとした。また、これら体制の強化と併せて関係機関が連携して火山噴火予知体制の機能強化、火山活動に関する情報の向上と普及、基礎データの蓄積と活用などに取り組むこととした。

#### (1) 火山噴火予知体制の機能強化

##### ①計画の内容

火山噴火予知の高度化を目指して、監視観測体制の整備を進めるとともに、基礎研究の進展のために、大学の法人化後も各大学の研究施設の機能確保に努め、さらに火山噴火予知技術の体系化に向けた開発研究を強力に進めるための体制の整備を図る。また、火山噴火発生や活動推移の的確な予測に向けて、火山噴火予知連絡会の機能強化を図るとともに、研究者の育成・流動化の促進を図り、将来の火山噴火予知に備える。

##### ②実施状況と成果

気象庁は、火山監視・情報センターの運用を開始し、関係機関から観測データの提供を受けるとともに、今期間に火山活動の活発化が見られた複数の火山で、多項目の観測を強化するなど、監視観測体制の整備に努めた。

大学は、法人化後の各大学の研究機能確保を目指して、火山噴火予知研究協議会を中心に、関係大学が協調して予算要求するなど、大学間の連携を強化した。さらに、火山噴火予知研究協議会は、火山体構造探査及び集中総合観測の候補火山の決定、実施方法の検討、及び他機関との火山観測データ交換の考え方、協定作りなどでも大学間の意見調整に重要な役割を果たした。2004年（平成16年）浅間山噴火に際しても、火山噴火予知研究協議会が中心となった全国連携での観測研究が実施され、噴火状況を把握する一定の成果が得られた。

十分に観測スタッフが配置されていない施設では、学内に研究協力支援部門を設置するなど、関係研究者の協力を得て研究体制を充実するための方策を試みた。

また、全国共同利用研究所の枠組みを通じて全国の大学、研究機関と共同研究を推進し、基礎研究の推進に努めた結果、例えば、約1世紀近くになる火山性地震観測の成果をレビューした火山性地震・微動のデータベースが作成されるなど、今後の研究を展開していく上での参考になる成果が得られた。

後継者の育成を目指して、学生を積極的に受け入れるとともに、大学院の社会人入学制度を活用して関係機関の職員を受け入れることにより、火山活動の監視・評価技術等の質的向上に寄与した。

気象庁は、火山噴火予知研究関係者間の情報共有を図るために、火山噴火予知連絡会委員向けのホームページを開設した。また、火山噴火予知連絡会の本会議資料の事前配

布やテレビ会議システムなども活用した事前意見交換を行い、火山噴火予知連絡会の会議運営の効率化が行われた。各機関の会議資料の電子ファイル化と事前提出により、事務局による各火山ごとの資料取りまとめが可能となり、定例会での資料検索が効率化された。

火山噴火予知連絡会本会議は、テレビ会議システムによって各火山監視・情報センターや地方気象台に中継され、情報の共有化が図られている。火山監視・情報センターなどが地元大学と頻繁に火山活動資料の検討を行い、火山活動評価能力の向上が図られた。

これらに加えて、火山業務に係る職員数を増やし、火山噴火予知連絡会事務局機能の強化を図った。

## (2) 火山活動に関する情報の向上と普及

### ①計画の内容

(ア) 気象庁は、火山噴火予知連絡会に係る機関の協力の下、火山活動に関する情報の質的向上を図るため、火山活動度を数値レベルで分かりやすく表現する対象火山を順次増やす。また、火山情報を社会に効果的に生かすために、地方公共団体等防災関係機関に対して、火山情報や火山噴火予知連絡会の活動評価結果を解説するとともに、適切な助言を行う。さらに、防災機関や住民が火山に関する情報をより一層容易に利用できるよう、火山情報や火山活動の状況等をインターネット等を通じて積極的に発信する。

(イ) 海上保安庁海洋情報部は、海域及びその付近における火山噴火等の情報を収集整理し、船舶の安全航行確保のため、航行警報による情報提供を行う。

(ウ) 気象庁及び関係機関は、火山活動に関する情報の地域防災への有効活用を図るために、市町村などの防災担当者、さらには工学及び社会科学等他分野の専門家を交え、適切な情報の在り方、適切かつ迅速に情報伝達するための手法等について検討する。

(エ) 気象庁及び関係機関は、防災行政担当者、報道関係者、火山周辺の住民を対象に、火山活動や火山防災に関する研究会・勉強会を適宜開催するとともに、ハザードマップ作成等の防災施策に対して専門家として助言を行うなど、火山学や火山防災知識の普及活動を積極的に推進する。

### ②実施状況と成果

(ア) 気象庁は、火山活動度を定量的に評価し発表する方法として火山活動度レベルの導入を進め、平成 15 年 11 月に浅間山、伊豆大島、阿蘇山、雲仙岳及び桜島の 5 火山で、平成 17 年 2 月に吾妻山、草津白根山、九重山、霧島山、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島の 7 火山で火山活動度レベルの公表を開始し、火山活動の状況をより分かりやすくした。

また、地方公共団体などの防災関係機関に、説明会を開催するなどして火山活動の解説を行った。浅間山、雌阿寒岳、桜島の噴火の際には、周辺の自治体等で構成される協議会において、火山活動の状況を説明し適切な防災対応のための助言を行った。

全都道府県への情報伝達の迅速化を図るため、オンライン情報提供システムの高度化を推進し、平成 15 年度までに完了した。さらに、平成 18 年には市町村及びその他の防

災関係機関の火山情報の利用をより効果的にするために、インターネットのウェブや電子メールを活用するなど情報提供の多角化を図った。また、気象庁からの情報をより多くの人が容易に利用できるように、インターネット上の気象庁ホームページを活用して火山情報を速やかに公表するとともに、火山活動の状況を解説した資料を定期的に掲載している。これらにより、火山情報の伝達体制が強化された。

(イ) 海上保安庁海洋情報部は、南西諸島、南方諸島地域の火山活動について情報収集を行い、船舶の航行安全確保のために平成 14～18 年度の 5 年間に、37 回の航行警報を発表した。定期巡回監視及び臨時監視等による情報の連絡体制を確立しており、速やかな航行警報の発出を行っている。

(ウ) 気象庁及び関係機関は、関係する省庁や都県とともに、火山情報の在り方や伝達手法について有識者等の意見を聴取しつつ検討を進めた。その一つとして、平成 13 年に社会科学や工学の専門家を含む「富士山ハザードマップ検討委員会」が設置され、火山情報の出し方などについても取りまとめが行われた。また、その検討結果は、国、県、市町村の役割分担と具体的な防災対策を含む「富士山火山広域防災対策基本方針」として平成 18 年 2 月に中央防災会議において決定された。

また、気象庁は、随時自治体から意見聴取を行い、火山情報の問題点等の把握に努めた。特に、2004 年（平成 16 年）浅間山噴火の後には、火山情報の活用状況などを把握するために、住民対象のアンケート調査及び地元自治体防災担当者へのヒアリングを行った。その結果によれば、現状の火山活動度レベルの認知度はあまり高くないとみられ、啓発活動の重要性が認識された。

(エ) 気象庁及び関係機関は、樽前山、北海道駒ヶ岳、有珠山、浅間山、富士山、雲仙岳、桜島など様々な火山について、勉強会、出前講義、講演会、巡検、新聞や TV 等での解説などを通して、防災関係者、自治体職員、地元住民、学生や生徒、報道関係者等への火山及び火山防災の知識の普及、啓発を行った。雲仙岳についての日頃の啓発活動による意識向上もあり、平成 19 年の火山都市国際会議を島原市で開催することになった。

また、各火山のハザードマップ作成に専門家として参加したほか、地域の防災対策連絡会議などのメンバーを務め、火山防災対策に関する助言等を行った。桜島では、改訂の助言・指導を行った桜島火山防災マップが、平成 18 年 3 月に出版公表され、昭和火口からの噴火に際しては、活動の見通しや必要な規制についての解説が新たな警戒区域の設定等に反映された。

### (3) 基礎データの蓄積と活用

#### ①計画の内容

火山活動の評価と予測において、その基礎となるデータの整備と活用は重要な課題であるため、精密な地形図や火山地質図等の様々な地図情報の整備を推進する。また、噴出物量、岩石学的分析、年代決定等に関する精密で定量的な基礎データの整備を一層進め、より詳細な噴火史を明らかにする。

さらに、噴火の前兆現象を始め、特に社会対応で重要となる噴火開始後の活動推移の予測や終息の判断を支援する基礎データ収集と整理を行うとともに、それらのデータフ

ファイルに基づき予測データベースを開発し活用することを目指す。データベースの作成と活用においては、国際的な研究協力を積極的に取り組む。基礎資料の公表や活用においては、電子出版やインターネットなどの形態も活用する。

## ②実施状況と成果

約1世紀近くに及ぶ火山性地震観測の成果をレビューした火山性地震・微動についてデータベース化が進められるとともに、集中総合観測、機動観測、火山体構造探査による観測データ蓄積が行われ、活動評価や予測に用いられた。また、活火山の評価に当たり、火山活動度指数を量的に定めるなどの基礎データを作成した。これに基づいて活火山が、108火山に見直され、活動度がA、B、Cの3ランクに分類された。一方、WOVO (World Organization of Volcano Observatories) の火山データベースとの連携について米国地質調査所 (USGS) と協議が行われた。

火山地質図は、岩手山、三宅島の火山地質図が刊行され、既存の13火山の地質図のウェブ版や日本の第四紀火山の基礎データの公開、岩手山及び三宅島の詳細データ集 (CD-ROM版) が出版された。火山関連の5万分の1地質図としては、八甲田山、開聞岳が刊行された。さらに、口永良部島で火山地質図、富士山の地質図編集が進められた。富士山、雲仙岳、岩手山などにおいては、ボーリングやトレンチの採取試料を用いて、噴出物の年代測定、化学分析の基礎データが系統的に蓄積された。これらにより、三宅島、岩手山、富士山、雲仙岳における詳細な噴火履歴が明らかにされた。また、全国の火山ハザードマップを収録した「日本の火山ハザードマップ集」(DVD-ROM版) が刊行された。

火山基本図を秋田焼山、富士山、三宅島、雲仙岳、伊豆東部火山群、薩摩硫黄島、諏訪之瀬島について、火山土地条件図を磐梯山、富士山、伊豆大島について刊行した。平成18年度に、火山基本図「伊豆大島」、火山土地条件図「安達太良山」を刊行する予定である。また、数値地図10mメッシュデータ (CD-ROM版) が13火山について刊行済みであり、さらに11火山を追加して刊行する予定である。

空中赤外映像装置により三宅島や浅間山などの火口温度状況の変化や他の火山の温度分布画像が取得された。また、浅間山、有珠山、岩手山、富士山の空中磁気異常図が作成され出版された。さらに、日本、フィリピン及びインドネシアの主な火山についてのASTER画像のデータベース化と、時系列画像のインターネット上での公開が行われた。

硫黄島、南日吉海山、北福德堆、明神礁、福德岡ノ場、硫黄島、八丈島、伊豆大島、新島、若尊、鬼界カルデラ、口之島、横当島、諏訪之瀬島などの海底火山、火山島においては、海底地形、地磁気、重力、地震、海底地質構造調査結果のデータベース化及び海域火山基礎情報図が作成され、インターネットで公開された。

## (4) 地震予知観測研究等との連携強化

### ①計画の内容

火山噴火予知の高度化及び活動評価のため、火山噴火予知計画による観測網の整備に加えて、火山近傍での基盤的調査観測網や地方公共団体等の観測網を有効活用する。ま

た、地震予知観測研究等と連携して火山活動と広域地殻活動との関連や火山体の深部構造に関する共同研究を推進する。

## ②実施状況と成果

気象庁は、地震の基盤的調査観測網のデータの中から、火山近傍の観測点のデータを活用することにより、火山の地震観測網がない火山についてもある程度の火山性地震活動の監視が可能になった。また、東京都やその他の地方自治体から地震観測データの分岐を受けることによって、観測点の複数点化など観測体制の強化が図られた。

大学と防災科学技術研究所は、常時及び臨時火山噴火予知観測網と地震予知観測網や基盤的調査観測網等の地震観測データを併せて用いることにより、火山深部の構造やより広域の地殻・上部マントル構造の研究を進めた。特に、富士山においては、基盤的調査観測網を含む既存常時観測点と臨時観測点の地震データを統合した長期稠密地震観測を実施し、自然地震による深部構造解明のための観測研究を実施した。その結果、深さ10～15kmの深部低周波地震発生領域の地震波速度が低速度であることが明らかになり、低周波地震の発生機構に関して重要な知見が得られた。さらに、御嶽山において地震予知観測網や基盤的調査観測網及び長野県・岐阜県の防災用テレメータ観測網を活用した臨時地震観測を実施し、山体を通過する地震波が大きく減衰することを明らかにした。

大学では、火山噴火予知研究協議会が、平成18年に地震予知研究協議会と統合し、新たに地震・火山噴火予知研究協議会が発足した。この合併により、旧火山噴火予知研究協議会は、火山分科会として活動することになった。

## (5) 評価と課題

### ①火山噴火予知体制の機能強化

(ア) 火山監視・情報センターの運用開始や関係機関からの観測データ提供、機動観測における多項目観測等によって、火山監視機能の強化と高度化が図られた。しかし、まだ監視体制が十分に整備されていない火山も多く、順次監視体制の拡充強化を図る必要がある。

(イ) 火山噴火予知連絡会は、情報の事前交換やテレビ会議システムの導入により、会議運営の効率化が図られ、また、気象庁の火山業務に係る職員の増員により事務局機能が強化されたことは評価される。

(ウ) 観測体制が十分に整備されていない施設で設置された研究協力支援部門は、研究体制を充実させる上で重要であった。しかし、今後の財政的な支援に問題が残るなど根本的な解決策とは言えない。また、大学では、活発な活動が続く桜島などを共同利用のフィールドラボラトリーと位置付け、共同研究を多数実施してきたが、法人化後に進行中の教員や技術職員の削減が今後も継続すると共同利用のフィールドラボラトリーとしての機能が果たせなくなる蓋然性が高い。大学における火山噴火予知体制の機能強化のため、研究者や技術者の確保は重要であるが、本計画期間中に人員の確保がされず、今後の体制強化に向けた各大学内での取り組みや新たな枠組みの構築などによる人員確保が必要である。

(エ) これまでは社会人入学制度の活用も含め、博士課程学生の確保ができた。しかし、最近では、学部での火山学教育が十分に行われていないことや、学位取得後の就職が困難なことなどから、火山学を志望する大学院生が少ない状況が続いている。今後の研究活性化のために、学生の確保に努める必要がある。また、今後も社会人入学制度等を活用しての関係機関の職員の受け入れによって、火山活動の監視・評価技術等の向上を図る必要がある。

(オ) 火山噴火予知技術の体系化・実用化を進めるためには、研究体制の組織的整備が不可欠であることが建議で指摘されたにも関わらず、本期間中には体制整備につながる具体的な動きは見られなかった。

(カ) 気象庁では、集中総合観測や火山体構造探査など、大学との共同観測・研究に参加する体制が確立された。

## ②火山活動に関する情報の向上と普及

(ア) 12火山で導入した火山活動度レベルは、浅間山噴火の事例のように、火山情報を分かりやすくし、防災対応の実施を円滑にする効果があり、今後、他の火山でも順次火山活動度レベルの導入を進める必要がある。しかし、浅間山においても火山活動度レベルの認知度が高いとは言えない。また、火山活動度レベル4以上では防災対応とのリンクが不明確で、その改善が必要である。

(イ) 火山情報では、桜島 2006 年（平成 18 年）活動時の情報のように依然として専門用語や分かりにくい表現が用いられている場合があり、平易な表現の使用や火山の知識の普及を進める必要がある。

(ウ) 中央防災会議の「富士山火山広域防災対策基本指針」で、防災対策の起点となる火山情報を明確に位置付けたことは、先進的なケースとして意義が大きい。今後、この成果を他の火山に活用していくために、富士山とは異なる検討事例の蓄積を図っていく必要がある。

(エ) 平素からの啓発活動によって、火山防災への意識向上が可能であり、今後も地元関係機関と連携しながら、住民講座などの啓発活動を継続する必要がある。また、桜島など一部の火山では、大学、気象庁等の努力によって、住民や行政が期待する火山活動に関する知識の普及、火山防災への助言が行われている。ただし、全国の火山で行うには、火山専門家の数が不足しており、今後 NPO 法人なども視野に入れた人材活用を図る必要がある。

## ③基礎データの蓄積と活用

(ア) 火山性地震データベース、定期的及び総合的な観測や探査によって各種のデータが取得され、火山現象の判断に活用されている。また、世界の火山に関する火山活動のデータベース化が噴火予知に有効で、その構築のために USGS などとの連携を進める必要がある。

(イ) 活動度の高い活火山から順次、地質図、火山基本図、火山土地条件図の刊行や公開が進んだ。また、噴出物の年代や化学分析値などのデータベースが整備されつつあるが、刊行には至っていない。

(ウ)「日本の火山ハザードマップ集」が編集刊行され、火山防災のための基礎資料として活用が期待される。

(エ) 地殻変動の面的把握に有効である衛星SAR観測のデータベース化が重要である。また、東アジアの主な火山のASTER画像をデータベース化し、時系列画像として公開するなど、各種データのwebを中心とした公開が進んでいるが、今後はより一層使いやすく、効果的なデータベース構築が必要である。

#### ④地震予知観測研究等との連携強化

(ア) 地震観測網がない火山周辺の地震活動の監視は、基盤的調査観測網の活用や地方自治体からのデータ提供によって強化され、火山監視体制全体が底上げされた。

(イ) 大学の火山噴火予知と地震予知に関する研究は、その歴史や防災に対する社会的背景が異なるため、両者はこれまで独自に研究計画を進めてきたが、火山噴火予知研究協議会と地震予知研究協議会が統合されたことで、観測研究を統合的に進める体制が整った。今後は、地下構造解析、機器開発などの共同研究を通じて、連携を進めていくことが望ましい。

(ウ) 地震予知観測研究等との連携によって、マントルウェッジ内のマグマ発生域から上部地殻内のマグマ溜りに至る火山深部構造の解明に引き続き取り組む必要がある。また、深部低周波地震の発生機構を解明するためにも火山深部構造の研究が必須であり、低周波地震発生場の地震波速度及び減衰構造異常をより定量的に明らかにする必要がある。

## 4. 特定火山の評価

### (1) 浅間山

#### ①火山活動の状況

浅間山は、歴史上数多くの噴火を繰り返してきた我が国でも最も活動的な火山の一つである。1108年、1783年には規模の大きな噴火が発生して火砕流や岩屑なだれ、溶岩流が発生し甚大な災害をもたらした（天仁、天明噴火）。19世紀末から20世紀中頃までは活発な山頂噴火を繰り返した。20世紀の後半からは、1973年（昭和48年）の噴火後、マグマが噴出する活動はなく、1982年（昭和57年）～1983年（昭和58年）の噴火や1990年（平成2年）の小規模な噴火の後には、時折火山性地震の多発が見られたものの、比較的静穏な火山活動が続いていた。

2000年（平成12年）ごろから火山性地震の多発や噴煙活動の活発化等、時折火山活動に高まりが見られるようになり、2003年（平成15年）2月～4月には少量の火山灰を放出した。その後も噴煙活動や地震活動に活発な状態が続いた。2004年（平成16年）5月ごろからは、地下へのマグマ注入によると考えられる地殻変動が観測されるようになり、7月下旬からは山頂の近傍でも地殻変動が観測され、火口底の温度上昇等が観測された。

2004年9月1日、山頂火口で爆発的噴火が発生し、火口北東約4kmに最大径10cmの火山岩塊が降下する等、風下に火山礫、火山灰が降下した。9月16日～18日には小爆発を断続的に繰り返し首都圏でもわずかに降灰が認められた。この時期に、新たな溶岩が火口に出現し火口底が約50m上昇した。その後も12月初旬にかけて噴火を繰り返した。火山ガス中の二酸化硫黄放出量は増加し噴火後に最大4700トン/日が観測され、2004年末まで高いレベルで推移した。

2005年（平成17年）に入ってから地震活動や噴煙活動が活発な状態が続き、山体の膨張は継続したが、2005年の夏ごろには地震活動・地殻変動ともに以前の状態に戻った。また、火口温度は噴火後やや低下したが、2005年末でも微弱な火映現象が見られるなど火山活動はやや活発であった。その後、2006年（平成18年）夏ごろには、地震活動や火山ガスの放出が低下し静穏な状況になった。

#### ②火山活動に対する対応

##### (ア) 実施状況

浅間山とその周辺では、大学、気象庁、防災科学技術研究所による地震観測が行われている。大学では、2004年9月1日噴火の直前から山頂部の地震観測を強化し、噴火開始後には、大学、気象庁が火口を取り囲む地震観測網を更に強化した。また、大学と気象庁は、リアルタイム地震データの交換を行い地震観測体制が強化された。

地殻変動については、国土地理院、大学、気象庁によってGPS、傾斜計、光波観測が行われている。噴火開始後には、国土地理院、大学、気象庁は、GPS観測点及び傾斜計観測点を増設し、地殻変動観測網を強化した。また、噴火開始後から水準測量の定期的観測を大学が開始した。

大学では、噴火前から重力観測を、噴火開始直後には絶対重力の連続観測を実施した。

二酸化硫黄放出量測定は、気象庁、大学によって噴火前から断続的に行われていたが、噴火開始後は産業技術総合研究所も加わって共同で繰り返し観測を実施した。

噴煙状況や火口の熱観測は、航空機搭載型や地上設置型赤外映像装置によって気象庁、防災科学技術研究所、大学によって実施された。噴火中の火口の地形変化は、国土地理院、防災科学技術研究所による航空機や衛星搭載型合成開口レーダーによる観測、大学、気象庁、産業技術総合研究所による現地調査及び航空機からの目視観察が実施された。さらに、噴出物の堆積状況や噴出物の化学分析は大学、産業技術総合研究所によって行われた。

気象庁は防災機関として浅間山の火山活動を監視し、火山活動の変化に応じて火山情報を発表した。2004年9月1日の噴火7分後に臨時火山情報を発表し、火山活動度レベルを2（やや活発な火山活動）から3（小～中規模噴火）に上げた。また、火山活動の低下した2005年6月には、火山活動度レベルを3（小～中規模噴火）から2（やや活発な火山活動）に下げ、2006年9月には火山活動度レベルを1（静穏な火山活動）に下げた。

地元自治体等防災機関に対しては、気象庁や大学が活動の解説、助言を適宜行った。火山噴火予知連絡会では、観測データの総合的評価を行い、統一見解を発表した。

### （イ）具体的成果

2004年9月噴火に先立って、火口直下数百mまでに起こる特異な長周期振動の発生頻度が低下し、一週間前には起こらなくなっていたことが分かった。山頂直下の地下水等の流体が、上昇してくるマグマの熱で消失するモデルが考えられた。また、山頂火口から地下約4kmまで垂直にB型地震発生域が、さらに、そこから地下約4kmで西方に広がるA型地震発生域が確認された（図1）。それぞれ、火道と板状のマグマ溜りの上面と対応付けられた。また、中規模程度の噴火に伴った爆発地震の波形解析から、火道上部を占めるマグマ柱の栓部除去・マグマの発泡・爆発が連続して起こるモデルが提案され、爆発メカニズムの解釈が進んだ。

地殻変動観測からは、噴火の数か月前から浅間山の地下約4kmにあった板状のマグマ溜りが膨張したことをとらえた。噴火までの体積増加量は、約700万 $\text{m}^3$ となり、今回噴出したマグマ量（約200万 $\text{m}^3$ ）より多い。

主な爆発的噴火の数～30時間前に傾斜変化が認められ、9月末以降の噴火については、噴火前に火山情報を発表して注意を呼び掛けることができた。主な噴火イベントに先駆けて、浅間山の中腹にある観測点では、絶対重力値が増加から減少に転じる規則性が認められた。これは、火口直下にあるマグマヘッドの上昇によってこの変化が生じるモデルが提案された。光波測距によってもマグマ上昇に伴う距離変化をとらえた。

二酸化硫黄放出量は、主な爆発的噴火及び9月中旬の連続噴火時に多く、地震活動レベルの変化と調和的である。噴火後も二酸化硫黄の放出が連続的に続いたことから、三宅島2000年噴火と同様に、噴火後に地下に安定な火道が存在し、マグマの脱ガスに伴う火道内マグマ対流が生じているというモデルが提案された。

航空機や衛星搭載型の合成開口レーダーを用いた山頂部の繰り返し観測により、噴煙のため観測が困難であった火口内においても地形判読が可能となり、溶岩が主に9月中～下旬に噴出したことが明らかにできた（図2）。

噴出物の分布調査と火口観測により、2004年噴火の規模は、似た噴火推移をたどった

1973年噴火よりも小さいことが分かった。9月1日噴出物は、ほとんどが古い山体の岩石片であり、パン皮火山弾としてマグマ物質を少量含んでいた。9月中旬以降は、ほとんどがマグマ物質に置き換わった。火山灰の揮発性成分分析から、9月1日の噴出物は、火口内で長期間高温の火山ガスにさらされていたこと、9月中旬噴出物は脱ガスが進行したマグマ物質であることなどが示された。

### ③今後の課題と展望

噴火に先立ち火口直下の低周波地震の発生頻度が低下したことや、絶対重力計によるマグマヘッドの移動をとらえることができた。また、傾斜観測により浅間山の噴火でも前駆する地殻変動を検出できることが分かった。これらの成果を考慮すると、今回発生したような中規模程度の噴火の開始や推移を予測する上では、高精度の連続観測ができる体制を維持されることが望まれる。また、今回明らかになった、変動源等を含む統合的な地下モデルを、実施中の自然地震や人工地震及び電磁気による構造探査によって検証し、噴火予測の精度を向上する必要がある。

山岳地域におけるGPS観測は、気象補正の困難さから、平地における観測に比べるとS/N比が悪い。今後、気象モデルを基にしたデータの補正等、一層精密な地殻変動の解析技術の開発が必要である。さらに、浅間山山頂部の調査は、活動状況及び天候の変化等による制約に加えてアクセスが厳しい。安全で高精度の観測を実施するためには、無人ヘリコプター観測やレーザープロファイラーを利用した火口地形や噴出物堆積状況把握を実施する等、現地調査に代わる遠隔観測法の開発が重要である。

二酸化硫黄放出量の自動計測システムの構築によって、その結果と地震等の常時観測結果とを合わせ解析することにより、より詳細な噴火予測ができるようになると考えられる。また、爆発による噴煙の挙動や降灰の特徴を把握することが、噴火の性質を明らかにするだけでなく防災上も重要である。

火山噴火予知連絡会は、今回の浅間山の噴火活動を通して、各関係機関の観測データの総合評価を続け、概ねその予測どおりに火山活動が進行した。しかし、長期的な活動予測についての診断手法は現段階では乏しく、浅間山の火山活動が中長期的に今後より活発な噴火活動に至るのか、今回の活動が一時的なものであるか等は、現時点では分かっていないので、高精度の火山活動観測の体制の維持とともに、地下のマグマ供給系を明らかにする火山学的研究が重要である。

また、浅間山が20世紀中頃まで活発な噴火活動を繰り返していたことや、現在は観光地や別荘地が広がる浅間山の北斜面が過去の噴火による大被害を受けたことなど考慮すると、地元における火山防災の啓発活動を強化し、将来の火山災害の軽減に努める必要がある。

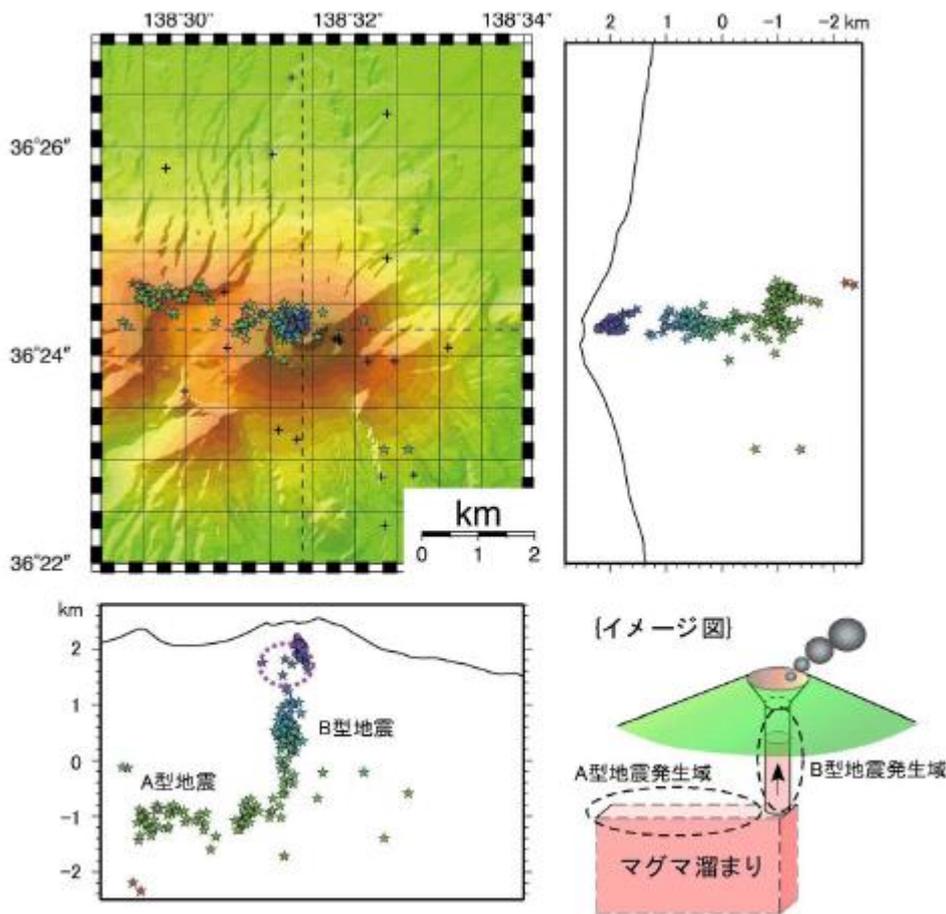


図1 2004年浅間山噴火で発生した火山性地震震源（東京大学による）。2004年9月末～2005年1月に発生した地震の震源を示す。浅所に密集する震源は9月1日噴火直前に群発した地震。破線丸印は2004年6月に発生した長周期震動に伴う短周期地震源。GPS地殻変動から推定されるマグマ溜りの位置は、地下約4 km付近で西に伸びるA型地震の発生域直下にあたる。東京大学と気象庁の地震観測データを使用。

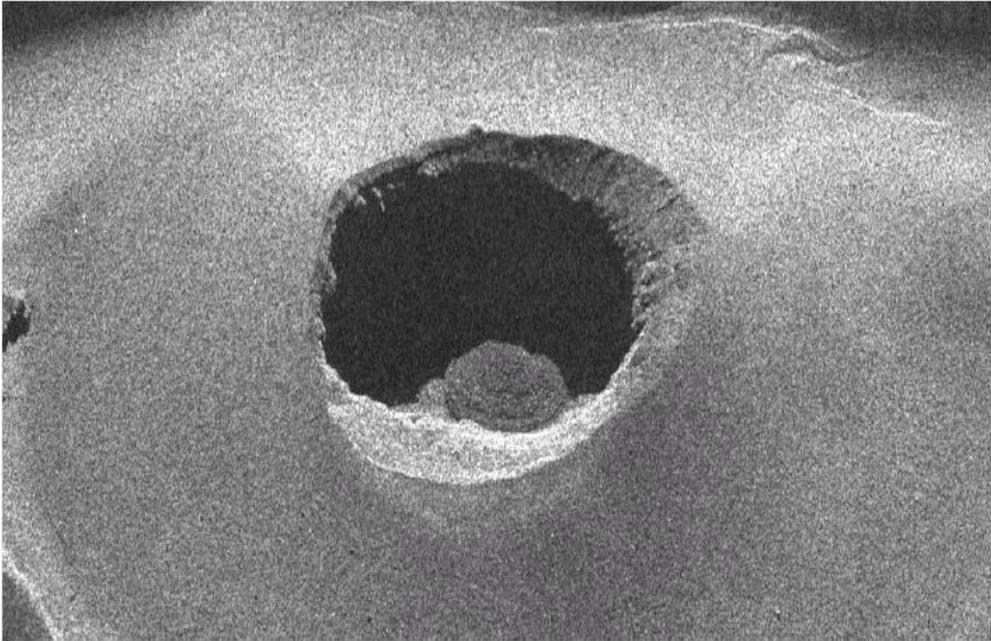


図2 噴火中の浅間山山頂火口の合成開口レーダー画像（2004年9月16日撮影。国土地理院による）。航空機搭載型合成開口レーダーによって北側から撮影された（画面上が北）。火口底に渦巻き模様の表面構造を持つ饅頭状溶岩塊が認められる。

## (2) 三宅島

### ①火山活動の状況

2000年(平成12年)6月26日に三宅島南西部を震源とする地震活動から始まった三宅島の火山活動は、西方海域での海底噴火、新島・神津島近海でのマグマ貫入によると考えられる活発な地震活動、雄山山頂の陥没、カルデラ形成、大規模噴火に至り、9月に三宅村は全島避難指示を発令した。その後、規模の大きな噴火は発生しなくなったが、多量の火山ガスを放出する活動に移行し、2000年末には1日あたり5万トンを超す二酸化硫黄放出量が観測されるようになり、山麓でも高濃度の火山ガスが観測されるようになった。

火山ガスの放出量は2000年末頃をピークに次第に減少し、2003年(平成15年)には最盛期の10分の1程度まで減少したが、その後は横ばい傾向となり、2006年(平成18年)3月現在でも、二酸化硫黄放出量は1日あたり2000~5000トンと、多量の火山ガス放出が続いている。2001年(平成13年)以降は、山麓で降灰がある程度の噴火は時々発生しているが、大規模な噴火は発生していない。東京都及び三宅村ほかは、全島避難後、泥流対策などの応急対策、復興対策を続け、2005年(平成17年)2月1日、全島に対する避難指示は解除された。しかし、山麓では、まだ高い火山ガス濃度を示すことがあり、一部地域を高濃度地区に指定する等の規制が続いている。

### ②火山活動に対する対応

#### (ア) 実施状況

三宅島では、気象庁、国土地理院、海上保安庁海洋情報部、大学、防災科学技術研究所が、常設観測点を設置して常時観測を行っている。気象庁は、監視カメラ、地震計、空振計、GPS等を設置し、本庁火山監視・情報センターにおいて24時間監視を行っている。この間、2000年噴火直後の応急的な観測体制を見直し、観測点の再配置を行う等観測を強化した。国土地理院は、既設の電子基準点に加え、GPS機動連続観測点、火山変動観測点を追加して地殻変動監視を継続している。海上保安庁海洋情報部は、三宅島周辺でのGPS連続観測による地殻変動監視を実施している。大学は、GPS連続観測を行うとともに、現地収録で観測していた全磁力観測をテレメータ化した。防災科学技術研究所は、地震及び傾斜変動、GPS、地磁気観測を継続している。

火山ガス観測や火口地形観察等、ヘリコプターを利用した空中からの観測は、防衛庁、海上保安庁、警視庁、東京消防庁の協力を得て実施した。気象庁、産業技術総合研究所及び大学のCOSPECや新たに開発されたDOASによる二酸化硫黄放出量の観測は、当初、ヘリコプターを利用していたが、現在は、地上から実施している。

火山ガスについては様々な観測手法が適用された。気象庁と産業技術総合研究所は、監視カメラ映像データや赤外熱映像を用いた水蒸気放出量観測、及び噴煙中の火山ガス組成比(CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比)の観測を実施した。また、大学と産業技術総合研究所は、火山灰に付着した水溶性成分やアルカリ吸収法による大気中の火山ガス成分の分析を行った。さらに、防災科学技術研究所と産業技術総合研究所は、航空機搭載MSSであるVAM-90Aを実験的に改造した二酸化硫黄検出実験と衛星画像を用いた二酸化硫黄放出量測定法の開発をそれぞれ行った。また、気象庁は、数値気象モデルを利用した火山ガス移流拡散モデルの開発を

実施した。

2000年に形成された山頂カルデラや火口の形状変化を把握するために、気象庁、大学及び産業技術総合研究所が、定期的にヘリコプターからの地形の観測を実施している。国土地理院は、航空機搭載型合成開口レーダーや写真測量による精密地形計測を実施した。

山頂カルデラ及び火口周辺の熱的状态の推移把握のため、気象庁はヘリコプターからの温度観測を、防災科学技術研究所は航空機からの VAM-90A による温度観測を定期的に行っている。さらに、海上保安庁海洋情報部は、航空機による周辺海域も含めた熱計測、磁気測量、目視観測も実施している。

噴出物については、大学及び産業技術総合研究所が現地調査及び採取試料の化学分析や粒径分析を行うとともに、メルト包有物の詳細分析による、噴火・脱ガスマグマ組成の解析を行った。また、産業技術総合研究所は、噴火・噴煙活動が地下水に及ぼす影響を解明するため、地下水の観測も実施した。

地殻変動については、前述の常時観測に加え、国土地理院は外周道路及び雄山周遊道路の一部における水準測量を、海上保安庁海洋情報部は三宅島西方海域における海底地殻変動観測を、大学は三宅島における GPS 繰り返し観測と三宅島及び神津島での重力精密繰り返し測定を実施した。

国土地理院は、5千分の1火山基本図「三宅島（I）～（VI）」を2004年に刊行し、この6面を編集した1万2千分の1火山地形図を作成した。また、調査、研究等の災害に関する公共的な活動に利用してもらうため三宅島のGISデータをホームページで公開した。

火山噴火予知連絡会は、以上のような様々な観測結果を基に、火山活動の総合的評価を継続的に行い、社会への情報発信を続けた。三宅村に協力して、避難住民への定期的な説明会も実施した。帰島決断直前の2004年（平成16年）12月には三宅島の火山活動評価のための拡大幹事会を開催して「火山活動に大きな変化はなく、現段階で大規模な噴火につながる兆候はない」との見解をまとめた。また、気象庁は、東京都現地対策本部への支援チームを継続的に派遣する等、東京都とも連携して、応急対策に携わる関係機関への火山活動の解説・助言、火山ガスの見通しを含む気象情報を発表する等の支援活動を行った。全島避難解除後も、住民に対して火山ガスを始めとする火山活動状況や気象の解説業務を三宅島測候所が中心となって行っている。

### （イ）具体的成果

ヘリコプターから実施する COSPEC による二酸化硫黄放出量測定では、ヘリコプターのローターノイズが大きな問題となったが、DOAS ではそのノイズが問題にならず、後者の方が優位であることが示された。また、VAM-90A を改造した観測により二酸化硫黄濃度を定量化することができた。

各種の火山ガスの組成・放出量の観測手法の応用により、三宅島の火山ガス放出量と組成の変動が詳細に観測された。火山ガス放出量は2000年末を頂点として、2003年初頭にかけて最盛期の約10分の1にまで漸減し、その後はほぼ一定になった。それに対し、火山ガス組成は、全ての期間を通じほぼ一定であった。水蒸気放出量は、噴煙活動開始直後（2000年9月）に際だって大きかったが、その後減少し、以後は二酸化硫黄放出量の変動と同様の变化をしている特徴がある。これらのことから、噴煙活動の初期には火口内の地下水の

気化による寄与があったと推定されるが、火山ガス放出量の減少過程においては、火山ガス放出過程の諸条件（マグマ組成や脱ガス条件等）に大きな変化がなかったことが推定された。メルト包有物中の揮発性物質の分析結果と、火山ガス組成の比較により、火山ガスは2000年に噴火したマグマを低圧下で脱ガスさせた組成と一致することが明らかにされた。その結果、三宅島における長期にわたる大規模な火山ガス放出活動は、火道内マグマ対流脱ガス、すなわち地下深部のマグマ溜りから火道を通じてマグマが地表近傍に上昇し、脱ガスしたのちに再びマグマ溜りに戻るという過程で生じていることが推定された。放出量の減少は、火道の狭窄によるマグマ流量の低下が原因と考えられる。一方、カルデラ形成に伴ってマグマ溜り内に崩落した相対的に低温の物質がマグマを冷却し、そのことが大規模な脱ガスの引き金となったとする考えもある。

地表での二酸化硫黄濃度を評価するため、数値気象モデルを利用した火山ガス移流拡散モデルを開発し、風が弱い時は昼夜の地表面濃度の差が大きくなること、風が強くなるとこの差は小さくなり、風下側に高濃度域が広がること、北東風の時は風下側の広範囲に火山ガスが広がることが分かった。これは、火山ガスの見通しを含む気象情報に生かされている。

上空からの観察では、カルデラ壁の崩落は2000年秋以降もゆっくりと続いているが、大きな変化はなく、周辺の海域についても、変色水は観測されているが大きな変化は認められていない。これらの目視観測結果は、各機関のホームページ等を通じて公表された。各種の遠隔による温度観測では、火口内の温度は2002年以降緩やかな低下を示した。電磁気観測の結果からも、2001年11月までは火口直下の温度は上昇していたが、それ以降、低下に転じたことが明らかになった。

地下水観測の結果、三宅島地下水には噴火直後に火山灰・火山ガス起源と考えられる成分濃度の変動が認められたものの、大きな変化がないことが確認された。

二酸化硫黄放出期（2000年9月以降）の地震活動の解析からは、震源は山頂カルデラ火口直下に集中していること、波形の特徴から低周波地震、やや低周波地震、高周波地震に分類できることが明らかになった。高周波地震とやや低周波地震が火口浅部で集中的に発生する現象が2004年以降明瞭で、しばしば空振や微噴火を伴う低周波地震が発生して活動が終息する現象が見られた。火口内直下で発生する高周波地震は正断層型が卓越し、震央は高温領域の周辺に集中している。また、火山性微動も観測されており、連続微動の振幅は二酸化硫黄放出量とよい相関を示した。

地殻変動については、各機関の実施しているGPS及び傾斜観測のデータを総合的に解析し、2000年6月26日から27日にかけての活動初期のマグマの移動過程、同年7月8日以降のカルデラ形成過程、同年9月以降の山体収縮過程における地殻変動源を明らかにしたモデルを構築した。二酸化硫黄放出期に観測されている収縮は、ガス放出によるマグマ溜り内の圧力減少を反映していると考えられている。

また、2002年（平成14年）以降、傾斜計で記録された周期40分の振動を分析し、マグマ溜りと開口した火道の振動である可能性が指摘された。

以上の様々な観測研究成果に基づく火山噴火予知連絡会による火山活動の総合的評価や気象庁による地元での解説は、三宅村等関係機関の適切な防災対応の判断に資することができた。特に、三宅島の二酸化硫黄放出量の観測結果は、火山活動の総合的評価に資する

観測データとなるとともに、住民帰島の判断材料にもなった。2004年末の火山噴火予知連絡会拡大幹事会の見解は、三宅村が避難指示解除を決断するための一つの大きな根拠となった。

火山基本図は、各方面で活用されるとともに、火山地形図は、三宅島全戸に配布された。

### ③今後の課題と展望

2000年の三宅島の火山活動では、玄武岩質マグマのマグマ溜りから三宅島の西方への移動などに伴う地殻変動が傾斜計、GPSなどの近代的機器で観測された。これら良質の観測データから地下のマグマシステムがモデル化されているが、マグマ溜りの空間的広がりや中心火道との関係等が、まだ解決されていない基本的な問題として残っている。また、2500年ぶりに山頂カルデラが形成され、今後の噴火の様式等、火山活動の推移についてのシナリオの検討も必要である。

山頂カルデラ形成以後の多量の火山ガスの継続的放出は、今回の三宅島の活動の最も特徴的な現象であり、火山学にとっても関心事の一つである。そのメカニズムが十分に理解されているとは言えず、火山ガスの放出率が噴火前の状態に戻る条件についても未解明である。放出量低下の条件の一つとしては、例えば、山頂カルデラ地下の帯水層の復活が考えられる。火山ガスの放出停止のメカニズムを解明するには、地震・地殻変動等の観測と並行して、地下水の挙動をとらえるための観測（電磁気、重力を併用した観測、及び掘削坑を利用した地下水の連続観測、掘削坑及び地表観測による電磁気三次元連続観測）を行うことも必要であろう。

火山ガスの観測については、三宅島の大規模な火山ガス放出の観測を効率的に実施するために、各種の手法が開発された。今後、火山ガス組成比の観測等の事例を蓄積し、火山ガス放出活動と他の地球物理学的諸現象との関連についての研究を推進する必要がある。しかし、現在の手法は、数日～数か月に一回程度の観測にとどまっている。火山ガス放出量や組成の変動を火山性地震や地殻変動等のデータの変化と比較することは、マグマシステムを理解するために不可欠であり、時間分解能を高めた火山ガスの観測が必要である。そのため、噴煙中の二酸化硫黄ガスの濃度分布とその変化を二次元でとらえ、高精度で火山ガス放出量を測定できる装置等、火山ガス放出量・組成の連続観測手法の開発が重要である。三宅島の火山観測においては、無人機材を使った遠隔観測の試みも行われたが、今後、簡便、安価で確実に実施できるような機器の開発が必要である。また、火山ガス移流拡散モデルは、今後も火山ガス災害の予測に活用される可能性を持っているが、予測精度の向上のためには噴煙の出口付近における運動の理解と観測が重要である。

一方、既に南西部の深部でマグマ供給による山体の膨張が始まっていることが明らかになっており、三宅島における地震・地殻変動等の常時観測については、今後も継続していく必要がある。二酸化硫黄ガスの高レベルでの放出が続き、山腹では依然道路の損壊が頻発している厳しい環境下で、連続観測を継続することは、種々の困難があるため、機関をまたがる観測データの共有と統一解析を今後も推進していくことが望ましい。

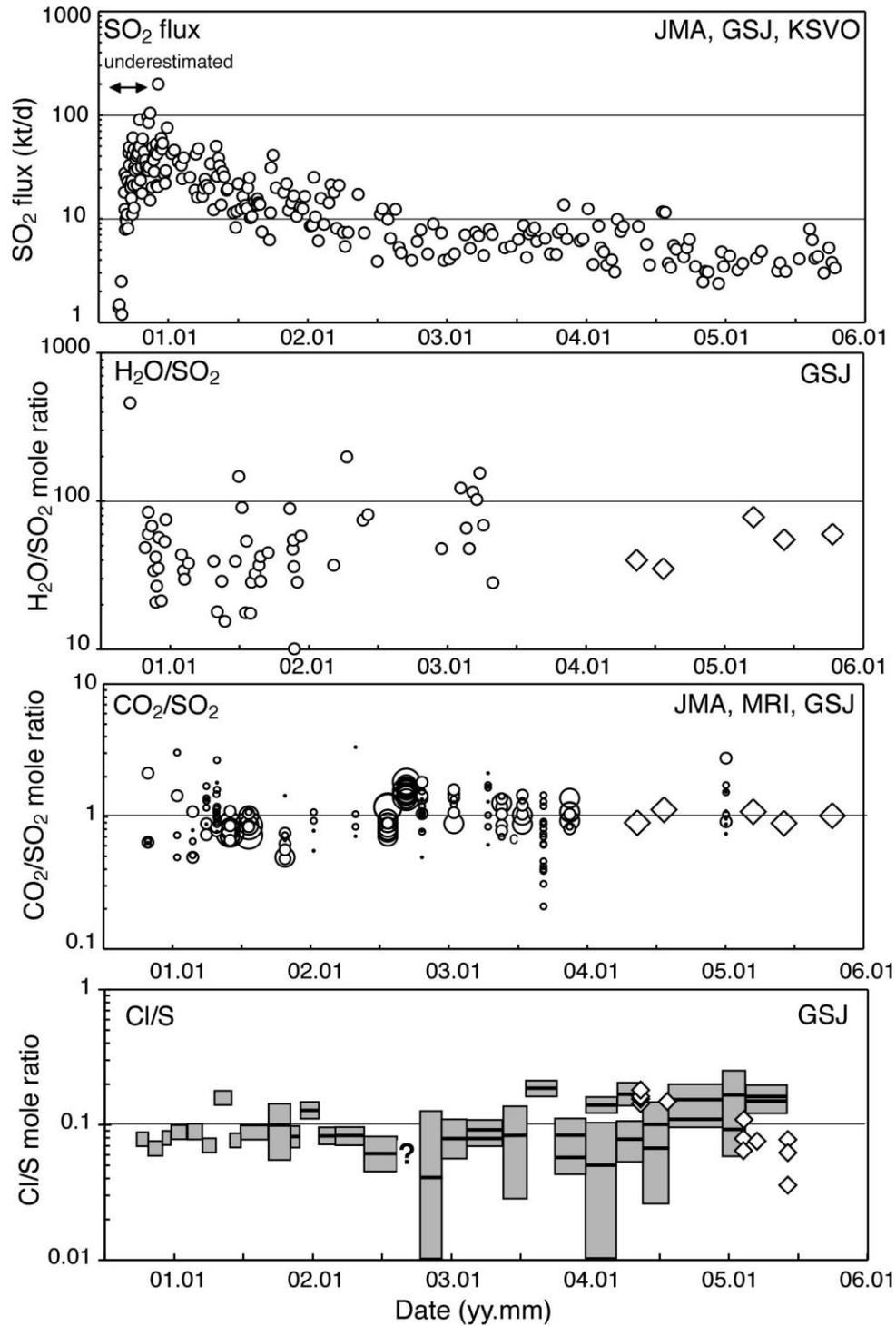
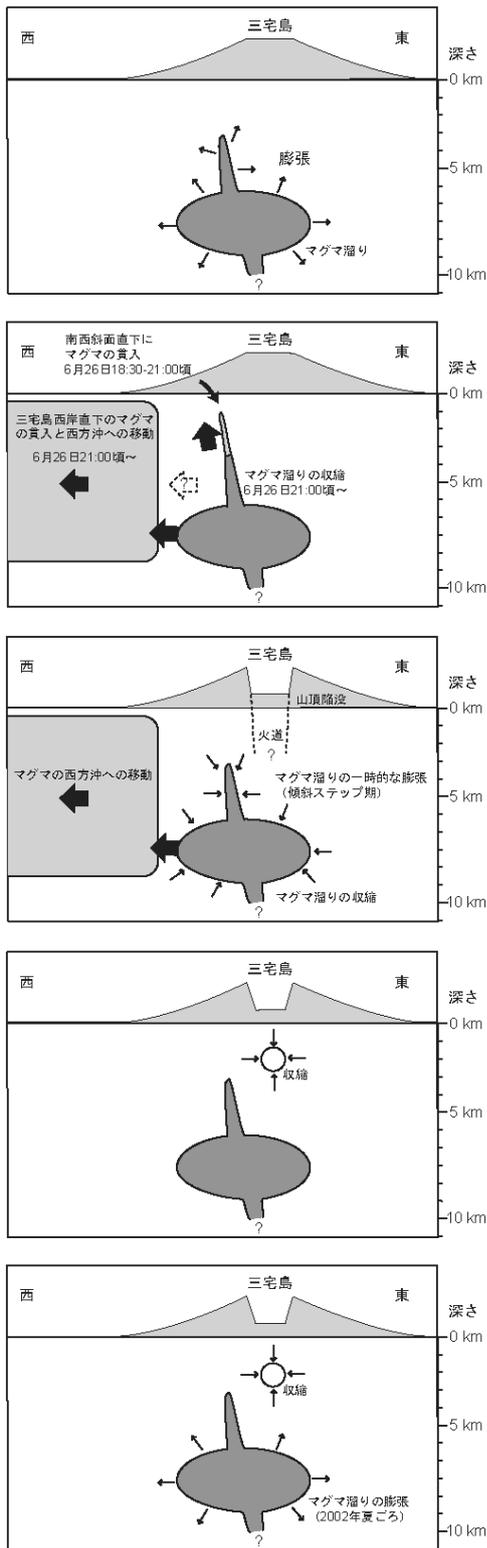


図3 三宅島火山ガス観測結果。第1段：二酸化硫黄放出量。第2段：H<sub>2</sub>O/SO<sub>2</sub>比。第3段：CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比。第4段：Cl/S比。第2～4段の◇は、火口近傍での直接観測による値。○は、ヘリコプター等による上空での観測結果。第3段の○の大きさは精度（大きいほど精度がよい）を表す。第4段の長方形は、アルカリ吸収法による値。（気象庁・産業技術総合研究所・東京工業大学の観測による（火山噴火予知連絡会会報））



**噴火準備期間 1983年-2000年**

1983年の割れ目噴火後から2000年噴火活動開始前まで、島の南西部深さおよそ3~10kmにあるマグマ溜りが膨張。

**岩脈貫入期 2000年6月26日-27日**

6月26日18時30分頃、マグマ溜りの上端から三宅島の南西斜面の深さ1~3kmに岩脈の貫入がはじまる。21時頃から、新たに西方へのマグマの貫入と、マグマ溜りの収縮がはじまった。この時に南西斜面の貫入は停止した。

**山体収縮期・傾斜ステップ期**

**2000年6月28日~9月17日**

マグマの西方への移動とマグマ溜りの収縮が続く。7月8日~8月18日に、マグマ溜りの一時的な膨張による傾斜ステップが発生した。その間、山頂の陥没が進行した。

**ガス放出期 2000年10月~2001年5月**

マグマ溜りの収縮は小さくなり、山頂直下深さ約3kmで球状収縮源の収縮が続いていた。

**ガス放出期 2001年6月~**

マグマ溜りの収縮はほぼ停止。2002年6-12月にマグマ溜りの下部の球状部分の一時的な膨張が見られた。山頂直下深さ約3kmで球状収縮源の収縮が続いている。

図4 GPSデータと傾斜計データから推定した1983年から2002年の地殻変動源。(防災科学技術研究所・国土地理院による(火山噴火予知連絡会会報))

### (3) 阿蘇山

#### ①火山活動の状況

阿蘇山は、有史以来頻繁に噴火している我が国有数の活火山である。近年は中岳第1火口での活動が中心で、1958年（昭和33年）、1979年（昭和54年）には爆発的噴火によって犠牲者を出している。1989（平成元年）～1991年（平成3年）のストロンボリ式噴火の後も、土砂噴出等のやや活発な火山活動が時折見られていた。

中岳第1火口では、最近約10年間湯溜り状態が続いているが、2003年（平成15年）前半から湯溜りの温度が次第に上昇し、6月からその量の減少が見られるようになる中、7月に小噴火が発生した。この噴火による降下火山灰は、中岳から東北東14kmの地点まで到達し、その総量は約130トンであった。その後も、降水による一時的な湯溜り量の増加はあるものの、その量は徐々に減少していった。2004年（平成16年）1月にもごく小さい噴火が発生して火口外に火山灰を噴出、2005年（平成17年）4月にも同様の噴火が発生した。さらに、2005年5月には、火口底に赤熱が見られるようになった。赤熱現象は、その後台風による降水によって2005年9月には見えなくなった。

#### ②火山活動に対する対応

##### (ア) 実施状況

気象庁は、阿蘇山の火山活動を24時間監視するとともに、定期的に火口の状況の現地調査を繰り返し行って、火山活動の推移の把握に努めた。一方、大学、国土地理院、産業技術総合研究所等も各種の観測・調査を実施した。

地震については、気象庁と大学が常設の地震観測網による常時観測を実施し、火山性微動の発生状況や微動振幅の変動を計測した。また、大学は広帯域地震計を火口周辺に設置して、微動の臨時観測を行った。

地殻変動については、国土地理院が電子基準点によるGPS連続観測を継続するとともに、国土地理院と気象庁がGPSの繰り返し観測を実施した。また、大学もGPS観測点を火口周辺に増設して観測を強化した。さらに、国土地理院は、2003年と2004年に水準測量を実施した。

電磁気・熱についても、観測の強化が図られた。気象庁は、従来の2地点に加え2002年から新たに火口縁西側に2点の全磁力連続観測点を追加した。2003年からは、地下の熱源を推定する目的で空間的な地磁気変化分布を把握するために、火口縁及びその周辺に新たに19点の全磁力の繰り返し観測点を設置し、既設点3点を合わせ計22点で年2回程度の頻度で観測を開始した。一方、大学は、これまでの火口周辺における全磁力観測に加えて、全磁力変化を空間的に高精度で把握するために、2000年（平成12年）以降5回の繰り返し空中磁気測定を行った。これらの観測のほかに、大学は、火口内における熱活動の活発化を把握する目的で、熱水対流の強さを自然電位変化によって推定するためゼータ電位に関する基礎的研究を実施した。また、火口における赤熱現象を正確にとらえるために、ビデオカメラのナイトショットモードを利用して近赤外領域において地表面温度を正確に測定する方法を開発して測定した。

地球化学観測については、大学により火山ガス及び温泉観測が実施された。火山ガスに

については、COSPEC 及び DOAS を用いて二酸化硫黄の遠隔測定を実施したほか、中岳第 1 火口の南側壁面にある噴気地帯の地面を赤外光の光源として利用し、赤外分光放射計 (FT-IR) を用いて火山ガス化学組成比の測定を行った。また、2005 年 7 月と 11 月には、開発中の紫外分光計を用いた二酸化硫黄と硫化水素 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) 濃度同時測定装置のテストを行った。温泉観測については、2003 年 7 月の小噴火以降、温泉水の温度・PH・主成分濃度・溶存炭酸ガス濃度等の繰り返し観測を開始した。

地質・噴出物については、産業技術総合研究所が野外調査を実施し噴出物の把握に努めるとともに、採取試料の形態観察、EPMA 分析を行った。

気象庁は、これらの観測結果を、火山情報等で定期的に発表するとともに、火山灰の噴出等の噴火に際しては、臨時火山情報等で注意を呼びかけた。また、2003 年 11 月からは、火山活動度レベルの提供を開始した。阿蘇山のレベルは本期間、概ね 2 (やや活発な火山活動) であったが、小噴火の発生に際して一時的にレベル 3 (小規模噴火の発生) に引き上げた。

火山噴火予知連絡会は、阿蘇山について、定例会議において、適宜、重点討議火山として取り上げ、各機関の観測データの取りまとめを行い、火山活動の総合評価結果を公表した。

#### (イ) 具体的成果

中岳第 1 火口内の湯溜まりの湯量の減少、温度上昇、土砂噴出等の表面活動の監視観測や火山性微動の発生状況、全磁力変化、火山ガス放出量、噴出物の分析等から、阿蘇山の火山活動の高まりを確実にとらえることができた。全磁力連続観測では、中岳第 1 火口の熱的活動の高まりを示す全磁力変化を観測することができた。また、1998 年 (平成 10 年) から継続している熱消磁は、次第に頭打ちになりつつも継続し、火口の地下およそ 400m において温度が上昇していることが明らかになった。火山ガス観測では、小噴火に伴って、二酸化硫黄の放出量が増加しその後減少することが観測され、二酸化硫黄放出量の観測が火山活動レベルの把握に有効であることが再確認された。また、噴出物の分析からは、2003 年 7 月の小噴火の火山灰は新鮮なガラスを少量含み、これらは本質物である可能性が高いことが分かった。さらに、ガラスの水含有量の分析から、マグマがかなり浅いところまで上昇している可能性が示唆された。

地殻変動観測や火山ガス観測からは、阿蘇山のマグマ供給系に関する知見が得られた。GPS 連続観測データを用いた解析により、2003 年と 2005 年にカルデラ中央部が盛り上がる地殻変動が発生しており、力源は深部にある可能性の高いことが分かった。一方、水準測量や GPS 連続観測結果の長期的変動に注目した解析から、阿蘇カルデラは全体として沈降していることが明らかとなった。一酸化炭素と二酸化炭素の濃度比 ( $\text{CO}/\text{CO}_2$ ) からは、地下での平衡温度が少なくとも  $650^\circ\text{C}$  以上であると推定された。また、塩化水素 ( $\text{HCl}$ ) と二酸化硫黄の濃度比 ( $\text{HCl}/\text{SO}_2$ ) 変化から、 $\text{HCl}$  が湯溜りの水または地下水に選択的に取り込まれていることが示唆された。

観測システムや解析手法の改良においても成果が得られた。全磁力観測では、全磁力変化に含まれる電離圏・磁気圏を起源とする変動除去のために、全磁力成分のほかに地磁気三成分を使用した確率差分法を適用することで、火山活動を起源とする地磁気変化の検出

能力の向上を図ることができた。空中磁気測定についても、良好なデータ再現性が確認され、10nT を越える変化があった場合には高精度に変化をとらえることが可能になった。また、二酸化硫黄放出量観測では、開発中の DOAS の試験観測を行ない、この経験が 2004 年 9 月の浅間山の噴火に生かされた。

火山活動の一時的な活発化に際して、気象庁は臨時火山情報を発表して、同時に火山活動度レベルを 3 に引き上げ、地元自治体による火口周辺の規制を促した。また、地元自治体は、レベルの引き下げにより規制を解除しており、レベルと防災対応がスムーズにリンクして運用された。

火山噴火予知連絡会は、阿蘇山について、適宜観測データを取りまとめ火山活動の総合的評価を行い、「熱的活動の活発な状態が続き、更に活発化すれば噴石等を火口外へ放出する噴火の可能性がある。」との評価結果を公表した。

### ③今後の課題と展望

従来からの地震観測や火口観測、測地測量等に加えて、GPS や全磁力観測が強化されるとともに、多種の火山ガス観測や噴出物調査・分析が精力的に実施され、阿蘇山の火山活動をよりの確に把握できるようになったことは評価できるが、なお多くの課題が残されている。阿蘇山は、1989 年～1991 年の噴火以降は比較的静穏な状態が続いていたが、最近になって小噴火が発生する等、将来の活動活発化も予想されるので、今後も引き続き観測調査の充実と観測体制の強化が必要である。

全磁力連続観測は、中岳第 1 火口の熱的活動の高まりを示す全磁力変化をとらえており火山活動の把握に有効であるが、より安定した全磁力観測のためには地下埋設可能な観測装置の開発が必要である。その上で、その観測装置を火口周辺に多数展開すれば、高い時間空間分解能で地下温度の昇降の規模と分布を推定できると考えられる。また、空中磁気測定による地下の温度変化の推定も、対地高度 50m～100m において 10nT 以上の変化があれば可能であり、今後多くの火山において実験を繰り返すことでこの推定法が実用化できる可能性がある。また、火山ガスの観測については、火山ガス放出量だけでなく、火山ガス組成の連続測定も視野に入れた、新しい火山ガス観測体制の確立が必要である。最近では、分光学的方法や化学センサーを用いた火山噴煙中のガス成分の測定法が開発されており、この新技術を導入すればガス組成の連続測定が可能になると考えられる。噴出物については、新たな噴火で放出された火山灰が、新しいマグマに由来するものか否かを判断するためには、近年の噴火による火山灰の形態的特徴や化学組成、揮発性物質の量、水和層の有無等の情報が不可欠であるが、データは少ない。今後過去の噴出物についてもデータを蓄積し、今後の噴火に備える必要がある。

観測結果の解釈についても課題が残されている。阿蘇カルデラの長期的沈降の意味、時々発生する山体の膨張と火山活動の関連性は明らかでなく、その解明が必要である。また、阿蘇山においては、火口の噴気温度が数 100°C 以上となっても噴火に至るとは限らない。このような現象で火山流体がどのように上昇し放出されているかを定量的に研究する必要がある。さらに、2005 年まで熱的には活発な状態が続いたが、二酸化硫黄放出量は 2003 年 7 月の噴火以降減少傾向にある。火山活動の予測の確度を上げるためには、このような観測事実を統合的に説明する物理化学モデルの構築が必要である。

火山情報の発信に関しては、火山活動度レベル3と火口周辺の規制がリンクしスムーズな防災対応が行われているが、レベルの判断基準については、この間火山活動の進行を見ながら適宜見直しを行いつつ運用してきた。今後も火山活動度レベルの判断基準等は改善していく必要がある。

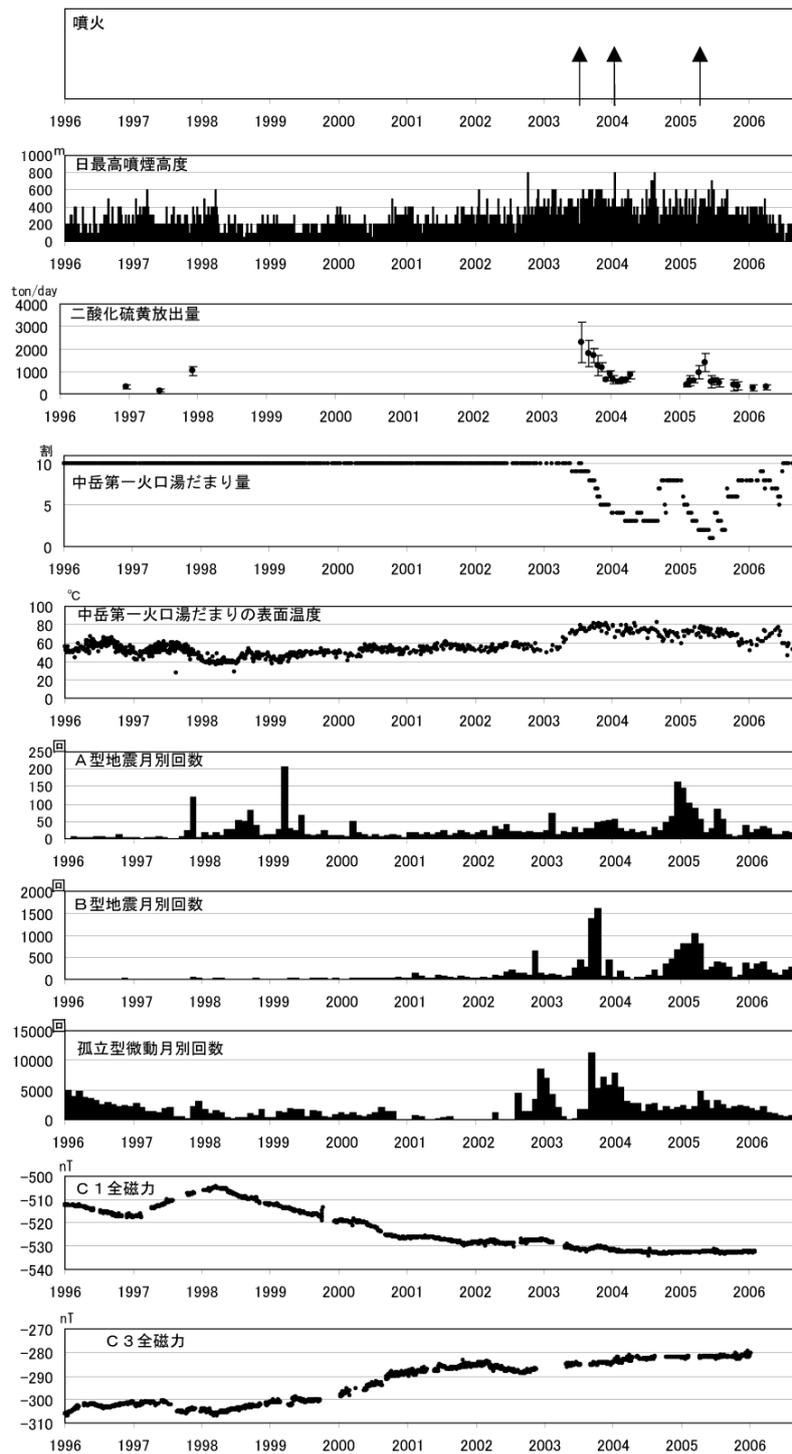


図5 阿蘇山の活動経過図（1996年～2006年）。上から噴火、日最高噴煙高度、二酸化硫黄放出量、中岳第一火口湯溜り量、中岳第一火口湯溜り表面温度、A型地震月別回数、B型地震月別回数、孤立型微動月別回数、C1点（中岳第一火口南西）全磁力変化、C3点（中岳第一火口北西）全磁力変化。（二酸化硫黄放出量は九州大学、全磁力変化は京都大学、その他は気象庁による）

## (4) 桜島

### ①火山活動の経緯とこれまでの成果

桜島は、2万数千年前の巨大噴火により形成された始良カルデラ（鹿児島湾湾奥部）の南縁で成長した後カルデラ火山である。8世紀以降、大正噴火（1914年）など4回の多量の溶岩流出を伴う大規模噴火が山腹や海域で発生し、溶岩、火山灰、地震、津波などにより甚大な災害が広範囲で発生した。また、1946年（昭和21年）には、1935（昭和10年）年にできた東斜面の火口（昭和火口）から約0.2km<sup>3</sup>の溶岩流出を伴う中規模噴火が発生した。1955年（昭和30年）10月から桜島南岳で始まった山頂噴火活動は、1972年（昭和47年）10月以降激化して、火山岩塊・レキ、降灰、土石流、火山ガスにより20年余にわたり、桜島周辺に甚大な災害をもたらした。

1974年（昭和49年）以降、マグマ供給率を上回る火山灰等が放出されたため、カルデラの地盤は緩やかな沈降をたどっていたが、噴火活動が低下した1993年（平成5年）ごろからは地盤が隆起に転じ、年間約1000万m<sup>3</sup>の割合のマグマ蓄積に相当するカルデラの隆起膨張が水準測量やGPS観測によって観測されている。2003年（平成15年）後半からは桜島南西沖及び始良カルデラ内の地下5～10kmで火山性地震（A型地震）が発生し、2004年（平成16年）後半には地盤の膨張の一時的加速、桜島直下のA型地震の増加など、カルデラ地下に蓄積したマグマが移動・上昇を開始する兆候が認められた（図6）。2006年（平成18年）3月からは、浅い火山性地震（B型地震）の増加、昭和火口からの噴気量増加・温度異常域の拡大が観測され、6月4日に至り、昭和火口で58年ぶりに噴火が発生した（図7）。

気象庁、大学、国土地理院、産業技術総合研究所は、各種の調査観測を継続するとともに、海上保安庁海洋情報部は、航空機や船舶による活動監視やカルデラ内の若尊火山の調査を実施した。また、気象庁は、2002年（平成14年）3月に火山監視・情報センターの業務を開始し、福岡管区气象台と鹿児島地方气象台の連名で火山情報を発表することとし、2003年11月には、火山活動度レベルの運用を開始した。さらに、従来から用いていた2点の監視カメラに加えて、2004年には国土交通省大隅河川国道事務所の映像を鹿児島地方气象台に分岐し、噴火活動の監視能力の向上を図った。

過去100年余の地盤変動の推移からみて、数十年以内の中～大規模噴火は避けがたいとの認識に立って、国土交通省大隅河川国道事務所は、鹿児島県、周辺の市・町、鹿児島地方气象台、大学等と連携して「桜島火山防災検討委員会」を平成16年2月に組織し、ハザードマップ、危機管理等の検討を開始した。これを受けて、鹿児島市は、大規模噴火と山頂噴火の激化を想定した火山防災マップの改訂版を平成18年3月に出版・公表した。

### ②昭和火口からの噴火に対する対応

#### (ア) 実施内容

2006年6月4日正午ごろに昭和火口での噴火に気付いた職員からの連絡を受けた京都大学防災研究所附属火山活動研究センターは、噴火を確認し、鹿児島地方气象台、鹿児島県等に通報した。気象庁は、現地観測を実施、同日17時40分に「昭和火口付近でごく少量の灰白色の噴煙を確認した」との火山観測情報を発表した。以後、6月9日までに合わせ

て5回の火山観測情報を発表するとともに、火山機動観測班による観測強化や鹿児島県や国土交通省の協力による上空からの噴火活動の観測を実施した。また、第十管区海上保安本部航空機による観測結果は、地元関係機関や火山噴火予知連絡会へ報告された。大学は、火山灰と付着成分の分析から昭和火口の噴火はマグマ噴火であり、火口の拡大等により小規模な火砕流発生の可能性はあるものの、各種観測データを併せて評価すると、直ちに中～大規模な活動に移行する兆候はないことを確認した。

6月12日に開催された第104回火山噴火予知連絡会の評価結果を受けて、同日18時35分に気象庁は、南岳山頂火口に加え、昭和火口からの噴火活動にも注意する趣旨の臨時火山情報を発表し、火山活動度レベルを2（比較的静穏な噴火活動）から3（活発な火山活動）に引き上げるとともに、関係自治体、防災機関、報道機関に火山活動の状況説明を行った。これを受けて、6月14日に鹿児島県は、地域防災計画に規定されている「桜島火山爆発対策連絡会議」を開催し、鹿児島地方気象台からの現状報告、大学からの活動の見通しと必要な対応についての説明を受けて、行政として取るべき規制等を提示した。鹿児島市は、直ちに災害対策基本法に基づく立入規制範囲の一部拡大と危険区域へ通じる道路の通行止め等を決定し、ゲート設置などの措置を鹿児島県及び国土交通省と協力して実施した。また、気象庁は、地震（2点）、空振（1点）、GPS（4点）、傾斜（1点）の観測点を追加・整備し、連続観測を開始した。大学は、精密・絶対重力測定を実施するとともに、民間ボランティアの支援も得て迅速に水準測量を実施した。

昭和火口での噴火は6月中にはほぼ収まる一方（図7）、南岳山頂火口の噴火は継続しているが、火山活動が更に高まる兆候は認められないことから、気象庁は、8月18日に火山活動度レベルを3から2に引き下げた。

今回の噴火に対して桜島の住民の受け止め方は冷静であったが、6月4日の噴火開始直後から、火砕流が発生した場合に最も危険性の高い昭和火口の麓約2.5kmの「地獄河原」付近に報道機関や観光客が集まる事態が生じ、火山活動に関する様々な報道により混乱が生じる恐れも危惧された。そこで、大学は、活動の現状、中長期的観点からの活動の評価と見通し等をホームページに掲載するとともに、報道や地元の要請に応じて解説を行った。

## （イ）評価

今回の昭和火口からの噴火に対する地元の行政機関の対応は迅速であり、桜島の住民の反応は冷静であった。その背景には、1988年鹿児島国際火山会議等、自治体が行政、住民、研究者などが一体となった啓蒙活動を積み重ねてきた実績があるが、今回の噴火に直接関係するものとして、①「桜島火山防災検討委員会」などを通して関係機関の間で、事前の火山活動に関する中長期的見通し、緊急時の対応等についての認識の共有がなされ、防災対応の検討に関して「桜島爆発対策連絡会議」が迅速に機能したこと、②これらの会議や資料が報道機関に公開され、行政の取り組みが住民に伝わっていたこと、③鹿児島市等が防災マップを公表して説明会等を開催したことなどが特筆される。これらの取り組みに鹿児島地方気象台、大学等が、火山監視や噴火予知研究の実績や成果を基に積極的に関与したことは評価できる。今回の噴火を契機に、気象庁の新たな観測点整備によって監視体制の強化が進んだ。今後、予想されるより規模の大きな活動に向けて、この観測体制を維持することが重要である。また、迅速に火山灰の分析、水準測量、重力測定等がなされた背

景には、集中総合観測等で形成された大学間の研究ネットワークがある。今後も、大学間の全国共同研究体制を維持・発展させることが重要である。

他方、火山情報の用語や内容については、改善すべき点がある。6月4日の噴火発生を受けて出した火山観測情報では「噴火」という用語を用いず、桜島南岳の山頂噴火の基準を準用して「ごく少量の有色噴煙」と表現した。翌日以後の火山情報では、「ごく小規模な噴火」と改善されたが、活動の状況が適切に伝わらなかった可能性がある。今回の昭和火口の噴火は本格的な活動の前触れの一つであると考えられ、今後、鳴動、噴気異常域の出現、有感の群発地震などの様々な異変や想定外の火山活動が予想される。それらに対応した臨機応変の火山情報の在り方を、防災対応も視野に入れて、検討する必要がある。同時に、全国レベルでの火山活動度レベルの基準や防災上の位置付け、その運用に関しても、国内外の経験も参考にしながら、住民や行政の視点も踏まえた再検討が必要であろう。

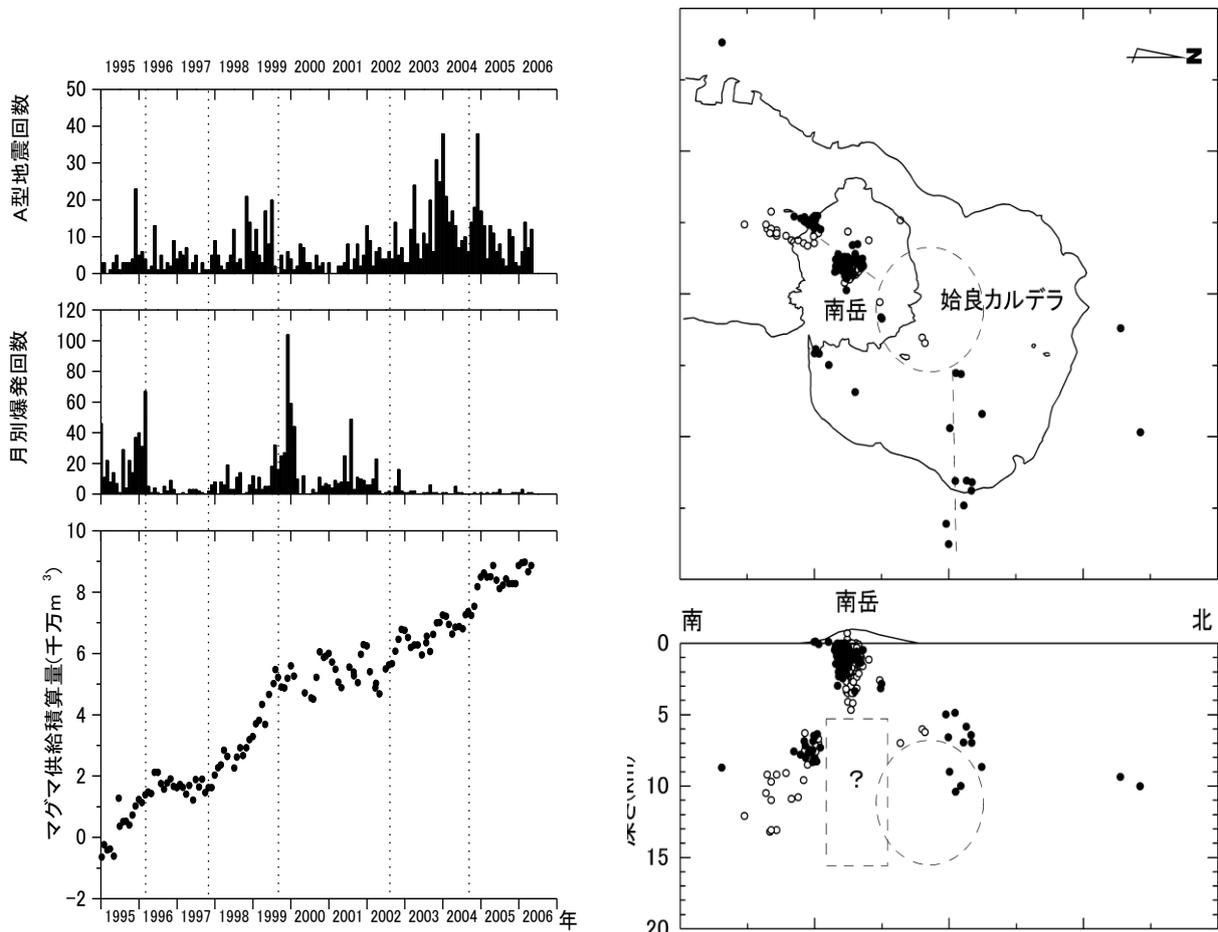


図6 1995年以降の桜島の火山活動の推移(左図)とA型地震の震源分布(右図)。右図中の○は1988年以前の震源、●は2001～2004年の震源を示す。(京都大学による)

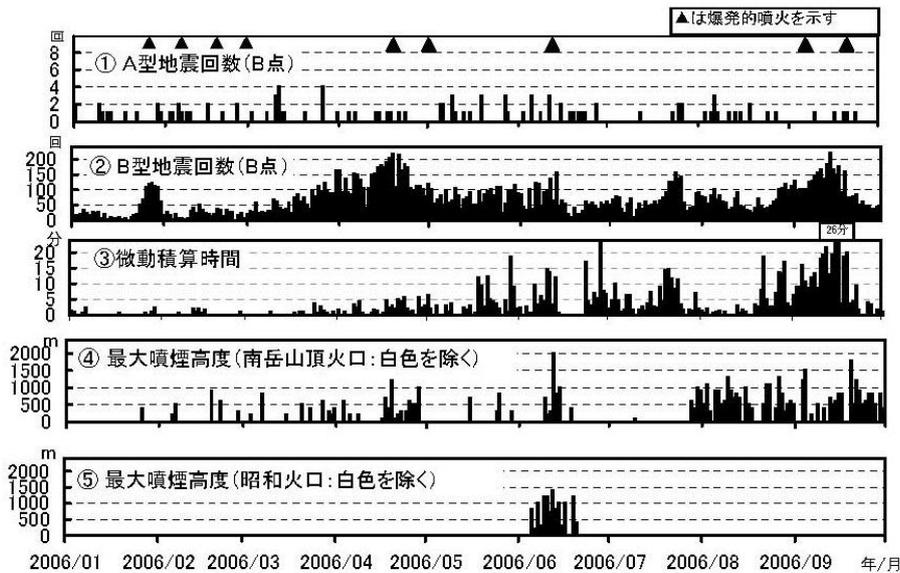


図7 桜島の火山活動の経過（2006年1月1日～9月30日）。（気象庁による）

### ③今後の課題と展望

桜島については、火山観測と調査研究の歴史が他の火山に比べれば長いので、ある程度の中長期的な活動予測は可能である。また、進行中の活動についても、マグマ供給系のモデルを参照して、観測データから火山の状態を評価し、噴火の発生の可能性を定性的に予測する段階にほぼ到達していると考えられる。しかしながら、火山噴火予知計画で目標としている「火山の地下の状態を的確に把握し、噴火の物理化学モデルを用いて、噴火の開始や推移を定量的に予測する」段階に到達するには至っていない。活動の推移を含めた的確な予測を実現するには、取り組むべきいくつかの課題がある。

観測データや火山現象を的確に評価して、噴火発生の時期や規模を定量的に予測するには、マグマ供給系に関する知識が不可欠である。桜島では、地盤変動から始良カルデラと桜島直下の二つのマグマ溜りのモデルが提示されているが、マグマ溜りの実態、桜島南方や始良カルデラ内の地震活動との関連やマグマの移動・上昇経路は未解明である。活動履歴からみて、噴火の可能性のある場所は桜島だけではなく、桜島周辺や始良カルデラの海域も含まれる。海域を含む観測網の整備と地下構造等に関する調査研究が重要である。

また、噴火の場所、様式や活動の推移の定量的予測に必要な基礎データや知識は、未だに不十分である。例えば、桜島では大規模噴火の度に化学組成が変化していることが知られている。他方、最近の重力や火山ガス放出率の測定結果からは桜島地下のマグマの変質（密度増加）が示唆されるが、その原因と実態は未解明である。マグマの粘性が高くなっているとすれば、桜島ではこれまでに発生が確認されていない様式の活動、例えば山体崩壊発生の可能性もある。過去の噴火の場所、様式、活動の推移、マグマの組成に関する地質学的調査や岩石学的研究に加えて、最近の火山噴出物や火山ガスの調査分析に基づくマグマの物理化学的性質と挙動等に関わる研究の進展が期待される。

## (5) その他の火山

### ①噴火した火山

伊豆鳥島が2002年(平成14年)8月に噴火したのに対応して、大学は、各種の調査・観測を繰り返し実施し、火山活動の詳細が不明であった伊豆鳥島について、現状や2002年噴火の特徴などを明らかにした。

2004年(平成16年)6月にごく小規模な水蒸気爆発が発生した硫黄島では、防災科学技術研究所による従来からの観測が継続して実施されたほか、国土地理院によるGPSの連続観測、繰り返し観測が実施され、引き続き大きな地殻変動が発生していることが明らかにされた。

福岡ノ場では、2005年(平成17年)7月に海底噴火が発生した。海上保安庁海洋情報部では、噴火の直後に無人測量船により海底地形調査を行い、海底地形図を作成した。

2006年(平成18年)に入り2度にわたって地震活動が活発化した雌阿寒岳では、3月に小規模な水蒸気爆発が発生した。大学は、地震活発化直後から地震計を増強して観測を行ったほか、噴火後には各種の臨時観測を実施した。気象庁は、噴火に対応してGPSなどの観測点を山体付近に新設し監視を強化した。

薩摩硫黄島は、大規模な脱ガス活動を継続している。産業技術総合研究所は、地質・岩石・地震・電磁気・熱・火山ガスなどの複合的な観測・調査を定期的に行い、火孔形成・火山灰放出過程や脱ガス過程を明らかにした。

諏訪之瀬島では、頻繁に噴火が発生し、小規模な爆発的噴火も数多く観測された。大学は、地震、地盤変動、火山ガスなどの多項目臨時観測を実施した。

### ②特筆すべき活動があった火山

八丈島では、2002年8月に群発地震活動が発生した。大学は、GPS観測から、群発地震は島北部への岩脈の貫入によると考えられることを示した。また、産業技術総合研究所では、陸上及び海底について試料採取及び露頭観察を行い、マグマの長距離移動が起きた可能性が高いことを明らかにした。

伊豆半島東部(伊豆東部火山群)では、2006年に約8年ぶりに群発地震が発生した。国土地理院は、GPSで観測した地殻変動の原因として岩脈貫入と横ずれ断層運動を推定し、平成10年の群発地震活動との類似性を示した。

口永良部島は、火山性地震活動が活発であった。大学は、火山ガス、噴気温度の観測を実施し、地下の熱水活動が活発な状態にあることを明らかにした。また、火山性地震、全磁力、GPSなどの観測を実施し、火口直下での熱の蓄積を示す観測結果を得た。観測から浅部熱水系に関するモデルを構築した。

## 5. 「当面の富士山の観測研究の強化について（報告）平成13年6月」の評価

### ○はじめに

第6次火山噴火予知計画において、休止期間の長い火山の噴火ポテンシャル研究の対象とされていた富士山で、2000年（平成12年）10月以降、地下10～20 kmの深さで、マグマ活動に関連すると考えられる深部低周波地震が増加した。この事態を受けて、科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会では、「当面の富士山の観測研究の強化について（報告）平成13年6月」という報告をまとめ、早急に観測研究を強化し、活動変化を的確に把握できるようにするよう提言した。その後、関係各機関の連携・協力によって、この報告に基づく富士山の観測研究が実施された。

富士山は我が国で最大の活火山であるが、1707年の宝永噴火以降300年間にわたって噴火がなく休止期が長かったことや山体が大きいことなどが原因で、火山活動を的確に評価するための観測体制が不十分であり、噴火メカニズム解明のための基礎研究も十分に進んでいなかった。上記の報告を受けて観測体制が強化されたあと、深部低周波地震の活動が減少したため、深部低周波地震のメカニズム解明を行うには、まだ十分なデータが蓄積していない。しかし、集中的に実施された観測研究や地質調査等の基礎的研究の推進によって、活火山としての富士山の実態に関する理解は飛躍的に深まった。

### （1）富士山の活動を評価するための火山観測体制の強化

#### ①地震観測の強化

気象庁は、1987年（昭和62年）以来の山頂での短周期地震計による観測に加え、2002年（平成14年）秋から、富士山山頂、御殿場口7.8合目、吉田口6合目（現地収録方式）、富士林道終点（現地収録方式）の4か所で広帯域地震計による観測を開始した。これらのデータに加え、大学、防災科学技術研究所からリアルタイム提供される地震波形データ・傾斜観測データを利用して、火山監視・情報センターで火山活動を集中監視している。大学は、2002年～2003年（平成15年）にかけて、3か所の抗井式広帯域／短周期地震観測装置による立体アレイ観測網を設置した。防災科学技術研究所は、富士山中腹の山梨県側と静岡県側に各々深度200mの抗井式火山活動観測点を設置し、短周期地震観測を開始した。

山頂から中腹にかけての地震観測網を強化したことで、山体浅部の微小な高周波地震も検出可能となったが、この間、活動は低調であった。冬季の山頂部だけで観測される微小な地震の発生状況とその正確な震源位置が、気象庁と防災科学技術研究所の共同解析で明らかになった。

観測体制の強化により、高品位データが得られる観測点が新たに設置され、マグニチュード $-1$ ～ $0$ 程度の低周波地震まで震源決定できるようになったが、その後、深部低周波地震の活動は低調となり、メカニズムを解明するに足る十分なデータは蓄積していない。既存地震観測網による活動活発時のデータを用いて精密震源再決定を行った結果、深部低周波地震の震源は富士山の山頂から北東方向が主であるが、山頂の南側まで広がっていたこと、その分布は板状で、2000年～2001年（平成13年）の活動活発化の際には震源が2～3 km移動していたこと等が分かった。

## 【課題と今後の展望】

富士山の地震活動を漏れなく把握するためには、気象庁の保有する現地収録式の2地震観測点のテレメータ化を進め、集中監視の密度を高める必要がある。また、このような高地に設置した観測点は、雷災等による欠測も多いので、安定稼働のための様々な工夫が必要である。

大学や防災科学技術研究所のこれまでの研究で得られた結果は、深部低周波地震の発生に流体が関与していることを示唆するものの、具体的な発生メカニズムやマグマ活動との関連は解明されていない。今後も高品位地震データを蓄積し、三成分歪・温度・傾斜計による地殻変動等との対応関係を含む詳細な解析を行う必要がある。

### ②地殻変動観測等の強化

気象庁は、富士山山頂及び御殿場口 7.8 合目の2地震観測点に GPS も併設した。また、2001 年から 2003 年まで富士山の地磁気特性等の調査観測を実施し、マグマの上昇に伴う異常検出のためのバックグラウンドデータを取得した。大学は、歪・傾斜変化  $10^{-9}$ 、温度変化  $0.3\text{m}^{\circ}\text{C}$  の感度で検出できる抗井式の傾斜計及び三成分歪計・温度計を各 1 か所に設置した。また、富士山北東山麓の3地点で全磁力連続観測を行っている。国土地理院では、GPS 機動連続観測点による連続監視を3か所で実施するとともに、富士山山頂に電子基準点を設置した。また、富士山周辺において水準測量 180km を実施し、富士山周辺の広域的な地殻変動量を検出した。さらに、富士吉田市及び富士市で、全磁力連続観測を実施している。防災科学技術研究所は、富士山中腹の山梨県側と静岡県側に設置した深度 200m の抗井式火山活動観測点で、傾斜変動観測を開始し、また GPS も併設した。また、RADARSAT 衛星の 2003 年以降の観測データにより、干渉 SAR 手法による地殻変動検出のための解析を実施中である。産業技術総合研究所は、保有する9点の GPS 観測点をこれまでの現地収録方式からテレメータ方式に改善し、連続観測を行っている。情報通信研究機構では、頂上を含む北側地域を主とした地域を対象に年1回の航空機 SAR 観測を実施し、通常の SAR 画像に加え、二つのアンテナを使用した干渉法により DEM（地形図）を作成し、差分比較による解析を行っている。

上記のような観測点の整備・新たな観測手法の採用により、富士山周辺の地殻変動を連続的に監視する体制を実現し、地殻変動検知能力が向上した。これまでの地殻変動観測では、特段の変化は観測されず、現時点では、富士山直下でマグマ蓄積が進行しているとしても大きいものではないことが確認された。

## 【課題と今後の展望】

富士山地域に展開する観測装置に共通する問題でもあるが、冬期における電力供給の強化等が課題である。富士吉田に設置した全磁力連続観測装置は、冬期は積雪により点検保守が困難となり、また観測に必要な電力が不足するため全磁力毎分値データの取得ができない場合がある。

航空機 SAR による地表面高度計測の精度は、現状では 2m 程度である。計測の精度を更に向上させ、広域の地殻変動を監視できるようにするためには、現データの解析手法や軌

道決定技術を改善する必要がある。

なお、地殻変動データからは、富士山へのマグマ供給は現在のところ検知されていないが、多くの火山において地殻変動は間歇的に現れることから、火山活動の動静を監視するためには、今後も地殻変動観測を継続するとともに、地殻変動源を迅速にモデル化し評価する手法を検討することも必要である。

## (2) 富士山の活動機構を解明するための基礎研究の推進

### ① 噴火履歴の調査

大学では、富士山体の北部において3か所(640m、400m、100m深)、東部斜面において2か所(200m、70m深)でボーリング調査及び地表調査を行い、得られた試料について、全岩組成、鉱物組成、メルト包有物等の化学分析を行った。防災科学技術研究所では、坑井式地震観測点設置の際に得られた深度200mまでの岩石コア試料の岩石学的、層序学的特徴を検討するとともに、火山噴出物間に堆積している有機物を含む土壌について年代測定を行った。産業技術総合研究所は、5万分の1地質図幅「富士宮」及び「富士山」作成に向けた地質調査を行った。さらに、山体南部・北部を中心にトレンチによる噴出物調査を、また、山頂火口壁、宝永火口壁、大沢源頭部で、集中的な地質調査を行った。

長尺のボーリング調査等から、富士火山直下に既知の小御岳火山とは異なる安山岩の古い山体(先小御岳)が存在することが明らかになった。山梨県側、標高約2100mの岩石コア試料からは、新富士火山中期のスコリア丘や新富士火山旧期に属すると思われる溶岩の存在が、静岡県側、標高約2000m地点の岩石コア試料からは新富士火山の中期溶岩、旧期溶岩の存在が確認され、化学組成の特徴から最下部には古富士火山の溶岩が分布する可能性があることが分かった。

富士火山の噴火史が、150試料以上の炭素同位体年代測定とテフラ層序の解析に基づいて、より定量的に再編成され、従来の古富士と新富士という新旧2区分より、下位から星山期(BC15000年以前)、富士宮期(BC15000~6000年)、須走期(BC6000以降)の3区分が提案された。山頂部での噴火史の再検討からは、BC1500~300年頃の期間には山頂で繰り返し起こった爆発的噴火以外にも、非爆発的噴火や溶岩湖の存在があったが、BC300年以降は、山頂では大きな噴火は起こっていないことが明らかになった。

割れ目噴火の火口調査からは、山頂から13.5kmの遠方でも噴火があったことが明らかになり、新たに発見された溶岩流も数枚ある。AD700年~1000年頃は、割れ目噴火が頻発し、割れ目火口列の方位も、AD850年頃を境に北西-南東方向から南北にシフトした。また、山頂をはさみ南北同時噴火が起こった可能性がある。宝永噴火以前で一番新しい溶岩の年代は、平安後期のAD1050~1200頃である。

新たに記載されたBC18000年頃の田貫湖岩層なだれを始めとした山体崩壊堆積物は、崩壊のトリガーが噴火ではなく地震である可能性もあることが分かった。富士火山西部で玄武岩質の火砕流の年代値と分布の特徴が明らかとなった。

また、富士火山噴出物の化学組成の解析から、富士火山のマグマの組成変化は浅部の安山岩質小マグマ溜りに深部から大量の玄武岩マグマが繰り返し注入・混合するというプロセスで形成されるという大局的なマグマ供給モデルが提案された。

## 【課題と今後の展望】

上記の長尺ボーリングにより、富士山の基盤に先小御岳が存在することが明らかになったが、掘削が北東部に限られていたため、その全容は不明である。この分布状況は、富士山の体積、したがって噴出率の推定に大きな影響を与えるので、今後、富士山南～西地域で1000m級のボーリング調査を行い、南西部で欠けている長いスパンの噴火履歴と共に、富士山内部の基盤構造を明らかにする必要がある。また、地質調査により判明しつつある噴火規模、噴火間隔、噴火様式のバリエーションをどのように定量的に評価するのかが長期的噴火予測に向けての課題である。次期噴火の予測に向けては、これまでの噴火履歴の中で最終噴火の宝永噴火をどのように位置付けるかが重要である。

## ②構造探査

大学では、2003年度に気象庁、国立極地研究所の協力を得て、人工地震による測線長87kmの火山体浅部構造探査を実施した。また、2002年度から2004年（平成16年）度において、富士山の周囲約60kmにおいて観測点間隔5～10kmの長期高密度地震観測を実施し、自然地震による深部構造解明のための調査研究を行った。2002年度から2003年度にはMT法による電気比抵抗構造解明のための観測研究を行った。産業技術総合研究所では、1999年（平成11年）～2003年度に富士山中腹部から山頂部の主に登山道が未整備な地域において、200点ほどの重力測定を行い、既存データと併せて精緻な重力ブーゲー異常図を作成した。空中磁気探査については、ヘリコプターを用いた高分解能空中磁気探査システムを構築し、2003年5月、8～9月に富士山頂を含む東西12km、南北14kmの範囲で探査を実施した。

重力探査では、小富士等の各所に集中した岩脈等の伏在を示唆する局所的高重力異常が分布することが分かった。磁気探査によって得られた高分解能空中磁気異常図には、地形の起伏に対応した磁気異常のほか、東斜面等において伏在する磁気構造に対応すると考えられる磁気異常が分布する。

地震波構造探査の結果、直下の詳細な地震波速度構造が得られ（図8）、震源決定を高精度化するための条件が整備された。また、富士山の基盤は、東側で浅く西側で深くなっており、重力探査の結果とも整合的で、富士山が異なるテクトニクス場の境界付近に位置している可能性がある。また、地震波構造探査では、富士山直下に地震波高速度層の盛り上がり存在が明らかになり、度重なるマグマの貫入の結果であることが示唆された。

電磁気探査からは、山頂直下の20kmより深い場所に低電気比抵抗体が分布していることが分かった。自然地震のトモグラフィー解析も山頂直下の10～15kmの低速度域に加え、20kmより深い位置にも低速度域が存在することを示している（図9）。

以上のような様々な手法による構造探査から、低周波地震発生領域は、地震波低速度域であると同時に、沈み込むフィリピン海プレートよりも深部に位置する高電気伝導度領域の真上に位置することも明らかとなった。

## 【課題と今後の展望】

富士山直下の地震学的・電磁気学的構造の把握が一段と進んだが、低周波地震の発生域とマグマの蓄積領域や浅部の地震発生域との関連については、現段階では明らかになって

いない。今後、低周波地震、浅部の地震の震源を精密に決定するとともに、レーザー関数解析等、より発展的な地震波形解析により沈み込むフィリピン海プレートの形状を明らかにすることにより、富士山直下におけるマグマ蓄積過程を解明する必要がある。

### ③集中総合観測等による富士山の基礎的データの蓄積

大学では、2002年度に、地震、地殻変動、重力、電磁気、火山ガス調査からなる集中総合観測を実施した。電磁気探査等の結果からは、富士山の地下数百 m には、地下水を多く含む層が広がっており、山頂火口の地下 500m 付近には熱水の上昇を示唆する結果が得られた。

防災科学技術研究所は、航空機搭載 MSS を用いて、富士山山体の温度観測を山頂火口を南北に横切る飛行コースと東北東山麓コースの 2 回実施し、富士山の現状把握を行った。その結果、観測範囲において日射の影響と明瞭に区別できるような地表面温度の上昇領域は確認できなかった。

国土地理院は、GPS データを用いフィリピン海プレートと陸側プレート間のカップリング分布を推定し、富士山の下ではプレートは固着しておらず、この領域ではフィリピン海プレートが抵抗なく深部へ潜り込んでいることを示した。

### 【課題と今後の展望】

現状では山体の温度異常等は観測されていないが、富士山では過去に噴気や温度異常が観測された時期があり、今後も数年程度の間隔で、できるだけ広域の温度観測を行い、基礎データを整備する必要がある。

広域テクトニクスの解析から得られた富士山直下でのプレート間のデカップリングが富士火山の活動とどのような関係があるかについては今後の詳細な検討が必要であり、更に観測の継続と注意深い解析が必要である。また、富士山周辺に現在、大きな歪蓄積が見られないにもかかわらず、側火山が北西南東に配列するという事実は、従来考えられてきた広域応力場の方向と火山噴火の物理関係を再検討する必要性を示している。

## (3) 関係機関の連携・協力と研究成果による社会への貢献

### ①関係機関の連携・協力

火山噴火予知連絡会において、定例会議の場で関係機関の研究成果や観測データの情報交換が行われるとともに、火山噴火予知連絡会 WEB 等を通じて、富士山の観測研究に関する関係機関相互の情報交換が行われた。気象庁では、大学、防災科学技術研究所からの地震波形データ・傾斜観測データのリアルタイム提供を受け、火山監視・情報センターでの集中監視に活用している。

人工地震や自然地震による構造探査、集中総合観測において、各大学の連携による観測点の設置、解析研究が行われた。また、気象庁・極地研究所も実施に協力した。国土地理院による GPS データは各大学に準リアルタイムで提供され、それぞれにおける観測データと併せて解析が行われている。

前述の（噴火履歴の調査）にあるように、大学・産業技術総合研究所・防災科学技術研

究所等の関係機関が連携して、集中的に調査研究が実施された。

## ②研究成果による社会への貢献

産業技術総合研究所は、富士山地域の火山地質図の作成に向けての調査を数年にわたって行っており、近い将来「富士宮」、「富士山」の5万分の1地質図が刊行される予定である。

国土地理院は、富士山の観測研究、ハザードマップ等の基礎資料とするため平成14年に1:10000火山基本図「富士山（富士山頂）」、「富士山（宝永山）」、「富士山（御庭）」、「富士山（白塚・桧塚）」の4面、1:50000火山土地条件図「富士山」1面を刊行し、10mメッシュ火山標高データを整備した。

大学を中心として行われた集中総合観測や科学技術振興調整費により関係機関の連携の下に行われた「富士火山の総合的研究」の成果は、火山噴火予知連絡会や学会等で報告されるとともに、月刊地球号外として一冊にまとめられ、参照しやすい形で出版された。このほかにも、大学独自の富士山に関する多面的な調査がなされ、その成果は普及書としてまとめられた。

## ③地方自治体や地域住民への成果の普及

火山噴火予知連絡会は年3回の定例会議において、関係機関の研究成果に関する情報収集を行い、それを基に富士山の火山活動を総合的に評価し、その結果を発表した。特に、2000年～2001年にかけての富士山の深部低周波地震の多発に際しては、平成13年5月28日、第89回本会議において、現状の検討を行い、「ただちに噴火等、活発な火山活動に結びつくものではないと考えられる。」との火山活動状況の評価を公表した。

火山噴火予知連絡会富士山ワーキンググループにおいて、富士山の過去の噴火資料等の収集・整理、それに基づく噴火様式や規模等の推定、監視の在り方及び火山情報についての検討を行った。気象庁は、その検討結果を踏まえて、富士山の火山活動に異常があった場合の火山情報発表の考え方を取りまとめ、その成果は火山防災マップや防災計画の作成に生かされた。

## 【課題と今後の展望】

火山活動が活発化していくほど、より詳細な噴火等の状況についての情報や防災行動に役立つ具体的な記述を住民に提供することが重要となるので、今後も分かりやすく防災に役立つ火山情報の内容や表現方法、発表方法について検討を進めるとともに、火山活動度レベルの導入も進める必要がある。

## ○全体のとりまとめ

科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会の報告「当面の富士山の観測研究の強化について」を受けて、富士山の活動を評価するための観測研究が強化されるとともに、その活動履歴や構造等に関する基礎研究が推進された結果、火山としての富士山に関する理解は急速に深まった。しかし、富士山の噴出率の推移を見積るに足る山体内の地質構造に関

しての理解は不十分であり、今回の調査で有効性が明確となった長尺ボーリングによる山体調査を今後も行う必要がある。また、現状ではマグマ上昇等の異常を示す地殻変動データは得られていないが、今後そのような異常が把握されたときに備えて、各機関の間でのデータの共有や観測データから変動源を迅速にモデル化し、評価するための体制を確立することが必要である。さらに、地震活動、地震波速度構造、電磁氣的構造、地質学的情報等に関する最近の成果も考慮して、総合的に富士山のマグマシステムのモデル化を進め、次の噴火に至るシナリオを検討することが必要である。

また、火山噴火予知連絡会富士山ワーキンググループで議論されたように、火山活動の監視観測体制については、まだ不十分な点もあり、今後関係機関が連携して強化していく必要がある。

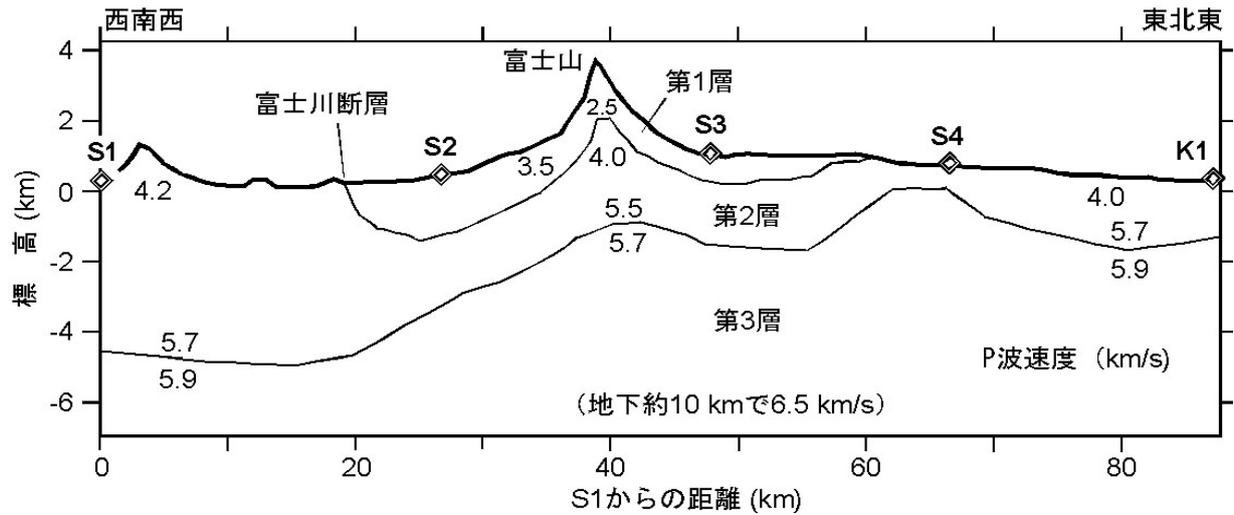


図8 人工地震により求められた地震波速度構造 ( $V_p$ )。南西－北東断面。S1～S4、K1 は発破位置。

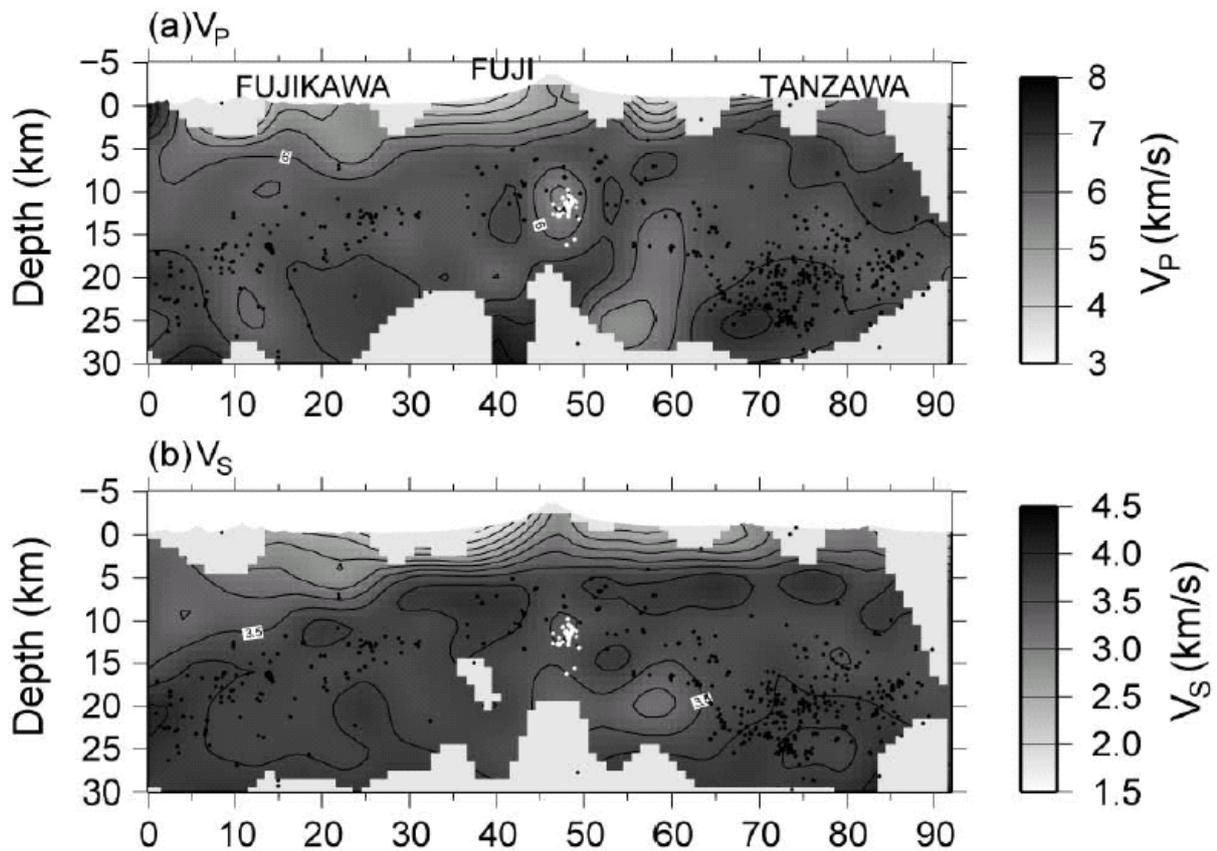


図9 自然地震により求められた地震波トモグラフィ。南西－北東断面。山頂直下10～15 km 付近に分布する白点は、深部低周波地震の震源位置で、低速度領域の位置と一致している。また、山頂直下20km 以深に別の低速度領域の存在が示唆される。

### Ⅲ. 第7次火山噴火予知計画に対する総括的評価

第7次計画の年次中には、大きな災害につながるような噴火は生じなかったものの、三宅島では、2000年（平成12年）噴火以来の火山ガスの大量放出が依然として続いている。当初の記録的な大量放出に比べると減少したこともあり、島民の帰島も実現したが、比較的高いレベルでの火山ガスの放出は続き、時折火山性微動を伴い火山灰を火口付近に放出する小規模な噴火も起こっている。浅間山では、2004年（平成16年）に21年ぶりのマグマ噴火が発生し、2006年（平成18年）には雌阿寒岳の小噴火が生じたほか、桜島では58年ぶりにこれまでの南岳火口外からの噴火も観測された。それぞれの噴火の兆候をとらえ、噴火が開始した後は、継続的な観測により活動状況を把握し、防災に寄与した。しかし、いずれの噴火においても、とらえた兆候からいつ、どの程度の噴火が発生するかを噴火直前に予知するには至らず、噴火推移の予測も含め噴火予知には、依然として解決すべき課題があることを示した。このように、火山噴火予知の到達レベルとしては、未だ実用化が不十分な段階にとどまっている。

#### 1. 火山観測研究の強化

機動観測による連続観測や諸機関の協力による気象庁への観測データの分岐によって、火山監視の強化が着実に進められた。しかし、常時監視火山は、40火山以下であり、監視体制の十分でない火山も多い。今後も火山監視体制の拡充に引き続き取り組む必要があるが、一挙に全火山に監視観測網を配置することは現実的ではないであろう。当面、中期的に監視すべき火山を選定し、それらの火山の監視体制を重点的に強化する必要がある。

全国に展開された電子基準点は、リアルタイム解析もめどが立ちつつある。2004年浅間山噴火に際しても、地下へのマグマ貫入イベントの把握に成功するなど、火山活動評価の重要な手法であることが示された。しかし、地震調査研究を念頭に置いて展開されたこともあり、観測点が十分設置されていない活火山も多く存在する。活火山の周辺の設置に努力するほか、既設の電子基準点の維持及び適切な更新が今後の課題である。

2004年に噴火した浅間山の場合でも明らかのように、広帯域地震計、傾斜計、GPS、重力、火山ガスなど多項目の観測網により、噴火に至る長期的な活動の変化や噴火直前の前駆的変動を把握できることが分かり、実用的な噴火予知に向けて観測研究の成果は順調にあがっている。このような成果を生むために、大学における観測研究のための多くの既設観測網では、データ通信の効率化や高度化、観測網管理の効率化などの努力がなされてきたが、設備費の手当てが十分でないことから、機器の更新が進まず、観測研究に支障をきたしている。広帯域地震計や傾斜計等の観測機器が、噴火に前駆する現象の把握など噴火予知に有効であることが示されているだけに、更に大学等の観測網の充実を図り、観測研究を強化することが必要である。

#### 2. 火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進

複数の火山で火山流体の移動を物理的な観測に基づいて把握できるようになったほか、地震や地殻変動の定常的観測データ等に基づいたマグマ供給系や熱水系のモデル化が進んだ火山もあり、このような火山では、観測データから噴火に先立つ流体移動をとらえるこ

とも近い将来不可能ではないと考えられる。しかし、これらの成果にも地震や地殻変動観測などのこれまでの積み重ねが重要な役割を担っており、観測網の整備と高度化が今後も不可欠である。

また、掘削試料や噴出物の解析及び火山ガス組成測定により、マグマの上昇・脱ガスなどの噴火過程に関する理解が進んだが、噴火予知の高度化のためには、さらにそれらの過程の深さ変化などの理解が不可欠である。

人工地震探査を実施した火山では、浅部地震波速度構造の理解が進み、震源の決定精度を高めることが可能になった。また、一部の火山ではあるが、人工地震と自然地震観測を併用して、より深部の構造を把握する研究も進んだほか、反射波の解析により解析分解能が向上することも確認された。地震波速度構造と電気比抵抗構造の突き合わせから火山流体の分布の把握が試みられたことも大きな前進である。

組織的な地質調査、系統的な岩石の化学分析や年代測定が行われた火山では、長期予測と噴火ポテンシャル評価の基礎となる新たな知見が得られたが、この種の組織的な調査研究は緒についたばかりであり不十分である。特に、静穏期の長い火山では大規模噴火や顕著な地殻変動などの異常が発生する可能性があることから、過去に大規模噴火が発生して静穏期の長い火山やカルデラについても、ボーリングやトレンチ調査を含む総合的な調査研究を実施する必要がある。

より短期的な噴火ポテンシャルの評価に必要な地震や GPS などのデータの蓄積も進んでいるが、モデルや経験則に基づき中期的な観点から噴火の可能性を評価できる活火山はまだ一部に過ぎない。今後、噴火ポテンシャル評価が可能な火山の数を増やすためには、常時観測体制の整備と併せて、集中総合観測や火山体構造探査等の組織的な観測研究を実施する必要がある。この際、マグマ溜りを含む深部の解像度を上げるためには、自然地震の高密度観測に加え、人工震源の密度を格段に上げて反射法の手法を活用するなど、更なる解析法の工夫や技術開発が不可欠である。同時に、大規模探査を実施するための体制の整備も必要である。

人工衛星や航空機によるリモートセンシング技術が、火山の地殻変動観測、空中磁気観測、熱やガス測定に有効であることが実証された。さらに、火山噴火予知に有効な地殻変動データを得るためには、継続して観測衛星を使用できる状況を確保することが重要である。

我が国で学んだ海外からの研修生や留学生は、自国の火山学や火山防災の発展に寄与しており、国際協力の点でも一定の貢献をした。また、外国の火山に関する共同研究や噴火への緊急対応は、地元防災機関への貢献だけでなく、国内火山との比較研究や大規模噴火の事例研究として、火山噴火予知の高度化を行う上で有効であることが示された。また、雲仙科学掘削プロジェクトのような、多機関が参加する国際共同研究の推進は、基礎科学の推進に加え、国際協力の柱としても重要である。

### 3. 火山噴火予知体制の整備

大学における火山噴火予知体制の機能強化に向けて、研究協力支援部門の設置など観測所の研究体制を充実させるための試みがなされたが、今後の財政的な支援に問題が残るなど根本的な解決になっていない。この例に見られるように、本計画期間には大学における

研究者や技術者の増員は確保されず、火山噴火予知体制の機能強化は実現できていない。

火山噴火予知連絡会では、情報の事前交換やテレビ会議システムの導入により、会議運営の効率化が図られたほか、気象庁の火山業務に係る職員の増員により事務局機能が強化された。

火山活動度レベルの導入が火山情報を分かりやすくし、登山規制等の実施を円滑にする上で効果があることも2004年に噴火した浅間山の例でもはっきりした。しかし、防災対応とのリンクが不明確な点もあり、更なる検討が必要である。

「日本の火山ハザードマップ集」が刊行・配布され、火山防災のための基礎資料として活用が期待される。活動度の高い活火山から順次、地質図、火山基本図、火山土地条件図の刊行や公開が進み、また、噴出物の年代や化学分析値などのデータベースが整備されつつあることは評価されるが、詳細な噴火履歴が判明していない活火山も依然多い。

観測が整備されていない火山についても、地震調査研究のために整備された基盤的調査観測網を活用することによって、ある程度の火山性地震の監視が可能になり、火山監視体制の全体の底上げに貢献した。また、地方自治体からのデータ提供によって、観測点の複数点化などが図られ、監視能力の向上に役立っている。しかし、基盤的調査観測網については、活火山の近くには配置されていないことから、火山監視のための観測点の整備も併せて計画する必要がある。

また、地震予知観測網や基盤的調査観測網などの広域地震観測データを用いた地震波速度構造の研究により、島弧火山直下のマントルでのマグマの移動・集積について知見が得られつつある。火山の地下浅部構造については火山体構造探査により理解が進んでいる。しかし、上部マントル内のマグマと火山浅部の火道をつなぐマグマ供給系の位置や形態については明確な描像が得られていない。

#### 4. 総括的評価

本計画によって、火山噴火予知に関する観測研究の成果は順調にあがってきた。例えば、富士山では、集中総合観測と火山体構造探査の連携や科学技術振興調整費による総合的な調査研究により、浅部から深部に至る火山体の構造や詳細な火山活動史が明らかになった。また、三宅島の活動観測を通して、種々の新たな火山ガスの観測手法が開発され、2004年浅間山噴火でも活用された。浅間山噴火では、多項目の観測により、噴火に至る長期的な活動の変化や噴火直前の前駆的変動を把握できることが確認された。

しかし、火山噴火予知の実用化を更に進めるためには、研究者の増員を含めた観測研究の強化や、観測技術の改善など新たな投資がなければ実現不可能な課題が山積していることも明らかになった。本計画で当初予定された研究の中には予算の裏づけがなかったために実現できなかった課題も多い。これらのことは火山噴火予知研究を取り巻く社会的状況の変化が影響しており、これまでの計画の推進方法を見直す必要もある。

第6次計画の最終段階で行われた地質調査所（現 産業技術総合研究所）、防災科学技術研究所などの国立研究機関の独立行政法人化につづき、本計画の開始時には、基礎研究の中核的機関として機能してきた国立大学の法人化も行われた。法人化と同時に進行しつつある運営費交付金の年次的な削減は、これまでの公務員定員削減を上回るペースでの定常的な人員削減と着実な研究費削減として定着しつつあり、企業等からの外部資金の導入が

困難な火山観測研究の分野では、近い将来、観測研究の縮小を余儀なくされるであろうことが危惧される。現実に、火山噴火予知計画で整備された大学の観測網、データ伝送装置の老朽化は著しいが、更新のめどは立っておらず、課題とされている観測研究の強化を行うことは、極めて困難な状況にある。

一方、中央防災会議で火山情報が防災対策の起点として明確に位置付けられるなど、火山情報に適応した防災対策の検討が行われるようになってきた。このことは、より高度で正確な火山情報への期待が増していることを意味する。より高度で正確な火山情報を発信するためには、観測研究を強化し基礎研究を推進することによって、火山噴火予知研究を更に高度化する必要がある。

大学等では、第3次計画以降、観測井や観測坑道を用いた地震・地殻変動データの高品位化により、火山噴火予知研究の高度化を図ってきた。気象庁は、これまで独自の観測点を整備するとともに、大学等からの高品位データの分岐を受けて、監視観測を強化してきた。

しかしながら、今後、大学等における常時連続観測の維持・強化が困難な状況が予想される以上、大学等からのデータ分岐に頼った監視観測では現在の火山監視能力のレベルを維持することすら危ぶまれる。このように大学等の法人化による火山噴火予知体制の弱体化が予想される状況では、監視観測を強化し、観測研究を含む基礎研究を推進するためには、観測やそれを取り巻く火山噴火予知体制の組織的・抜本的見直しが不可欠である。

監視観測と観測研究の強化を図るためには、例えば気象庁による監視観測点及び監視観測に活用している大学等の観測点を、観測井を利用した高精度なものに計画的に置き換え、更に地震観測の広帯域化を図ることが考慮されるべきであろう。こうして実現する高精度・高品位の基盤的火山観測網のデータ流通が効率的に行われるならば、気象庁の火山監視能力の向上が実現し、大学等はより実験的かつ開発的な観測に重心を移し、火山噴火予知のための基礎研究を更に強力に推進することも可能になるであろう。このような観測研究を始めとする火山噴火予知体制の抜本的な見直しのためには、政府として火山観測研究に関する総合的かつ基本的な施策の立案や、総合的な観測研究計画の策定などの取り組みを行う組織を立ち上げることが必要であろう。

## 〔用 語 集〕

### アルカリ吸収法

火山ガス観測法の一つで、火口周辺や山麓などにアルカリ溶液の入った容器を設置し、これに吸収される火山ガスを測定する。

### 移流拡散モデル

火山ガスなど大気汚染物質などが、大気中でどのように輸送され拡散していくかを流体力学に基づいて計算する数値モデル。

### 海底基準点

主に GPS－音響測距結合方式の海底地殻変動観測により決められる海底の位置基準点。

### 火 映

火口底の高温の溶岩や火山ガスなどによる発光が、火口上空の雲や噴煙などに赤く照り映えて見える現象。火山活動が活発な状態の時に現れる。

### 火 砕 流

火山灰や火山弾、火山岩塊などが高温の火山ガスや取り込んだ空気と一団となって高速で火山斜面を流下する現象。過去には、火砕流によって大きな災害がしばしば引き起こされた。

### 確率差分法

火山での全磁力観測値から、外部要因（電離層・磁気圏の電流、主磁場、及び海流）による変動を除去し火山起源の変動を抽出するために用いる手法。

### 火山性微動

火山活動によって発生する震動のうち、火山性地震以外の震動を火山性微動と呼ぶ。火山性微動は、マグマや熱水、火山ガスなどの火山流体の移動や振動と密接な関係があると考えられている。

### 火山流体

マグマ、火山ガス、熱水など、火山の活動に伴っている流体相全体を指す。火山性微動などの現象の一部はこのような流体の移動に伴って発生するものであると考えられている。

### 火 道

地下のマグマ溜りから地表へ至るまでのマグマの上昇経路のこと。火道でのマグマの脱ガスや上昇の仕方が噴火の様式を左右する。

### カルデラ

火山地域にある大きなくぼみを示す地形をいう。概ね直径 2 k m 以上はカルデラ、同じような地形で小規模なものは火口という。

### 空 振

噴火に伴って火山ガス等が火口から大気中に放出されるために発生する空気振動のこと。桜島や浅間山などで発生するブルカノ式噴火では、空振によって火口から 10km 以上も離れた家屋の窓ガラスが破壊されることがある。

## 空中赤外映像

物質が温度に応じて赤外線を放射していることを利用して、放射されている赤外線の強さを航空機などから測定して求められた地表面温度分布を空中赤外映像という。

## 玄武岩質マグマ

マグマのうち珪酸分が重量で 45～54%を占めるもので、一般に鉄やマグネシウム分にも富む。三宅島や伊豆大島の溶岩は玄武岩質マグマが固まったものである。

## 後続波解析

地震波が震源から観測点まで伝わる際に、マグマ溜りや断層などの地下の不均質構造によって反射・散乱した地震波は初動よりも時間的に遅れて到着する。これらの反射・散乱波を利用して地下構造を詳しく調べる解析を後続波解析という。

## 時間領域電磁法探査

電磁誘導を利用して地下の電気比抵抗を測定する手法の一つ。人工的に制御された信号を用い、測定点における磁場変化の波形が、どのようにずれるかを測定することで、地下の電気比抵抗分布を推定する。

## 地震の基盤的調査観測網

政府の地震調査研究推進本部が策定した「地震に関する基盤的調査観測計画」等に基づき、防災科学技術研究所が整備した地震観測網のことである。（詳細は用語解説末尾参照）

## 実験観測

課題を設定し、その解明のために、能動的な手法も含めて一定期間行う観測。

## 自動測距装置（A P S）

光波測距儀とセオドライトを組み合わせ、自動的に距離及び角度を測定し地殻変動を監視する装置。

## 水蒸気爆発

水が加熱されて起こる爆発的な噴火のことで、水蒸気と粉々になった岩石が火口から激しく放出される。水蒸気爆発では噴出物にマグマは含まれないが、引き続いてマグマを含む噴火に移行することがある。

## スコリア

黒っぽく多孔質の不定形をした火山礫。軽石より重い。玄武岩質マグマなど珪酸分の比較的小さいマグマの噴火に伴って放出される。

## ストロンボリ式噴火

比較的粘性の低いマグマの間欠的爆発による噴火であり、火口からマグマのしぶきや赤熱した火山弾が爆発とともに空中に放出される。噴火に伴い火口の周囲に円錐形の火砕丘を生じる。諏訪之瀬島などでよく見られる噴火である。

## ゼータ電位

固体と液体が接触している面では、液体中の荷電粒子が固体表面に吸着するため電気的な分極が生じており、その分極の強さを表す量がゼータ電位である。地下水と岩石間のゼータ電位は、自然電位の大きさを決める一つの要因である。

## 赤外分光放射計 (FT-IR)

火山ガス中の成分によって赤外線吸収波長が異なることを利用して、火山ガスの成分比を測定するために用いられる観測装置。

## 赤熱／赤熱現象

物体が高温の状態にあるとき、熱した鉄のように赤く光って見えることを、赤熱という。火山では、地下から高温の火山ガス等が噴出する際に、周辺の地表面が熱せられて赤く見える現象を赤熱現象と呼ぶ。

## 絶対重力／絶対重力計

絶対重力とは、観測点における重力加速度を指す。絶対重力計は、真空中でコーナークューブなどの反射鏡からなる物体を、投げ上げもしくは自由落下により重力場の中で鉛直運動させて、加速度を計測する。

## 全磁力

地球磁場ベクトルの絶対値。磁場の観測量として、その長期的安定性が最も高い。磁気を帯びた鉱物の帯磁は、温度や応力によって変化するので、全磁力の変化は地下の温度、応力状態の変動を示唆する。

## 脱ガス過程

マグマが地表に近づいた際に、圧力の低下のために、マグマ中に溶解していた水や炭酸ガスなどの成分（揮発性成分）がマグマから火山ガスなどとして分離する過程。揮発成分の分離する割合や仕組みは噴火機構などを左右する重要な要素である。

## 超臨界

液体でも気体でもない状態で、圧力、温度が臨界点を越えた状態を超臨界という。水は 221 気圧以上、かつ、374°C 以上の時に超臨界状態となる。

## 低周波地震

地震波の低周波成分が卓越し、相対的に高周波成分が発達しない地震のこと。活火山ではしばしば低周波地震が観測され、マグマなどの火山流体の地下での移動や地表への噴出活動と密接に関連していると考えられている。

## データロガー（ロガー）

観測データを収録する装置のこと。火山噴火予知の観測研究では、主に、野外での地震、地温、地磁気などさまざまな観測データの現地収録に用いられている。

## テフラ

空中から降下し堆積した火山噴出物で、種々の大きさの火山砕屑物（火山岩塊、火山礫、火山灰）を指す。テフラは広く地表を覆って堆積するので、異なる場所で噴出物を対比する際の良い指標となる。

## 電子基準点

国土地理院が全国に展開している、GPS 衛星からの電波を受信する基準点のこと。受信アンテナ、受信機、テレメータ装置などが配備されている。

## 同位体

たとえば酸素には質量数が 16、17、18 のものがあるように、同じ原子番号の元素で質量数の異なるものを指す。一般に起源の異なる物質の同位体比は大きく異なるため、マグマの起源や異物質の混入などを把握するために有力な指標となる。

## トモグラフィー

地下の 2 次元または 3 次元構造を求める手法。地震波速度や減衰構造の推定によく用いられる。医学の分野において、X線や超音波で身体の 2 次元断面を求めるための手法が、地球物理学に応用されたもの。

## トレンチ調査

地質調査法の一つで、地表から溝状に掘り込み、地表では観測できない地層を新たに露出させる手法。過去の断層活動の跡を調査する活断層のトレンチ調査が有名であるが、火山の噴火史を調査するために有力な方法。

## 熱水系

マグマから分離上昇した火山ガスが地下で凝縮したり、地下水と接触したりして生じる熱水の生成過程、移動経路などを含むシステム全体のことを指す。

## 背斜構造

水平に堆積した地層が、地殻変動で圧縮されて生じる、波を打ったような曲がった構造のうち、山になった部分の構造を示す。

## ハザードマップ

ある災害に対する危険な区域を示した地図。火山のハザードマップでは、火山岩塊、火山灰、火砕流、溶岩、泥流などの災害を引き起こす現象が波及すると予想される範囲などが図示される。

## パン皮火山弾

ガラス質の皮膜がひび割れて、表面がフランスパンのように見える火山弾を指す。噴火で飛来中に一旦固まった表面が、着地後に内部が発泡し膨張したために生じる構造である。ブルカノ式噴火によって放出される火山弾によく見られる。

## ブーゲー異常

地表面の凹凸を平坦にならし、標高 0 メートルの地点で測定したら得られるであろう重力値と、標準重力値（楕円体上の正規重力式）の差を、ブーゲー異常という。地上の重力値は、高度、周囲の地形などによる擾乱をうけるので、地下の密度構造の推定には各種補正が必要になる。

## 物理化学モデル

経験則に基づいて作られるモデルとは異なり、現象が発生する機構について、物理学や化学の法則に基づいて作られるモデルのことで、時には決定論的モデルと呼ぶこともある。

## 物理検層

掘削孔内にゾンデと呼ばれる計測器を降下させながら地表から孔底まで連続的に音波速度、密度や電気伝導度などの物理的な性質を調べる作業。最近では孔内表面の詳細な映像を取得し、亀裂の状態なども調査される。

## ブルカノ式噴火

やや粘性の高いマグマによる爆発的な噴火であり、噴煙高度が10 km近くに達することもある。爆発によって1 m径のものが数 kmも飛ばされることがある。火山弾はパン皮状のものが多く、火口庭にあった古い岩塊も放出される。桜島や浅間山などでしばしば発生する。

## プルトン

地殻の深部にマグマが貫入して生じた巨大な火成岩体。

## 噴火ポテンシャル

中長期的観点から噴火の可能性（切迫性、規模など）を定量的に表現する指標。

## ボーリング

地表からの掘削により柱状試料を採取する手法で、トレンチ調査に比べはるかに長い活動時期の地質試料を入手することができる。ただし、掘削に当たっては櫓を組んだり、大量の水を必要とするなど大掛かりな作業が必要となる。

## マ グ マ

岩石物質の高温溶融体で地表付近にあるものを溶岩ともいう。マグマが地下で結晶化したり、地殻物質を溶かしこんで多様な組成のマグマができる（分化という）。マグマが上昇すると、マグマの中に溶解していた揮発性成分が気泡となり発泡する。火道での気泡の離脱（脱ガス）の仕方により噴火の激しさが変化する。

## マグマ供給系

地下深部から火口までマグマが供給されるマグマ溜りや火道を含むシステム全体のことを指す。

## マグマ溜り

火山活動の源であるマグマが蓄積されているところで、火山やカルデラの直下にあると考えられているが、その正確な形状や内部構造は分かっていない。

## マントルウェッジ

陸側プレートとそれに対して斜め下に沈み込む海洋プレート（スラブと呼ばれる）の間に挟まれたくさび状のマントル部分をマントルウェッジという。

## メルト包有物

火山岩の鉱物中に閉じ込められたガラス状の物質で、地下で成長中の鉱物にマグマが取り込まれたものと考えられる。メルト包有物の性質からそれが取り込まれた当時の地下マグマの状態を読み取ることができる。

## 溶岩ドーム

噴出した溶岩の粘性が小さい場合は溶岩流となって斜面を流れ下るが、溶岩の粘性が大きい場合は火口上にドーム状に盛り上がって溶岩の小山を形成する。溶岩円頂丘ともいう。しばしば成長中に溶岩の一部が崩れて火砕流を発生する。

## 陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)

地図作成、災害状況把握、資源探査等を主目的とし、2006年1月に打ち上げられた国産衛星。地殻変動検出に適するLバンド(波長23.6cm)のSARセンサーおよび2種の光学系センサーを搭載する。

## リモートセンシング

遠隔観測手法の総称。様々な波長の電波や光を用いて、対象物の地形、温度、物質などを測定する。人工衛星や航空機から測定することによって広い範囲を速く測定できる。

## レーザープロファイラー

航空機等からレーザー光を地表に照射し、その反射光から地形を精密に測定する技術。航空機の位置をGPS等で高精度で決定することにより、地表の高さを10cm程度の精度で測定することができる。樹木の隙間からの反射光により地面の高さを測定できる利点がある。

## レシーバー関数解析

地震波が地下構造の不連続面を通過するときに違う種類の地震波に変換する性質を利用して、地下構造を詳しく調べる解析手法。

## A F M T 探査

MT探査 (Magnetotellurics) のひとつで、可聴周波数 (Audio-Frequency) 帯域の電磁と磁場を測定することで地下の電気比抵抗分布を推定する手法。通常のMT探査に比べて、浅部の電気比抵抗を詳しく測定するのに適している。(MT参照)

## A S T E R

可視から熱赤外までの14バンドと立体視センサーを有する国産高性能光学センサー (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) の略。地形や地質、高温域までの温度分布、二酸化硫黄ガスの分布を15~90mの空間分解能で抽出することができる。

## A型地震

火山体やその周辺のやや深部(1~10km)で発生するP波やS波の相が比較的明瞭な火山性地震。

## B型地震

火道内部やその近傍の山体浅部(1km以浅)に発生する火山性地震。P波、S波の相が明瞭ではなく、地震波形の包絡線は紡錘形をしていることが多い。火山活動の活発化にともなって多発することが多い。

## C O S P E C

相関スペクトロメータ (Correlation Spectrometer) の略。特定の波長の紫外線が二酸化硫黄によって吸収される性質を利用して、火山ガス中の二酸化硫黄濃度を光学的に遠隔測定し、その放出量を求める装置。

## D O A S

Differential Optical Absorption Spectrometer の略。COSPECに代わって、火山ガス中の二酸化硫黄ガス放出量を測定するために最近開発された小型計量型の装置の一般的な名称。

## E P M A

鉍物やガラスなどの微小部分の化学分析が可能な装置。X線マイクロアナライザーのこと。

## G E O N E T

国土地理院が全国に展開しているGPS連続観測網。平成18年時点での観測点(電子基準点)数は1231点。1秒毎のGPS観測データがほぼ全ての観測点からリアルタイムでつくば市にある中央局に送信されている。定常的に3時間毎および24時間毎の各点の座標値を計算している。

## **G I S**

地理情報システム (Geographic Information System) の略。地理的位置に関する情報を持ったデータを総合的に管理・加工して視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術のこと。

## **G P S**

汎地球測位システム (Global Positioning System) の略。地上高約 20,000km の高度を航行する GPS 衛星からの電波を地上で受信し、3 次元的位置と時刻を正確に計測するシステム。地殻変動計測には干渉測位と呼ばれる搬送波位相を用いた相対測位法が用いられる。

## **G P S - 音響測距結合方式**

海底の地殻変動を観測するための手法の一つ。海上の船舶やブイの位置を GPS によって精密に決定し、それらと海底に設置された基点との間の距離を海中音波を用いて測定することにより、間接的に基点の変動を推定する。

## **J E R S - 1**

日本が 1992 年に打ち上げた地球資源衛星 (日本語名称は「ふよう 1 号」)。周波数 1.275MHz の L バンドのマイクロ波による SAR を搭載している。1998 年 10 月に運用を終了した。

## **M O D I S**

NASA の Terra 及び Aqua 衛星に搭載されている 0.4~14  $\mu$ m の範囲に 36 バンド (分解能 250m~1km) をもつ光学センサー (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) の略。エアロゾル、土地被覆、植生、噴火、海面温度等の観測に利用され、2 衛星に搭載されているため、同一地点を昼と夜一日 1~2 回の高頻度で観測することができる。

## **M S S**

多重スペクトル走査計 (Multi-Spectral Scanner) の略。航空機等に搭載し、進行方向と直角方向に走査を行い、対象物から反射、放射される可視光域や赤外域の電磁波を複数の波長帯域に分けて同時観測する。リモートセンシングで対象物の温度や物性などを推定するために用いる装置。

## **M T**

Magneto Telluric 法の略。火山周辺などの地表で磁場と電場の変動を同時に測定し、両者の直交成分の比から、地下の電気比抵抗構造を推定する方法。火山活動に伴うマグマや熱水の存在領域やその変化をとらえるのに適している。

## **R A D A R S A T**

カナダが 1995 年に打ち上げた地球観測衛星。周波数 5.3GHz の C バンドのマイクロ波による SAR を搭載している。

## **S A R**

合成開口レーダー (Synthetic Aperture Radar) の略。人工衛星や航空機などに搭載されたレーダーの移動により大型アンテナと同等の高い分解能を実現したレーダーシステム。2 時期のデータを干渉させる干渉 SAR 法は地表面の変位を面的にとらえる手法として注目されている。

## 【参考：地震の基盤的調査観測網の関連用語】

### **H i - n e t**

防災科学技術研究所が日本全国約 800 か所に整備した高感度地震観測網。深さ 100m 程度の縦孔の底部に、固有周期約 1 秒の 3 成分高感度速度型地震計が設置され、連続データのリアルタイム収集が行われている。

### **F - n e t**

防災科学技術研究所が日本全国約 70 か所に整備した広帯域地震観測網。奥行き 50m 程度の横坑の最奥部に、固有周期約 120 秒または 360 秒の 3 成分広帯域速度型地震計、及び 3 成分速度型強震計が設置されており、連続データのリアルタイム収集が行われている。

### **K - N E T**

防災科学技術研究所が日本全国約 1000 か所に整備した強震観測網。地表に設置された 3 成分加速度型強震計は、計測震度計としての機能も有しており、イベント波形データの収集が行われている。

### **K i K - n e t**

防災科学技術研究所が日本全国約 700 か所に整備した強震観測網。Hi-net に併設される形で、深さ 100m 程度の縦孔の底部と地表の両方に、3 成分加速度型強震計が設置され、イベント波形データの収集が行われている。

## 第7次火山噴火予知計画の実施状況等のレビューについて（報告）【概要】

（科学技術・学術審議会 測地学分科会）

### レビューの背景

- ・ 我が国の火山噴火予知に関する研究は、平成15年7月に科学技術・学術審議会が建議した「第7次火山噴火予知計画」（平成16～20年度）により推進。
- ・ 20年度に終了することから、次期計画策定に向けて現計画の実施状況、成果及び今後の課題についてレビューを実施。

### 成果のポイント

#### ① 研究成果

- ・ 富士山では、集中総合観測と火山体構造探査の融合などにより、浅部から深部に至る火山体の構造や詳細な火山活動史を解明。
- ・ 2004年浅間山噴火では、多項目観測により噴火に至る長期的な活動の変化や噴火直前の前駆的変動を把握。
- ・ 三宅島の活動観測を通じ、種々の新たな火山ガスの観測手法を開発。
- ・ 口永良部島などの幾つかの火山では、地震波速度構造と電気比抵抗構造のデータ解析により、火山直下の熱水等の流体分布を把握。

#### ② 社会への貢献

- ・ 2004年浅間山噴火や2006年桜島噴火などでは事前に兆候をとらえ、噴火開始後の継続的な観測により活動状況を把握し、防災に寄与。
- ・ 三宅島では、火山ガスの減少傾向を観測し、島民の避難解除判断に貢献。
- ・ 関係機関の観測データを気象庁に集約することによって、火山監視が強化。
- ・ 火山ハザードマップの整備と火山活動度レベルの導入によって、火山情報に関する防災関係者の理解が進み、火山防災に寄与。

### 今後の課題

- ・ 独立行政法人や国立大学法人では、火山観測研究施設の維持・強化が困難な状況が今後予想され、現在の火山監視能力のレベル維持は困難。
- ・ 火山情報については、中央防災会議で防災対策の起点として明確に位置付けられるなど、火山情報に対する期待が高く、その期待に応えるためには、観測研究の強化と基礎研究の推進により火山噴火予知研究の更なる高度化が急務。

# 第7次火山噴火予知計画の実施状況等のレビューについて（報告）【要旨】

（科学技術・学術審議会 測地学分科会）

平成19年1月15日

我が国の火山噴火予知に関する研究は、平成15年7月に科学技術・学術審議会が建議した「第7次火山噴火予知計画の推進について」（以下「第7次計画」という。）により、平成16～20年度までの5か年計画として推進されている。

108の活火山が分布する日本では、昭和47年10月に桜島火山の噴火活動が激化したことを契機に、火山災害対策に関する社会的要請が急速に高まったことから、当時の測地学審議会（現科学技術・学術審議会測地学分科会）が第1次火山噴火予知計画として建議して以来、5年ごとに計画の見直しが行われている。

本分科会では、次期計画の策定に向けて、第7次計画に係る観測研究の実施状況、成果を把握するとともに、今後の課題について以下のとおり取りまとめた。

## I 前書き

- この間、大災害を伴う噴火は生じていないが、2004年には浅間山で21年ぶりのマグマ噴火が発生。また、2006年には雌阿寒岳で小噴火が発生し、桜島では58年ぶりに南岳火口外からの噴火を観測。三宅島では2000年噴火以降、火山ガスの大量放出と時折火山性微動を伴う小噴火が継続発生。
- これらの噴火では事前に兆候をとらえ、噴火開始後の継続的な観測により活動状況を把握し、防災に寄与。特に三宅島では、火山ガスの減少傾向を観測し、島民の避難解除判断に貢献。
- しかし、いずれの噴火も、噴火開始直前の火山情報は発信したものの、明確な噴火時期の予測には至らず、噴火推移の予測も含め、火山噴火予知には依然として解決すべき課題が多い。

## II 実施状況と成果

レビューにあたっては、第7次計画の主な項目ごとに次のとおり取りまとめた。

### 1. 火山観測研究の強化

- 機動的な連続観測や関係機関からの観測データを気象庁に集約することによって、火山監視の強化が着実に進展。
- 全国に展開された電子基準点による地殻活動の解析はリアルタイム化のめどが立ちつつある。浅間山噴火では、地下へのマグマ貫入イベントの把握に成功するなど、火山活動評価の重要な手法であることを確認。
- 広帯域地震計、傾斜計、GPS、重力、火山ガスなど多項目の観測網により、噴火に至る長期的な活動の変化や噴火直前の前駆的変動を把握できることを浅間山噴火などにより確認。

## 2. 火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進

- 複数の火山で、火山流体の移動を物理的観測による把握が可能になった。地震や地殻変動の定常的観測データ等に基づいたマグマ供給系・熱水系のモデル化が進展した火山では、観測データから噴火に先立つ流体移動をとらえることも近い将来不可能ではない。
- 掘削試料や噴出物の解析及び火山ガス組成測定により、マグマの上昇・脱ガスなどの噴火過程に関する理解が進展。
- 人工地震探査を実施した火山では、浅部地震波速度構造が明らかになり、震源の決定精度が向上。人工地震と自然地震観測の併用により、深部から浅部にかけての地震波速度構造を把握。また、一部の火山では、地震波速度構造と電気比抵抗構造のデータ照合により火山直下の熱水等の流体分布を把握。
- 組織的な地質調査、系統的な岩石の化学分析や年代測定が実施された火山では、長期予測と噴火ポテンシャル評価の基礎となる新たな知見を得た。但し、マグマ供給系モデルや経験則に基づき、中期的な観点から噴火の可能性を評価できるのは一部の活火山のみ。
- 人工衛星や航空機によるリモートセンシング技術が、地殻変動観測、地磁気観測、熱やガス測定に有効であることが実証。

## 3. 火山噴火予知体制の整備

- 火山活動度レベルの導入によって火山情報が分かりやすくなり、登山規制等の実施を円滑にする上で効果があることが 2004 年浅間山噴火でも実証。
- 「日本の火山ハザードマップ集」が刊行・配布され、また、噴出物の年代や化学分析値のデータベースが整備されつつあるなど、火山防災のための基礎資料が充実。
- 地震予知観測網や基盤的調査観測網などの広域地震観測データを用いた地震波速度構造の研究により、島弧火山直下マントルでのマグマの移動・集積について重要な知見を得た。

# Ⅲ 今後の課題

## 1. 火山観測研究の強化

- 常時監視火山は 40 火山以下であり、さらに監視体制の十分でない火山も多いため、当面は中期的に監視すべき火山を選定し、それらの火山の重点的な監視体制の強化が必要。
- 電子基準点が火山活動監視に有効であるため、設置されていない活火山周辺への新設も考慮し、既設の電子基準点の維持及び適切な更新が必要。
- 広帯域地震計や傾斜計などによる観測が、噴火に前駆する現象把握などに有効であるため、大学等の観測網の更なる充実を図り、観測研究を強化することが必要。

## 2. 火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進

- 過去に大規模噴火発生した静穏期の長い火山やカルデラでも、最近の噴火例からも災害が発生する可能性があるため、ボーリングやトレンチ調査を含む総合的な調査研究が必要。
- 噴火ポテンシャル評価が可能な火山の数を増やすため、常時観測体制の整備と併せて、集中総合観測や火山体構造探査等の組織的な観測研究を実施することが必要。

- マグマ溜りを含む深部の解像度を上げるため、自然地震の高密度観測に加え、人工震源の密度を格段に上げた反射法を活用するなど、更なる解析法の工夫や技術開発が不可欠。
- 有効な地殻変動データを得るため、運用が開始された陸域観測技術衛星「だいち」や干渉合成開口レーダーとGPSデータの併用などによる観測研究手法の開発が重要。

### 3. 火山噴火予知体制の整備

- 大学においては研究者や技術者の増員が困難な状況にあり、火山噴火予知体制の機能強化は実現できていない。
- 火山活動度レベルが防災対応と十分リンクしているとは言えず、火山情報については更なる検討が必要。
- 火山活動の中長期的評価や活動の推移予測のためには、上部マントル内のマグマの火山浅部への移動経路の位置や形態について、地震の基盤的調査観測網も活用して定量的に明らかにすることが必要。
- 地震の基盤的調査観測網については、活火山の近くには配置されていないことから、火山活動監視のための観測点については、別途、拡充強化を図ることが必要。

## IV まとめ

- 火山噴火予知に関する観測研究は順調に進展。例えば、富士山では、集中総合観測と火山体構造探査の連携などにより、浅部から深部に至る火山体の構造や詳細な火山活動史を解明。また、三宅島の活動観測を通し、種々の新たな火山ガスの観測手法を開発。浅間山噴火では、多項目の観測により、噴火に至る長期的な活動の変化や噴火直前の前駆的変動を把握。
- しかし、火山噴火予知の実用化は、研究者の増員を含めた観測研究の強化や、観測技術の改善など新たな投資がなければ実現不可能。現実には、国立研究機関や国立大学の法人化にともない、運営費交付金の年次的な削減、定常的な人件費削減などが進んでいることから、企業等からの外部資金の獲得が困難な火山観測研究の分野では、近い将来、観測研究の縮小が危惧される。火山噴火予知計画で整備された大学の観測網やデータ伝送装置の老朽化は著しく、更新のめども立たず、観測研究の強化は困難。
- 一方、中央防災会議で火山情報が防災対策の起点として明確に位置付けられるなど、より高度で正確な火山情報への期待が増大。この情報を発信するためには、観測研究を強化し基礎研究の推進により火山噴火予知研究の更なる高度化が必要。
- また、気象庁では、これまで観測点を整備するとともに、大学等から高品位データの提供を受けて、監視観測の強化を図っているが、今後も、大学における常時連続観測の維持・強化が困難な状況が継続した場合、現在の火山監視能力のレベル維持は困難。
- このように大学等の法人化による火山噴火予知体制の弱体化が予想される状況では、監視観測を強化し、観測研究を含む基礎研究を推進するためには、観測やそれを取り巻く火山噴火予知体制の組織的・抜本的見直しが不可欠。今後はこれらの実現のため、より具体的な検討が必要。

# 第7次火山噴火予知計画の概要

## 火山噴火予知計画(第1～6次)(昭和49年度～平成15年度)

火山の構造を把握し、前兆現象や噴火機構など火山活動の理解の進展を図ることにより、噴火の時期、規模、様式を予知し、噴火後の推移予測を目指す



2004年9月16日浅間山噴火

## 第7次火山噴火予知計画の基本的方針

1. 監視観測や常時観測体制を、火山の活動度や防災の観点から順次強化整備
2. 噴火機構の理解や噴火ポテンシャル評価の定量化を図るために、基礎研究を幅広く推進
3. 関係機関の連携強化・関連観測データの一層の有効活用



2000年10月18日三宅島火口と噴煙

## 実施内容(平成16～20年度)

### 1. 火山観測研究の強化

- (1)火山活動を把握するための観測の強化
- (2)実験観測の推進
  - ・集中総合観測
  - ・火山体構造探査

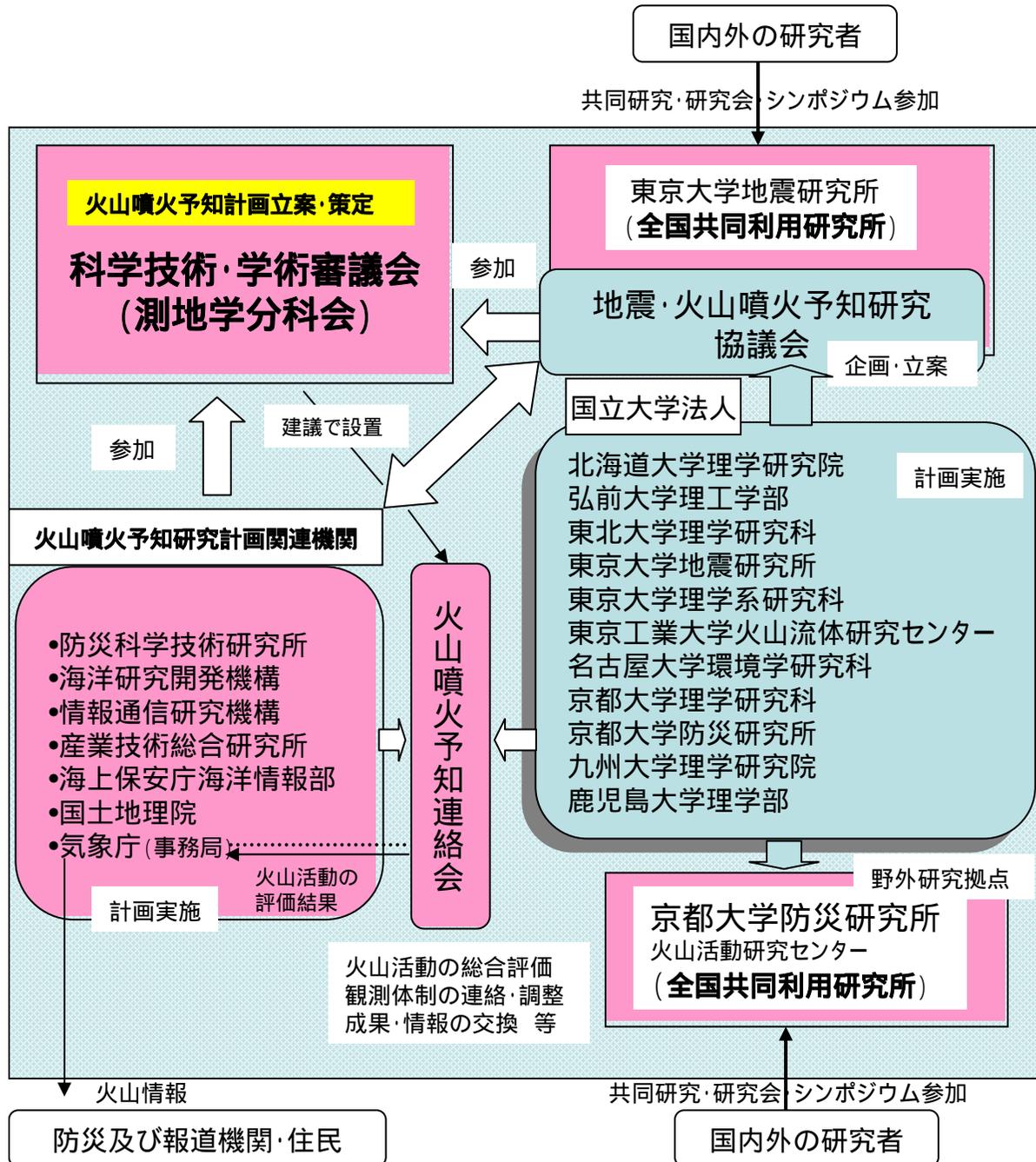
### 2. 火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進

- (1)噴火の発生機構の解明
- (2)マグマ供給系の構造と時間変化の把握
- (3)火山活動の長期予測と噴火ポテンシャルの評価
- (4)火山観測・解析技術の開発
- (5)国際共同研究・国際協力の推進

### 3. 火山噴火予知体制の整備

- (1)火山噴火予知体制の機能強化
- (2)火山活動に関する情報の向上と普及
- (3)基礎データの蓄積と活用
- (4)地震予知観測研究等との連携強化

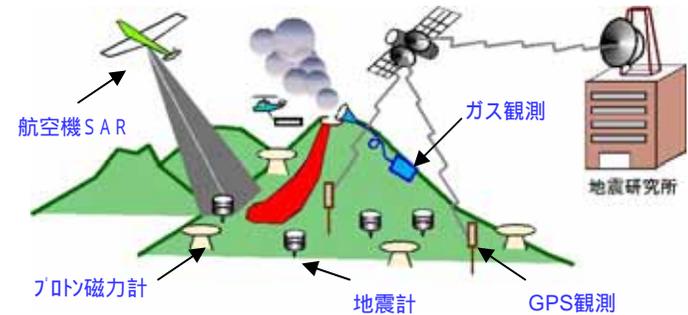
# 第7次火山噴火予知計画実施の体制



## 主な研究例

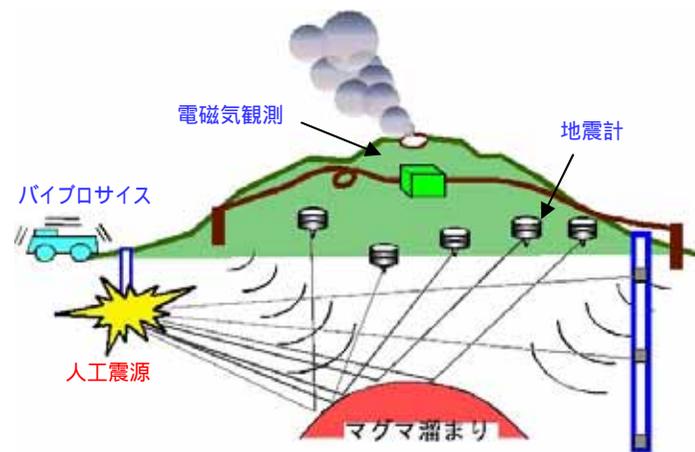
(1) 多項目観測による噴火ポテンシャルの評価手法確立のための研究

### 集中総合観測

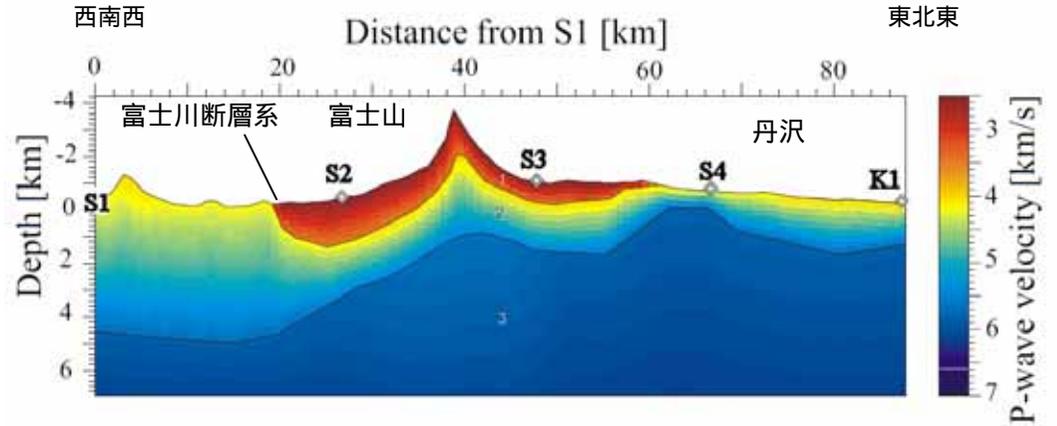
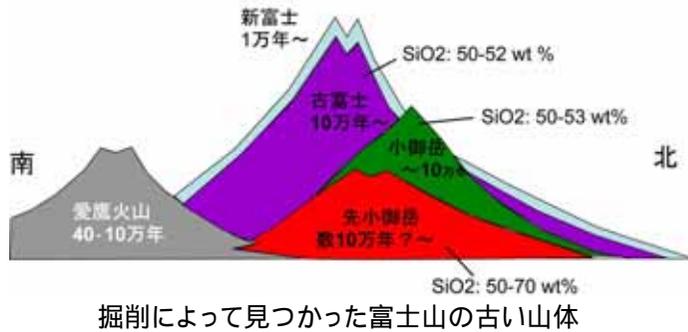


(2) マグマ供給系のイメージングと火山地震の発生機構の研究

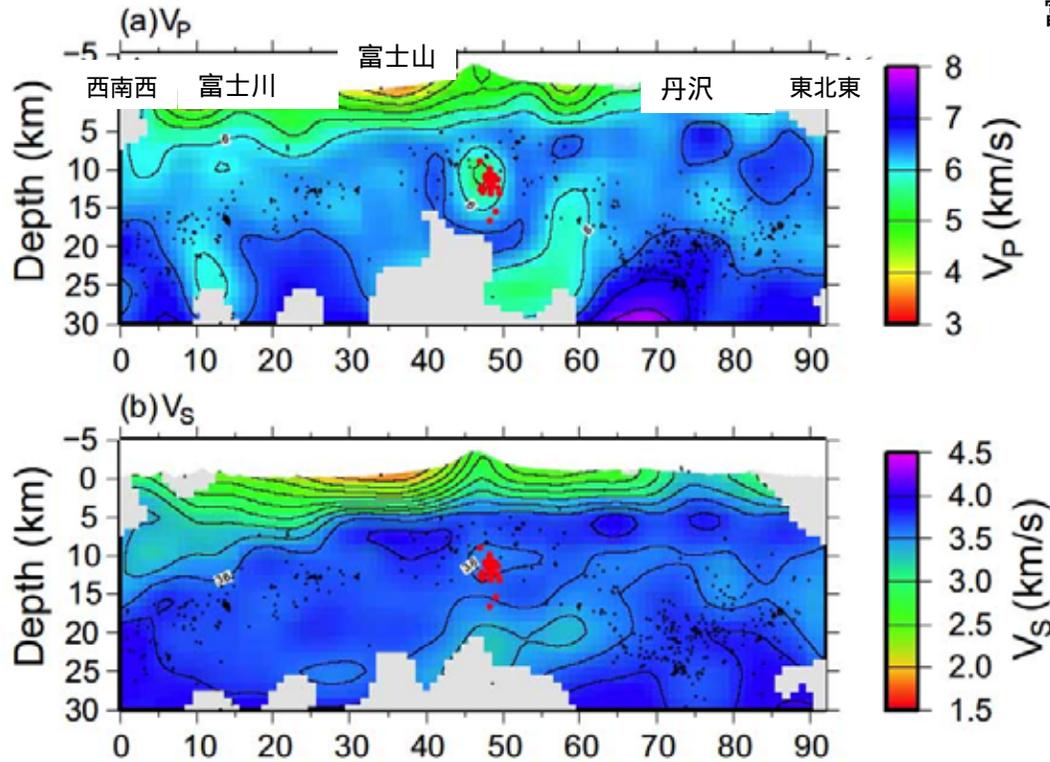
### 火山体構造探査



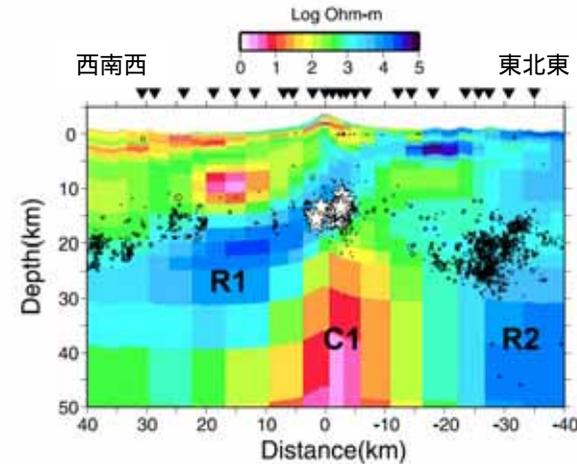
# 火山噴火予知研究の最近の成果(富士山)



富士山の浅部構造 (平成15年度構造探査)  
山頂下に高速度領域が盛り上がる。基盤は東部で浅い。



富士山の深部構造 (平成14～16年度自然地震探査)  
低周波地震発生源(赤丸: 地下約15km)は $V_p/V_s$ 比が低く, 超臨界状態流体の存在の可能性が示唆される。さらに深部にマグマが存在する可能性。黒点は自然地震



比抵抗構造からは低周波地震発生源の下(C1)にマグマ溜まりが存在する可能性が指摘される。  
(白星印は低周波地震, 黒点は自然地震)

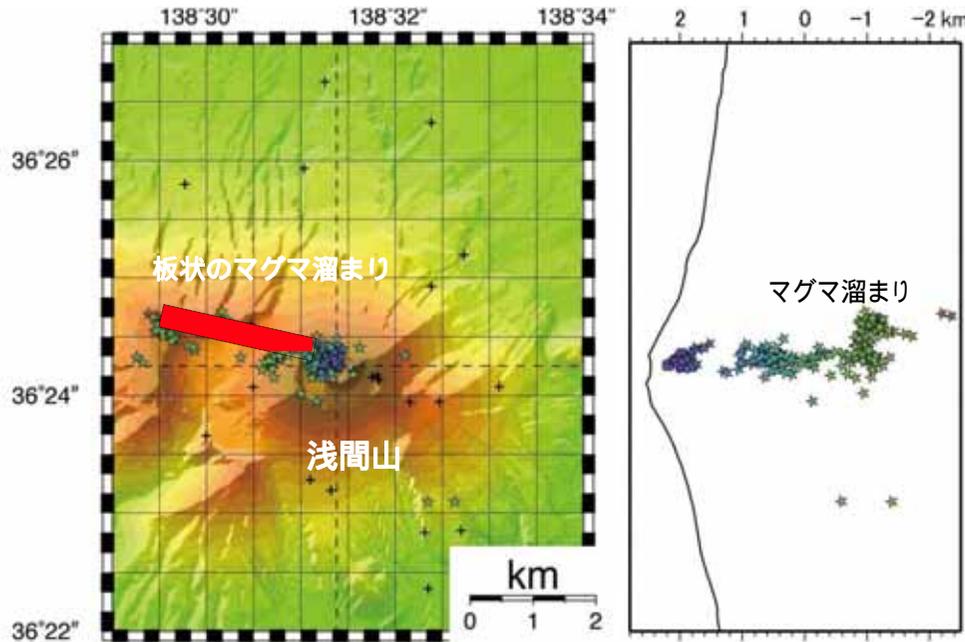
## 富士山の火山体構造と火山活動史

富士山集中総合観測(平成14年度)  
富士山構造探査(平成15年度)

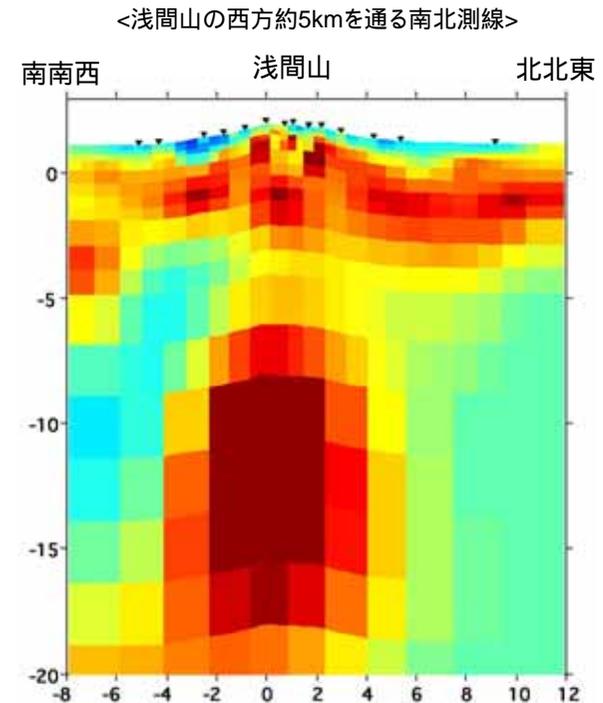
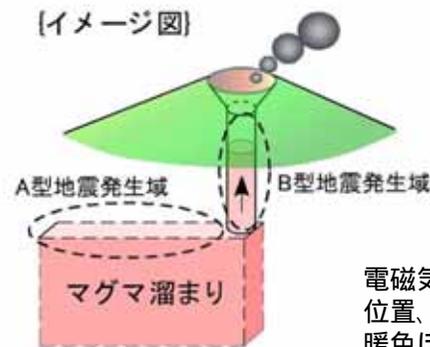
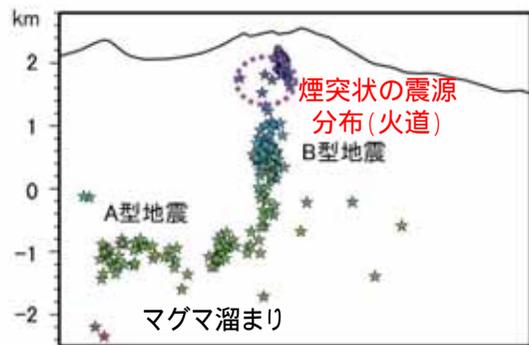
# 火山噴火予知研究の最近の成果(浅間山)

2004年噴火のマグマの通路が地震・GPS観測で浮き彫りに。  
地震・GPS・電磁気・重力などの高密度観測・探査によるマグマ  
供給システムの理解が噴火予知の高度化をする上では不可欠。

**浅間山のマグマ供給系**  
浅間山構造探査(平成17~18年度)  
浅間山集中総合観測(平成17年度)



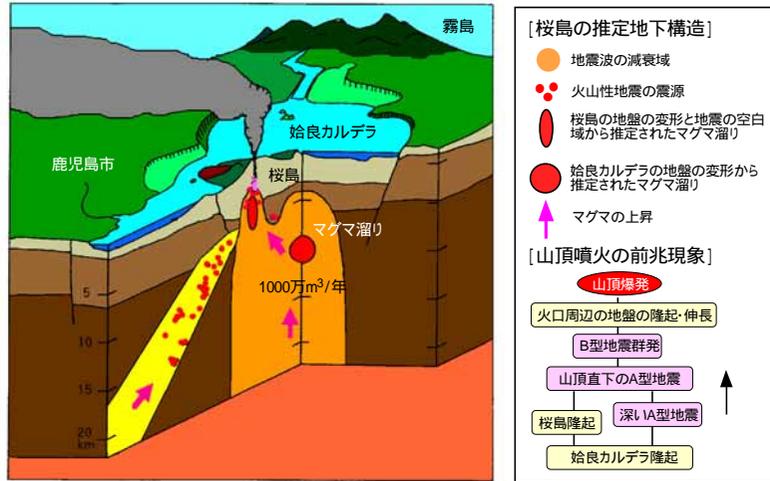
GPS地殻変動から推定されるマグマ溜まりの位置は、地下約4 km  
付近で西に伸びるA型地震の発生域直下にあたる。



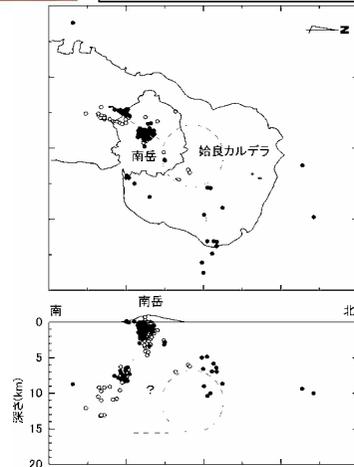
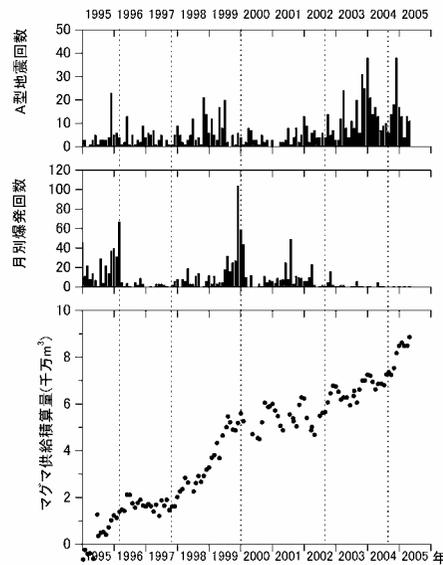
電磁気(MT)探査では、地震やGPS観測で推定されたマグマ溜まりの  
位置、及びその地下に、連続する低比抵抗体が存在することを示した。  
暖色ほど低比抵抗

# 火山噴火予知研究の最近の成果(桜島)

## マグマ供給系モデルに基づく活動評価と防災 (集中総合観測過去9回実施)



2006年6月3日に1946年に溶岩流を出した昭和火口から噴火開始



2003年11月以降、桜島南西沖と始良カルデラ内で地震活動が活発化



桜島の火山防災マップ

最近10年で1億m<sup>3</sup>のマグマが始良カルデラに蓄積、1914年大噴火からの累積は10億m<sup>3</sup>を超え、マグマが出口を探している状態

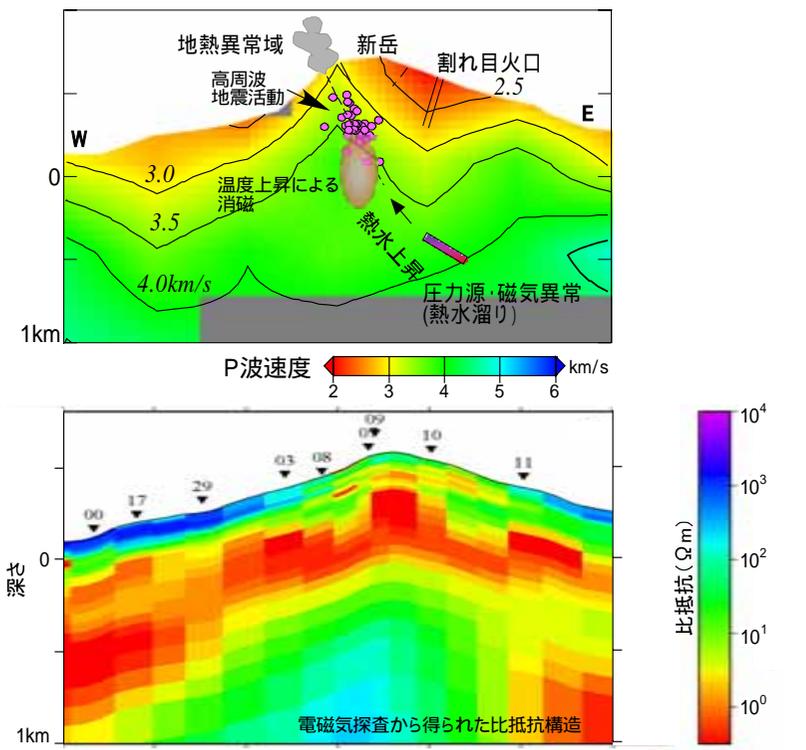
桜島への多量のマグマ移動など大規模噴火の兆候は認められないが、小規模火砕流の発生が予想されることから、鹿児島市により登山規制範囲の一部拡張が実施された。

昭和火口付近の地熱上昇が2か月前に確認されたが、噴火の明確な前兆はとらえられなかった。

# 火山噴火予知研究の最近の成果(口永良部島)

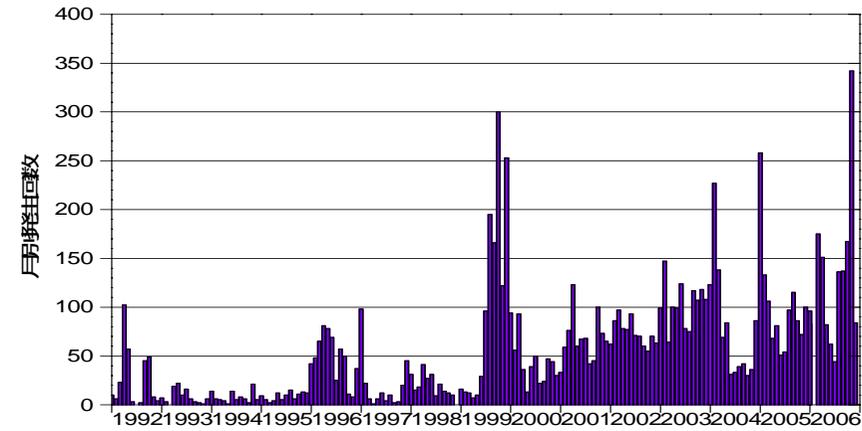
**火山直下の熱水等の流体分布**  
 口永良部島構造探査(平成16年度)  
 薩摩硫黄島・口永良部島集中総合観測(平成12年度)

口永良部島火山:  
 噴石が3kmまで飛散する強い水蒸気爆発を繰り返してきた屋久島西方沖の火山(住民約160人)。1841、1931、1933、1968年の爆発で死傷者。最後の噴火は1980年。

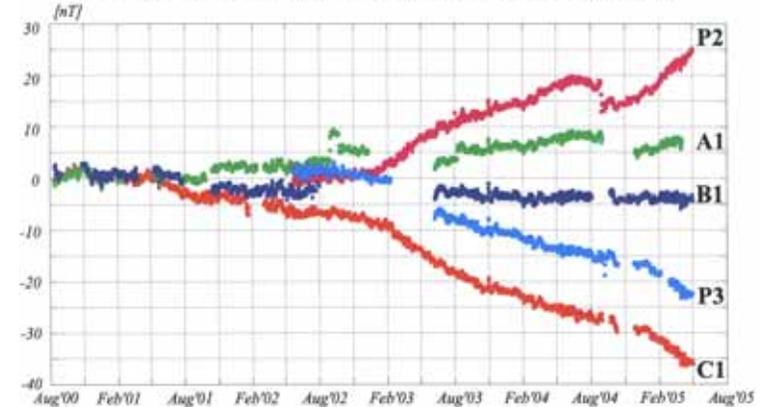


地震探査 山頂直下で高速度層が盛り上がり  
 電磁気探査(MT) 山頂直下が低比抵抗  
 GPS・空中磁気測量 熱水溜りの存在が推定

火山性地震発生回数(1992~2006年)



口永良部島山頂部の地磁気変化(2000年8月~2005年4月)

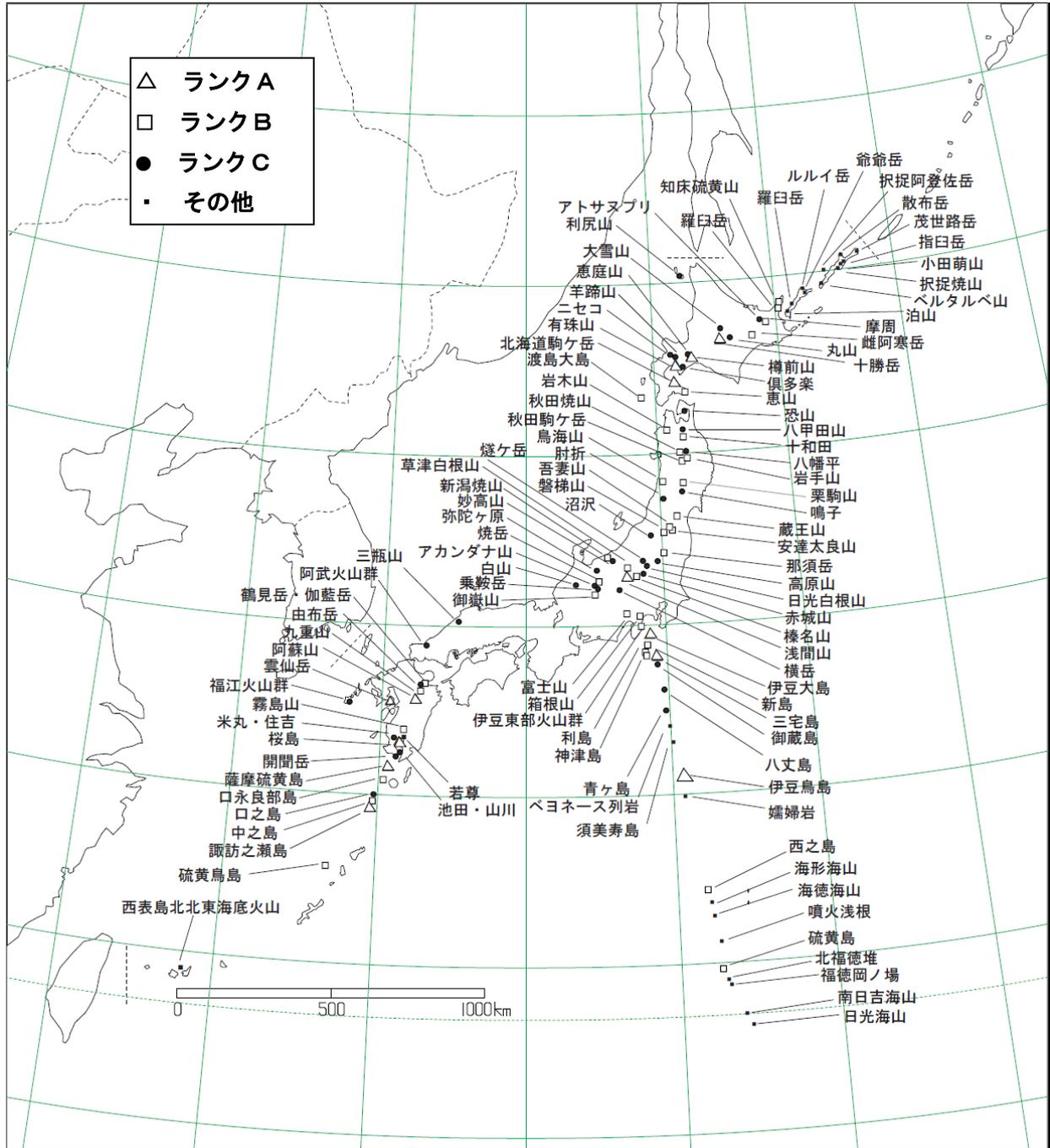


P1とA1は火口北、P3とC1は火口南500m以内の観測点、B1は火口の南1.5kmの観測点

1999年頃から山頂直下の浅い場所の地震活動活発化、2003年以降は蓄熱による地磁気変化、地盤変動、地熱活動、噴気異常も顕著になってきた。水蒸気爆発発生の可能性が高まりつつある。

## 参 考 资 料

# 1. 全国の活火山（108火山）

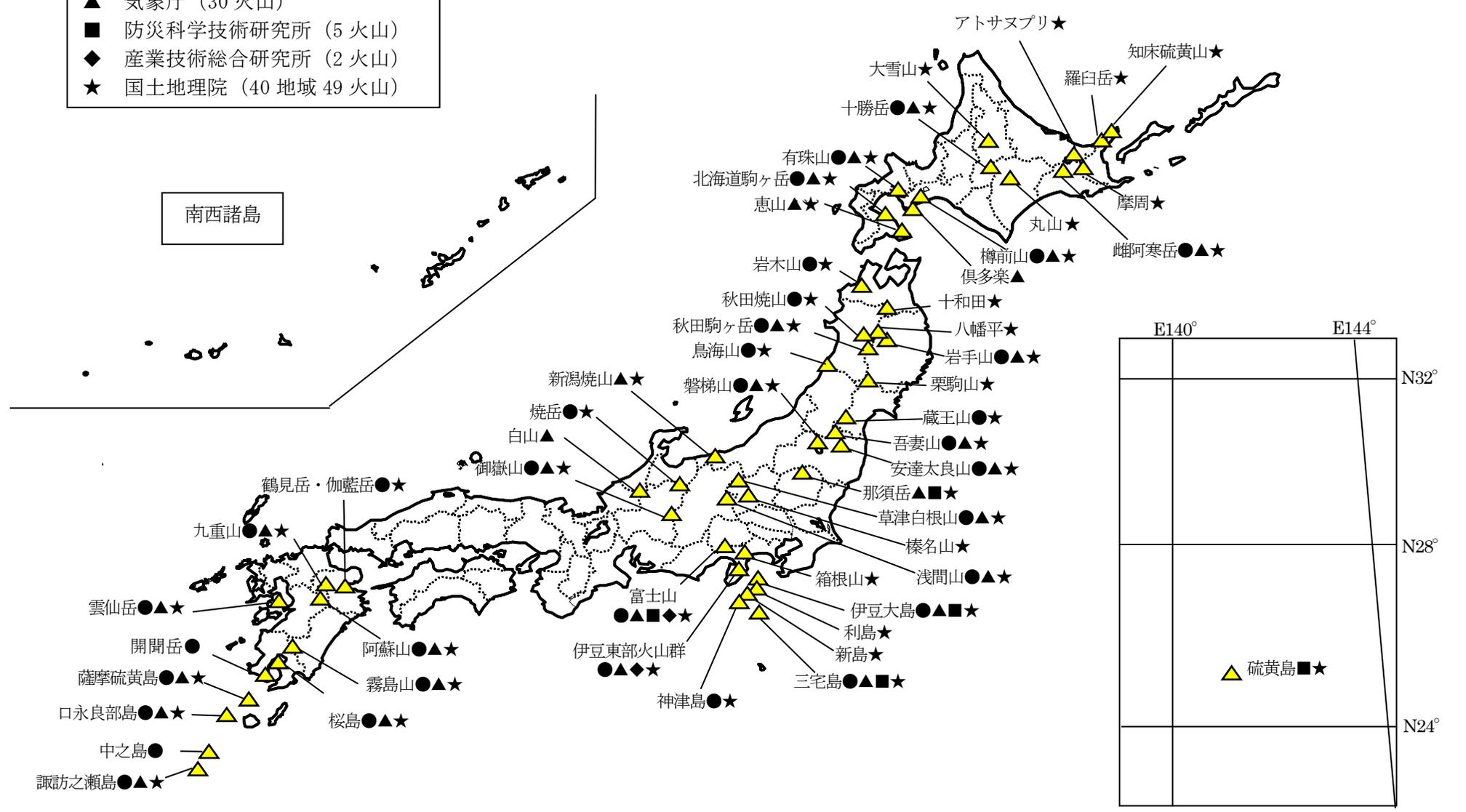


活火山の定義は火山学の発展に伴って修正されることがあり、活火山の数もそれに従って変化する。現在の活火山の定義は、平成15年（2003年）1月の火山噴火予知連絡会による「概ね過去1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」であり、これによって国内の活火山として、北方領土及び海底の火山を含む108火山が選定されている。

また、火山噴火予知連絡会では、過去の火山活動に基づいて1万年活動度指数及び100年活動度指数を定義して活火山の分類を行い、ランクA、ランクB、ランクCとした。ただし、海底火山や北方領土の火山については、データが不足していることから、分類の対象とはしていない。

## 2. 火山噴火予知観測網（平成18年度）

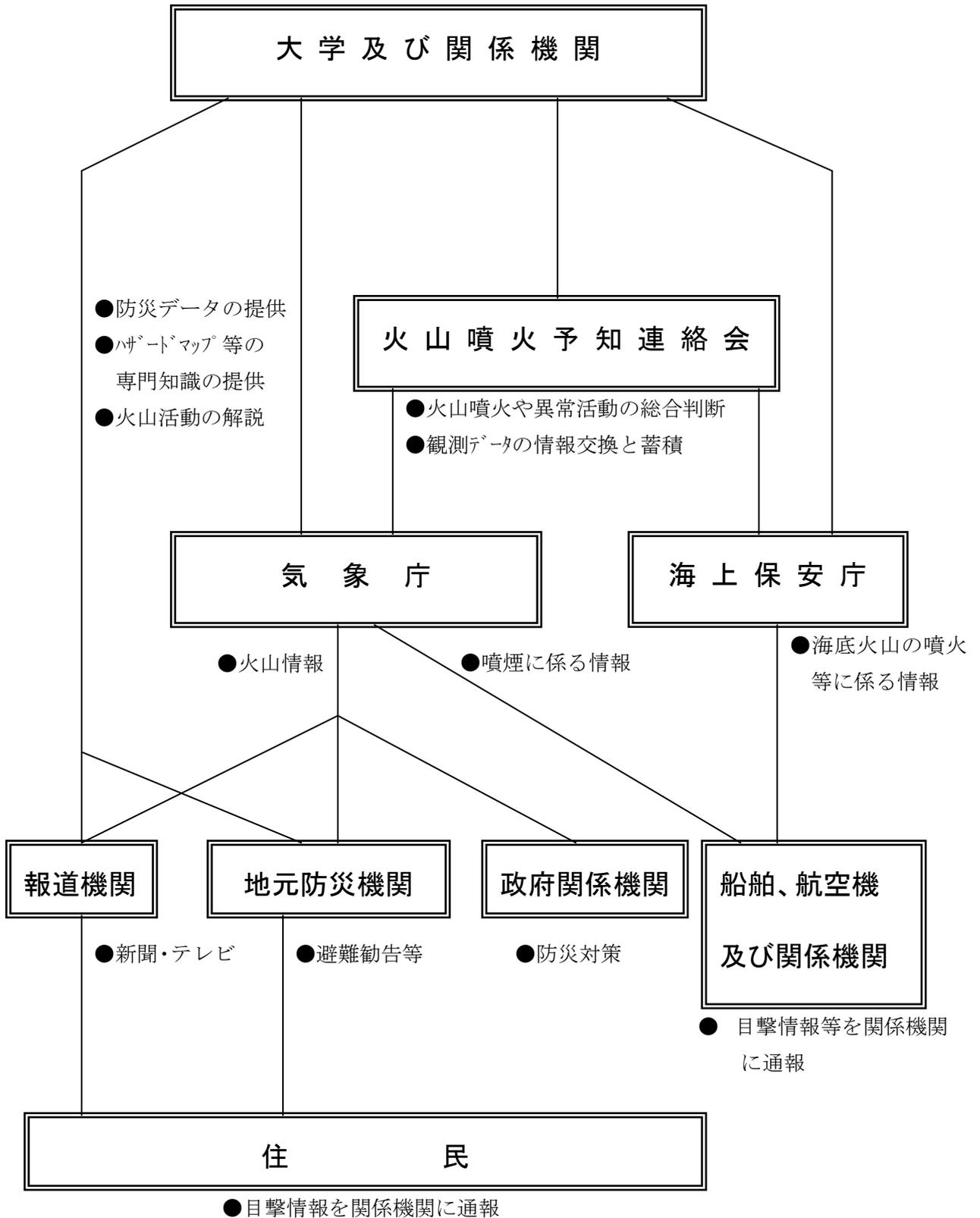
- 大学 (34 火山)
- ▲ 気象庁 (30 火山)
- 防災科学技術研究所 (5 火山)
- ◆ 産業技術総合研究所 (2 火山)
- ★ 国土地理院 (40 地域 49 火山)



### 3. 第7次火山噴火予知計画における各機関の役割

		火山活動を把握するための観測の強化	実験観測の推進	噴火の発生機構の解明	マグマ供給系の構造と時間的変化の把握	火山活動の長期予測と噴火ポテンシャルの評価	火山観測・解析技術の開発	国際共同研究の推進	火山噴火予知体制の整備
情報通信研究機構	航空機等からの先端リモートセンシング技術（SAR等）による計測技術の開発						○		○
国立大学法人	「特定火山集中総合観測」、「火山体構造探査」及び「活発化した火山活動の総合調査」による火山噴火予知の研究								
	「火山観測所」における火山噴火予知の研究								
	新しい観測機器・観測手法の開発	○	○	○	○	○	○	○	○
	噴火機構の理論的・実験的研究 火山の構造の研究 噴出物・マグマの物性の研究 データ解析手法の研究								
防災科学技術研究所	硫黄島・三宅島・富士山などの観測研究・噴火機構の研究	○	○	○	○	○	○	○	○
	航空機搭載型MSSなどによる観測技術の開発								
海洋研究開発機構	マグマの発生及び分化の研究 海洋島弧における火山地質・構造の研究				○	○		○	○
産業技術総合研究所	火山噴出物による火山の活動史の調査・研究 火山ガス観測・衛星画像解析・山体変動観測・物理探査			○	○	○	○	○	○
国土地理院	GPS、SAR、水準測量等による地殻変動観測 重力測量・地磁気観測	○	○		○		○	○	○
	地殻変動観測解析技術などの研究開発 火山基本地形図・火山土地条件図などの作成								
気象庁	火山噴火予知の研究・調査 地震計などによる火山活動の監視観測 火山情報の発表 火山噴火予知連絡会の事務局	○					○	○	○
海上保安庁 海洋情報部	海底火山の常時監視手法の確立 海域火山基礎情報図などの作成 船舶・航空機による海底火山などの監視観測	○			○		○		○

## 4. 火山活動に関連する情報の流れ



## 5. 火山噴火予知計画実施機関の変遷

関係機関名		第1次計画 昭和49～53年	第2次計画 昭和54～58年	第3次計画 昭和59～63年	第4次計画 平成元～5年	第5次計画 平成6～10年	第6次計画 平成11～15年	第7次計画 平成16～20年
総務省	独立行政法人情報通信研究機構 (独立行政法人通信総合研究所)					—————	—————	————— →
文部科学省	国立大学法人	—————						————— →
	北海道大学理学研究院	—————						————— →
	東北大学理学研究科	—————						————— →
	東京大学地震研究所	—————						————— →
	京都大学理学研究科	—————						————— →
	京都大学防災研究所	—————						————— →
	九州大学理学研究院	—————						————— →
	弘前大学工学部			—————				————— →
	東京大学理学系研究科			—————				————— →
	東京工業大学			—————				————— →
	名古屋大学環境学研究科				—————			————— →
	鹿児島大学理学部				—————			————— →
	(文部科学省：国立大学)							
	独立行政法人防災科学技術研究所	—————						————— →
	独立行政法人海洋研究開発機構							————— →
経済産業省	独立行政法人産業技術総合研究所		—————					————— →
国土交通省	気象庁	—————						————— →
	海上保安庁海洋情報部	—————						————— →
	国土地理院		—————					————— →

- (注) 1 平成13年1月6日に省庁再編及び4月1日に一部機関の独立行政法人化  
 2 平成16年度より、国立大学については法人化し、また通信総合研究所については情報通信研究機構へ組織変更

## 6. 火山噴火予知計画の整備進捗状況

〔単位：百万円〕

	科学技術庁		文 部 省		通商産業省		運 輸 省		建 設 省		郵 政 省	
	防 災 技 術 科 学 研 究 所		国 立 大 学		工 業 地 質 技 術 調 査 院		海 上 保 安 庁	気 象 庁	国 土 地 理 院		通 信 総 合 研 究 所	
第1次火山噴火予知計画(49～53)	予算	—	890	22	63	648	—	—				
	機構 定員		北海道 観測所の整備(札幌) 観測センターの新設 観測所の新設(有珠) 東 北 観測センターの整備 東 京 附属施設の新設(地殻化学) 京 都 観測所の整備(桜島) 九 州 観測所の整備(島原)				(新設) 火山室の設置  (整備) 火山活動解析 火山研究 (気象研) 常時火山観測 (前橋)					
第2次火山噴火予知計画(54～58)	予算	98	1,716	147	5	883	121	—				
	機構 定員	(整備) 地震防災研究室	北海道 観測所の整備(有珠) 弘 前 観測所の新設 東 北 観測センターの整備 東 京 観測所の整備(浅間) 附属施設の整備(地殻化学) 京 都 観測センターの整備 観測所の整備(桜島)			(整備) 地域火山機動観測(札幌、福岡) 地域火山機動観測(仙台) 精密火山観測 (鹿児島) (阿蘇山) (軽井沢) 火山研究 (気象庁)						
第3次火山噴火予知計画(59～63)	予算	166	1,754	86	5	726	101	152				
	機構 定員	(整備) 火山防災研究室	北海道 観測所の整備(有珠) 東 北 観測センターの設置 東 京 附属施設の整備(地殻化学) 観測所の設置(伊豆大島) 東京工業 観測所の新設(草津白根) 九 州 観測所の設置(島原)	(新設) 火山地質課		(新設) 地震火山部の設置  (整備) 火山防災業務 火山観測施設保守 精密火山観測 (伊豆大島) 地域火山機動観測 (仙台、福岡) 常時火山観測 (松本)						
第4次火山噴火予知計画(元～5)	予算	349	1,993	96	7	1,050	157	176				
	機構 定員	(新設) 火山噴火予知 研究室	東 北 観測所の設置 (日本海地域) (三陸地域) 東 京 附属施設の整備(地殻化学)  東京工業 観測所の整備(草津白根) 名古屋 センターの設置・整備 九 州 観測所の整備(島原) 鹿児島 観測所の新設 (南西島弧)		(整備) 火山噴火予知 解析	(新設) 火山対策官 火山対策室 地震火山課(福岡) (整備) 地域火山機動観測(札幌) 火山解析 火山遠隔観測 火山業務 雲仙岳火山業務 (雲仙岳、福岡) 火山機動観測 震動データ管区 テレメータ (札幌、仙台)	(新設) 火山基本図係 火山解析係					

		科学技術庁	文 部 省	通商産業省	運 輸 省		建 設 省	郵 政 省
		防 災 技 術 研 究 所 科 学	国 立 大 学	工 業 地 質 技 術 院 調 査 所	海 上 保 安 庁	気 象 庁	国 土 地 理 院	通 信 総 合 研 究 所
第5次火山噴火予知計画(6~10)	予算	1,005	2,710	110	11	1,966	116	357
	機構 定員	(整備) 火山噴火調査研究室	北海道 研究観測センターの設置 弘 前 観測所の整備 東 北 研究観測センターの設置 東 京 附属施設の整備(地殻化学) 東 京 地震研究所の改組 (共同利用の研究所へ改組、 大部門制) 東京工業 観測所の整備(草津白根) 京 都 防災研究所の改組 (共同利用の研究所へ改組、 大部門制) 鹿 児 島 観測所の整備(南西島弧)	(整備) 火山地質課		(新設) 火山課 地震火山課(札幌、 仙台、大阪、 沖縄)  (整備) 雲仙岳火山業務 (雲仙岳) 九重山火山業務 (大分) 航空路火山灰情報 センター(東京 航空地方気象 台)	(新設) 火山調査係(火 山基本図係は廃 止)  測地観測 センター  地理地殻活動研 究センター	
第6次火山噴火予知計画(11~15)	機構 定員		東京工業 研究センターの設置 名 古 屋 観測研究センターの設置 九 州 観測研究センターの設置					
	注2	文 部 科 学 省		経 済 産 業 省	国 土 交 通 省			総 務 省
		防 災 技 術 研 究 所 科 学 ※	国 立 大 学	産 業 総 合 技 術 研 究 所 ※	海 上 保 安 庁	気 象 庁	国 土 地 理 院	通 信 総 合 研 究 所 ※
	機構 定員	(整備) 7・QJ・I外研究 「火山噴火予知 に関する研究」 グループ	北海道 研究観測センターの整備 名 古 屋 研究観測センターの改組	地質調査総合 センター(火 山関連2研究 グループを整 備拡充)	火山調査官	(新設) 火山対策官 (整備) 火山監視・情報 センター(本庁、 札幌、仙台、福 岡)	(新設) 防災企画官 地殻情報管理官 (九州、四国) 火山観測係	
予算 注3	332	1,365	33	517	4,135	228	276	

	文 部 科 学 省			経 済 産 業 省	国 土 交 通 省			総 務 省
	防 災 技 術 研 究 所	海 洋 開 発 機 構 注 5	国 立 大 学 注 4	産 業 総 合 研 究 所	海 上 保 安 庁	気 象 庁	国 土 地 理 院	情 報 研 究 機 構 注 4
第 7 次 火 山 噴 火 予 知 計 画 ( 1 6 ~ 2 0 ) 注 1	予算	運営費交付金の内数	運営費交付金の内数	運営費交付金の内数	8	1,656	174	運営費交付金の内数
	機構定員	(整備) プロジェクト研究「火山噴火予知と火山防災に関する研究」グループ (平成18年度)  (整備) 火山防災研究部 (平成18年度)				(整備) 即時的被害予測による火山情報の高度化 火山防災業務 (三宅島) 火山防災官 (本庁、札幌、仙台、福岡)	(新設) 地殻情報管理官 (中国) 防災管理官 (北陸) 地球変動観測係 火山活動監視係  (整備) 防災管理官 (北海道・東北・中部・近畿・中国・四国・九州) (地殻情報管理官は廃止)	(新設) 電磁波計測研究センター電波計測グループ

- 注 1 第 7 次 火 山 噴 火 予 知 計 画 で は、 平 成 1 6 年 度 ~ 平 成 1 8 年 度 ま で の 予 算 及 び 機 構 定 員 を ま と め た。  
注 2 平 成 1 3 年 1 月 6 日 に 省 庁 再 編 が 行 わ れ、 4 月 1 日 に 一 部 機 関 (※) が 独 立 行 政 法 人 化 し た。  
注 3 独 立 行 政 法 人 化 し た 機 関 に つ い て は、「 運 営 交 付 金 の 一 部 」 と な っ た た め、 平 成 1 2 年 度 ま で の 額。  
注 4 平 成 1 6 年 度 よ り、 国 立 大 学 に つ い て は 法 人 化 し、 通 信 総 合 研 究 所 に つ い て は 情 報 通 信 研 究 機 構 へ 組 織 変 更。  
注 5 海 洋 研 究 開 発 機 構 に つ い て は、 平 成 1 6 年 度 よ り 参 加。

## 7. 国立大学法人の常時観測項目と観測点数

火山名	平成15年3月31日時点		平成18年3月31日現在		主な観測大学	備考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目		噴火活動等
雌阿寒岳	1 (臨時3)	地震、空振、地殻	2	地震、空振、地殻	北大理	(縦坑1本) 昭和63年、平成8、10年噴火
十勝岳	4	地震、空振、地殻	3	地震、空振、地殻	北大理	(横坑1本) 昭和63～平成元年噴火 平成16年噴火
樽前山	7 (臨時5)	地震、空振、地殻 熱、カメラ	8	地震、空振、地殻、 カメラ、熱	北大理	(横坑1本、縦坑1本) 昭和53～54、56年噴火
有珠山	17 (臨時4)	地震、地殻、GPS、 電磁気、熱	20	地震、空振、地殻、 GPS、電磁気、熱	北大理 東工大	昭和52～57年噴火 平成12年噴火
北海道駒ヶ岳	10 (臨時4)	地震、空振、地殻、 GPS	14	地震、空振、地殻、 GPS、カメラ、潮位、 電磁気	北大理	(縦坑2本) 平成8、10、12年噴火
岩木山	3 (臨時2)	地震、GPS	3 (臨時1)	地震、GPS	弘前理工	(縦坑1本、横坑2本)
秋田焼山	3	地震、地殻、GPS	3	地震、地殻、GPS	東北大理	(横坑3本) 平成9年噴火
岩手山	5 (臨時15)	地震、空振、地殻、 GPS、電磁気、熱	5 (臨時3)	地震、空振、地殻、 GPS、電磁気、熱	東北大理	(横坑1本、縦坑4本) 平成10年地震・地殻活 動活発化
秋田駒ヶ岳	3 (臨時1)	地震、地殻、熱	3 (臨時1)	地震、地殻、熱	東北大理	(横坑1本、縦坑2本) 昭和45～46年噴火
鳥海山	2	地震、地殻	2	地震、地殻	東北大理	(横坑2本) 昭和49年噴火
蔵王山	2	地震、地殻、熱	2	地震、地殻、熱	東北大理	(横坑1本、縦坑1本)
吾妻山	4	地震、地殻、熱	4	地震、地殻、熱	東北大理	(横坑3本、縦坑1本) 昭和52年微噴火
安達太良山	1	地震、地殻	1	地震、地殻	東北大理	(横坑1本)
磐梯山	1 (臨時7)	地震、地殻、GPS	1 (臨時4)	地震、地殻、GPS	東北大理	(横坑1本) 平成12年地震活発化
草津白根山	23 (臨時3)	地震、地殻、GPS、 電磁気、化学、熱、 カメラ	29	地震、地殻、GPS 電磁気、化学、熱、 カメラ (地震研分 は定常地震2点)	東工大 東大震研	(縦坑15本) 昭和57～58年噴火5回 昭和64年微噴火 平成8年微噴火

火山名	平成15年3月31日時点		平成18年3月31日現在		主な観測大学	備考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目		噴火活動等
浅間山	19 (臨時4)	地震、地殻、GPS、 電磁気	14 (臨時1)	地震、地殻、GPS 地磁気	東大震研	(縦坑1本) 昭和57、58年噴火 平成16年噴火
富士山	9	地震、地殻、GPS、 電磁気	10 (臨時2)	地震、地殻、電磁気	東大震研	(横坑1本、縦坑3本)
伊豆東部 火山群	2	化学	0		東大理	(縦坑2本) 平成元年海底噴火
伊豆大島	32 (臨時3)	地震、空振、地殻、 GPS、電磁気、熱、 化学、潮位	35 (臨時15)	地震、空振、地殻 GPS、電磁気、熱、 化学、潮位	東大震研 東大理	(縦坑5本) 昭和61年噴火
神津島			1	GPS	名大環境	
三宅島	9 (臨時13)	地震、地殻、GPS、 電磁気、熱、化学	6 (臨時3)	地震、電磁気、熱、 化学(熱、化学は東 工大)	東大震研 東工大	平成12～ 地震は東京都
焼岳	2	地震、GPS、電磁気	2	地震、電磁気	名大環境	昭和37年噴火
御嶽山	6	地震	6	地震	名大環境	昭和54、平成3年噴火
鶴見岳・ 伽藍岳	1	地震	1	地震	京大理	
九重山	4	地震、電磁気	4	地震、電磁気	京大理	平成7年10月11日 水蒸気爆発
阿蘇山	15	地震、空振、地殻、 電磁気、重力、熱、 カメラ	15	地震、空振、地殻、 電磁気	京大理	(横坑1本) 昭和50、52、54、55、 60、平成元、2、3年噴火 平成15、16年微噴火
雲仙岳	9 (臨時11)	地震、地殻、GPS、 電磁気、化学	9 (臨時11)	地震、地殻、GPS、 電磁気、化学	九大理	(縦坑4本) 平成2～7年噴火
霧島山	26	地震、地殻、GPS、 電磁気	10	地震、GPS、電磁気	東大震研	(横坑1本、縦坑1本) 平成3年微噴火
桜島	18	地震、空振、地殻、 GPS、化学、熱、 潮位	19	地震、空振、地殻、 GPS、化学、熱、 潮位	京大防災研 東工大 鹿児島理	(横坑1本、縦坑12本) 昭和30年から噴火活動 継続中
開聞岳	2	地震、GPS	2	地震、GPS	京大防災研	(横坑1本) 昭和42年群発地震
薩摩硫黄島	1 (臨時1)	地震、空振、GPS	1 (臨時1)	地震、空振、GPS	京大防災研	昭和63年噴煙 平成10～13年噴火
口永良部島	4 (臨時9)	地震、空振、GPS、 電磁気、熱	4 (臨時12)	地震、空振、GPS、 電磁気、熱	京大防災研 東工大	昭和55年9月割れ目 水蒸気爆発

火山名	平成15年3月31日時点		平成18年3月31日現在		主な観測大学	備考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目		噴火活動等
中之島	1 (臨時1)	地震、GPS	1 (臨時1)	地震、GPS	京大防災研	
諏訪之瀬島	1 (臨時2)	地震、空振、地殻、GPS 地震、空振	1 (臨時9)	地震、空振、地殻、GPS	京大防災研 鹿児島理	昭和32年頃より噴火活動継続中
霧島火山帯 (広域観測網)	9 (臨時6)	地震、GPS	9 (臨時3)	地震、GPS	京大防災研	(横坑6本) 昭和43年えびの地震

(注1) 「観測点数」欄の(臨時○)は、臨時の観測点数で外数

(注2) 地殻は、GPSを除く地殻変動連続観測(傾斜、歪、光波測距等を含む)。

(注3) 電磁気は、自然電位、比抵抗、地磁気等の観測を含む。

(注4) 化学は、火山ガス、地下水等の観測。

## 8. 気象庁の常時及び定期観測項目と観測点数

火山名	平成 15 年 3 月 31 日現在		平成 18 年 3 月 31 日現在		備 考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	
雌阿寒岳	3	地震、熱、カメラ、GPS、空振	5	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	
十勝岳	2	地震、熱、カメラ、GPS、空振	5	地震、熱、カメラ、GPS、空振	
樽前山	5	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)、全磁力	5	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)、全磁力、自然電位	
倶多楽			1	地震、熱	
有珠山	5	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)	5	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)	
北海道駒ヶ岳	6	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)、全磁力	6	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)、全磁力	
恵山			1	地震、熱	
岩手山	7	地震、熱、カメラ、空振	5	地震、熱、カメラ、空振	
秋田駒ヶ岳			1	地震、熱	
吾妻山	4	地震、熱、カメラ、GPS、空振	4	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	
安達太良山	2	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	2	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	
磐梯山	6	地震、熱、カメラ、GPS、空振	5	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	
那須岳	1	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	1	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	
草津白根山	1	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	1	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	
浅間山	6	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)、化学、全磁力	9	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)、化学、全磁力	
新潟焼山			1	地震、熱	
御嶽山	1	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	1	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	
白山			1	地震、熱	
富士山	2	地震、GPS	2	地震、GPS	
伊豆東部火山群	3	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)	2	地震、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)	(縦坑 1 本)
伊豆大島	5	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)、測距、全磁力	6	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻(傾斜)、全磁力、測距	

火山名	平成 15 年 3 月 31 日現在		平成 18 年 3 月 31 日現在		備 考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	
三宅島	6	地震、熱、カメラ、GPS、空振、化学、全磁力	6	地震、熱、カメラ、GPS、空振、化学、全磁力	
九重山	1	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	1	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	
阿蘇山	6	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻（傾斜）、全磁力	6	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻（傾斜）、全磁力	
雲仙岳	9	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻（傾斜）、全磁力	9	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻（傾斜）、全磁力	(縦坑 1 本)
霧島山	4	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	4	地震、熱、カメラ、GPS、空振、全磁力	
桜島	5	地震、熱、カメラ、GPS、空振、地殻（傾斜）	5	地震、カメラ、GPS、空振、地殻（傾斜）	
薩摩硫黄島	4	地震、熱、カメラ、空振、全磁力	4	地震、熱、カメラ、空振、全磁力	
口永良部島	1	地震、熱、空振、全磁力	4	地震、熱、カメラ、空振、全磁力	
諏訪之瀬島	1	地震、熱、カメラ、空振	1	地震、熱、カメラ、空振、全磁力	

(注 1) 観測点数は臨時観測点を含む震動観測点（テレメータ）の数を示す。GPS は、常設 3 点が原則で、火山により臨時点を設置している場合がある。

(注 2) 倶多楽、恵山、岩手山、秋田駒ヶ岳、新潟焼山、白山、富士山、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島は、常時観測火山ではないが、機動観測により継続的な観測を行っている。

(注 3) 三宅島は島内の震動観測点 6 点のほかに、新島、式根島、神津島に機動観測による震動観測点各 1 点を設置している。

(注 4) 各観測項目の内容は、次のとおり。

地震：火山性地震・微動の連続観測、熱：熱映像観測等による噴煙や噴気の連続または繰り返し観測、カメラ：高感度カメラ等による噴煙等の遠望観測、GPS：GPS による地殻変動連続観測（表で示した以外に繰り返し観測を実施している火山もある）、空振：空振計（超低周波マイクロフォン）による空気振動の連続観測、全磁力：全磁力の連続または繰り返し観測、地殻（傾斜）：傾斜計による地殻変動の連続観測、化学：二酸化硫黄ガスの放出量等の繰り返し観測、測距：光波測距儀による地殻変動連続観測（表で示した以外に繰り返し観測を実施している火山もある）、自然電位：自然電位の繰り返し観測。

## 9. 防災科学技術研究所の常時観測項目と観測点数

火山名	平成15年3月31日時点		平成18年3月31日現在		備考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	
那須岳	6	地震	6	地震	
富士山	5	地震、地殻	6	地震、地殻、GPS	(縦坑6本)
伊豆大島	4	地震、地殻、電磁波	4	地震、地殻、電磁波	(縦坑5本)
三宅島	5	地震、地殻、電磁波、GPS	5	地震、地殻、電磁波、GPS	(縦坑5本)
硫黄島	4	地震、潮位	4	地震、潮位	(地下壕2)

## 10. 産業技術総合研究所の常時観測項目と観測点数

火山名	平成15年3月31日時点		平成18年3月31日現在		備考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	
富士山			9	GPS	
伊豆東部火山群			2	水温、水位	地震観測井

## 1 1. 国土地理院の常時観測項目と観測点数

火山名	平成15年3月31日時点		平成18年3月31日現在		備 考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	
知床硫黄山 羅臼岳			2	地殻変動	GPS
摩周 アトサヌプリ			5	地殻変動	GPS
雌阿寒岳			3	地殻変動	GPS
丸山 大雪山 十勝岳			7	地殻変動	GPS
樽前山	5	地殻変動	5	地殻変動	GPS
有珠山	9	地殻変動	4	地殻変動	GPS
北海道駒ヶ岳	5	地殻変動	5	地殻変動	GPS
恵山			2	地殻変動	GPS
岩木山			4	地殻変動	GPS
十和田			4	地殻変動	GPS
秋田焼山 八幡平 岩手山 秋田駒ヶ岳	9	地殻変動	7	地殻変動	GPS 7
鳥海山			4	地殻変動	GPS
栗駒山			5	地殻変動	GPS
蔵王山			5	地殻変動	GPS
吾妻山 安達太良山 磐梯山	5	地殻変動	5	地殻変動	GPS
那須岳			4	地殻変動	GPS
榛名山			3	地殻変動	GPS
草津白根山	4	地殻変動	4	地殻変動	GPS
浅間山	3	地殻変動	7	地殻変動	GPS
新潟焼山			4	地殻変動	GPS
焼岳			3	地殻変動	GPS
御嶽山			4	地殻変動	GPS

火山名	平成15年3月31日時点		平成18年3月31日現在		備 考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	
富士山	8	地殻変動、 地磁気	9	地殻変動、 地磁気	GPS 7 地磁気 2
箱根山	3	地殻変動	3	地殻変動	GPS
伊豆東部火山群	11	地殻変動	11	地殻変動	GPS 8 潮位 2 光波測距 1
伊豆大島	7	地殻変動	7	地殻変動	GPS 6、APS 1
利島			1	地殻変動	GPS
新島	3	地殻変動	3	地殻変動	GPS
神津島	4	地殻変動	4	地殻変動	GPS
三宅島	9	地殻変動	7	地殻変動	GPS
硫黄島	2	地殻変動	2	地殻変動	GPS
鶴見岳・伽藍岳			4	地殻変動	GPS
九重山			6	地殻変動	GPS
阿蘇山	3	地殻変動	3	地殻変動	GPS
雲仙岳	4	地殻変動	4	地殻変動	GPS
霧島山	5	地殻変動	5	地殻変動	GPS
桜島	4	地殻変動	7	地殻変動	GPS
薩摩硫黄島			3	地殻変動	GPS
口永良部島			3	地殻変動	GPS
諏訪之瀬島			3	地殻変動	GPS

(注) 国土地理院の電子基準点網のうち火山活動観測に使われているもの及び活火山地域における機動観測点等を計上。

## 12. 海上保安庁における海域火山の監視・観測状況

### 南方諸島

火山名	定期監視	海域火山基礎 情報図調査	航空磁気測 量	G P S 連続	海底地 殻変動	その他
伊豆大島	○		平成17年	△		
新島	○					
神津島	○			△		
三宅島	○		平成15年	△	◇	
八丈島	○			△		
青ヶ島	○					
須美寿島	○					
伊豆鳥島	○					
嬬婦岩	○					
西之島	○					
硫黄島	○		平成18年			
伊豆東部火山群	○				◇	
明神礁・ベヨネ ース列岩	○		平成15年			
白根	○					
海形海山	○					
海徳海山	○					
海勢西ノ場	○					
噴火浅根	○					
北福德堆	○	平成14年	平成14年			
福德岡ノ場	○		平成17年			
南日吉海山	○					
日光海山	○					

### 南西諸島

火山名	定期監視	海域火山基礎 情報図調査	航空磁気測 量	G P S 連続	海底地 殻変動	その他
薩摩硫黄島	○	平成17年	平成17年			
口永良部島	○					
口之島	○					
中之島	○			△		
諏訪之瀬島	○		平成14年			
横当島	○		平成16年			
硫黄島島	○		平成18年			
若尊	○	平成16年				
西表島北北東	○					

- 注) 凡例 1) ○印は航空機による年1回以上の定期監視(目視または熱計測)  
 2) 年月記載は調査実施年度  
 3) △印は常時監視観測  
 4) ◇印は測量船による海底地殻変動観測の実施を示す。

### 1 3 . 国立大学法人における集中総合観測及び 構造探査実施火山の一覧

	年 度	対 象 火 山	報 告 書	備 考
第1次計画	昭和49年	伊豆大島, 桜島	有, 有	科研費
	51年	草津白根山*, 桜島	有, 有	*震研彙報と兼用
	52年	浅間山*, 阿蘇山	有, 有	*震研彙報と兼用
	53年	有珠山, 桜島	有, 有	
第2次計画	54年	吾妻山, 富士山	有, 有	
	55年	三宅島, 桜島	有, 有	
	56年	浅間山, 阿蘇山	有, 有	
	57年	有珠山, 桜島	有, 有	
	58年	樽前山, 伊豆大島	有, 有	
第3次計画	59年	草津白根山, 諏訪之瀬島	有, 有	
	60年	三宅島, 桜島	有, 有	
	61年	富士山, 雲仙岳	無, 無	
	62年	北海道駒ヶ岳, 焼岳	無, 無	十勝岳臨時集中観測実施
	63年	磐梯山, 桜島	無, 有	
第4次計画	平成元年	雌阿寒岳, 諏訪之瀬島	無, 有	
	2年	秋田駒ヶ岳, 三宅島	無, 無	
	3年	有珠山, 桜島	無, 有	
	4年	草津白根山, 阿蘇山	有, 無	
	5年	有珠山, 富士山	無, 無	
第5次計画	6年	○霧島*, 雲仙岳**	有, 有	*震研彙報と兼用, **科研費報告書と兼用
	7年	○雲仙岳*, 三宅島	有, 無	*探査概要と検測値一覧は震研彙報に掲載, 探査結果は京大防災研論文集に掲載
	8年	○霧島, 桜島	無, 有	
	9年	○磐梯山*, 道南3火山**	無, 無	*探査結果はJVGRに掲載, **北海道駒ヶ岳, 有珠山, 樽前
	10年	○阿蘇山*, 諏訪之瀬島	有, 有	*震研彙報と兼用
第6次計画	11年	○伊豆大島, 岩手山	無, 有	
	12年	○岩手山*, 薩摩硫黄島・口永良部島	有, 有	*探査概要と検測値一覧は震研彙報に掲載, 探査結果はGRLに掲載
	13年	○有珠山, 雲仙岳	有, 有	
	14年	○北海道駒ヶ岳*, 富士山	無, 有	*準備中
	15年	○富士山, 草津白根	有, 有	

	年 度	対 象 火 山	報 告 書	備 考
第7次計画	16年	○口永良部島*、御嶽山	有, 有	*震研彙報・防災研年報
	17年	○浅間山*、浅間山	有, 有	*電磁気探査
	18年	○浅間山、有珠山		
	19年	○桜島、桜島		
	20年	○桜島、阿蘇山		

○印は構造探査，報告書一覧は次頁  
平成19、20年度は予定

## 1 4 . 国立大学法人における集中総合観測及び 構造探査実施火山の報告書一覧

報 告 書 名	発行年月	報告 数	頁 数
有珠山の集中総合観測－1978年7月～12月－	昭和54年 4月	18	64
主要活火山の集中総合観測報告	昭和59年 8月	26	214
有珠火山における人工地震探査－観測および初動の読み取り－ (東大地震研究所彙報)	平成15年	1	23
北海道駒ヶ岳における人工地震探査－探査の概要および初動走時	準備中		
1999年岩手火山集中総合観測報告	平成18年 8月	15	151
吾妻火山集中総合観測報告－1979年10月－	昭和56年 4月	11	111
第2回草津白根火山集中総合観測報告書（1984年9月～10月）	昭和60年12月	9	97
第3回草津白根山の集中総合観測報告書（平成4年9月～11月）	平成 8年 5月	10	82
第4回草津白根山の集中総合観測報告書（平成15年7月～11月）	平成16年10月	18	181
浅間山・草津白根山集中総合観測報告（昭和51～52年）	昭和53年 9月	13	155
浅間山集中総合観測報告（昭和56年）	昭和57年11月	11	99
火山．特集：2004年浅間山噴火	平成18年 3月	20	101
平成17年度浅間山電磁気構造探査の概要 (2006年度Conductivity Anomaly研究会論文集)	印刷中		
御嶽火山の集中総合観測（第1回，2004年）	平成18年 2月	13	76
富士山集中総合観測報告（昭和54年）	昭和57年 8月	6	67
富士山火山の総合的研究（月刊地球号外）	平成16年11月	30	204
富士山の稠密地震観測 (2002年10月～2005年3月（東大地震研究所彙報）)	投稿中		
富士山における人工地震探査－観測および走時の読み取り－ (東大地震研究所彙報)	投稿中		
伊豆大島三原山の集中観測－1974年6月－	昭和50年 9月	10	67
伊豆大島集中総合観測報告（昭和58年）	昭和60年 8月	12	103
三宅島集中総合観測報告（昭和55年）	昭和57年 9月	9	78
第2回三宅島集中総合観測報告（昭和60年）	昭和62年 3月	8	84
阿蘇火山の集中総合観測（第1回）報告（1977年8月～12月）	昭和53年12月	11	75
阿蘇火山の集中総合観測（第2回）報告（1981年8月～12月）	昭和59年 3月	14	121
雲仙岳における火山体構造探査の事前調査研究	平成 7年 3月	21	138
第2回雲仙火山の集中総合観測報告書．2001年3月～2002年3月	平成18年 8月	7	71
霧島火山群の構造（Ⅱ）	平成 8年 3月	6	103
桜島火山の総合調査報告（昭和49年12月～昭和50年3月）	昭和50年10月	15	88

報 告 書 名	発行年月	報告数	頁数
第2回桜島火山の集中総合観測（昭和51年10月～11月）	昭和52年12月	16	128
第3回桜島火山の集中総合観測（昭和53年10月～12月）	昭和55年 5月	18	123
第4回桜島火山の集中総合観測（昭和55年10月～12月）	昭和57年 6月	17	108
第5回桜島火山の集中総合観測（昭和57年10月～12月）	昭和61年 1月	15	141
第6回桜島火山の集中総合観測（昭和60年10月～12月）	昭和63年 2月	17	137
第7回桜島火山の集中総合観測（昭和63年10月～12月）	平成元年 7月	16	119
第8回桜島火山の集中総合観測（平成3年10月～平成4年3月）	平成 7年 3月	13	132
第9回桜島火山の集中総合観測（平成8年10月～平成9年9月）	平成10年 9月	14	132
薩摩硫黄島火山・口永良部火山の集中総合観測 －2000年8月～2001年3月	平成14年 3月	21	184
口永良部島火山における人工地震探査－探査の概要と初動の走	平成17年12月	1	30
口永良部島火山の構造探査（京大防災研究所年報）	平成17年 4月	1	26
第1回諏訪之瀬島火山の集中総合観測－昭和59年7・8月－	昭和63年 2月	8	51
第2回諏訪之瀬島火山の集中総合観測－平成元年10月－	平成 5年 4月	11	104
第3回諏訪之瀬島火山の集中総合観測－平成10年10月－	平成12年 1月	10	108

# 15. 気象庁の火山機動観測実施状況

気象庁

火山名	基礎調査観測(注1)	緊急機動観測(注1)	調査観測(注2)
知床硫黄山	昭58, 平4		
羅白岳			
摩周	昭62, 平3, 6		
アトサヌプリ	昭55, 平2, 6		平18
○雌阿寒岳	昭(40), 63, 平8, 9	平7, 10~	平14~
丸山	平7		
大雪山	昭57, 平2, 7		
○十勝岳	昭(43), 平1, 11, 13	昭(44), 60~平2	平14~
利尻山			
○樽前山	昭49, 56, 61, 平10, 11, 13	平11~	平14~
恵庭岳	平5		
倶多楽	平4, 9		平16~
○有珠山	昭(46)	昭52~53, 平11~	平14, 15, 16, 17, 18
羊蹄山			
ニセコ			
○北海道駒ヶ岳	昭(39), 平8, 13	平8, 10~	平14~
恵山	昭(47), 54, 平1, 5, 10		平17~
渡島大島	昭59, 平3		
恐山	昭54, 平1		
岩木山	昭(46), (48), 59, 平10		
八甲田山	昭63, 平6		
十和田	平5		
秋田焼山	昭60, 平9	平9	
八幡平	昭58, 平6		
岩手山	昭(45), 62, 平5, 8, 9	平7~16	平17~
秋田駒ヶ岳	昭(45), (46), (48), 55, 平6	昭(45), (46)	平15~
鳥海山	昭61, 平4	昭49	平16
栗駒山	昭59, 平4		平18~
鳴子	平1		
肘折			平18
蔵王山	昭(42), 52, 56, 平2, 7	昭(41), 平4	平17
○吾妻山	昭(40), 50, 平13	昭(41), 52	平14~
○安達太良山	昭(40), 50, 平8, 9, 10, 11, 13		平15~
○磐梯山	昭(40)	平13, 14	平15~
沼沢			平17
燧ヶ岳			
○那須岳	昭(38), 平9		平14, 15, 16, 17, 18
高原山			平16
日光白根山	昭61, 平5		平14
赤城山	昭63, 平6		
榛名山	平5		平14
○草津白根山	昭(42), (48), 51, 58	昭49~51, 57~58, 62	平14, 15, 16, 17, 18
○浅間山	昭(40)	平16	平14, 15, 16, 17, 18
横岳			
新瀉焼山	昭55, 平1, 8, 9, 10	昭(38~39), 50, 59, 平3, 9, 10	平15, 17~
妙高山	平2, 8		
弥陀ヶ原	昭59, 平4		
焼岳	昭56, 平2, 8	昭44	平15, 18
アカンダナ山			平15
乗鞍岳	昭61, 平5		平17
○御嶽山	平3, 11	昭54~56	平14, 15, 16, 17
白山	昭63, 平7		平16, 17~
富士山	昭57, 63, 平6	昭62~	平13
箱根山	昭60, 平6		平16, 18
○伊豆東部火山群		平1~2, 5, 7, 8~	平14, 15, 16
○伊豆大島		昭61	平14, 15, 16, 17, 18
利島			
新島	昭56, 平4		
神津島	昭60, 平4		
○三宅島	昭51, 58, 平10~13	昭(38), 58~平8, 12~13	平14~15, 16, 17, 18

火山名	基礎調査観測（注1）	緊急機動観測（注1）	調査観測（注2）
御蔵島			
八丈島	昭57, 平7		
青ヶ島	昭59, 平7		
伊豆鳥島		昭(40), (41), (42)	
西之島		昭(48), 49	
硫黄島		昭(43)	
三瓶山			
阿武火山群			平17
鶴見岳・伽藍岳	昭54, 61, 平4, 7		平17
由布岳			
○九重山	昭57, 63, 平5	平7~8	平14, 15, 16, 17, 18
○阿蘇山			平14, 15, 16, 17, 18
○雲仙岳	昭(45), 59, 平2	昭59, 平2~8	平14, 15, 16, 17, 18
福江火山群			
○霧島山	昭(47)	平3~4, 15~	平14, 15, 16, 17, 18
米丸・住吉池			
○桜島	昭(40)	昭(43), (47), 平18	平14, 15, 16, 17, 18
池田・山川			
開闢岳	昭56, 平1, 6		
薩摩硫黄島	昭60, 平4, 9~13	昭63	平14~
口永良部島	昭50, 58, 平2, 8	昭55, 平11~	平14, 15, 16, 17, 18
口之島			
中之島	昭61, 平5, 11~13		
諏訪之瀬島	昭55, 63, 平6, 10~11	平12, 13~	平14, 15, 16, 17, 18
硫黄島			

注1) 平成14年3月の火山監視・情報センター業務開始以前は、本庁及び管区気象台の火山機動観測班が基礎調査観測と緊急機動観測を実施しており、常時観測火山については、現地気象官署が現地観測を年数回実施していた。

注2) 平成14年3月の火山監視・情報センター業務開始以後は、従来の基礎調査観測及び現地観測を、調査観測として火山監視・情報センターが実施している。

注3) 火山名に○が付いているのは常時観測火山。実施年を括弧書きにしているものは、火山噴火予知計画発足以前の実施を示す。

注4) 複数年にまたがって地震などの連続観測を行っている場合は「平14~」のように表示し、毎年繰り返し観測を行っている場合は「平14, 15, 16, 17, 18」のように表示している。

## 16. 浅間山に関する火山噴火予知連絡会の活動経過

2004年（平成16年）		
9月 1日	噴火発生（中爆発）	
	臨時火山情報発表	火山活動度レベル→3
9月 9日	拡大幹事会	爆発的噴火を繰り返す可能性（見解）
9月15日～18日	小噴火頻発	
9月23日	中爆発	
9月29日	中爆発	
10月10日	小爆発	
10月26日	第99回連絡会	爆発的噴火を繰り返す可能性（統一見解）
11月14日	中爆発	
2005年（平成17年）		
2月23日	第100回連絡会	火山活動に低下傾向は認められず、これまでのような噴火を繰り返す可能性（統一見解）
6月21日	第101回連絡会	火山活動は次第に低下する傾向、小規模な噴火の可能性（統一見解）、火山活動度レベル→2
11月 2日	第102回連絡会	火山活動に大きな変化はみられずやや活発な状況、小規模な噴火の可能性
2006年（平成18年）		
2月28日	第103回連絡会	火山活動はやや活発な状況、小規模な噴火の可能性
6月12日	第104回連絡会	火山活動はやや活発な状況、小規模な噴火の可能性
9月22日		火山活動度レベル→1

## 17. 三宅島に関する火山噴火予知連絡会の活動経過

2000年（平成12年）		
	6月26日18時30分頃から火山性地震が多発	
	同日19時32分、緊急火山情報を発表	
6月26日	第1回伊豆部会	三宅島南部で噴火の可能性高い（コメント）
	第2回伊豆部会	マグマは山頂から南西部に貫入（コメント）
6月27日	西方沖で海底噴火	
	第3回伊豆部会	マグマは西方海域へ、強い爆発の可能性も（コメント）
	第4回伊豆部会	西方海域での海底噴火に警戒（コメント）
6月28日	第5回伊豆部会	西方海域は噴火に警戒、東部の噴火はない（コメント）
6月29日	第6回伊豆部会	火山活動は低下し、噴火の可能性はない（コメント）
7月 8日	山頂で噴火	
	第7回伊豆部会	今後も山頂噴火に対し注意が必要（コメント）
7月10日	第86回連絡会	山頂カルデラの陥没続く可能性高い（コメント）
7月14日	山頂で再び噴火	
	第8回伊豆部会	地震・地殻変動続く、今後も噴火可能性（検討結果）
	第9回伊豆部会	地震・地殻変動続く、今後も噴火可能性（検討結果）
7月18日	第10回伊豆部会	陥没のメカニズム等について議論 今後も噴火可能性（検討結果）
7月21日	第11回伊豆部会	三宅島火山活動、新島神津島近海の地震活動の検討 今後も噴火の可能性あり（三宅島） 岩脈状マグマの活動に由来（新島神津島近海の地震） （以上検討結果）
8月 4日	第12回伊豆部会	岩脈状マグマが浅くなった可能性（検討結果）
8月 8日	第13回伊豆部会	今後も噴火可能性（検討結果）
8月10日	山頂で噴火（噴煙8000m）	
	第14回伊豆部会	今後も同様の噴火の可能性（検討結果）
8月18日	山頂で噴火（噴煙14000m）	
	第15回伊豆部会	今後も同規模かそれを上回る噴火の可能性（検討結果）
8月21日	第16回伊豆部会	今後も同規模かそれを上回る噴火の可能性（検討結果）
8月24日	第17回伊豆部会	マグマ関与について議論 今後も同規模かそれを上回る噴火の可能性（検討結果）
8月29日	山頂で噴火（噴煙8000m）、低温火砕流	
8月31日	第18回伊豆部会	今後も同規模かそれを上回る噴火、火砕流に警戒 （検討結果）
10月 6日	第19回伊豆部会	当面は火山ガス放出が続く可能性（検討結果）
11月 1日	第87回連絡会	爆発の可能性は低い、火山ガス放出が続く（統一見解）
2001年（平成13年）		
2月 5日	第88回連絡会	多量の火山ガス放出は続く（統一見解）
5月27日	第89回連絡会	ガス放出低下の兆し、当面は続く（統一見解）
8月10日	三宅島総合観測班を設置	
10月22日	第90回連絡会	火山活動・ガス放出は長期的に低下傾向（統一見解）
2002年（平成14年）		
2月 1日	第91回連絡会	火山活動・ガス放出は長期的に低下傾向（統一見解）
5月23日	第92回連絡会	火山活動・ガス放出は長期的に低下傾向（統一見解）
10月15日	第93回連絡会	火山活動・ガス放出はゆっくりと低下（統一見解）

2003年（平成15年）		
1月21日	第94回連絡会	火山活動・ガス放出はゆっくりと低下（統一見解）
5月13日	第95回連絡会	低下しているもののガス放出は当面継続（統一見解）
10月28日	第96回連絡会	低下しているもののガス放出は当面継続（統一見解）
12月26日	三宅島火山活動モデル検討会	火山活動及び脱ガスモデルのレビュー
2004年（平成16年）		
1月27日	第97回連絡会	ガス放出は横ばいで当分継続の可能性（統一見解）
6月30日	第98回連絡会	ガス放出は横ばいで当分継続の可能性（統一見解）
10月26日	第99回連絡会	活動に大きな変化なくガス放出は当分継続
12月27日	拡大幹事会	活動に大きな変化なくガス放出は当分継続（見解）
2005年（平成17年）		
2月23日	第100回連絡会	活動に大きな変化なくガス放出はしばらく継続
6月21日	第101回連絡会	活動に大きな変化なくガス放出は当分継続
11月 2日	第102回連絡会	活動に大きな変化なくガス放出は当分継続
2006年（平成18年）		
2月28日	第103回連絡会	活動に大きな変化なくガス放出は当分継続
6月12日	第104回連絡会	活動に大きな変化なくガス放出は当分継続

## 18. 第7次火山噴火予知計画に関する主要論文リスト

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページまたはDOI	査読の有無	最も関連の深い項目※	2番目に関連の深い項目※	3番目に関連の深い項目※	関係各機関が推薦する主要な論文にかかる概要
畑中雄樹	2006	地球センサーとしてのGPS連続観測網の高度化 -GPS観測量に含まれるシグナルとノイズの分離-	測地学会誌	52-1	1-19	○	1(1)			国土地理院におけるGPS連続観測網は1990年代前半から始まり、現在は1200点規模に達している。このような巨大なシステム全体の精度は観測点の形状、設置の適切さ多岐にわたるノウハウの蓄積を背景に達成されており、また心臓部である計算手法も度重なる改良を経て、安定性と精度は世界屈指のものとなっている。火山噴火予知への計り知れない貢献をなしているGEONETの技術的背景が
村上亮	2003	村上 亮 (2005) 最近10年の地殻変動観測の進歩と火山学への貢献	火山	第50巻特別号	S27-S48	○	1(1)	2(2)	3(3)	
山里平	2005	近代火山観測の歴史-気象庁の監視観測を中心に-	火山	50	S7-S18	○	1(1)			
Shoichi Oshima, Minoru Tozawa	2005	Submarine Volcanoes and Autonomous Survey Vehicles	Hydro INTERNATIONAL	9	54-57		1(1)			海底火山の火口周辺を調査する場合に噴火による危険を伴うことから無人による調査船を用いて、地形調査や採水などのデータを取得する。過去や最近の活動時における調査内容を結果を交えて報告
小野寺健英, 加藤剛, 瀬尾徳常	2003	重力・地磁気異常から推定される福徳岡ノ場付近の地殻構造	海洋情報部研究報告	39	23-33		1(1)			火山活動の予測の基礎となるデータの整備等を目的とする「海城火山基礎情報図」作成等のため、福徳岡ノ場周辺の重力、地磁気に関する調査及び解析結果について報告。ブーゲー重力異常は福徳岡ノ場周辺が低重力異常域であり、重力基準深度分布は、福徳岡ノ場の北約2kmを中心とする半径約5kmの範囲がすり鉢状の形態を示す。また、磁化強度分布によれば、基盤の低磁化強度域が福徳岡ノ場からその北西域にかけて存在している。
西澤あずさ・小野智三・笹原昇・橋口博・大谷康夫	2003	マリアナ弧北端部の南日吉海山周辺における海底地震観測	海洋情報部研究報告	39	3-21		1(1)			南日吉海山において、海底地震計による人工震源を用いた上部地殻構造探査、自然地震観測の震源分布等の解析結果についての報告。
Fujita, E., M. Ukawa, E. Yamamoto and Y. Okada	2002	Cyclic jerky opening of magma sheet and caldera formation during the 2000 Miyakejima volcano eruption	Geophys. Res. Letters	29	10.1029/2001GL013848	○	1(2)	2(2)	2(1)	2000年三宅島噴火活動でカルデラ形成期に繰り返し発生した傾斜ステップ現象について、島内で観測された傾斜計と広帯域地震計上下動成分を解析し、変動源が三宅島直下6~8kmの深さに位置するシル状のマグマ溜まりの開口で説明で
H. Ueda, T. Matsumoto, E. Fujita, M. Ukawa, E. Yamamoto, Y. Sasai, M. Irwan and F. Kimata	2006	Geomagnetic changes associated with the dike intrusion during the 2000 Miyakejima eruptive activity, Japan	Earth and Planetary Science Letters	245	416-426	○	1(2)	2(2)	2(1)	2000年三宅島噴火の活動初期に貫入した岩脈の直下に位置していた観測点の磁力計で観測された地磁気変化を中心に分析し、岩脈の詳細な貫入形態を解明した。
Ukawa, M.	2005	Deep low-frequency earthquake swarm in the mid crust beneath Mount Fuji (Japan) in 2000 and 2001	Bulletin of volcanology	68	47-56	○	1(2)			2000年から2001年にかけて活活化した富士山の低周波地震について、活動度変化を1980年から2003年まで示した。また活活化した時期の震源は、過去の活動域の範囲内であることや同時期に山体直下の構造性地震の活活化も見られたこと大規模変動が継続している硫黄島の地殻変動を1976年以降、ほぼ隔年で行われた測量データをもとに分析し、主に二つの変動様式に分けることができることを示した。それらは、カルデラの中心浅部に変動源のある定期的な収縮変動と間欠的に発生する大規模な隆起変動である。
Ukawa, M., Fujita, E., Ueda, H, Kumagai, T., Nakajima, H. and Morita, H	2006	Long-term geodetic measurements of large scale deformation at Iwo-jima caldera, Japan	Journal of Volcanology and Geothermal Research	150	98-118	○	1(2)	2(2)		
鶴川元雄・藤田英輔・上田英樹・野崎京三・岩本鋼司	2006	Scintrex CG-3M型重力計で測定された小笠原硫黄島の重力変化	測地学会誌	52	37-50	○	1(2)	2(2)		
及川 純・井田喜明・辻浩	2006	浅間山で発生する火山性地震の精密震源決定	火山	51	117-124	○	1(2)			2004年噴火より以前の火山性地震について震源の再決定を行った。
植木貞人, 大久保修平, 大島弘光, 前川徳光, 孫文科, 松本滋夫, 小山悦郎	2005	浅間山2004年9月1日噴火前後の重力変化	火山	50	377-386	○	1(2)	4(1)	2(1), (2)	浅間山2004年9月1日噴火の直後に精密重力測定を実施して、約1年前の測定データと比較した。測定は絶対重力測定と相対重力測定を組み合わせたハイブリッド測定である。噴火前1年間での重力変化量は-6~+9 $\mu$ galであり、重力測定ノイズレベルと同程度である。この観測事実は、噴火直前の1年間に火道に蓄積されたマグマは $2 \times 10^{10} \text{ m}^3$ を超えなかったことを意味する。
大木章一・村上 亮・渡辺信之・浦部ぼくろう・宮脇正典	2005	航空機搭載型合成開口レーダー (SAR) 観測による浅間山2004年噴火に伴う火口クレーター内の地形変化	火山	50	401-410	○	1(2)	3(3)	4(1)	夜間や雲・噴煙下でも地表の状況の把握が可能なマイクロ波合成開口レーダー (Synthetic Aperture Radar: SAR) センサーを航空機に搭載して常時噴煙に覆われていた2004年浅間山噴火時の火口内の状況を観測した。それにより噴出していた熔岩の体積や表面形状を明らかにした。このデータは火山噴火予知連絡会に直ちに報告され、火山活動の評価を行う際の重要な準拠データとなった。航空機SARの有用性を実証した先駆的な成果である。
Hashimoto, T., T. Mogi, et al.	2003	Self-potential studies in Volcanic area (5)-Rishiri, Kusatus-Shirane, and White Istand-,	J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. VII,	12	93-113		1(2)			火山地質、火山活動度や表面熱活動度の異なる利尻岳、草津白根山及びニュージーランドWhite Islandの自然電位分布を比較し、その特徴を明らかにした。また、対象火山の火山地質などに加えて、他の火山における研究結果も加え、自然電位分布の特徴をもたらし要因について検討し、自然電位分布を解釈する火山性地震・微動を即時自動判別するシステムのプロトタイプを作成し、口永良部島火山を対象に試行を行った。分類には、基準観測点の震動継続時間、最大振幅、スペクトルなど波形を特長付けるパラメータに加えて参照観測点との震動開始時刻の差や振幅比を用いている。8ヶ月間の試行では、台風時の擾乱と島外で発生する構造性地震の識別が出来なかった。その原因は、主として、参照観測点の選定が不適切であったことによると考えられる。台風時の擾乱と構
Ishihara, K., Tameguri, T. and Iguchi, M.	2005	Automated classification of volcanic earthquakes and tremors-outline of the system and preliminary experiment-	Annuals, Disat. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.	48C	61-65		1(2)	2(4)		

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページまたはDOI	査読の有無	最も関連の深い項目※	2番目に関連の深い項目※	3番目に関連の深い項目※	関係各機関が推薦する主要な論文にかかる概要
青山 裕・大島弘光・鈴木敦生・前川徳光・鬼澤真也,	2004	北海道の活動的火山における最近の地震活動-北海道駒ヶ岳-	北海道大学地球物理学報告	67	89-110		1(2)			気象庁による常時観測が始まった1967年以降の北海道駒ヶ岳の地震活動についてレビューを行い、現在の地震活動を評価した。また、観測点が増強された最近の震源分布や波形の特徴を調べた。特に震源は山頂火口直下を北西端として南西方向に帯状に延びる傾向が顕著に認められ、火山体浅部の構造に規程されている可能性のあることを指摘した。
大島弘光・前川徳光・植木貞人・武田嘉人	2003	北海道の火山およびその周辺地域における精密重力測量	北海道大学地球物理学報告	66	101-110		1(2)			駒ヶ岳及び周辺地域において精密重力の再測定を実施し、最近の15年間の重力変化を調べた。全体的な重力変化の傾向は山体膨張の進行を示唆し、これは他の測地観測結果とも調和的だった。また、重力変化の傾向を過去に外挿し、1929年大噴火から現在までに蓄積されたマグマ量を球状マグマ溜りモデルを用いて見積もった。この結果、既に、1929年の噴火で放出されたマグマ量に匹敵するマグマが蓄積されていることが分かった。
Kumagai, H., K. Miyakawa, H. Negishi, H. Inoue, K. Obara and D. Suetsugu	2003	Magmatic dike resonances inferred from very-long-period seismic signals	Science	299	2058-2061	○	2(1)	2(2)	1(2)	2002年8月に発生した八丈島の群発地震と関連して発生した周期約10秒、継続時間約300秒の超長周期地震を広帯域地震計で観測し、震源メカニズムと火山性流体で満たされた岩脈の波形シミュレーションにより、この超長周期地震波が玄武岩質マグマで満たされた岩脈の振動であることを明らかにした。
Morita, Y., S. Nakao and Y. Hayashi	2006	A quantitative approach to the dike intrusion process inferred from a joint analysis of geodetic and seismological data for the 1998 earthquake swarm off the east coast of Izu	J. Geophys. Res.	111	10.1029/2005JB003860	○	2(1)			伊豆半島東方沖のダイク貫入現象に伴う群発地震活動を地震と地殻変動データを同時に解析し、ダイク内部の圧力、ダイク内マグマの粘性等を定量的に推定した。
Ohminato, T., M. Takeo, H. Kumagai, T. Yamashina, J. Oikawa, E. Koyama, H. Tsuji and T. Urabe	2006	Vulcanian eruptions with dominant single force components observed during the Asama 2004 volcanic activity in Japan	Earth, Planet. Space	58	583-593	○	2(1)	2(2)	1(2)	浅間山の2004活動中に5回発生した中規模ブルカノ式噴火について、広帯域地震計による地震波観測データを解析し、噴火時に火道内で作用した力の時間変化を明らかにした。火道内で作用する力は上下方向のシングルフォース成分が卓越しており、噴火直前に火道内に蓄積した高圧ガスの急速な放出と、それに続くマグマの火道内上昇により説明することが可能であることを示した。
Takeuchi, S., S. Nakashima, A. Tomiya and H. Shinohara	2005	Experimental constraints on the low gas permeability of vesicular magma during decompression	Geophys. Res. Lett.	32	10.1029/2005GL022491	○	2(1)			
Tameguri, T., Iguchi, M. and K. Ishihara.	2002	Mechanism of explosive eruptions from moment tensor analyses of explosion earthquakes at Sakurajima volcano, Japan	Bull. Volcanol. Soc. Japan	47	197-215	○	2(1)	4		桜島火山で発生する爆発地震について、地中地震計及び広帯域地震計のデータを用いて詳細な震源過程を明らかにした。また、震源過程に空気振動、地盤変動データを併せて爆発的噴火の力学過程を考察した。火口直下2km付近で爆発地震が発生し、圧力波が上方へ伝播し、約1秒後に火口底下にあるガスポケットが破裂することにより爆発的噴火が発生すると考えられる。
Hasanuddin Z. A., H. Andreas, M. Gamal, Hendrasto, M., Suganda, O. K., Purbawinata M. A., Irwan M., Kimata Kagiya, T.	2004	The deformation of Bromo Volcano (Indonesia) as detected by GPS surveys method	Journal of Global Positioning Systems	3	16-24	○	2(2)			2001-2004年間にインドネシアのブローモ火山で実施したGPS観測やEDM測量から観測した地殻変動が、火山直下の浅部に球状圧力源を仮定することにより説明できることを明らかにした。
Kimata, F., R. Miyajima, M. Murase, D. Darwaman, T. Ito, Y. Ohata, M. Irwan, K. Takano, F. Ibrahim, E. Koyama, H. Tsuji, T. Takayama, K. Uchida, I. Okada, D. Solim and H.	2004	Ground Uplift Detected by Precise Leveling in the Ontake Earthquake Swarm Area, Central Japan in 2002-2004	Earth Planets and Space	12	E45-E48	○	2(2)			2002年から実施している水準測量で、御嶽山東山麓の群発地震震源域で隆起の上下変動を観測した。
Matsumoto, S., H. Shimizu, M. Onishi, K. Uehira, and N. Matsuwo	in press	Crustal structure beneath Unzen volcano, Kyushu, Japan by seismic reflection survey	J. Volcan. Geoth. Res.			○	2(2)	2(1)		雲仙普賢岳のマグマ供給系を明らかにするために、雲仙地溝を横切る測線で反射法地震探査を行った。その結果、この地域では正断層が発達していることが明瞭に示された。また、reflectiveな領域は深さ約1 kmまで続き、雲仙地溝の発達によって形成されたと考えられる。さらに、浅部においては溶岩ドームの直下で背斜構造が見られ、過去の活動においては大規模な貫入があったことを示した。推定されるマグマ上昇経路については、深さ約3 kmでは顕著な反射面として、3 km以浅については鉛直にのびる弱反射域としてイメージされ、反射法探査がマグマ供給系のイメージングに有力であることが確認できた。
Murase, M., M. Irwan, S. Kariya, T. Tabei, T. Okuda, R. Miyajima, J. Oikawa, H. Watanabe, T. Kato, S. Nakao, M. Ukawa, E. Fujita, M. Okayama, F. Kimata, N. Fujii	2006	Time dependent model of magma intrusion in and around Miyake and Kozu Islands, Central Japan in June-August, 2000	Jour. Vol. Geotherm. Res	150	213-231	○	2(2)			2000年6月から8月まで三宅島から神津島にかけて発生した群発地震活動に伴う地殻変動源をGPSを使った変位データをもとにモデル化を行い、変動源での開口断層運動の時間変化を求めた。この解析結果より群発地震活動域にマグマ貫入があったことが示唆された。
Nakamichi, H., H. Hamaguchi, S. Tanaka, S. Ueki, T. Nishimura, and A. Hasegawa	2003	Source mechanism of deep and intermediate-depth low-frequency earthquakes beneath Iwate volcano, northeastern Japan	Geophys. J. Int.	154	811-828	○	2(2)			
Nakamichi, H., S. Tanaka, and H. Hamaguchi	2002	Fine S wave velocity structure beneath Iwate volcano, northeastern Japan, as derived from teleseismic receiver functions	J. Volcanol. Geotherm. Res.	116	235-255	○	2(2)			

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページまたはDOI	査読の有無	最も関連の深い項目※	2番目に関連の深い項目※	3番目に関連の深い項目※	関係各機関が推薦する主要な論文にかかる概要
Nakamichi, H., Watanabe, H., Ohminato, T., Seismic Observation Group of Mount Fuji.	2006	Three-dimensional velocity structures of Mount Fuji and the South Fossa Magna, central Japan	Journal of Geophysical Research		doi:10.1029/2005JB004161	○	2(2)	5		稠密地震観測から富士山の詳細な速度構造を明らかにする。低周波地震発生域は低速度、低Vp/Vsであり、揮発性流体が蓄積されておりそれが低周波地震の発生に関与していることが示唆された。さらに、低周波地震発生域直下に低速度、高Vp/Vs領域があり、マグマの存在が示唆された。また、逆断層でスライスされたフィリピン海プレートが陸側のプレートに縮合している様子が鮮明にされ
Nishimura, T., S. Tanaka, T. Yamawaki, H. Yamamoto, T. Sano, M. Sato, H. Nakahara, N. Uchida, S. Hori, and H. Sato	2005	Temporal changes in seismic velocity of the crust around Iwate volcano, Japan, as inferred from analyses of repeated active seismic experiment data from 1998 to 2003	Earth, Planet. Space	57	491-505	○	2(2)	3(4)		
Nishimura, T., S. Ueki, T. Yamawaki, S. Tanaka, H. Hashino, M. Sato, H. Nakamichi, and H. Hamaguchi	2002	Broadband seismic signals associated with the 2000 volcanic unrest of Mount Bandai, Northeastern Japan	J. Volcanol. Geotherm. Res.	119	51-59	○	2(2)			
Okubo, A., T. Nakatsuka, Y. Tanaka, T. Kagiya, and M. Utsugi	2006	Aeromagnetic constraints on the subsurface structure of the Unzen Graben, Kyushu, Japan	Earth Planets Space	58	23-31	○	2(2)			雲仙火山において行われた空中磁気探査データを詳細に解析し、基盤、古期雲仙火山噴出物、新規雲仙火山噴出物、熱変質を受けた領域などの構造を明らかにした。熱変質を受けた領域の一部は、比抵抗構造調査により明らかにされたコンダクタンス（電気伝導度の鉛直積分値）の高い領域と一致しており、島原半島西部から普賢岳へマグマが移動する際に、揮発性成分が脱ガスしたことを
Okubo, A., Y. Tanaka, M. Utsugi, N. Kitada, H. Shimizu, and T. Matsushima	2005	Magnetization intensity mapping on Unzen Volcano, Japan, determined from high-resolution, low-altitude helicopter-borne	Earth, Planets and Space	57	743-753	○	2(2)	1(2)		
Onizawa, S., H. Mikada, H. Watanabe, and S. Sakashita	2002	A method for simultaneous velocity and density inversion and its application to exploration of subsurface structure beneath Izu-Oshima volcano, Japan	Earth Planets Space	54	803-817	○	2(2)			重力異常及び地震波走時異常データを用いた協調インバージョン手法を開発し、伊豆大島火山に適用してその浅部構造を詳細に解明した。
Tamura, Y., M. Yuhara, T. Ishii, N. Irino and H. Shukuno	2003	Andesites and dacites from Daisen volcano, Japan: partial-to-total remelting of an	J. Petrol.	44	2243-2260	○	2(2)			地殻内ブルトンの再溶融で安山岩マグマが形成されることを、記載岩石学的に示した。
Tamura, Y., Y. Tatsumi D. Zhao, Y. Kido and H. Shukuno	2002	Hot fingers in the mantle wedge: new insights into magma genesis in subduction zone	Earth. Planet. Sci. Lett.	197	105-116	○	2(2)			東北日本弧の不均一な火山分布、基盤地形と火山分布の相関などは、マンテルウェッジ内に存在する指状の高温領域の存在で支配されている。この高温領域は、地震波トモグラフィーによっても、検出できる。
Tanaka, S., H. Hamaguchi, S. Ueki, M. Sato, and H. Nakamichi	2002	Migration of seismic activity during the 1998 volcanic unrest at Iwate volcano, northeastern Japan, with reference to P and S wave velocity anomaly and crustal deformation	J. Volcanol. Geotherm. Res.	113	399-414	○	2(2)			1998年に火山活動が活発化した岩手火山における地震活動について、P波、S波速度構造と関連づけて調べた。1998年2月、岩手火山のカルデラの下で地震活動が始まり、2月から8月にかけて、それまでにない激しい地震活動が観測された。この間、震源分布は西側に伸展した。地震活動と同時に、マグマの西側への貫入を示す地盤変動も観測された。地震活動や貫入は、自然地震データから求めた三次元速度構造モデルの中の高Vp域・高Vp/Vs域に分布している。
Tanaka, S., H. Hamaguchi, T. Nishimura, T. Yamawaki, S. Ueki, H. Nakamichi, T. Tsutsui, H. Miyamachi, N. Matsuwo, J. Oikawa, T. Ohminato, K. Miyaoka, S. Onizawa, T. Mori, and K. Aizawa	2002	Three-dimensional P-wave velocity structure of Iwate volcano, Japan from active seismic survey	Geophys. Res. Lett.		10.1029/2002GL014983	○	2(2)	4(5)	1(2)	2000年10月に実施された岩手火山構造探査によって深さ2kmまでの三次元P波速度構造モデルが得られた。カルデラの下には、深さ2kmからカルデラに延びる高速度域がある。他方、カルデラの西方は中程度の速度域であるが、山頂下と東山腹は低速度の物質で覆われている。西方と東方での速度分布の違いは、西から東に伸展した火山形成史で説明できる。さらに、1998年の火山活動との比較から、火山体の構造が火山活動を規定していたことを発見した。
Tatsumi, Y.	2005	The subduction factory: How it operates in the evolving Earth	GSA Today	15	7-10	○	2(2)			沈み込み帯が、巨大な工場として機能し、大陸地殻・マグマなどの製品を作る過程で生まれる廃棄物は、マンテル深部地球化学的貯蔵庫へと変化し、ホットスポットマグマの原料としてリサイクルされる。
Tomiya, A. and Takahashi, E.	2005	Evolution of the Magma Chamber Beneath Usu Volcano Since 1663: A Natural Laboratory for Changing Phenocryst Minerals	Jour.Petrol.	46	2395-2426	○	2(2)	2(3)		有珠火山の1663年噴火以降のマグマ溜りの進化過程を調べるため、各噴出物中の斑晶鉱物の化学組成や累替構造等を分析した。その結果、300年間以上（8回以上の噴火）に渡る斑晶の成長・分解・拡散の様子が観察され、この期間に渡ってマグマ溜りが存在し続けていることが分かった。さらに、多くの噴火でマグマ混合を伴っていること、マグマの温度が時代とともに次第に上昇していることが示された。
Ueda, H., E. Fujita, M. Ukawa, E. Yamamoto, M. Irwan and F. Kimata	2005	Magma intrusion and discharge process at the initial stage of the 2000 activity of Miyakejima, central Japan, inferred from tilt	Geophysical J. Int.	161	891-906	○	2(2)	1(2)	2(1)	2000年三宅島噴火活動の初期に貫入した岩脈の位置や大きさの時間変化を島内の傾斜計やGPSによる観測データから推定し、主たる変動は三つの岩脈の貫入と一つの岩脈状マグマ溜りの収縮で説明できることを示した。
Yamawaki, T., S. Tanaka, S. Ueki, H. Hamaguchi, H. Nakamichi, T. Nishimura, and et al.	2004	Three-dimensional P-wave velocity structure of Bandai volcano in northeastern Japan inferred from active seismic survey	J. Volcanol. Geotherm. Res.	138	267-282	○	2(2)	4(5)	1(2)	磐梯火山のP波速度構造について、8個の爆発を298点で観測した約2,200の走時データを用いて明らかにした。山頂直下にはVp>4.6km/sの高速度域が海面下2km以深から0km付近まで、盛り上がるように分布していることが示された。磐梯山では、山頂を中心として多方向に山体崩壊と山体再生を繰り返していることから、高速度域はほぼ固結状態のマグマ供給系を表すと考えられる。2000年に発生した高周波地震は山頂の面に分布し、低周波地震はその中間に分布し、観測された地磁気全磁気異常を2段階の解析手順を踏み平均磁化強度からの偏差として三次元各ブロックの磁化強度分布を求めた。この解析方法により三宅島における1987年、1999年及び2001年の観測の火口付近での総磁気モーメントの違いを論じ、解析手法の検証を行っている。
植田義夫	2006	三宅島の3次元磁気構造と2000年噴火によるその変化	火山	51	161-174	○	2(2)			

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページまたはDOI	査読の有無	最も関連の深い項目※	2番目に関連の深い項目※	3番目に関連の深い項目※	関係各機関が推薦する主要な論文にかかる概要
島伸和・西澤あずさ・川田佳史	2005	水曜海山の地球物理学的構造と海底熱水循環系	海の研究 (Oceanography in Japan)	14	139-150	○	2(2)			水曜海山を対象に行なった地球物理学的調査により、1) 西峯山体は、78万年以後に生成し、その後火口斜面の崩落を起す活動起こった。2) 火口西側に直径 800 mの磁化を失った領域が広がっている。3) P波速度2.2~4.2 km s <sup>-1</sup> の層が海底下2 kmまで存在する。4) 震源は、火口の海底下3~8 kmの範囲で、煙突状に分布していることの4点を明らかにし、火道冷却モデルを提案し、これ
高橋浩晃・岡崎紀俊・石丸聡・森濟・松島健・渡邊篤志・三浦哲・中尾茂・加藤照之・木股文昭・笠原稔	2002	2周波GPS受信機による2000年有珠山噴火前後の地殻変動観測	火山	47	161-166	○	2(2)			2000年3月31日13時7分から始まる有珠山の噴火活動以前(3月28日)に6観測点においてGPS観測が開始され、噴火直前までに1 mを超える非常に大きな地殻変動の進行を明らかにした。また、携帯電話などによるデータ回収からデータ解析、結果のWEBへの表示までを自動化し、火山活動監視の効率化がはかれるこ
高橋成美・三ヶ田 均・末広 潔・ト部 卓・清水 洋	2002	エアガン人工地震データ解析による島原半島の地殻構造	火山	47	461-473	○	2(2)			
村上 亮	2005	GPS連続観測結果が示唆する浅間火山のマグマ供給系	火山	50	347-361	○	2(2)	4(1)		1996年以降のGPS結果で見いだされる浅間山の山体膨張・収縮の繰り返しは、火山活動の消長と関係することを指摘した。2004年噴火前の火山噴火予知連の検討においても膨張の開始が指摘されている。本論文では、地殻変動からマグマが出入りするダイク性のマグマ溜りが黒斑山の西方地下に存在し、噴火は注入時に発生するモデルを構築した。他の火山を含め中長期的噴火予知にGPS連続観測が極めて有用であることを実証した成果である。
筒井智樹・松島 健・清水 洋	2004	雲仙火山の浅部構造に対する擬似反射記録法の適用	火山	49	143-151	○	2(2)	2(4)		
内田直希, 西村太志, 吉本和生, 中原恒, 佐藤春夫, 大竹政和, 田中聡, 浜口木股文昭・メイラノ イルワン・深野寛太	2002	1998年岩手県内陸北部地震前後の地震波速度変化	地震, 第2輯	55	193-206	○	2(2)			
	2004	GPSにより観測された八丈島における地殻変動とそのダイク貫入モデルの推定(2002年8月13-22日)	火山	49	13-23	○	2(2)			2002年8月、八丈島で群発地震活動が観測された。GPSでは地殻変動も観測された八丈富士の北西側にダイク貫入を想定すると観測された地殻変動が説明可能
Kosuga, M. and Y. Senda	2004	Scattering characteristics beneath the Iwate Volcano, northeast Japan, estimated from array analyses of seismic waves from active sources	Proceedings of the International Workshop on Active Monitoring in the Solid Earth Geophysics		285-289		2(2)	2(4)		岩手山の東山麓での人工地震において観測された顕著な後続波は強い散乱によるものと解釈される。散乱が生じた領域は地震波速度の低速度域と概ね一致するが、その領域での減衰は強くない。そのため、岩手山の東側山体とその山麓部は、山体崩壊に伴う砕屑物中に古い山体の「硬い」構成物質が混在し、散乱減として働いているものと推定される。
Srigutomo, W., T. Kagiya, W. Kanda, H. Mune Kane, T. Hashimoto, Y. Tanaka, H. Utada and M. Utsugi	2006	Resistivity structure of Unzen Volcano derived from Time Domain Electromagnetic (TDEM) survey	Ann. Rep. FY 2005 Inst. Geotherm. Sci., Grad. Sch. Sci. Kyoto Univ.		29-31		2(2)			雲仙火山において行われた比抵抗構造調査の結果からコンダクタンス(電気伝導度の鉛直積分値)の分布図を作成した。その結果、島原半島西部から菅野岳にかけてのマグマの移動経路と推定される領域に高コンダクタンス領域が分布していることが明らかとなった。この結果は、この領域の地下においてマグマから揮発性成分が脱ガスしたことを示す証拠を考えられ、雲仙火山の噴火が非爆発的になった理由を考える上で重要な証拠を提示している。
田中和夫・三品正明・井上 純・長谷川雄久・本田 健・高山武夫・佐藤隆博・野村武志	2006	東北地方の活動的火山における重力異常	弘前大学理工学研究報告	8	7-24		2(2)			弘前大学が、これまでに行ってきた岩木山・岩手山・秋田駒ヶ岳・磐梯山における重力測定データとブーゲー異常図をまとめて掲載した。
村上亮	2006	伊豆東部火山群のマグマシステムの今後の観測の問題	地震予知連絡会会報	76	275-284		2(2)			最近のGPS連続観測結果や過去からの水準測量結果を総合的に解析して、伊豆東部単性火山群のマグマ供給系のモデルを提案した。また、現在の観測網の配置状況を評価し、今後の活動のモニタリング能力の高度化のために必要と考えら
河野裕希・松島 健・清水 洋	2005	測地学データから推定された雲仙岳下における圧力源	九州大学大学院理学研究院研究報告(地球惑星科学)	22	29-39		2(2)			雲仙1990~95年噴火時から噴火後最近までの水準測量データを地形(標高)の補正を加えて統一的に解析することにより、四つのマグマ溜り(圧力源)の位置とそれらのマグマ溜りに関するマグマ収支を推定した。その結果、地殻深部からのマグマ供給はコンスタントではなく、噴火終了後は深部の供給量も低下している可能性が高いことが示された。このことは、休止期間が長い火山の長期活動
西村 卓也、村上亮、小沢慎三郎、石本正芳、鷲谷威、矢来博司、多田堯、海津優、鶴川元雄	2002	三宅島2000年噴火前後の地殻変動と断層モデル	東京大学地震研究所彙報	77	55-65		2(2)	1(1)	1(2)	地殻変動データを駆使して2000年三宅島噴火及び神津島など周辺で発生した大規模な地殻活動のモデル化を集大成した成果である。地殻変動データから、噴火時のマグマ移動や噴火後の脱ガス機構について議論し、火山性流体の移動が何処まで追えるかについての現時点の到達点を示す成果と位置付けられる。
田中良和・宇津木充	2005	地磁気変化を利用した地熱の推移に関する研究(5) - 九重火山における高密度空中磁気観測について -	大分県温泉調査研究会報告	56	81-86		2(2)			測定点の位置を高精度に求めながら空中磁気探査を行うことで任意の場所における全磁力を計算する手法を開発し、九重山においてその手法を適用した。過去に行われた空中磁気探査の結果と比較することで、10nT程度の有意な地磁気変化を検出することに初めて成功した。
防災科学技術研究所	2005	浅間山噴火に伴う傾斜変化	火山噴火予知連絡会会報	89	50-54		2(2)			
防災科学技術研究所・国土地理院	2004	2000年三宅島噴火活動に関連する地殻変動の変動源モデルの推定	火山噴火予知連絡会会報	87	28-34		2(2)	1(2)	2(1)	三宅島で観測されたGPS、傾斜変動、水準測量などのデータを総合して、1983年の噴火以降に地殻変動源として寄与した三宅島直下のマグマシステムの時間変
Hasegawa, A	2004	Deep structure of northeastern Japan and its implications for shallow seismic and volcanic activity	Proceedings of the 7th SEGJ International Symposium		39-44	○	2(3)	2(2)	3(4)	
Nakajima J., and A. Hasegawa	2003	Tomographic imaging of seismic velocity structure in and around the Onikobe volcanic area, northeastern Japan: implications for	J. Volcanol. Geotherm. Res.	127	1-18	○	2(3)	2(2)	3(4)	
Nakajima, J., and A. Hasegawa	2003	Estimation of thermal structure in the mantle wedge of northeastern Japan from seismic attenuation data	Geophys. Res. Lett.		doi:10.1029/2003GL017185	○	2(3)	2(2)	3(4)	

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページまたはDOI	査読の有無	最も関連の深い項目※	2番目に関連の深い項目※	3番目に関連の深い項目※	関係各機関が推薦する主要な論文にかかる概要
Nakajima, J., and A. Hasegawa	2004	Shear-wave polarization anisotropy and subduction-induced flow in the mantle wedge of northeastern Japan	Earth Planet. Sci. Lett.	225	365-377	○	2(3)	2(2)	3(4)	
Nakajima, J., Y. Takei, and A. Hasegawa	2005	Quantitative analysis of the inclined low-velocity zone in the mantle wedge of northeastern Japan: A systematic change of melt-filled pore spaces with depth and its	Earth Planet. Sci. Lett.	234	59-70	○	2(3)	2(2)	3(4)	
宇都浩三・中田節也・藤井敏嗣・星住英夫	2005	火山体の内部を探る：科学掘削の重要性	火山	50	S273-S288	○	2(3)			火山体掘削から分かる地質学的事象について解説。
弘瀬冬樹, 中村綾子, 中島淳一, 長谷川昭	2002	東北日本弧下のマグマ供給源の分布-b値とS波速度から推定される島弧走向方向の変化-	火山	47	475-480	○	2(3)	2(2)	3(4)	
立山英之・星住英夫・渡辺一徳	2002	雲仙, 野岳火山の層序と形成史	火山	47	739-749	○	2(3)			
Ishihara, K.	in press	Evaluation of eruption potential	Annuals, Disat. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.	49C			2(3)			火山災害の軽減における噴火ポテンシャルの意義、内容と評価に必要なデータ・知識について論じ、桜島を例として噴火ポテンシャル評価を行い、当面の20年に予想される4つの活動シナリオを示し、噴火にいたる過程で発現する現象、災害と概略の影響範囲を推定した。現時点で噴火ポテンシャル評価が可能なのは20火山程度であり、他の火山では予期せぬ噴火が発生する可能性があ
伊藤順一	2002	岩手火山における3.7~1.8Kaの噴火活動史	月刊地球、号外	39	29-37		2(3)			
Kaneko, T., M. J. Wooster and S. Nakada	2002	Exogenous and endogenous growth of the Unzen lava dome examined by satellite infrared image	J. Volcanol. Geotherm. Res.	115	151-160	○	2(4)			衛星写真(熱)から雲仙溶岩ドームの成長過程を議論。
Masayuki Fujita, Tadashi Ishikawa, Masashi Mochizuki, Mariko Sato, Shin-ichi Toyama, Masato Katayama, Koji Kawai, Yoshihiro Matsumoto, Tetsuichiro Yabuki, Akira Asada and	2006	GPS/Acoustic seafloor geodetic observation: method of data analysis and its application	Earth, Planet. Space	58	265-275	○	2(4)	1(1)		GPS/音響測距結合方式による海底地殻変動観測について、線形最小自乗法に基づくインバージョンの手法による局位置解析ソフトウェアの開発などを行い、宮城沖における太平洋プレート沈み込みの影響によるプレート内変動や2005年宮城沖地震に伴う変位をとらえるなどの成果を上げた。
Mori T., Sato M., Shimoike Y. and Notsu K.	2002	High SiF <sub>4</sub> /HF ratio detected in Satsuma-Iwojima volcano's plume by remote FT-IR observation	Earth Planet. Space	54	249-256	○	2(4)			
Mori, T., Kazahaya, K., Oppenheimer, C., McGonigle, A. J. S., Tsanev, V., Olmos, R., Ohwada, M. and Shuto, T.	2006	Sulfur dioxide fluxes from the volcanoes of Hokkaido, Japan	J. Volcanol. Geotherm. Res.	158	235-243	○	2(4)	2(2)	3(1)	
Nakatsuka, T. and Okuma, S.	2006	Reduction of geomagnetic anomaly observations from helicopter surveys at varying elevations	Exploration Geophysics	37	121-128	○	2(4)			
Saito, G., Shinohara, H., Kazahaya, K.	2002	Successive sampling of fumarolic gases at Satsuma-Iwojima and Kuju volcanoes, southwest Japan: Evaluation of short-term variations and precision of the gas sampling and analytical	Geochem. J.	36	1-20	○	2(4)			
Sato, M. and H. Hamaguchi	2006	Weak long-lived ground deformation related to Iwate volcanism revealed by Bayesian decomposition of strain, tilt and positioning data	J. Volcanol. Geotherm. Res.	155	244-262	○	2(4)	2(2)		1998年~2002年の5年間に岩手山で観測された微弱な地盤変動を検出するために、バイズ理論を用いた解析法を開発して適用した。この方法は長期間の計器のドリフトや季節変化を取り除くのに有効である。解析の結果、1998年2月に山頂直下に貫入したマグマが、3-4月に西へ伸展し、9月まで継続すると同時に、西方に位置する球状圧力源が2000年にかけて膨張し、その後収縮したことを示した。圧力源はマグマの貫入によって励起された熱水溜まりと考えられる。
Shinohara, H.	2005	A New Technique to Estimate Volcanic Gas Composition: Plume Measurements with a Portable Multi-Sensor System	J. Volcanol. Geotherm. Res.	143	319-333	○	2(4)			
Yamawaki, T., T. Nishimura, and H. Hamaguchi	2004	Temporal change of seismic structure around Iwate volcano inferred from waveform correlation analysis of similar earthquakes	Geophys. Res. Lett.	31	10,1029/2004GL021103	○	2(4)	2(2)		1995年~2002年に三陸沖のプレート境界に発生した相似地震のP波、S波波形の相互相関係数を用いて、岩手火山付近の地殻構造における時間変化を求めた。ほとんどの観測点では全期間を通じて高い相関が得られたのに対して、岩手山南西山腹に位置する2観測点においてのみ、1998年の火山活動に対応して相関係数が低下し、2000年以降回復する傾向が認められた。P波に比較してS波の相関係数の低下が大きいことから、剛性率が変化したと考えられる。
Yoshihiro Matsumoto, Masayuki Fujita, Tadashi Ishikawa, Masashi Mochizuki, Tetsuichiro Yabuki and Akira Asada	in press	Undersea co-seismic crustal movements associated with the 2005 Off Miyagi Prefecture Earthquake detected by GPS/Acoustic seafloor geodetic observation	Earth, Planet. Space			○	2(4)	1(1)		GPS/音響測距結合方式による海底地殻変動観測により2005年宮城沖の地震に伴う変位をとらえた。この観測により得られた変位は、矩形断層モデルによる計算値と調和的である。
西澤・石原和弘	2003	火山地域における震源計算の提案	火山	48	407-413	○	2(4)			
實測哲也・鶴川元雄・藤田英輔・岡田義光・宮坂聡・赤池勝明・松岡滋治	2002	航空機搭載型多波長走査計による有珠山2000年噴火の多時期観測	火山	47	297-323	○	2(4)	1(2)		2000年有珠山噴火の前後に主に火山専用空中赤外映像装置を用いて観測した可視・近赤外・温度画像を分析し、有珠山西部の新しい火口群や山頂部の温度変化、降灰の影響域の時間変化などを把握することができた。
浦井 稔	2004	Sulfur dioxide flux estimation from volcanoes using Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer; a case study of Miyakejima volcano, Japan	J. Volcanol. Geotherm. Res.	134	38730	○	2(4)			

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページまたはDOI	査読の有無	最も関連の深い項目※	2番目に関連の深い項目※	3番目に関連の深い項目※	関係各機関が推薦する主要な論文にかかる概要
浦井 稔, 町田晶一	2005	Discolored seawater detection using ASTER Reflectance Products	REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT	99	95-104	○	2(4)			
金子隆之・M. J. ウースター	2002	衛星赤外画像による雲山溶岩ドーム成長域・噴気域の同時熱観測：リモートセンシングによるガス放出・蓄積状況の特定	火山	47	449-459	○	2(4)			衛星写真（熱）から雲山溶岩ドームの成長過程を議論。
篠原宏志	2005	火山ガス観測による噴火予知研究の現状と展望	火山	50	S167-S176	○	2(4)	2(1)		
森俊哉・野津憲治	2005	浅間山噴煙中の火山ガス化学組成の遠隔観測	火山	29	567-574	○	2(4)	2(2)	2(3)	FT-IR分光放射計を用いて浅間火山2004年噴火前後の火山ガス化学組成を遠隔測
中塚 正・大熊茂雄	2005	スティンガー式ヘリコプター磁気探査システムの開発とその磁気センサーに対する機体磁気補償	物理探査	58	451-459	○	2(4)			
實淵哲也	2003	航空機搭載MSS (VAM-90A) で計測した三宅島のSO2ガス濃度分布	日本赤外線学会誌	13	12-13	○	2(4)	1(2)		火山専用空中赤外映像装置の赤外域バンドの一つを二酸化硫黄ガスの吸収帯と重なるように実験的に改造し、三宅島の火口から放出されている二酸化硫黄ガスの濃度分布を測定することに成功した。2回の実験観測で推定された二酸化硫黄ガス放出量は、10,000～28,000ton/day (2001年12月17日) と2,000～
Mori, T., Ishihara, K., Hirabayashi, J., Kazahaya, K., And Mori, T.	2004	SO <sub>2</sub> gas monitoring by DOAS at Sakurajima and Suwanosejima volcanoes	Annuals, Disat. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.	47C	157-162		2(4)	2(1)		
坂井孝行、山本哲也、福井敬一、高木朗充、中禮正明、藤原健治	受理(2006年11)	有限要素法による火山性地殻変動の計算精度の確立ー茂木・山川モデルの再現ー	気象研究所研究報告	56			2(4)			有限要素法による地殻変動計算手法を、茂木・山川モデルに適用して、モデル領域の大きさや境界条件がもたらす影響を見積り、火山性地殻変動に適用する手法を確立した。
藤田雅之	2006	GPS/音響測距結合方式による海底地殻変動観測～海上保安庁の取り組み（レビュー）～	海洋情報部研究報告	42	1-14		2(4)	1(1)		海上保安庁のGPS/音響測距結合方式による海底地殻変動観測の取り組みについて、2000年以降の進捗状況を、特にデータ解析手法の開発及び観測成果に重点を置きまとめた。観測精度については、それぞれの要素技術の改良により数cmの海底局位置決定精度が達成されている。また、観測結果については宮城県沖における太平洋プレート沈み込みの影響によるプレート内変動などがとらえ
山本哲也、高木朗充、福井敬一、大和田毅	投稿中（要現状確認）	安達太良山の火山活動の総合的観測と推定される熱水活動	気象研究所研究報告	56			2(4)			安達太良山の火山活動の活発化及び低下の過程を、地磁気・GPS・重力・自然電位観測によってとらえ、熱水シミュレーションと組み合わせで解析した。
藤井郁子	2004	確率差分法を用いた火山性全磁力変動の抽出方法	地磁気観測所テクニカルレポート	2	1-17		2(4)	1(1)		地磁気観測値から火山性の長周期変動を抽出するため、確率差分法を用いて超高層や外核起源の広域の変動を除去する手法を開発した。係数の最適化はAICにより客観的に行う。従来の単純差より、火山性以外の変動を有意に減らすことができた。前処理、後処理を含むプログラム群を作成し一連の作業を自動化して、三宅島の全磁力毎分値に対して新手法の適用を開始し、阿蘇山、草津白根山など、他の火山データにも順次適用を広げた
防災科学技術研究所・国土地理院	2005	衛星搭載型合成開口レーダから得られた2004年浅間山噴火に伴う火口底変化	火山噴火予知連絡会会報	90	32-36		2(4)	1(2)		浅間山の火口底の変動をRADARSAT SAR画像に現れる火口壁の影の変化から推定する手法を開発し、噴火後の2004年9月7日から2004年10月1日の間に火口底が約50m上昇していたことや、その後の火口底の地形変化を明らかにした。
Nakada, S., T. Matsushima, M. Yoshimoto, T. Sugimoto, T. Kato, T. Watanabe, R. Chong, and I. Camacho	2005	Geological aspects of the 2003-2004 eruption of Anatahan Volcano, Northern Mariana Islands,	Journal of Volcanology and Geothermal Research	146	226-240	○	2(5)	2(1)		
Okuma, S., Nakatsuka, T., Komazawa, M., Sugihara, M., Nakano, S., Furukawa, R. and Sunner, R.	2006	Shallow subsurface structure of the Vulcano-Lipari volcanic complex, Italy, constrained by helicopter-borne aeromagnetic surveys	Exploration Geophysics	37	129-138	○	2(5)			
為栗健・井口正人・Triastuty, H., Mulyana, I., Hendrasto, M., Wirakusumah, A. D.	2003	インドネシア・スメル火山における小規模爆発に伴う地震および空振観測、第46号 B, 609-616	京都大学防災研究所年報	46B	609-616		2(5)			
気象庁	2002	火山噴火予知連絡会会報 (第77号-第81号)					3(1)			
気象庁	2003	火山噴火予知連絡会会報 (第82号-第85号)					3(1)			
気象庁	2004	火山噴火予知連絡会会報 (第86号-第88号)					3(1)			
気象庁	2005	火山噴火予知連絡会会報 (第89号-第90号)					3(1)			
気象庁	2006	火山噴火予知連絡会会報 (第91号-第92号)					3(1)			
山里平	2003	火山活動の監視と社会への情報伝達	火山	48	115-119	○	3(2)			
山里平、大賀昌一、大工豊、舟崎淳、松島正哉、内藤宏人、菅野智之	2004	気象庁による火山活動度レベルの公表	火山	49	217-222	○	3(2)			
Fukushima, D. and Ishihara, K.	2005	Volcanic disaster prevention and community development-How to convert the volcano into a museum-	Annuals, Disat. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.	48C	167-171		3(2)			地域をまるごと博物館と考えるエコミュージアムのコンセプトを桜島で適用・実践した。成人及び児童生徒に対する桜島の歴史、文化、産業、各種防災施設等の見学、巡検、体験学習や展示会等を繰り返し、アンケート調査を行った。その結果、このコンセプトは防災教育を持続的に行う社会教育システムの一つとして機能することが分かった。
大谷康夫・土出昌一・芝田厚・加藤茂・岩淵義郎	2004	日本周辺海域火山通覧 (第3版)	海洋情報部研究報告	40	1-61		3(3)			海上保安庁でこれまでに実施した火山が存在する海域での調査結果を取りまとめたもので、山体の形状や位置についての概要、測量成果の概要などについて5年ごとに取りまとめ報告したもの。
川島 悟、佐藤宗一郎、岩橋純子、中田外司、杉山正憲、小西博美、市川清次、朝比奈俊廣	2004	火山土地条件図「富士山」について	国土地理院時報	104	61-74		3(3)			

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページま たはDOI	査読 の有 無	最も 関連 の深 い項 目※	2番 目に 関連 の深 い項 目※	3番 目に 関連 の深 い項 目※	関係各機関が推薦する主要な論文にかかる概要
気象庁編	2005	日本活火山総覧（第3版）			635		3(3)			日本の108活火山について、場所、活動度ランク、火山の概要、活動履歴、参考文献、地図及びハザードマップの情報、記録に残る活動、地形図、観測網、火山活動データなどを記載した活火山カタログ。
川辺 慎久・津久井 雅志・新堀 賢志	2006	三宅島火山地質データベース	産業技術総合研究所地質調査総合センター、数値地質	V-2	CD-ROM		3(3)			
大島 弘光・青山 裕・筒井智樹・西村 大志・田中 聡・藤田英輔・熊谷博之・中道 治久・及川 純・大湊隆雄・小林知勝・武尾 実・鬼沢真也・高木憲朗・中野 優・井口 正人・為栗 健・須藤靖明・森 健彦・馬越孝道・清水 洋・山本真紀・武尾 実・大湊隆雄・及川 純・青木陽介・植田 寛子・中村 祥・辻 浩・小山悦郎・長田 昇・卜部 卓	2004	日本の火山性地震・微動のデータベース	日本の火山性地震・微動のデータベース		649		3(3)			
中田 節也・吉本 充宏・小山悦郎・辻 浩・卜部 卓	2005	2004年浅間山噴火に先行する特異な長周期地震活動	火山	50	393-400	○	4(1)			
中田 節也・吉本 充宏・小山悦郎・辻 浩・卜部 卓	2005	浅間山2004年噴火と過去の噴火との比較による活動評価	火山	50	303-313	○	4(1)			
中禮 正明・瀧山 弘明	2005	2004年浅間山噴火活動に伴う傾斜変動について	火山	51	91-101	○	4(1)			
Fujita, E, Ukawa, M and Yamamoto, E.	2004	Subsurface cyclic magma sill expansions in the 2000 Miyakejima volcano eruption: Possibility of two-phase flow oscillation	Journal of Geophysical Research-Solid Earth	109	B04205-10.1029	○	4(2)			
Furuya, M., Okubo, S., Sun, W., Tanaka, Y., Oikawa, J., Watanabe, H. and Maekawa, T.	2003	Spatiotemporal gravity changes at Miyakejima Volcano, Japan: caldera collapse, explosive eruptions and magma movement	J. Geophys. Res.	108- B410	1029/2002 JB001989	○	4(2)			
Geshi, N., Shimano, T., Chiba, T. Nakada, S.	2002	Caldera collapse during the 2000 eruption of Miyakejima volcano, Japan.	Bull. Volcanol.	64	55-68	○	4(2)			
Irwan, M., Kimata, F., Fujii, N., Nakao, S., Watanabe, H., Sakai, S., Ukawa, M., Fujita, E., Kawai, K.	2003	Rapid ground deformation of the Miyakejima Volcano 26-27 June 2000 detected by kinematic GPS analysis	Earth Planets Space	55	e13-16	○	4(2)			
Kazahaya, K., Shinohara, H., Uto, K., Odai, M., Nakahori, Y., Mori, H., Iino, H., Miyashita, M.	2004	Gigantic SO2 emission from Miyakejima volcano, Japan, caused by caldera collapse.	Geology	32	425-428	○	4(2)	2(1)		
Nishizawa, A., T. Ono, Y. otani	2002	Seismicity and crustal structure related to the Miyake-jima volcanic activity in 2000.	Geophysical Research Letters	29	12, 1-4	○	4(2)			
Saito G., Uto K., Kazahaya K., Shinohara H., Kawanabe Y. and Satoh H.	2005	Petrological characteristics and volatile content of magma from the 2000 eruption of Miyakejima Volcano, Japan.	Bull. Volcanol.	67	268-280	○	4(2)			
Sasai, Y., Uyeshima, M., Zlotnicki, J., Utada, H., Kagiya, T., Hashimoto, T., Takahashi, Y.	2002	Magnetic and electric field observations during the 2000 activity of Miyake-jima volcano, Central Japan.	Earth Planet. Sci. Lett.	203	769-777	○	4(2)			
Seino, N., H. Sasaki, J. Sato, M. Chiba	2004	High-resolution simulation of volcanic sulfur dioxide dispersion over the Miyake island.	Atmospheric Environment	38	7073-7081	○	4(2)			
Shinohara, H, K. Kazahaya, G. Saito, K. Fukui and M. Odai	2003	Variation of CO2/SO2 ratio in volcanic plumes of Miyakejima: Stable degassing deduced from heliborne measurements	Geophys. Res. Lett.	30	No. 23, 10.1029/2002GL0161	○	4(2)			
Uhira, K., T. Baba, M. Mori, H. Katayama, N. Hamada	2005	Earthquake swarms preceding the 2000 eruption of Miyakejima volcano, Japan.	Bull. Volcanol.	67	219-230	○	4(2)			
Yamaoka, K., Kawamura, M., Kimata, F., Fujii, N., Kudo, T.	2005	Dike intrusion associated with the 2000 eruption of Miyakejima volcano, Japan.	Bull. Volcanol.	67	231-242	○	4(2)			
Hase H., Ishido, T., Takakura, S., Hashimoto, T., Sato, K., Tanaka, Y.	2003	Zeta potential measurement of volcanic rocks from Aso caldera.	Geophys. Res. Lett.	30	doi:10.1029/2003GL018694	○	4(3)			
Hase, H., Hashimoto, T., Sakanaka, S., Kanda, W., Tanaka, Y.	2005	Hydrothermal system beneath Aso volcano as inferred from self-potential mapping and resistivity structure.	J. Volcano. Geotherm. Res.	143	259-277	○	4(3)	1(2)	2(2)	
Saito, T., Sakai, S., Iizawa, I., Suda, E., Umetani, K., Katsuya Kaneko, K., Furukawa, Y., Ohkura, T.	2004	A new technique of radiation thermometry using a consumer digital camcorder: Observations of red glow at Aso volcano, Japan.	Earth Planets Space	57	e5-e8	○	4(3)			
宮縁 育夫・星住 英夫・高田 英樹・渡辺 一徳・徐 勝	2003	阿蘇火山における過去約9万年間の降下軽石堆積物	火山	48	195-214	○	4(3)			
宮縁 育夫・星住 英夫・渡辺 一徳	2004	阿蘇火山における更新世末期、AT火山灰以降のテフラ層序	火山	49	51-64	○	4(3)			
村上 亮・小沢 慎三郎	2004	GPS連続観測による日本列島上下地殻変動とその意	地震	57	209-231	○	4(3)			

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページまたはDOI	査読の有無	最も関連の深い項目※	2番目に関連の深い項目※	3番目に関連の深い項目※	関係各機関が推薦する主要な論文にかかる概要
筒井智樹・須藤靖明・森 健彦・勝俣啓・田中 聡・及川 純・戸松稔貴・松尾のり道・松島 健・宮町宏樹・西 遼・藤原善明・平松秀行	2003	阿蘇火山中央火口丘山体の3次元地震波速度構造	火山	48	293-307	○	4(3)			
Utsugi, M., Tanaka, Y., Kitada, N.	2003	High Density Helicopter-Borne Aeromagnetic Survey in Aso Volcano.	Ann. Rep. FY 2003 Inst. Geotherm. Sci., Grad. Sch. Sci. Kyoto Univ.		39-40		4(3)			
吉川 慎・須藤靖明	2004	阿蘇火山中岳第1火口の温度変化と火山活動	京都大防災研年報	47B	803-807		4(3)			
伊藤弘志・大谷康夫・小野智三・大島治・成田学・山野寛之・佐藤勝彦・渡邊健志・小河原秀水	2003	鳥島火山2002年噴火の経緯	火山	48	235-239	○	4(5)			伊豆鳥島の2002年の噴火を航空機から観測した様子を詳細に解説し、火口の状況や噴火のメカニズムについて論じた報告。
	2002	Satuma-Iwojima: Continuous degassing of a rhyolitic volcano	Earth, Planet. Space	54	175-347	○	4(5)	2(1)	2(2)	活発に噴煙活動を継続し、1990年代後半に山頂に新たな火孔を形成した、薩摩硫黄島に関する、論文集。火山ガス、地震、地質、電磁気、衛星リモセン、岩石学、同位体地球化学など多分野の最新の研究成果をまとめており、継続的な脱ガス活動及びそれに伴う噴火過程の研究の基礎となる特集号。
大谷康夫・笹原昇・矢吹哲一郎・服部敏一・宮崎進・及川光弘・野上健治	2006	2005年「福徳岡ノ場」の海底火山噴火	海洋情報部研究報告	42	31-38		4(5)			福徳岡ノ場の海底火山の発見から終息までの状況を時系列に解説し、また、過去の他の火山の活動例から同様な小規模な活動であることを報告。
Aizawa, K.	2004	A large self-potential anomaly and its changes on the quiet Mt. Fuji, Japan.	Geophys. Res. Lett.	31	L05612, doi:10.1029/2004GL019462	○	5			
Aizawa, K., Yoshimura, R., Oshiman, N.	2004	Splitting of the Philippine Sea Plate and a magma chamber beneath Mt. Fuji.	Geophys. Res. Lett.	31	L09603, doi:10.1029/2004GL019477	○	5			
Nakamichi, H., Ukawa, M., Sakai, S.	2004	Precise hypocenter locations of midcrustal low-frequency earthquakes beneath Mt. Fuji.	Earth Planets and Space	56	e37-e40	○	5			
Yoshimoto, M., Fujii, T., Kaneko, T., Yasuda, A., Nakada, S.	2004	Multiple magma reservoirs for the 1707 eruption of Fuji volcano, Japan	Proc. Japan Acad. Ser. B	80	103-106	○	5			
吉本充宏・金子隆之・嶋野岳人・安田敦・中田節也・藤井敏嗣	2004	掘削試料から見た富士山の火山形成史	月刊地球	号外48	89-94		5			
及川 純・鍵山恒臣・田中聡・宮町宏樹・筒井智樹・池田靖・瀧山弘明・松尾のり道・西村裕一・山本圭吾・渡辺俊樹・大島弘光・山崎文人	2004	人工地震を用いた富士山における構造探査	月刊地球	号外48	23-26		5			
山元孝広・高田亮・石塚吉浩・中野俊	2005	放射性炭素年代測定による富士火山噴出物の再編年	火山	50	53-70		5			
中道治久・渡辺秀文・大湊隆雄・富士山稠密地震観測グループ	2004	富士山稠密地震観測による地震波速度構造探査	月刊地球	号外48	17-22		5			
藤井敏嗣	2004	富士火山でなぜ玄武岩マグマが卓越するか	月刊地球	号外48	153-159		5			

※「関連の深い項目」欄については、当該論文が下記に記載する建議等の項目のうち、関連が深い項目を示したものである。

1. 火山観測研究の強化
  - (1) 火山活動を把握するための観測の強化
  - (2) 実験観測の推進
2. 火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進
  - (1) 噴火の発生機構の解明
  - (2) マグマ供給系の構造と時間的変化の把握
  - (3) 火山活動の長期予測と噴火ポテンシャルの評価
  - (4) 火山観測・解析技術の開発
  - (5) 国際共同研究・国際協力の推進
3. 火山噴火予知体制の整備
  - (1) 火山噴火予知体制の機能強化
  - (2) 火山活動に関する情報の向上と普及
  - (3) 基礎データの蓄積と活用
4. 特定火山の評価
  - (1) 浅間山
  - (2) 三宅島
  - (3) 阿蘇山
  - (4) 桜島
  - (5) その他の火山
5. 「当面の富士山の観測研究の強化について（報告）平成13年6月」の評価

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページま たはDOI	査読 の有 無	最も 関連 の深 い項 目※	2番 目に 関連 の深 い項 目※	3番 目に 関連 の深 い項 目※	関係各機関が推薦する主要な論文にかかる概要
-----	-----	----	-----	---	---------------	---------------	----------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------

(4) 地震予知観測研究等との連携強化

## 19. 大学共同利用機関共同研究リスト

### ○ 東京大学地震研究所共同研究一覧（火山噴火予知研究関連）

#### [特定共同研究 (A)]

年度	研究課題名	研究代表者	共同研究者数
平成 14～ 18	火山体構造探査	渡辺秀文 東大地震研	約 60 名
平成 14～ 18	特定火山集中総合観測	渡辺秀文 東大地震研	約 20 名

#### [特定共同研究 (B)]

年度	研究課題名	研究代表者	共同研究者数
平成 15～ 17	活火山における噴火様式の時代的変遷と長期的噴火予知の基礎的研究	鎌田浩毅 京大院総合人間 中川光弘 北大院理	23 名
平成 15～ 17	神津島・新島周辺域におけるテクトニクスの解明	木股文昭 名大院環境学	10 名
平成 17～ 18	カルデラの構造と活動そして現在-Out of range への挑戦	鍵山恒臣 京大院理	29 名
平成 18	新世代無線通信データ伝送システムの開発	大島弘光 北大院理	10 名
平成 18	衛星リモートセンシングによる火山活動の解析	金子隆之 東大地震研	22 名
平成 18	火口近傍の監視・計測プラットフォームの開発	本多嘉明 千葉大環境 リモートセンシング	11 名
平成 18	長期的火山活動評価の定量化	中川光弘 北大院理	25 名

#### [一般共同研究]

年度	研究課題名	研究代表者	共同研究者数
平成 14	活火山における表層構造の地震学的研究	筒井智樹 秋田大工学資源	2 名
平成 14	伊豆大島火山の広帯域電磁気探査研究	小川康雄 東工大火山流体	2 名
平成 14	中国地方の第四紀火山の深部低比抵抗領域に関する研究—特に、鳥取県西部地震(2000、M7.3)の余震域の東縁に位置する大山火山周辺の無地震域に着目して—	塩崎一郎 鳥取大工	5 名
平成 14	水とマグマの間の超臨界現象と元素配分	川本竜彦 京大院理	2 名
平成 15	地球内部の水にとむフルイドの化学組成	川本竜彦 京大院理	2 名
平成 15	重複反射波を用いた火山体内部構造の推定の試み	筒井智樹 秋田大工学資源	5 名

年度	研究課題名	研究代表者	共同研究者数
平成 15	浅間山の最近の火山活動	井田喜明 姫路工業大院理	2名
平成 16	雲仙火山における噴火史の解読研究	杉本 健 九大院理	2名
平成 16	高温度高圧力条件における水の構造変化	川本竜彦 京大院理	2名
平成 16	マグマへのイオウの溶解度に及ぼす酸化還元状態の変動の影響に関する実験的研究	高橋嘉夫 広島大院理	4名
平成 17	雲仙火山科学掘削によるボーリングコアの組織解析と全岩化学分析：火道域の実態解明と火道域の形成過程	後藤芳彦 室蘭工業大工	3名
平成 17	オントンジャワ海台玄武岩の含水溶融実験	佐野貴司 富士常葉大 環境防災	3名
平成 17	雲仙火山の噴火史および火道の実体の解明	杉本 健 九大院理	2名
平成 17～ 18	伊豆鳥島火山の噴火ポテンシャルの研究	松島 健 九大院理	4名
平成 18	阿蘇火山における 1H <sub>2</sub> GPS 観測	大倉敬宏 京大院理	2名
平成 18	USDP-3 コアを用いた雲仙火山の噴火史の解明	杉本 健 京大院理	2名
平成 18	稠密地震観測データを用いた三宅島火山の地震学的構造解析	山本圭吾 京大防災研	2名
平成 18	新富士火山 3000ybp 以降の噴火機構	佐藤博明 神戸大理	2名

[研究集会]

年度	研究課題名	研究代表者	研究発表数
平成 14	富士火山の活動・テクトニクス・構造の解明をめざして	清水 洋 九大院理	33名
平成 15	富士山の構造とマグマ供給系－長期に活動を停止している火山の事例研究として－（地震研）	清水 洋 九大院理	37名
平成 16	火山ハザードマップの方法論	荒牧重雄 東京大学	33名
平成 16	草津白根火山の浅部構造をさぐる	平林順一 東工大火山流体	28名

○ 京都大学防災研究所共同研究一覧（火山噴火予知研究関連）

[共同研究]

年度	研究課題名	研究代表者	共同研究者数
平成13 ～14	火山島重力測定における海洋潮汐影響量の評価と測定データの再評価	大久保修平 東大地震研	7名
平成14 ～15	火山性地震・微動のデータベース作成と発生機構の比較研究	西村太志 東北大理	22人
平成14	噴煙・地震の長期間同時モニタリングによる硫黄岳の脱ガス活動定量化の試み	松島喜雄 産業技術総合研	7名
平成15	火山噴火様式と火山噴出物中の揮発性成分の挙動に関する研究	野上健治 東工大火山流体	5人
〃	諏訪之瀬島火山におけるストロンボリ式噴火の力学的過程の観測研究	八木原 寛 鹿児島大理	3人
平成16	GPS, 光波, 傾斜計による地盤変動連続複合観測による火山浅部熱水活動の評価	斎藤英二 産業技術総合研	3人
〃	桜島火山のマグマ供給系の時間発達に関する研究	宇都浩三 産業技術総合研	6名
平成16 ～17	火山ガス放出量と爆発メカニズム	平林順一 東工大火山流体	5人
平成18	広帯域高感度圧力計を用いた爆発的噴火に伴う長周期圧力変動発生機構の研究	綿田辰吾 東大地震研	5人 (予定)

[研究集会]

年度	研究集会名	研究代表者	研究発表数
平成15	火山流体の分布とその挙動	小川康雄 東工大火山流体	43
平成16	低周波地震の発生過程	西村太志 東北大理	18
平成18	電磁気学的研究は地震火山噴火発生メカニズム解明にどこまで貢献できるか？	上嶋 誠 東大地震研	30人 (予定)

## 20. 国際共同研究一覧

機関名	相手機関 (国名)	研究課題	実施年度	備考
東京大学地震研究所	アラスカ大学フェアバンクス校 (米国), ミュンヘン大学 (ドイツ), 台湾中央科学院 (中華民国) University of Alaska, Fairbanks. University of Munich. Academia Sinica, Taiwan	雲仙火山: 科学掘削による噴火機構とマグマ活動解明のための国際共同研究 Unzen Volcano: International Cooperative Research with Scientific Drilling for Understanding Eruption Mechanisms and Magmatic Activity	平成11年度 ~16年度	科学技術振興調整費研究
	ロンドン大学キングスカレッジ (英国) King's College London	地形解析に基づく東アジア活火山データベースの作成 Development of a database on active volcanoes in east Asia based on the morphological analysis of satellite images	平成12年度 ~16年度	宇宙開発事業団のALOS研究公募による研究
	ロンドン大学キングスカレッジ (英国) King's College London	インターネットとリモートセンシングによる火山噴火リアルタイム監視システムの開発 Development of volcano monitoring system based on the internet and the remote sensing techniques	平成14年度	電気通信普及事業団
	ロンドン大学キングスカレッジ (英国) King's College London	衛星データによるグローバル火山監視: リアルタイムのデータ処理を目指して Global volcano monitoring using satellite remote sensing data: toward realtime data processing	平成15年度 ~16年度	日本学術振興会日欧科学協力事業 (英国)
	モスクワ大学・ロシア科学アカデミー火山地震研究所 (ロシア) Moscow State University. Institute of Volcanology & Seismology Far East Branch, Russian Academy of Science	火山噴火のモデリングおよびその日本およびカムチャッカ地域の火山への応用 Modeling of volcanic eruptions and its application to volcanoes in Japan and Kamchatka areas	平成17年度 ~19年度	日本学術振興会日露共同研究
東京大学理学系研究科地殻化学実験施設	ITER (スペイン) Institute of Technology and Renewable Energy	陸域火山活動による全地球的な二酸化炭素の大気への拡散放出 Global diffuse carbon dioxide emission to the atmosphere by subaerial volcanism	平成16年度 ~	スペイン政府による研究費
名古屋大学・北海道大学・東北大学	アラスカ大学フェアバンクス校・アラスカ火山観測所 (米国) Alaska Volcano Observatory, University of Alaska Fairbanks	「干渉SARとGPS観測網による火山体変動の検出」 Volcano deformation detected by InSAR and GPS network	平成11年10月 ~14年9月	宇宙開発事業団による国際北極圏研究センター共同研究
名古屋大学	バンドン工科大学・インドネシア鉱山エネルギー省地質鉱物資源総局 (インドネシア) Institute Technology Bandung, Volcanological Survey of Indonesia	バツール火山における地震・地殻変動の観測とそのメカニズムの解明 Seismic and ground deformation observation and research on the volcanic activity	平成16年4月 ~18年3月	運営費交付金
京都大学理学研究科	米国地質調査所 (米国) U.S. Geological Survey	火山活動に伴う電磁場の発生機構—阿蘇とロングバレーの比較研究— Transient Electromagnetic Field Generation on Active Volcanoes Geneva — A Comparative Study of Long Valley and Aso Volcanic Calderas —	平成13年度 ~15年度	日米科学協力事業 (京都大学理学研究科, 東京大学地震研究所)
	地質・核科学研究所 (ニュージーランド) Institute of Geological & Nuclear Sciences (New Zealand)	空中磁気測量による火山性磁場変動の検出— ホワイトアイランドと日本の火山との比較研究 — Detection of volcano-magnetic change by aeromagnetic survey — A comparative study of White Island and Japanese volcanoes	平成15年度 ~17年度	科学研究費補助金
京都大学防災研究所	エネルギー・鉱物資源省地質学院 (インドネシア) Geology Agency, Ministry of Mines and Energy The Republic of Indonesia	インドネシアの火山物理学とテクトニクスに関する研究 Research on Physical Volcanology and Tectonics of Indonesia	平成5年7月 ~	1993年開始、2006年に更新

機関名	相手機関（国名）	研究課題	実施年度	備 考
防災科学技術研究所	米国地質調査所（米国） U.S. Geological Survey	カルデラ火山の活動についての研究 Unrest at caldera volcanoes	平成9年度 ～	日米科学技術 協力協定
	エクアドル地球物理研究所(エクアドル) Instituto Geofisico, Escuela Politecnica Nacional	火山災害軽減共同研究 The mitigation of volcanic hazards	平成15年度 ～	
	イタリア国立地球物理学火山学研究所（イタリア） Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia	火山溶岩流災害軽減手法の開発 Development of the Hazard Mitigation Methods for Volcanic Lava Flow	平成17年度 ～	日伊科学技術 協力協定
産業総合研究所 地質調査総合センター	オーストリア地質調査所（オーストリア）、ナポリ大学（イタリア） Geological Survey of Austria, University of Napoli	地球物理学的手法によるイタリア火山の活動推移評価に関する研究 Geophysical Investigations on Volcanic Activities of Italian Volcanoes	平成13年度 ～	産総研国際共同研究（H13-H14）
	インドネシア火山・地質災害防災センター（インドネシア） Center of Volcanology and Geological Hazard Mitigation (Indonesia)	インドネシア島弧における大規模噴火の準備過程と噴火経緯の研究 Study on eruptive history and eruptive sequence of caldera-forming eruption in Indonesian island arc	平成14年度 ～	
	パレルモ大学（イタリア） Palermo University	火山噴煙観測に基づくマグマ脱ガスダイナミクスの研究 Magma Degassing Dynamics deduced from Volcanic Plume Monitoring	平成17年度 ～	JSPS特定国派遣・短期招聘
国土地理院	パリ地球物理学研究所（フランス） イタリア火山学研究所（イタリア） Institut de Physique du Globe de Paris Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologica (INGV)	ALOS衛星による火山・活断層の地形及び地形変化の研究 Geomorphology and geomorphological changes at volcanoes and active faults observed with ALOS	平成12年度 ～17年度	宇宙開発事業団のALOS研究公募による研究
	パリ地球物理学研究所（フランス） Institut de Physique du Globe de Paris	包括的研究協力 The GSI-IPGP COOPERATION SCHEME	平成18年度 ～28年度	覚書交換による包括的研究協力の中に火山分野における協力も含む

21. 国際協力機構 火山学総合土砂災害対策コース研修員受け入れ人数（火山学のみ）

年／国	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	計
アルゼンチン	1	1		1														3
チリ						1												1
コロンビア				1	1	1	1		1									5
コスタリカ	1	1								1							1	4
エクアドル	1		2			1												4
エルサルバドル													1	1		1		3
グアテマラ	1			1														2
メキシコ		1						1										2
ニカラグア	1	1	1			1						1						5
ペルー			1	1	1	1				1				1	2			8
インドネシア			2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	21
フィリピン		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		15
パプアニューギニア	1	1																2
ソロモン	1	1																2
カメルーン				1	1													2
タンザニア		1			1													2
ザイール		1			1													2
計	7	9	7	8	7	7	4	4	4	4	2	3	3	4	4	3	3	83

## 22. レビュー調査検討委員会の設置について

平成17年4月19日  
科学技術・学術審議会  
測地学分科会火山部会決定

1. 火山部会における平成15年7月「第7次火山噴火予知計画の推進について」(建議)のレビューの実施に当たり、効率的な調査検討と火山部会の円滑な審議運営を図るため、火山部会に属する委員及び臨時委員、専門委員(以下「委員等」という。)のうちから6名程度の委員等で構成する「レビュー調査検討委員会」を設置し調査検討を行う。
  
2. レビュー調査検討委員会は、次の事項の調査検討を行う。
  - (1) レビューの実施方法の検討
  - (2) レビューのための資料の収集及び資料の作成
  - (3) その他火山部会で必要とする資料の収集及び資料の作成
  
3. メンバーは、次の委員等とする。

石原和弘	委員	(京都大学防災研究所教授)
櫻井邦雄	臨時委員	(気象庁地震火山部長)
清水 洋	臨時委員	(九州大学大学院理学研究科教授)
平林順一	臨時委員	(東京工業大学火山流体研究センター教授)
主査 藤井敏嗣	臨時委員	(東京大学地震研究所教授)
中田節也	専門委員	(東京大学地震研究所教授)

## 23. 火山噴火予知計画実施状況等レビュー委員会の設置について

平成18年6月15日  
科学技術・学術審議会  
測地学分科会火山部会決定

- 1 第7次火山噴火予知計画の実施状況等のレビューを円滑に実施するため、火山部会の下に火山噴火予知計画実施状況等レビュー委員会（以下、レビュー委員会という。）を置く。
- 2 レビュー委員会は、火山部会の審議に資するため次の事項を審議するものとする。
  - (1) 第7次火山噴火予知計画の実施状況等のレビューについて
  - (2) 火山噴火予知計画の今後のあり方について
- 3 レビュー委員会に属すべき委員、臨時委員および専門委員（以下、委員等という。）は、部会長が指名する。
- 4 レビュー委員会に主査を置き、当該委員会に属する委員等のうちから部会長の指名する者がこれに当たる。
- 5 レビュー委員会の会議は、主査が招集する。
- 6 主査は、会議の議長となり、議事を整理する。
- 7 主査に事故があるときは、当該委員会に属する委員等のうちから主査があらかじめ指名する者が、その職務を代理する。
- 8 主査が認めるときは、レビュー委員会に属さない測地学分科会委員、臨時委員、専門委員、関係行政機関の職員、その他の関係者にレビュー委員会への出席を要請し、その意見を聴くことができる。

## 2 4. 科学技術・学術審議会測地学分科会 委員名簿

### 〔委員〕

- |         |                                  |          |
|---------|----------------------------------|----------|
| 石 田 瑞 穂 | (独)海洋研究開発機構地球内部変動研究センター<br>特任研究員 | (分科会長代理) |
| 石 原 和 弘 | 京都大学防災研究所教授                      |          |
| 平 啓 介   | 琉球大学監事                           |          |
| 長谷川 昭   | 東北大学大学院理学研究科教授                   |          |
| 深 尾 昌一郎 | 京都大学生存圏研究所教授                     | (分科会長)   |

## 25. 科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会 委員名簿

### [委員]

石原和弘	京都大学防災研究所教授	(部会長)
長谷川昭	東北大学大学院理学研究科教授	(部会長代理)

### [臨時委員]

岡田弘	北海道大学大学院理学研究院教授
鎌田桂子	神戸大学理学部助教授
清水洋	九州大学大学院理学研究院教授
千葉とき子	(財)石の博物館顧問
平林順一	東京工業大学火山流体研究センター教授
藤井敏嗣	東京大学地震研究所教授
渡辺秀文	東京大学地震研究所教授
浦塚清峰	(独)情報通信研究機構電磁波計測研究センター 電波計測グループリーダー
鵜川元雄	(独)防災科学技術研究所火山防災研究部長
富樫茂子	(独)産業技術総合研究所地質情報研究部門長
村上亮	国土地理院地理地殻活動研究センター 地理地殻活動総括研究官
濱田信生	気象庁地震火山部長
加藤藤茂	海上保安庁海洋情報部技術・国際課長

### [専門委員]

大島弘光	北海道大学大学院理学研究院助教授
武井康子	東京大学地震研究所助教授
巽好幸	(独)海洋研究開発機構地球内部変動研究センター 地球内部物質循環研究プログラムディレクター
田中良和	京都大学大学院理学研究科教授
中田節也	東京大学地震研究所教授
藤井直之	名古屋大学名誉教授

26. 科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会  
火山噴火予知計画実施状況等レビュー委員会 委員名簿

[委員]

石原和弘 京都大学防災研究所教授

[臨時委員]

清水洋	九州大学大学院理学研究院教授	(主査代理)
平林順一	東京工業大学火山流体研究センター教授	
藤井敏嗣	東京大学地震研究所教授	(主査)
鵜川元雄	(独)防災科学技術研究所火山防災研究部長	
濱田信生	気象庁地震火山部長	

[専門委員]

大島弘光 北海道大学大学院理学研究院助教授  
中田節也 東京大学地震研究所教授

## 27. 第7次火山噴火予知計画の実施状況等の レビューに係る審議状況

平成17年

4月19日	火山部会（第16回）
6月22日	レビュー調査検討委員会（第1回）
9月13日	レビュー調査検討委員会（第2回）
12月26日	レビュー調査検討委員会（第3回）

平成18年

1月31日	火山部会（第17回）
2月15日	測地学分科会（第11回）
2月20日	レビュー調査検討委員会（第4回）
3月24日	レビュー調査検討委員会（第5回）
5月29日	レビュー調査検討委員会（第6回）
6月15日	火山部会（第18回）
8月25日	測地学分科会（第12回）
8月31日	火山噴火予知計画実施状況等レビュー委員会（第1回）
10月16日	火山噴火予知計画実施状況等レビュー委員会（第2回）
11月20日	火山噴火予知計画実施状況等レビュー委員会（第3回）
11月27日	火山部会（第19回）
12月7日	火山噴火予知計画実施状況等レビュー委員会（第4回）
12月26日	火山噴火予知計画実施状況等レビュー委員会（第5回）
12月27日	火山部会（第20回）

平成19年

1月15日	測地学分科会（第13回）
-------	--------------