

殿

測地学審議会会長
古 在 由 秀

第 6 次火山噴火予知計画の推進について（建議）

測地学審議会は、昭和48年以来、これまで五次にわたり火山噴火予知の推進に関する計画を建議してまいりました。第5次火山噴火予知計画（平成6～10年度）は本年度をもって終了することとなっております。この間、関係者の不断の努力により、これらの計画は順次実施に移され、我が国の火山噴火予知研究は着実に進展するとともに、火山噴火予知体制も整備されてきました。

その一方で、平成7年11月には九重山において水蒸気爆発が発生し、岩手山においては現在活動が活発化しており、火山噴火予知に対する社会的要請はますます高まっています。

本審議会は昨年6月に、これまでの計画の進捗状況について総括的な評価を行いました。その評価を踏まえ、昨年9月以来、今後の火山噴火予知の推進方策について審議を行った結果、引き続き火山噴火予知計画を推進することが必要と認め、別紙のとおり、今後5年間（平成11～15年度）の計画を取りまとめました。本計画は、火山の活動度や防災の観点から監視観測や常時観測機能を高め、関係機関の連携を強化することにより、噴火予知を一層高度化するとともに、火山観測研究を強化し、火山噴火予知高度化のための基礎研究を推進しようとするものです。

ついては、本計画の趣旨を御理解の上、その実施に必要な最善の措置が講ぜられるよう文部省組織例（昭和59年政令第227号）第70条第1項の規定により建議します。

〔備考〕 （建議先）内閣総理大臣，文部大臣，通商産業大臣，運輸大臣，郵政大臣，建設大臣
 （要望先）大蔵大臣
 （連絡先）科学技術庁長官，国土庁長官

I. 火山噴火予知計画の課題と長期展望

1. 火山噴火予知計画の成果と課題

火山噴火予知計画は、火山噴火予知の実用化を目標に、個々の火山の活動度の把握と、その理解の基礎となる火山噴火の仕組みと火山の構造の総合的解明を目指して進められてきた。

第1次計画以来、一貫して観測体制の拡充・強化が図られ、活動的火山で観測の高密度化、多項目化、高精度化が順次実行に移された結果、いくつかの重要な火山においては観測データは量、質とも飛躍的に向上した。この過程で、適切な観測体制を実現すれば、差し迫った火山活動の高まりを把握できることが確認された。さらに、同種の噴火を頻繁に繰り返す火山においては地震や地殻変動などの観測事例の蓄積により、噴火時期をかなりの確度で予測できる場合が次第に多くなっている。これは火山噴火予知計画の大きな成果であり、火山噴火予知の実用化に展望を開くものとして評価される。しかし、一方で、観測が行われていなかったり、観測体制の充実途上にある活火山も多く、そのような火山では、たとえ活動の異常が出現しても把握できない状況にある。

特定火山集中総合観測は、第1次計画以来、多くの火山で多数の機関の共同研究として実績を積んできた。この結果、多項目の常時観測体制が整っていない火山においても、静穏時及び活動時の多項目観測により、基礎データが蓄積された。得られた基礎データの変化から噴火前に火山活動の高まりを認め、事前に観測拡充が図られるなど、火山活動の評価や予知手法の確立に役立ってきた。特に、三宅島、伊豆大島、雲仙岳などでは噴火にさきがけて集中観測が行われ、その観測結果は噴火直前の活動の高まりや噴火活動の推移の把握に有用であった。

以上のような経験を通じて、マグマの挙動を探知しようとする予知手法の開発や各種の基礎研究は着実に成果を上げてきた。例えば、地震活動の観測や地殻変動の検出により、火山活動の変化を確実に把握できるようになった。また、電磁気学的手法の開発により、火山体浅部の熱的状态の変化に伴う電気抵抗の異常や地磁気変化を明瞭に検出することもできるようになった。火山ガスの化学組成や同位体成分の繰り返し観測を行った結果、特定の成分やその割合が火山活動の変化に先行してあるいは調和して変化することが確かめられ、いくつかの火山では火山活動把握のための連続観測に組み込まれている。また、噴出物の準即時的な分析手法も確立し、噴火の推移予測に役立つデータが得られるようになった。

しかし、観測体制がある程度整備された火山であっても、噴火の規模、様式及び推移を正確に予測することは容易ではない。これは、噴火機構やマグマ供給系に関して未解明の点が多いためであり、今後、これらの解明に向けて努力が必要である。

もちろん、正確な予測が困難な段階でも、噴火の実態や活動推移を逐次、総合的に把握することは、災害の軽減にとって有益である。このことは長期にわたった雲仙岳噴火の際に明瞭に示された。この意味で、火山噴火予知連絡会等による火山活動の判断結果が、気象庁の火山情報などとして広く社会に提供され、火山防災の面で重要な役割を果たしてきたことは評価すべきである。しかし、現状の情報だけでは必ずしも社会の期待に応えていない面もあり、一層の改善が期待されている。

火山噴火予知の実用化に欠かすことのできない火山活動基礎資料の整備・活用は進みつつある。例えば、火山の活動を把握する上で基本となる大縮尺精密火山基本地形図や精密海底火山地形図の作成は順次行われてきた。特に、雲仙岳は、数か月毎に改訂・公表された大縮尺精密火山基本地形図がマグマ噴出率の算定に利用されて、マグマ活動度予測の重要な根拠となるなど、防災面で果たした役割も大きい。これに加え、火山地質図や火山土地条件図などの基礎資料は、ハザードマップの作成等に有効利用され、地域防災計画の策定に寄与している。しかし、このような基礎資料の整備もまだ比較的少数の活火山で実施されている段階であり、更に整備が行われる必要がある。

第5次計画以降、人工地震・自然地震観測や電磁気観測等による火山体構造探査が新しい研究項目として位置づけられ、これまで3火山で計4回の探査実験が行われた。これにより、火山地域浅部の地震波の速度構造や減衰構造が明らかにされつつあり、火山体の構造把握という観点からは着実に成果が得られているが、火山直下数km～10kmの深さに想定されているマグマ溜まりの検出やその形状の解明には至っておらず、今後追求すべき重要な課題である。

また、火山噴火機構と前兆現象の出現するメカニズムを解明し、さらには、個々の火山活動の現状を詳細に知るためには、火山の静的な構造の把握に加え、マグマ、火山ガス及び熱水などの火山流体の動きや地下の状態変化を含めた火山体の動的構造を把握する必要がある。

以上述べたように、火山噴火予知は実用化に向かって着実に進んでいるとはいえ、以後、解決すべき課題も多く残されている。

2. 火山噴火予知計画の長期的な目標

以上のような現状を踏まえて、長期的な目標を明確に定めるために、予知の方法や内容を整理してみると、予知はおおまかに次の三つの段階に分けられる。

- (1) 観測データの変化から、火山活動の異常を検出して、噴火の可能性を警告する段階。
- (2) 観測データの解釈に基づいて火山の状態を評価し、過去の噴火事例も考慮して、噴火の発生や推移を定性的に予測する段階。
- (3) 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。

地震観測網などを用いて常時監視が行われると、第一段階の予知が可能になる。この段階でも、顕著な噴火の前には何らかの前兆現象が捉えられることが多く、突然の噴火に遭遇する可能性を低くできる。さらに、複数の観測項目についてデータを総合的に解釈し、過去の噴火に関する情報も用いると、第二段階の予知が可能になる。この段階では、火山の状態をかなり正しく確認でき、噴火の発生や開始後の推移についても、ある程度の予測が可能になる。しかし、異常を検出しても、噴火が確実に発生するかどうかは判断が難しく、噴火の様式や規模については、過去の経験を超えた予測は難しい。

何らかの常時監視が行われている30余りの活火山では、現状の予知は第一段階か第二段階にあるものと評価される。いずれの場合も、予測内容は定性的で、予測の確実さも明確でないことから、高度に発達した複雑な現代社会の要求には十分に答えきれないことが多い。このため、噴火の規模、様式、推移も含めて、信頼性の高い定量的な情報を出そうとすると、予知のレベルは第三段階まで上げることが不可欠である。つまり、この第三段階に到達することが、火山噴火予知計画の長期的な目標であるといえる。

現実の活火山は様々な活動状況にあることから、各々の活火山に対して、長期的な視点から噴火ポテンシャルが評価でき、活動の高まりに応じて第三段階の予知が可能な体制に移行できるようになっている必要がある。そのためには、活動度や防災上の重要性に応じて、すべての活火山で相応の監視体制を整備する必要がある。

現時点では、火山の地下構造や噴火の発生機構についての基本的な理解が不十分なために、噴火ポテンシャルを評価する方法は確立されておらず、物理化学モデルに基づく第三段階の予知ができる状態にない。それを可能にする基礎研究の推進は、火山噴火予知計画の最も中心的な課題である。併せて、予知を実施する観測体制や評価体制を整え、基礎データの蓄積も着実に推進する必要がある。さらに、予知の実用化に向かう各段階で、防災に最大限に寄与することが求められる。

3. 火山噴火予知計画の長期的な推進策

上記2. のように噴火ポテンシャルの評価と物理化学モデルによる予知は、基礎研究の進展や観測体制の整備とともに、段階的に達成されるものである。これまでの火山噴火予知計画は、その進捗状況のレビューを踏まえつつ、5年毎に策定してきたところであり、今後は長期的な目標を明確に意識して、計画更新の各時点で具体的な目標を立てる必要がある。

噴火予知の質を高めるための基礎研究の推進は、予知計画の中核をなす。特に重要なのは、火山活動の長期的な推移の中で噴火ポテンシャルを評価する方法を確立することと、噴火過程の定量的な予測に耐える物理化学モデルを構築することである。そのためには、噴火の準備過程や噴火機構を物理化学的に解明し、火山の構造を詳細に理解する必要がある。火山の構造については、マグマ溜まりの分布などの静的な構造に加えて、マグマの移動などに対応した

動的な構造を把握することが重要である。

基礎研究を効率的に推進するためには、目的を定めて適切なテストフィールドを設定し、共同観測を進めることが有効であるが、国内の火山の噴火活動などは必ずしも多くないので、海外の火山をフィールドとして活用することは大きな意味がある。観測や解析を国際共同研究として行うことによって、情報や予知技術の交換を世界的な規模で進めることが可能になる。

基礎研究の進展には、地道なデータの積み重ねと同時に、現象の本質を見通した独創的なアイデアを得ることが不可欠である。地球惑星科学に加え、物理学や化学など周辺分野も含めて、研究者間の協力関係を強め、萌芽的研究を奨励する機運を高める必要がある。

第5次計画までに、火山観測・研究体制は順次整備されてきたが、監視観測体制の整備は相対的に遅れがちであった。火山の活動度、防災上の重要性に応じて火山の分類を適宜見直し、すべての火山の活動を把握することを目標に観測体制を長期的な視点に立って効率的に整備する必要がある。その際に、大学等の地震観測網等を、監視観測体制に効率的に活用することが有効である。

火山噴火予知計画の成果を防災に最大限に活用するために、また火山の活動度に沿った適切な研究計画を立てるために、監視と研究は相補的な役割を担うものである。現状では、大学等が行っている観測も、活動度を監視する役割を担う側面が強く、研究面に支障が生じることも多い。基礎研究を効率的に推進するためには、監視と研究のバランスや役割分担に配慮し、そのような現状を改善することが望まれる。一方で、得られたデータを活動度の評価に十分に生かすために、監視と研究の間で連携を一層強める必要がある。

火山活動を適切に評価する上で、また基礎研究で用いる資料として、噴火予知の基礎データは極めて重要な意味をもつ。火山噴火予知計画では、従来から地形図や地質図等の整備を進めてきたが、現時点では、過去の噴火の性質や頻度に関する定量的なデータが特に不足している。トレンチやボーリングも含めた地質調査を、噴出物の年代決定と合わせて進め、データの蓄積を図る必要がある。火山性地震や地殻変動などのデータも含めて、使いやすいデータベースを構築することも、段階的に進める必要がある。

火山活動度に関する情報は、現在は必ずしも防災に活用しやすい形になっていない。そこで、分かりやすく、役に立つ情報を目指して、火山活動度を定量的に評価する方向に進む必要がある。また、観測データの迅速な解析・評価から情報発信に至るまでの体制を整え、火山噴火予知に関する知識の普及に努める必要がある。

火山噴火予知計画を推進する上で、これに関与する研究者の数は極めて不十分であり、予知の質的な向上に向けて、研究者の育成は益々重要になっている。他分野での研究者や技術者等も含めて、研究者の交流を一層進める必要も強まっている。これらを実施するための研究教育体制を検討する必要がある。また、同時に監視観測体制を拡充・強化するための方策についても検討する必要がある。

Ⅱ. 第6次火山噴火予知計画策定の方針

1. 第6次火山噴火予知計画の位置づけ

第3次計画以降、対象火山を「活動的で特に重点的に観測研究を行うべき火山」(十勝岳、樽前山、有珠山、北海道駒ヶ岳、草津白根山、浅間山、伊豆東部火山群、伊豆大島、三宅島、阿蘇山、雲仙岳、霧島山、桜島)、「活動的火山及び潜在的爆発活力を有する火山」(雌阿寒岳、岩木山、秋田焼山、岩手山、秋田駒ヶ岳、鳥海山、蔵王山、吾妻山、安達太良山、磐梯山、那須岳、新湯焼山、焼岳、御嶽山、富士山、伊豆鳥島、西之島、硫黄島、鶴見岳、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島、硫黄島、及び活動的の海底火山)及び「その他の火山」に分類し、火山観測研究の拡充強化、噴火機構解明のための基礎研究の推進、予知手法等の開発と基礎資料の整備及び噴火予知体制の強化を図ってきた。その結果、桜島、伊豆大島など特定の火山では噴火の直前現象の把握、マグマ供給系やその挙動の解明、火山活動に関する情報の提供などに一定の成果が得られた。また、高密度、多項目、高精度の監視観測体制が整備されたいくつかの火山では、火山活動の的確な評価や噴火の予測が可能な段階に達しつつあることが示された。しかし、噴火予知の5要素のうち、噴火規模、様式、推移の予測を的確に行うためには、マグマ供給系や噴火機構について未解明の重要な課題が残されている。それらの解明に向けた方策が早急に求められているとの現状認識の下に第6次計画を策定する。

第6次計画では、火山の活動度や防災の観点から監視観測や常時観測機能を高めるとともに、関係機関の連携を強化することによって観測データの一層の有効利用を図り、第三段階の予知の実現に向けて噴火予知のより一層の高度化を目指す。また、噴火の物理化学モデルに基づく噴火過程を定量的に予測する方法の確立に向けて、地下のマグマの状態や運動を捉える新しい観測の実施、火山活動に関与する火山流体の性質と挙動の解明、噴火過程や爆発機構の解明に向けた基礎研究などを積極的に推進する。さらに、火山の長期的な活動推移の予測のため、噴火史に関するデータの蓄積に努めるなど、噴火ポテンシャル評価についての基礎研究を計画的に進める。また、その研究成果を踏まえて、新たに重点的に観測研究を行う活火山の整理検討も併せて進める。さらに、観測研究や基礎研究の強化に加えて、噴火予知に関係する若手人材の育成や火山活動の評価機能の強化など予知体制の整備を図る。予知計画の成果を社会に還元するために、火山活動に関する情報を定量化するなど迅速で分かりやすい情報の公表を目指す。このような考え方に立って、次の方針により第6次計画を推進する。

2. 第6次火山噴火予知計画の基本的方針

(1) 火山観測研究の強化

「活動的で特に重点的に観測研究を行うべき火山」では、火山活動の定量的評価及び火山噴火予知の高度化を目指して、必要な監視観測の強化や常時観測体制の整備を図る。近年の火山活動の高まりを考慮して、九重山を「活動的火山及び潜在的爆発活力を有する火山」に加え、これらの火山の活動度の高まりに応じた監視観測の強化を図る。さらに、活動度や噴火様式の特色を考慮し、「火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進」と対応して各種実験観測を行う。長期的には、すべての火山の活動度を把握することを目標に、常時監視観測体制の整備及び機動・移動観測の充実を進めるとともに、地震観測網のデータの活用も視野に入れ、観測強化を図る。また、火山体の構造や噴火機構の解明及び噴火ポテンシャルの評価のために、テストフィールドにおいて計画適に共同観測や集中総合観測を実施する。

(2) 火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進

火山噴火予知の高度化に向けて、マグマ供給系や噴火発生機構の解明と噴火の物理化学モデルの構築を目指す。このために、いくつかの火山を対象に地震探査やその他の手法を適用し火山体の構造調査に加え、マグマ溜まりの形状や物理化学的状态とその時間変化を捉える観測実験を行う。さらに、マグマ、火山ガスや熱水などの火山流体の性質とその挙動の解明を目指して各種の観測や基礎研究を幅広く実施する。また、噴火ポテンシャルの評

価に向けてモデル火山について噴火史を精査し、噴火活動の長期的推移の解明と予測手法の開発を図る。人工衛星や航空機などを活用した、新たな観測技術の研究開発や新しいモニタリング手法の開発などを積極的に進め火山噴火予知の高度化を図る。また、多様な火山現象の理解や類似の火山活動の比較研究を推進するため、海外の火山活動の調査研究の推進を図る。

(3) 火山噴火予知体制の整備

火山活動を総合的に評価する機能の強化など火山噴火予知体制の一層の拡充と整備を図る。さらに、関係機関の連携強化、若手研究者の人材育成等について長期的な視点から体制の整備に努める。また、火山活動やその推移の予測の基礎資料となる噴火史、地質図、地形図等の各種データの整備を引き続き行うとともに、それらの有効活用を図るためにデータベースの機構を推進する。予知計画の成果を社会に還元し、火山災害の軽減に貢献するため、分かりやすい火山活動の情報の提供を目指して火山活動度を定量的に評価する手法を検討するなど、情報の一層の向上と普及を進める。

Ⅲ. 第6次火山噴火予知計画の実施内容

1. 火山観測研究の強化

すべての活火山の活動度を把握することを長期的目標として、第6次計画では、新しい観測手法の導入、人工衛星データの活用などを含め、火山監視観測体制の強化を進めるとともに「活動的で特に重点的に観測研究を行うべき火山」及び「活動的火山及び潜在的爆発活力を有する火山」を中心に、「火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進（Ⅱ. 2. (2)）」と対応して、各種の実験観測を実施する。

(1) 火山活動を把握するための観測の強化

(ア) 気象庁は、関係機関の協力を得て、常時観測火山における監視観測を引き続き強化するとともに、特に近い将来の噴火活動が予測される三宅島などについては、監視観測の重点的な強化を行う。また、監視観測のなされていない火山については、それぞれの火山の活動度及び防災上の必要性並びに大学・自治体等の地震観測網及び火山観測網等の活用を具体的に検討しつつ、順次、監視観測対象火山を増やす。さらに、機動観測（巡回観測）に、火口近傍での地磁気や地殻変動観測等の新たな監視観測手法を取り入れるとともに、必要に応じて観測調査を長期間継続して行うなど、その機能の強化と運用の改善を図る。これらを円滑にかつ効率的に推進するために、地域火山監視センターの機能等体制の整備について検討する。

(イ) 海上保安庁水路部は、南方諸島及び南西諸島の火山島並びに海底火山について、航空機による定期巡回監視を引き続き強化するとともに、人工衛星による火山活動の監視と状況把握を実施する。また、海底火山の常時監視のために音響センサーを用いた海底火山モニタリングシステムの開発を進める。

(ウ) 国土地理院は、GPS（汎地球測位システム）による電子基準点のデータを活用して、活火山及びその周辺での地殻変動の連続的監視を行う。また、必要に応じて、活火山及びその周辺において水準測量等の測地測量を繰り返すとともに、潮位観測の維持と併せて、潮位の臨時観測点を設ける。また、伊豆東部火山群及びその他必要な火山では、重力測量及び地磁気観測を実施する。さらに、特に重点的に観測する火山等を対象に各種衛星のデータを定期的に解析し、火山の熱的活動を監視する。また、活火山及びその周辺において、地下構造を解明するために、航空機による磁気測量を行う。

(2) 実験観測の推進

(ア) 大学は、他機関と連携しつつ、草津白根山、安達太良山、口永良部島など水蒸気爆発を繰り返してきた火山において、その前駆現象の捕捉とその発生機構解明のために、火口近傍の火山観測網の整備を行って、火口近傍での各種観測を含む実験観測を行う。薩摩硫黄島などマグマが比較的地表近くに長期にわたり滞在していると考えられる火山の火口近傍において、地球化学的手法を含む各種実験観測を強化する。また、有珠山、北海道駒ヶ岳、三宅島、阿蘇山、桜島など顕著なマグマ性噴火を繰り返してきた火山では、活動度・噴火様式とこれまでの観測網の整備状況を考慮するとともに、「噴火予知高度化のための基礎研究の推進（Ⅱ. 2. (2)）」と対応させて、実験観測を推進するために必要な観測研究設備の充実を行う。噴火活動は長期間休止しているものの、地震・微動活動が認められる岩手山等では、火山観測網を整備し、噴火ポテンシャル評価を行うための実験観測を強化する。さらに、火山活動異常時に迅速かつ的確に活動を評価して円滑に総合的な共同観測が実施できるよう、移動観測班を充実する。

また、桜島、薩摩硫黄島、三宅島、安達太良山、北海道駒ヶ岳等で、他機関と共同して、テストフィールドにおける噴火予知の総合的な研究としての集中総合観測を実施する。また、伊豆大島、岩手山、有珠山、三宅島等で、他機関の協力を得て、火山体の構造、及び地下の火山ガス・熱水等の流体の分布状況を把握するための実験観測を行う。

(イ) 防災科学技術研究所は、富士山、伊豆大島、三宅島、硫黄島、那須岳において、地震、地殻変動等を主体と

する連続観測網の維持・強化を行う。

- (ウ) 国土地理院は、火山の地殻変動の機動的連続観測を行うために、衛星通信を利用した簡易型無人連続観測装置を開発し、活動が活発化している火山において観測を行う。

2. 火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進

これまでの噴火予知計画の成果と課題を踏まえて、第6次計画においては、マグマ供給系のより詳細な構造とその時間的变化を捉えること、火山流体の性質と挙動の解明及びそれに基づく噴火機構のモデル化、噴火活動の長期的推移の解明と予測手法の開発、予知の高度化のための新技術の開発及び国内外の多様な火山活動を比較研究するための国際共同研究の推進を重点目標とする。

(1) マグマ供給系の構造と時間的变化の把握

大学を中心に関係行政機関が共同して、テストフィールド火山において、人工震源を用いた稠密地震探査を実施し、浅部マグマ供給系の位置、形態、性質等を3次元的に把握するための研究を推進する。また、深部構造についても自然地震等の観測による探査を行う。併せて、新しい手法による電磁気学的探査・重力探査等を実施し、火山の地下構造及びマグマの状態並びにその変化に関する研究を総合的に推進する。さらに、ボーリング等を含む検証的探査を行い、マグマの状態を直接把握することを試みる。

防災科学技術研究所は、地震観測網によるデータを活用して、火山の深部から浅部に至る構造を解明する。また、火山周辺で発生する低周波地震、群発地震、微動などの発生機構を解明し、地下のマグマの運動との関連を推定する。さらに、活発な地殻変動と地熱活動を継続している硫黄島において熱水系の総合的な研究を行う。

工業技術院地質調査所は、マグマの上昇過程を把握するための各種物理探査を実施するとともに、各種マグマ上昇モデルの検討を行う。また、熱水系の調査及びモニタリングの結果を参照し、活火山直下の熱水系の活動の把握に努める。

国土地理院は、火山周辺の連続観測及び測地測量で検出される地殻変動を解析し、変動原因である地下の活動を推定する。

(2) 噴火の発生機構の解明

噴火の発生にはマグマ中の揮発成分の発泡が重要な役割を果たしており、揮発成分の濃度や脱ガス過程が噴火の起動力や様式を規定することになる。しかし、高圧下におけるマグマ中の揮発成分の溶解度と物性データ、脱ガス過程についての理解が不十分であり、噴火機構の物理化学モデルを構築する上で障害となっている。また、火山ガスや温泉水の化学組成変化が火山活動と関連することが明らかとなっているが、組成変化が火山活動と連動しない場合や遅れる事例も観測されるなど、不明な点も多い。さらに、水蒸気爆発などの観測事例が少なく、その発生機構の解明はあまり進展していない。従って、噴火の発生機構を定量的に理解するためには、噴火や様々な火山現象において重要な役割を果たしている火山流体の性質と挙動、マグマの発泡と噴火の物理化学過程、水蒸気爆発などの発生機構等の解明が重要である。さらに、これらに基づいて噴火過程のモデリングを行う必要がある。

大学、工業技術院地質調査所等は、マグマ中の揮発成分の溶解度と挙動に関する実験的研究、メルト包有物中の揮発成分の濃度測定などを行うとともに、多種の火山ガス成分の定量的なモニタリングを行い、マグマ中の揮発成分濃度及び脱ガスの程度と火山ガス放出量との関連をより明確にする。

また、大学、防災科学技術研究所、工業技術院地質調査所等は、火山ガスがマグマから分離する機構と爆発的噴火活動に関する実験を含む物理化学的研究を行い、地質調査等のデータと総合して噴火メカニズムの解明を目指す。さらに、マグマや火山ガスと地下水との相互作用の解明、多項目観測による爆発に至る過程及びその発生機構の解明等を行う。また、広帯域地震計、歪計、傾斜計などで記録された火山近傍の振動現象から火山流体の地下での挙動を解明する。

(3) 噴火活動の長期的な推移の解明

噴火ポテンシャルの評価に向けて、噴火の長期的予測や規模、様式、推移の予測手法を確立するための研究を行う。大学及び工業技術院地質調査所は、富士山等をテストフィールドとして、ボーリング等も用いた火山体の3次元的地質・岩石学的解析を行い、噴火史を定量的に解明する。併せて、同位体や古地磁気学的手法により年代を推定する。また、工業技術院地質調査所は、噴火史を精密に明らかにするために、トレンチを行うとともに火山噴出物の3次元分布の把握のための高分解能物理探査を行う。

(4) 新技術の開発

予知の高度化と実用化に向けて、火山特有の諸現象に即した新たな観測・解析手法や、機器・システムの開発を行う。特に、地下のマグマを捉えるための観測・解析技術の向上、リモートセンシング技術の開発と各種衛星・航空機技術の活用、火口近傍での遠隔観測を行う。また、火山体内部で進行中の諸現象を迅速かつ的確に把握するために、多項目観測データの即時処理と総合評価システムの研究開発を推進する。

(ア) 大学は、地下のマグマを捉えるための観測・解析技術の向上を図るため、反射波や散乱波を用いた探査手法の開発を行うとともに、高精度な制御震源を用いた探査システムを開発し、テストフィールドにおいて構造の時間変動を検出するための実験を行う。また、重力変化に基づくマグマの動態把握のための観測技術の開発を行う。さらに、地震、地殻変動、地磁気、地熱など多項目にわたる火山観測データの実時間処理システムを構築する。特に、火山性微動の自動検出、地殻変動データの即時補正などのアルゴリズムの開発を行う。高精度の繰り返し航法によるSAR（合成開口レーダー）観測を実現し、急峻な地形の地殻変動を面的に検出する手法を確立する。火山ガスの化学組成や多成分の放出量を赤外分光やレーザー光を用いて遠隔測定する方法の開発を行う。

(イ) 防災科学技術研究所は、地震波速度や減衰トモグラフィー、バイプロサイス法、MT法等により3次元的な火山の地下構造探査手法を進展させ、マグマ溜まりの形態を捉える。また、実時間連続観測データの処理解析方法を改良し、自動震源決定の高精度化、地殻変動データのノイズ除去等の処理の高度化を図り、地下の火山活動を実時間で評価するシステムの開発を行う。さらに、火山専用空中赤外映像装置を活用し、活動的な火山の山体表面温度分布を観測するとともに、温度推定の高精度化、噴気量等の推定への利用、解析時間の短縮のための研究を行う。また、SARによる火山体変動の検出手法や検出能力を検討し、硫黄島などの変動の大きな火山に適用して面的な地殻変動検出技術を確立する。

(ウ) 工業技術院地質調査所は、比較的浅所にあると予想される珪長質大規模マグマについて、複数の手法による探査を行うとともに、地熱開発等により存在が明らかにされた超高温岩体の探査手法の検証を行う。また、人工衛星データの活用により、火山の熱的活動の推移や地質構造の把握等を行う。さらに、GPS、光波測距、水準測量、写真解析、重力、空中レーザー測量等による山体変動モニタリング手法をより容易に活動的な火山に適用するための研究を行う。また、火山ガスのモニタリングによる火山活動評価手法の開発を行う。

(エ) 気象庁は、火山の総合的な観測及びデータ即時処理による火山活動の評価・推移予測に関する研究を行うとともに、地球観測衛星等の人工衛星による火山灰・噴煙の検出手法の改善、SO₂存在量の検出手法及び全天候下での火山噴火現象の検出手法の開発を行う。

(オ) 海上保安庁水路部は、音響センサーを用いた海底火山の常時監視手法の研究開発を行うとともに、火山島及び海底火山について、人工衛星による火山活動の監視手法の高度化を行う。

(カ) 国土地理院は、人工衛星及び航空機搭載用のSARを用いた火山体の地殻変動を検出するシステムの開発研究、火山活動の監視、火山噴火時の災害状況の把握を行う。

(5) 国際共同研究の推進

噴火予知の高度化を推進するためには、国内外の多様な火山活動の比較研究が有効であることから、海外の噴火について国際共同研究を推進する。

- (ア) 大学は、アフリカやアジア等の火山において、相手国の火山調査研究機関と共同して地球物理学的及び地球化学的諸観測を実施し、噴火の前駆現象及び噴火機構についての比較研究を行うとともに、噴火の規模、様式、推移を推定するための基礎研究を実施する。併せて、現地観測研究者の育成に貢献する。
- (イ) 防災科学技術研究所は、地殻変動量の大きい硫黄島と同種の海外のカルデラ火山との比較研究を行うとともに、その他の火山についても噴火間隔の似た国内外の火山を比較することにより、噴火準備過程の理解を進める。
- (ウ) 工業技術院地質調査所は、国内では有史時代に経験していない大規模噴火について、アジア地域の火山において当該国との共同研究を進め、広域におよぶ可能性のある火山災害を予測するための基礎資料を収集する。また、火山体内部構造把握のための高精度物理探査の研究を米国と共同で行う。さらに、活発な火山のボーリングも含めた調査及び大規模火山性陥没地域の物理探査をニュージーランドと共同で行う。
- (エ) 気象庁は、海外の火山噴火による火山灰噴煙の監視や拡散予測などを通じ、外国との技術協力を推進し、海外の火山観測を支援するとともに、航空機安全運行のための情報の充実を図る。また、海外の火山において外国との共同観測研究を行い、噴火予知手法の開発・改善を図る。

3. 火山噴火予知体制の整備

第6次計画では、監視観測の強化と基礎研究の推進に必要な観測設備の整備と併せて、関連する研究者、技術者等の人材の確保など体制の整備を図る。また、国民や関係行政機関にとって的確で分かりやすく、火山災害の軽減に役立つ情報の提供を目指して、火山活動度の定量的評価機能の強化を図る。

また、今後の活動やその推移の予測に資するため、過去の噴火履歴、事例の収集整理を進めるとともに、火山活動の予測の基礎となる各種データの整備を進め、その有効利用を図る。

以上のようなことを推進し、火山噴火予知の高度化のための研究教育体制や監視観測体制などに関する長期的な展望を視野に入れ、火山噴火予知体制の強化を図る。

(1) 火山噴火予知体制の機能強化

(ア) 火山噴火予知連絡会の機能強化

火山噴火予知の高度化が重要であることに鑑み、関係機関は観測技術の向上、監視観測体制の整備を進め、総合評価に基づく噴火発生及び活動の推移の的確な予測を図る。このため、関係省庁、大学の研究者など専門家の知識を活用し、火山活動を迅速かつ総合的に評価する機能の強化を図り、評価が実用的で分かりやすい情報に反映されるように努める。また、必要に応じ事務局機能の強化を図る。

(イ) 若手研究者の育成・研究者の流動化促進

将来の火山噴火予知の展開を図るため、大学院学生、若手研究者の育成に努めるとともに、各機関は受け入れ枠の確保・拡大を図る。

人的支援体制を含めた研究観測体制の一層の充実強化のため、他分野からの研究者も視野に入れ、流動的研究システムなどをより一層活用し、火山噴火予知のための基礎研究、観測研究の充実を図る。

さらに、化学的観測研究を強化する必要があることから、この分野の全国的規模の機動的・効率的な観測研究を進めるための人材の確保を図る。

(ウ) 研究者と技術者等の交流促進

火山噴火予知の高度化のために、マグマの上昇・噴出過程やこれに付随する現象の物理・化学的理解をさらに深める必要があり、基礎研究の推進は重要である一方で、気象庁等は常時監視観測の機能の向上を図る必要がある。このため、研究者と監視観測に従事する技術者等との連携強化、人的交流を進めるとともに、共同観測研究、研究集会などを通じて研究成果の監視への技術移転、監視技術等の向上を図る。

(2) 火山活動に関する情報の向上と普及

国民の火山噴火予知及び的確な情報への期待に応えるため、火山活動の異常や変化に速やかに対応し、総合的な観測資料に基づく迅速で分かりやすい高度な情報の公表を図る。

(ア) 気象庁は、火山噴火予知連絡会を通じて関係する機関の協力のもと、火山情報の質的向上と、防災情報として分かりやすく改善するために、常時監視観測火山すべての活動度を定量的に評価する手法を検討する。これに基づき、浅間山、伊豆大島、阿蘇山、雲仙岳及び桜島については、第6次計画終了時までには火山活動に関する情報の定量化を試行する。また、火山の活動状況について迅速な情報収集と適切な評価を行うため地域火山監視センター的機能を持つ拠点の整備について検討する。さらに、情報の内容、危険度及び防災への活用などの理解を深めるための普及活動を推進する。

(イ) 海上保安庁水路部は、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、航行警報を提供する。

(3) 基礎データの蓄積と活用

火山活動の予測の基礎となる大縮尺精密火山基本地形図、火山地質図、火山土地条件図及び精密海底火山地形図をはじめとする海域の各種データの整備を積極的に進める。また、各火山の詳細な噴火史を明らかにするため地質・岩石学的調査、年代測定等を行う。さらに、蓄積された基礎資料、観測データの有効活用を図るため、これら資料の整理、データベースの構築を進める。

(ア) 大学及び工業技術院地質調査所は、過去の噴火様式、噴火の推移などに関するデータの収集整理・解析と併せて、ボーリング、トレンチを含めた地質調査・岩石学的調査、年代測定を実施し、噴火史を明らかにする。

工業技術院地質調査所は、必要に応じて大学の研究者等の協力も得て、火山地質図の作成を積極的に進める。

(イ) 気象庁及び大学等は、噴火ポテンシャルや活動の総合評価などに資するため、過去の火山噴火、これに伴う異常現象、前兆現象などの各種データの整備を図る。

(ウ) 国土地理院は、大縮尺精密火山基本地形図及び火山土地条件図の作成並びにそれらの数値データの整備を順次進める。

(エ) 防災科学技術研究所は活火山の傾斜分級図の作成を順次進める。

(オ) 海上保安庁水路部は、海底火山及び火山島周辺海域において、地下構造を解明するため航空機による磁気測量を行う。また、測量船による地形、地質構造、地磁気、重力及び地熱に関する総合的な基礎情報の収集に努め、海域火山基礎情報図等の整備を行う。さらに、火山島等において重力、GPS、地磁気の移動観測を実施し、これらの成果を用いて火山島及び海底火山ごとのデータベースの構築を図る。

(4) 地震予知観測研究等との連携強化

火山噴火予知の高度化を進めるためには、火山性地震・微動の活動度を把握する監視観測設備の一層の拡充を図る必要がある。このため、火山噴火予知計画の観測網の整備に加えて、大学等の火山近傍での地震観測データを有効利用し、火山の状態を把握するとともに、火山活動、火山体の深部構造、テクトニクスに関連する研究に資する。