

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の  
実施状況等のレビューについて報告書

平成29年1月

科学技術・学術審議会  
測地学分科会



# 目次

I. はじめに	1
1. 背景	1
2. 本レビューの目的	1
II. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の基本的な考え方	1
1. 地震火山観測研究のこれまでの経緯	1
2. 本計画の基本的な考え方	2
III. 地震火山観測研究計画の変更について	3
1. 東北地方太平洋沖地震の発生を受けて実施した前計画の見直しと現行計画の策定	3
2. 御嶽山の噴火を受けて実施した観測研究体制の見直しと取組	4
IV. 重要な地震・火山現象と拠点間連携共同研究	5
1. 近年発生した地震及び火山現象に関する重要な観測研究	5
(1) 主な地震	5
(2) 主な火山噴火	9
2. 優先度の高い地震・火山噴火に対する総合的な取組	13
3. 拠点間連携共同研究	16
V. 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の実施状況と今後への課題	18
1. 地震・火山現象の解明のための研究	18
(1) 地震・火山現象に関する史料, 考古データ・地質データ等の収集と整理	18
(2) 低頻度大規模地震・火山現象の解明	20
(3) 地震・火山噴火の発生場の解明	24
(4) 地震現象のモデル化	28
(5) 火山現象のモデル化	30
2. 地震・火山噴火の予測のための研究	33
(1) 地震発生長期評価手法の高度化	33
(2) モニタリングによる地震活動予測	34
(3) 先行現象に基づく地震活動予測	38
(4) 事象系統樹の高度化による火山噴火予測	39
3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究	41
(1) 地震・火山噴火の災害事例の研究	41
(2) 地震・火山噴火の災害発生機構の解明	42
(3) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化	43
(4) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化	45
(5) 地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化	48
4. 計画を推進するための体制の整備	50
4. 1 実施状況及び成果	50
(1) 推進体制の整備	50
(2) 研究基盤の開発・整備	52
(3) 関連研究分野との連携の強化	55
(4) 研究者, 技術者, 防災業務・防災教育に携わる人材の育成	55
(5) 社会との共通理解の醸成と災害教育	56
(6) 国際共同協力・国際協力	56
4. 2 今後の展望	57
(1) 推進体制の整備	57
(2) 研究基盤の開発・整備	58
(3) 関連研究分野との連携の強化	61
(4) 研究者, 技術者, 防災業務・防災教育に携わる人材の育成	61
(5) 社会との共通理解の醸成と災害教育	61
(6) 国際共同協力・国際協力	62
VI. 総括的評価	62
1. 現行計画策定までの経過	62
2. 現計画の成果と課題	64

3. 計画推進体制の強化	70
4. 現計画の統括的評価と今後の展望	73
5. まとめ	76
[用語解説]	79
参考資料	103
1. 地震関係観測点数一覧	
2. 全国の活火山(110火山)	
3. 火山噴火予知観測網	
4. 火山関係観測点数一覧	
5. 国立大学法人の常時観測項目と観測点数(火山)	
6. 気象庁の常時及び定期観測項目と観測点数(火山)	
7. 国土地理院の常時観測項目と観測点数(火山)	
8. 海上保安庁における海域火山の監視・観測状況	
9. 山梨県富士山科学研究所の常時観測項目と観測点数(火山)	
10. 防災科学技術研究所の常時観測項目と観測点数(火山)	
11. 産業技術総合研究所の常時観測項目と観測点数(火山)	
12. 北海道立総合研究機構の常時観測項目と観測点数(火山)	
13. 気象庁の火山機動観測実施状況	
14. 御嶽山に関する火山噴火予知連絡会の活動経過	
15. 口永良部島に関する火山噴火予知連絡会の活動経過	
16. 桜島に関する火山噴火予知連絡会の活動経過	
17. 阿蘇山に関する火山噴火予知連絡会の活動経過	
18. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の個別課題一覧(機関順)	
19. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の個別課題一覧(項目順)	
20. 東京大学地震研究所(共同利用・共同研究拠点)の地震・火山噴火の解明と予測に関する公募研究実施課題一覧	
21. 東京大学地震研究所・京都大学防災研究所拠点間連携共同研究実施課題一覧	
22. 国際共同研究一覧	
23. 予算及び機構定員整備状況	
24. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」に関する主要論文リスト	
25. 国際協力機構火山学総合土砂災害対策コース研修員受入れ人数	
26. 関連分野の研究者数	
27. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」に関連した主なシンポジウム、セミナー等の開催状況	
28. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」実施機関	
29. 第8期科学技術・学術審議会測地学分科会委員名簿	
30. 第8期科学技術・学術審議会測地学分科会地震火山部会委員名簿	
31. 第8期科学技術・学術審議会測地学分科会地震火山部会地震火山観測研究レビュー委員会委員名簿	
32. 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の実施状況等のレビューに関する審議状況	
[概要・要旨・付属資料]	191

## I. はじめに

### 1. 背景

プレート沈み込み帯に位置する日本列島は、有史以前から何度も地震や火山噴火に見舞われてきた。これらの地震や火山噴火は、多くの人命を奪ってきただけではなく、歴史的に我が国の社会・経済に大きな影響を及ぼしてきた。地震や火山噴火による災害を極力小さなものにするためには、自然現象である地震・火山噴火への科学的理解を深めるとともに、得られた知見を災害軽減に役立てるための方策を探る必要がある。

地震・火山噴火が避けられない我が国においては、地震及び火山噴火の予測により災害軽減に貢献することを目指して、測地学審議会（現在の科学技術・学術審議会測地学分科会）の建議に基づき昭和40年度から地震予知計画が、また、昭和49年度から火山噴火予知計画が開始され、それぞれ複数次の計画として実施された。平成21年度からは、地震予知と火山噴火予知の計画が統合されて「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」が実施された。この観測研究計画実施中の平成23年3月に東北地方太平洋沖地震（以下、「2011年東北地方太平洋沖地震」）が発生し、死者・行方不明者2万人近くに上る東日本大震災を引き起こした。

それまでの観測研究計画では、マグニチュード9に達するような超巨大地震発生の可能性は十分に検討されていなかった。その結果、超巨大地震による災害の発生を事前に強く警告することはできなかった。また、地震による津波などの災害誘因の予測の研究が不足していた。科学技術・学術審議会測地学分科会では、超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究を推進するため、観測研究計画の見直しを行い、平成24年11月に建議した。

平成26年度からの観測研究計画の策定に当たっては、東日本大震災の発生を踏まえ、地震や火山噴火に関する科学的な研究成果を防災・減災につなげていくことの重要性を指摘した「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の外部評価（平成24年10月）を受けて、科学技術・学術審議会測地学分科会で検討された。それまでの地震・火山噴火の予知に基づいて災害軽減に貢献するという方針を転換し、地震や火山噴火の予測とともに、それらが引き起こす地震動、津波、火山灰や溶岩の噴出などの災害誘因の予測の研究を行い、それらの成果に基づき災害の軽減に貢献することを目標とした「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」が平成25年11月に建議され、平成26年度に新たな計画が開始された。

### 2. 本レビューの目的

本レビューの目的は、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」について、地震・火山噴火の予知を目標とした観測研究計画からの方針転換が適切であったか、また、計画が順調に進捗しているかを含め、総括的に自己点検し、次期計画の検討に資することである。科学技術・学術審議会測地学分科会地震火山部会（以下、「地震火山部会」）では、計画の進捗状況を把握し、毎年度の成果を「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」年次報告「成果の概要」として取りまとめてきた。本レビューの取りまとめに当たっては、地震火山部会の下に地震火山観測研究計画レビュー委員会を設置し検討を行った。

本レビューの構成は次のとおりである。II章では、地震火山観測研究計画のこれまでの経緯を振り返るとともに、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の基本的な考え方をまとめる。III章では、2011年東北地方太平洋沖地震を受けた前計画の見直しと現行計画の策定及び現行計画実施中の平成26年9月に発生し戦後最大の火山災害となった御嶽山の噴火を受けた取り組みについて述べる。IV章では、近年発生した地震と火山噴火の研究成果、本計画で総合的に取り組んでいる優先度の高い地震・火山噴火についての研究成果、さらに、地震・火山噴火に対する科学的理解を災害軽減に役立てるために実施した東京大学地震研究所（以下、「地震研」と京都大学防災研究所（以下、「防災研」）の拠点間連携共同研究の成果を取りまとめる。V章では、計画の項目ごとに成果を取りまとめ、それぞれについて今後の展望を検討した。VI章では、計画全体を総括的に評価し、課題を検討することにより、今後の地震火山観測研究計画の方向性などを述べる。

## II. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の基本的な考え方

## 1. 地震火山観測研究のこれまでの経緯

地震予知に関する観測研究計画は、地震による災害を軽減することを目指して、地震予知計画が測地学審議会において建議され、昭和40年度から実施された。この計画では、全国に高感度の地震観測点や地殻変動観測点を整備し、地震の前兆現象の検出を主とした地震予知の技術を構築することを目指した。第7次計画（平成6～10年度）までに、研究者も増加し、地震及び地殻変動に関するデータなどに基づき地震現象の理解は確実に深まった。しかしながら、地震の前兆現象には複雑性や多様性があり、その中に系統性が見出せるほどにはデータが蓄積されなかった。そのような中で、平成7年に兵庫県南部地震（以下、「1995年兵庫県南部地震」）が発生した。これを契機に計画を総括し、観測データに現れる前兆現象のみに基づく地震予知には限界があると結論付けた。平成11年度に始まった「地震予知のための新たな観測研究計画」では、実験や理論などに基づき地震発生機構をモデル化し、地震発生に至る一連の過程を知ることが地震予知の実現に着実につながるの考えに基づき、基礎的研究を重視した計画となった。平成7年には地震調査研究推進本部（以下、「地震本部」）が発足し、国の地震調査研究を一元的に推進することになった。同本部が平成11年にまとめた「地震調査研究の推進について」では、地震予知のための観測研究は、当面推進すべき地震調査研究の一つとされた。

一方、火山噴火予知計画は、火山噴火予知の実用化を目指して昭和49年度から始まった。観測網の整備と実験観測を推進し、活動的火山における高密度・高感度の多項目の観測網整備が進み、火山体の地下構造の把握やマグマ貫入の把握、噴火現象やその先行現象の理解が進んだ。また、地質・岩石学的調査に基づく、火山活動の長期予測や噴火ポテンシャル評価も行われるようになった。平成12年には、有珠山や三宅島において、先行現象の検知に基づく噴火発生前の情報発信が行われるなど、噴火予知の情報に基づく災害対応も実践された。このように適切な観測が行われている火山で、過去の噴火事例を考慮できる場合には、観測データの異常から噴火の開始や推移を定性的に予測することができるようになってきた。しかしながら、観測点が十分に整備されている火山は少ないため、研究成果を活用した火山活動の把握や噴火発生前に情報の発信ができる火山は限定されている。また、噴火現象を説明する物理・化学モデルは提案されてはいたものの部分的であり、平成12年の三宅島のカルデラ形成と大量のガス放出活動を想定できなかったように、噴火様式やその推移、あるいは、規模について、予測方法は確立されていない。

これまでの地震及び火山噴火予知の観測研究の成果に基づく、地震発生と火山噴火は、主にプレート運動に起因するという同じ科学的背景をもつ自然現象であり、それぞれの現象には共通の発生場の理解がさらに必要であることが認識されるようになった。そこで、平成21年度からは、地震予知と火山噴火予知の計画は、地震・火山現象の相互作用や物理過程の理解の深化のため、また、地震・火山活動の把握のために必要な観測網とデータの有効利用を行うため、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」として統合され、5年計画として実施された。高感度・高密度の地震及び地殻変動観測網による観測や多項目火山観測のデータに基づき、地震研究では、繰り返し地震の発生予測やプレート境界滑りの多様性の発見、火山研究では、小規模噴火の規模予測やマグマ蓄積過程の多様性の発見などの成果を得た。また、それらの物理・化学過程の理解の深化や数値シミュレーション技術の進展があった。両分野の統合により、沈み込むプレート活動とマグマ上昇径路との関連性、マグマ貫入と地震活動への影響などの新しい成果も得られた。

平成21年度から始まった新計画の成果が上がりつつあった平成23年3月にマグニチュード9の2011年東北地方太平洋沖地震が発生した。このような甚大な災害を及ぼす超巨大地震の発生はこれまでの計画でほとんど追究されていなかったため、関連の学協会や海外研究者、外部評価委員会の意見・提言を踏まえ、平成24年11月に「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直しについて（建議）」を取りまとめ、超巨大地震に関し当面実施できる観測研究を推進することとなった。これについては、Ⅲ章であらためて詳述する。

## 2. 本計画の基本的な考え方

2011年東北地方太平洋沖地震の発生とそれによる震災の経験を踏まえ、地震・火山の観測研究計画は、国民の生命と暮らしを守るための災害科学の一部としてあらためて位置付けられた。災害の規模は、地震・火山噴火などの自然現象に起因する災害誘因に加え、地形・地盤等の自然環境や人間社会が持つ脆弱さなどの災害素因により決まる。つまり、強震動や津波、火山灰や溶岩

流などの災害誘因が人の住む自然環境や社会環境に作用し、脆弱性のあるところに災害が起きる。そこで、地震や火山噴火の発生予測ができればおのずと防災に貢献できるという考え方を見直し、本計画は、災害を引き起こす地震や火山噴火の発生予測とともに、それらによる災害誘因の予測の研究も行い、地震・火山噴火に関連する災害の軽減に貢献するという考えのもとに立案された。つまり、地震・火山現象の理解を深め、その発生予測を目指した観測研究を継続的にかつ着実に実施することに加えて、地震動や津波、火山灰や溶岩の噴出など災害を引き起こす現象の予測を含め、災害の軽減に貢献する研究を進める。

なお、現行計画の前は地震及び火山噴火の「予知」という語を計画名に用いてきたが、「予知」は将来の現象を前もって知る意味で幅広く使われ、必ずしも科学的な内容を示さない。現行計画では、科学的な知見に基づき将来の現象を定量的に推定することについては原則として「予測」という語を用いている。

本計画より前の観測研究計画にも、防災や減災につながる成果が得られていた。例えば、高密度観測網や海底観測データに基づく地震や津波の即時予測、震源断層の詳細な滑り分布や内陸ひずみ分布の推定による地震発生ポテンシャル評価、火山活動の推移を俯瞰的に理解し防災・減災対策に活用できる火山噴火事象系統樹などである。これらの成果を踏まえつつ、理学だけでなく、防災に関連する工学、人文・社会科学等の関連分野と連携し、災害素因との関係を意識した研究を推進する。また、地震・火山現象の推移や低頻度大規模地震・火山噴火現象を理解するために、近代観測データに基づく研究だけではなく、過去の事例を調査できる歴史学や考古学などと連携して、歴史地震・歴史火山噴火研究を進める。

上記の考え方をもとに、現行計画では、地震・火山災害の根本原因から災害発生までを視野に据え、以下の4項目を柱にして研究を推進している。(1)「地震・火山現象の解明のための研究」では、地震・火山噴火現象の物理・化学過程を解明し、地震・火山噴火予測や災害予知の基礎とする。(2)「地震・火山噴火の予測のための研究」では、物理・化学過程に基づくモデリングによる演繹的手法や観測事例に基づく帰納的手法を用いて地震・火山噴火の発生予測を目指す。(3)「地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究」では、地震や火山噴火が引き起こす災害に照準を合わせ、地震学・火山学的手法による災害予測及び災害軽減に結びつける方策の構築を研究する。(4)「研究を推進するための体制」では、本計画の進捗状況を把握して研究を進める体制、観測網やデータベース、観測・解析技術開発などの研究基盤の整備・拡充を図るとともに、研究者・技術者育成、国際共同研究、本計画の実施状況の広報のための取り組みを組織的に行う。

### Ⅲ. 地震火山観測研究計画の変更について

#### 1. 東北地方太平洋沖地震の発生を受けて実施した前計画の見直しと現行計画の策定

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、日本海溝から沈み込む太平洋プレートと陸のプレートの境界面で、南北約500km、東西約200kmにわたる領域が破壊し、宮城県沖の海溝近くを中心に広い領域で数十mを超える大きな地震性滑りが発生した。そのマグニチュード9.0は我が国の観測史上最大であり、世界的にも最大級の地震であった。この地震による津波は最大遡上高が約40mに達する巨大なもので、日本国内では北海道から関東にかけての広い地域で津波による死者・行方不明者が出たほか、国外でも津波による被害があった。

2011年東北地方太平洋沖地震の破壊の開始点である宮城県沖では、プレート境界大地震の発生が危惧され調査・研究が進められていたが、マグニチュード9に達するような超巨大地震発生の可能性については十分に追究されていなかった。また、それまでの予知計画では、地震そのものの予知による災害軽減への貢献を目標としていたため、地震により引き起こされる地震動や津波など災害誘因の予測の研究は対象となっていなかった。このような問題点に対応するため、平成23年10月に地震火山部会の下に地震及び火山噴火予知のための観測研究計画再検討委員会を設置し、計画の見直しの検討を開始した。計画の見直しは平成24年11月に科学技術・学術審議会において建議され、超巨大地震に関して当面実施すべき観測研究として、超巨大地震の発生機構や発生サイクルの解明、超巨大地震の長期評価手法や超巨大地震による津波の予測の研究などに取り組むことになった。

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」は平成25年度末で終了することになっていた

ため、計画の見直しでは超巨大地震について緊急に取り組むべき研究への対応にとどめ、地震・火山観測研究の抜本的な見直しは、平成 26 年度から開始する新計画での実現を目指すことになった。平成 24 年 11 月に地震火山部会の下に次期計画検討委員会を設置し、次の指摘を考慮して、検討を開始した。

地震及び火山噴火予知のための観測研究計画に関する外部評価報告書（平成 24 年 10 月 26 日）において、社会の防災・減災に十分に貢献できていない等の課題に対応するために改善すべき点として指摘された事項：

- ・国民の命を守る実用科学としての地震・火山研究の推進
- ・低頻度ながら大規模な地震及び火山噴火に関する研究の充実
- ・研究計画の中・長期的なロードマップの提示
- ・世界的視野での観測研究の一層の推進
- ・火山の観測・監視体制の強化
- ・研究の現状に関する社会への正確な説明
- ・社会要請を踏まえた研究と社会への関わり方の改善

「東日本大震災を踏まえた今後の科学技術・学術政策の在り方について（建議）」（平成 25 年 1 月 17 日）において、地震研究等の抜本的な見直しとして指摘された事項：

- ・東北地方太平洋沖地震のような超巨大地震の発生やそれに伴う巨大な津波の発生の可能性を事前に国民に十分伝えられなかった。
- ・人文・社会科学も含めた研究体制を構築し、総合的かつ学際的に研究を推進する必要がある。
- ・低頻度で大規模な自然現象を正しく評価するとともに、防災や減災に貢献できるよう、研究手法や研究体制の抜本的な見直しを早急に行う必要がある。
- ・科学的見地から、自然災害に対して地方自治体が適切な防災対策を取ることができるよう、助言を行う取り組みが必要である。

平成 25 年 11 月に科学技術・学術審議会において建議された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」は、地震発生・火山噴火の予測を目指す研究を継続しつつも、計画の目標を広げ、地震・火山噴火による災害誘因の予測の研究も組織的・体系的に進め、国民の生命と暮らしを守る災害科学の一部として推進することとなった。地震や火山現象の理解にとどまらず、地震や火山噴火が引き起こす災害を知り、研究成果を地震、津波及び火山噴火による災害の軽減につなげることを目指す計画となるため、地震学や火山学の研究者に加え、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの分野の研究者が参加することとなった。

## 2. 御嶽山の噴火を受けて実施した観測研究体制の見直しと取組

2014 年（平成 26 年）9 月 27 日に発生した御嶽山（長野県・岐阜県）での水蒸気噴火は、死者 58 人、行方不明者 5 人（2015 年 11 月 6 日時点）もの人的被害をもたらした。戦後最悪の火山災害となった。この火山災害を踏まえ、地震火山部会において火山観測研究の現状に関する課題を整理し、今後の対応について議論が行われた。御嶽山における観測研究体制、火山観測研究全体の方向性、戦略的な火山観測研究体制、火山研究者の人材育成、防災・減災対策への貢献について検討され、2014 年 11 月に「御嶽山の噴火を踏まえた火山観測研究の課題について」を取りまとめた。

御嶽山では、2014 年噴火以降の推移を把握するための観測体制の整備、噴火に至った経緯の解明のための調査が早急に必要とされ、科学研究費補助金（特別研究促進費）「2014 年御嶽山火山噴火に関する総合調査」が実施された。また、現行計画の開始当初、御嶽山を対象とした課題はなかったが、2015 年度からは「水蒸気噴火後の火山活動推移予測のための総合研究－御嶽・口永良部・阿蘇－」という課題を設定し、同じく 2014 年に水蒸気噴火が発生した他の 2 火山との比較研究を進めた。

水蒸気噴火のような規模の小さな噴火に対して、現行計画当初より、火口近傍を含む火山体

周辺における地震観測、地盤変動観測や地球電磁気観測の拡充が進められてきたが、気象庁は、これまでの山麓部に加え、水蒸気噴火の可能性のある火山の火口周辺にも観測施設を設置した。大学は、火山活動の活発化の認められる蔵王山において、浅部構造把握のための人工地震探査を行った。また、水蒸気噴火からマグマ噴火への移行を捉えるためには、水蒸気噴火発生後の観測を、迅速かつ安全に行う必要があり、遠隔観測や無人機観測の技術の実用化が進められた。近年は、大学の法人化により限られた研究リソースで効果的に研究を進めるために、重点的に観測研究を推進する火山を絞ってきた。しかし、御嶽山の噴火のように、現時点で活動度が高いと評価されていない火山でも大きな災害につながる噴火が発生する可能性のあることを、あらためて考える必要が出てきた。そのため、重点的・集中的観測研究の他に、継続的・網羅的な観測施設の維持と、機動的な観測研究体制の構築について再検討がなされた。重点的に観測研究が必要な火山を研究対象とする大学に、水蒸気噴火実験観測設備や火山性流体移動検知システム等の火山観測関係設備の整備が2015年度に行われたが、他の施設についても今後計画的に更新を進める必要性が指摘されている。また、当初より研究対象とされていた十勝岳、吾妻山、草津白根山、阿蘇山、口永良部島のほか、御嶽山、雌阿寒岳、蔵王山、那須岳、箱根山、焼岳、九重山等においても観測施設の強化や臨時観測が行われた。気象庁は、八甲田山、十和田、弥陀ヶ原を常時観測火山として追加し、緊急増設用火山機動観測機器の整備や水蒸気噴火の兆候を早期に把握する手法の開発も進めている。

継続的な観測点の維持・管理に携わり、観測を基盤として火山噴火現象の解明や火山噴火予測研究を実施している火山研究者の不足が指摘され、地震・火山観測研究のコミュニティとして、有効な人材育成や研究者のポストの確保ができていなかった問題が顕在化した。状況改善のためには、観測データの一元的な流通、他分野との連携、国際交流の促進により、火山研究参画者を増やすこと、並びに若手人材の育成とキャリアパス確保のために火山コミュニティ全体で方策を検討することが挙げられた。また、継続的・長期的な観測研究に携わる研究者の、大学間・分野間における競争力の確保も重要な問題である。九州大学には「実践的火山専門教育拠点」が設置され、文部科学省は「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」を開始するなど、新しい取り組みが始まっている。

観測研究の成果や火山研究者が災害軽減に貢献するためには、国の機関、地方公共団体、研究者間で連携し、情報の流通と人材の活用が重要である。気象庁は、火山の監視・活動評価・情報提供を強化するため、職員の増員や大学等の火山専門家と連携した技能向上等の具体的取り組みを行った。また、大学は、社会科学の研究者と地元の火山研究者を中心に、地方自治体等と協力して避難計画や避難行動の調査や試行を行った。

#### IV. 重要な地震・火山現象と拠点間連携共同研究

##### 1. 近年発生した地震及び火山現象に関する重要な観測研究

###### (1) 主な地震

本節では、近年発生した地震のうち、平成24年度以降に地震発生過程の解明・予測で重要な成果が得られた地震や災害科学的に重要な地震を取り上げた。

###### 1) 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震と、それに関連する地殻活動

2011年3月11日に我が国の観測史上最大のマグニチュード(M)9.0の東北地方太平洋沖地震が発生した。この地震により、宮城県では最大震度7、福島県・栃木県・茨城県では最大震度6強の揺れに見舞われ、強震動は約3分間継続した。津波は場所によっては10mを超え、最大遡上高は約40mに達し、また海岸から内陸に最大約6kmまで浸水した。これらの強震動と大津波は広域に甚大な被害をもたらし、死者・行方不明者は12道都県で18,452人、全半壊家屋は400,381戸にも達し、また震災関連死も2016年3月末までに3,472人となった。さらに、この大きな地震動と津波により福島第一原子力発電所において事故が起こり、近隣住民10万人以上が避難した。このような未曾有の事態をうけて、政府は今回の震災を「東日本大震災」と呼称することを閣議決定した。この大震災により、一時は45万人以上の人々が避難し、地震発生から5年経過した2016年3月現在でも、避難者の数は約17万1千人となっている。

今回の大震災の主たる災害誘因は継続時間の長い強震動と巨大な津波である。GNSSや海底地

殻変動、地震波、津波等の解析により、今回の地震では長さ約 500km、幅約 200km の広大なプレート境界断層が動いたことが明らかになっており、強震動の継続時間が長かったのは、震源域がこのように巨大であったことが第一の原因である。また、この強震動は主として宮城県沖と福島・茨城県境沖の海岸に近いやや深部のプレート境界で生成され、この継続時間の長い大きな強震動が広域に建物に被害を与え、さらに液状化や地滑りといった地盤災害をもたらした。

この強震動被害に関わる周期 0.1~10 秒の地震波の生成域は、これまでに東北沖で繰り返し発生した M7~8 クラスの地震のアスペリティと一致する可能性が示された。一方、長周期（周期 10 秒以上）の地震波形や津波波形データの解析から、宮城県沖の海溝付近のプレート境界浅部では滑り量が 50m 以上にも達する広大な滑り域が推定されたが、この部分では強震動はほとんど生成されていない。この巨大な震源域により波長の長い津波が生成され、そのために平野部の内陸奥深くまで津波が侵入した。また、海溝付近の大きな滑りにより、パルス状の高い津波が生じ、これが三陸地域で防潮堤を越えて、大きな津波被害をもたらした。これらの結果から、強震動を作り出す周期 10 秒以下の波を放射する領域と、大きな津波を生成する大変位の領域が異なることが明らかになった。

強震計の波形と GNSS データを用いて、2011 年東北地方太平洋沖地震の約 30 分後に茨城県沖において発生した M7.6 の余震の滑り分布を調べたところ、大きな滑りの領域は沈み込むフィリピン海プレートの北東限と沈み込む海山に囲まれた場所に位置し、大地震の発生場所と震源域の広がりや海底地形やプレート構造などの地学的要因に規定される可能性があることがわかった。本震前後のプレート境界地震の発生レートから、本震時の滑り領域はプレート境界地震の減少域とよく一致し余震活動が低調であること、その周囲はプレート境界地震の増加域に当たり余効滑りの発生域を示すことがわかった。このプレート境界地震増加域の北側は平成 6 年（1994 年）三陸はるか沖地震の主要な滑り域に及んでいない。プレート境界地震発生レートの変化の分布は摩擦特性の違いによるものである可能性がある。

宮城県沖から福島県沖にかけての領域では、GNSS データの解析により、観測が始まった 1990 年代半ばから固着の強い時期が続き、2000 年代半ばから固着が緩んだように見えることが示されていた。本震の発生直前には、3 月 9 日の M7.3 を最大前震とする活動があったが、それに先立って本震の破壊開始点の北東側で 2011 年 2 月に Mw7.0 相当のゆっくり滑りが発生した。このゆっくり滑りに伴って、M5 級の地震を含む群発活動が生じた。このゆっくり滑りはその西側に隣接する地域に応力を集中させ、そこで 3 月 9 日の前震（M7.3）が発生した。この前震の余効滑りが南側に伝播し、その南端に応力を集中させて、3 月 11 日の本震をトリガーしたと見られる。このように、非地震性滑りと地震性滑りが交互に生じて最終的に本震発生に至ったと考えられるが、この 2011 年 2 月と同様のゆっくり滑りは 2008 年にも生じていたことが、2011 年東北地方太平洋沖地震発生前から宮城県沖で行っていた自己浮上式海底圧力計による繰り返し観測から明らかになっている。どのような場合に、ゆっくり滑りの発生が大きな地震の発生に繋がるのか、その解明が重要となっている。

2011 年東北地方太平洋沖地震後の余効変動についても観測とその解析が進められ、GPS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測では、日本海溝沿いの海底基準点で余効変動による西向きの変動を含む複雑な海底変動を捉えた。これまで地震直後の地殻変動観測データの解析では余効滑りが主たる要因であると考えられてきた。しかしこの地震では粘弾性変形が大きな要因になっていることが示され、粘弾性変形を考慮することの重要性が指摘された。

## 2) 2013 年 4 月 13 日 淡路島付近の地震 (M6.3)

2013 年 4 月 13 日に淡路島付近の深さ 15km で M6.3 の地震が発生した。この地震は、1995 年兵庫県南部地震の余震域の南西端に近接する領域の地殻内で発生した逆断層の地震であった。兵庫県淡路市で震度 6 弱、南あわじ市で震度 5 強の強い揺れを観測し、負傷者 34 人、住家被害 8,414 棟（全壊 8 棟、半壊 101 棟、一部破損 8,305 棟）、非住家被害 34 棟を生じた（2013 年 10 月 29 日現在、総務省消防庁による）。

この地域で発生する地震の発震機構解析から、震源域周辺では広域のせん断応力は高くないが地震発生前に断層近傍で応力集中が起こっており、間隙水圧が静岩圧に近い状態であったと推定された。

### 3) 南米の海溝型巨大地震

海外で発生した海溝型巨大地震ではあるが、ここで取り上げる南米沖地震では2011年東北地方太平洋沖地震などの海溝型巨大地震と共通した特徴がみられたことから、プレート境界巨大地震を考える上で海外の巨大地震との比較検討も重要である。

2014年4月2日(日本時間)に、チリ北部沿岸の深さ25kmにおいてMw8.2のイキケ(Iquique)地震が発生した。この地震による津波は、北海道から九州地方にかけての太平洋沿岸、南西諸島、伊豆・小笠原諸島を含む太平洋の広い範囲で観測された。この地震は沈み込むナスカプレートと南米プレートとの境界で発生し、破壊は破壊開始点から南南東方向の深い側へ伝播した。本震の約27時間後には本震破壊域の南端延長部でMw7.7の最大余震が発生した。プレート境界面の固着率が高い地震空白域と考えられていた地域であるが、この地震により解放された滑り欠損は一部に過ぎず、依然巨大地震の発生が懸念されている。地震活動度を調べてみると、本震発生の約270日前から間欠的に増加し始め、その増加率も時間とともに大きくなり、約2週間前には本震時に大きく滑った領域の浅い側で顕著な前震活動とそれに関連した地殻変動が観測された。また、震源移動現象の発生頻度も本震発生が近づくにつれて増加する傾向が見られた。地震性滑りに加えて非地震性滑りもプレート境界面上で進行し、本震破壊領域の端で固着が間欠的に緩み破壊域への応力集中が生じたことで本震の発生が促進されたと考えられる。

一方、2015年9月17日(日本時間)にチリ中部沿岸の深さ21kmで発生したイヤペル(Illapel)地震(Mw8.3)では、1997年に最大M6クラスの群発地震が発生したものの、本震発生直前に顕著な地震活動の増加は見られなかった。この地震による津波は、岩手県久慈港で78cmなど北海道から九州地方にかけての太平洋沿岸、南西諸島、伊豆・小笠原諸島で観測された。

### 4) 2014年11月22日 長野県北部の地震 (M6.7)

2014年11月22日、長野県北部の深さ5kmでM6.7(Mw6.2)の地震が発生し、長野県長野市、小谷村、小川村で震度6弱、白馬村、信濃町で震度5強の強い揺れを観測した。この地震により、負傷者46人、住家全壊77棟、住家半壊136棟などの被害を生じた(2015年1月5日13時30分現在、総務省消防庁による)。この地震発生の4日前の11月18日18時頃から、白馬村ではM3程度を最大規模とする小さな群発地震活動があったため、地震研は11月20日から震源域の直上に観測点を設置していた。

この地震の発震機構は西北西-東南東方向に主圧力軸を持つ逆断層である。余震は小谷村から白馬村にかけての南北約20kmの領域で発生し、余震分布は概ね東下がり傾斜となっている。強震動を生成したと考えられる領域では余震はほとんど発生していない。また、余震分布には鉛直や西傾斜の面状構造が見られ、複雑な断層群の存在を示唆している。この地震では、白馬村北城から白馬村神城まで既知の神代断層沿いの長さ約9kmに渡って地表地震断層が断続的に出現した。多くの地点で撓曲変形の様相を呈する東側隆起の上下変位が生じ、水平短縮も認められた。最大上下変位は白馬村塩島地点で約90cmであった。だいち2号のデータを用いたSAR干渉画像解析により、白馬村を中心とする東西約30km、南北約30kmの地域において、この地震に伴う地殻変動が検出された。GEONETによる地殻変動データも用いて震源断層モデルの構築を行ったところ、東に傾き下がる断層面上で、左横ずれを含む逆断層運動が推定された。本震破壊域は、水平方向に約20km、深さ方向に約10kmであった。

地震本部・地震調査委員会が1996年9月に公表した糸魚川-静岡構造線活断層系の長期評価では、約1,200年前に同断層系の白馬から小淵沢までの区間(約100km)が活動し、活動間隔は1,000~2,000年とされていた。このため将来の活動もM8程度と評価していたが、今回の地震では活動した区間が短く、規模も小さかった。トレンチ調査によれば、今回の地震に先行する活動は1714年正徳小谷地震で、その時の上下変位量は今回の地震と同等の0.5m程度、その前の活動は約2,000年前以降に生じ、上下変位量は約2m以上であった可能性が高い。

### 5) 2015年4月25日 ネパールの地震 (Mw7.8)

2015年4月25日、ネパールのゴルカ地方においてMw7.8の地震が発生し、震源域に大きな被害をもたらした。特に震源域内に位置する首都カトマンズでは、歴史的な建造物が数多く倒

壊するなど大きな被害が生じ、ネパール国内で7,675人の死者及び16,392人の負傷者を出した。また5月12日には、震源域の東端付近でMw7.3の最大余震が発生した。

震源断層は、インドプレートとユーラシアプレートの衝突境界に形成された3枚の主要な断層の一つである主ヒマラヤ衝上断層と考えられている。

陸域観測技術衛星「だいち2号」のScanSARデータを用いたSAR干渉解析により、東西約160kmの範囲に及ぶ広域の地殻変動の全貌が短期間で捉えられた。SAR干渉解析の結果からは、地表に顕著な地表地震断層は現れていないことが示唆された。

震央は震源域の西端付近に位置し、遠地地震波形を用いた震源過程解析から、破壊は震源から東方に進展したと推定されている。また、地殻変動からは、カトマンズの北東20~30kmの領域の直下を中心とした最大6m超の大きな滑りが推定された。一方で断層の浅部では滑りがほとんど生じておらず、ひずみが蓄積されたままである可能性が指摘されている。

## 6) 2015年5月30日 小笠原諸島西方沖の地震 (M8.1)

2015年5月30日に小笠原諸島西方沖の深さ682kmでM8.1の深発地震が発生した。この地震により東京都小笠原村、神奈川県二宮町で震度5強、埼玉県鴻巣市、春日部市、宮代町で震度5弱など気象庁の観測史上初めて47全都道府県で震度1以上を観測した。この地震による負傷者は東京都で8人、埼玉県で3人、神奈川県で2人であったほか、東京都で火災が1件発生するなど、深発地震にもかかわらず首都圏で被害が生じた地震である(総務省消防庁による)。この地震では関東地方を中心に約1万9000基のエレベーターが停止、うち14基で人の閉じ込めが発生した(国土交通省による)。

小笠原諸島周辺で発生する深発地震は、沈み込む太平洋プレートに沿って深さ500km付近までは急傾斜で分布し、それ以深では緩やかな傾斜で分布している。今回の地震は、沈み込むスラブが水平に折れ曲がる屈曲点付近で、横たわるスラブの下面付近の深さで発生したという点の特異である。また発震機構解もこれまでの深発地震のメカニズム(スラブの沈み込む向きに圧縮軸が向く)とは違い、鉛直方向に主圧力軸、東西方向に主張力軸を持つ。この地震の発生メカニズムの解明はプレート沈み込みのダイナミクスを理解するために重要であろう。

## 7) 平成28年(2016年)熊本地震

2016年4月14日熊本県熊本地方の深さ11kmでM6.5の地震が発生し、熊本県益城町で震度7を観測した。その約28時間後の4月16日には深さ12kmでM7.3の地震が発生し、熊本県益城町、西原村で震度7を観測した。熊本県益城町では2度も震度7の揺れに襲われ、多くの家屋が倒壊した。これらの地震をはじめとして、熊本県熊本地方、阿蘇地方、大分県中部等にかけての広い範囲で地震活動が活発となり、4月15日のM6.4(最大震度6強)、4月16日のM5.8(最大震度6強)などを含め4月30日までに震度6弱以上を観測した地震は7回、最大震度5弱以上を観測した地震が22回発生している。この一連の地震活動により、死者161人、負傷者2,692人、住家全壊8,369棟、住家半壊32,478棟、住家一部破損146,382棟、火災15件などの被害が生じた(2016年12月14日18時00分現在、総務省消防庁による)。4月15日(M6.4)と4月16日(M7.3)の地震では、気象庁による長周期地震動に関する観測情報の発表の試行開始後初めて階級4を観測した。4月14日のM6.5及び4月16日のM7.3の地震で震度7を記録した益城観測点の記録を見ると、周期1秒程度の揺れが極めて強く、1995年兵庫県南部地震で甚大な被害を出したJR鷹取観測点の記録と同程度の激しい揺れであったことがわかった。また、この地震により土砂災害が190件発生し、10人(関連死を除く)が亡くなっている(国土交通省による)。

今回の一連の地震活動領域には、布田川断層帯、日奈久断層帯、別府一万年山断層帯が存在している。地震調査委員会は、布田川断層帯(布田川区間)については、活動時にM7.0程度の地震が発生する可能性があり、30年以内の地震発生確率はほぼ0%~0.9%(やや高い)、布田川断層帯を含む九州中部の区域におけるM6.8以上の地震の発生確率は18~27%と評価していた。4月14日の地震(M6.5)は、主に日奈久断層帯の高野一白旗区間の活動、4月16日の地震(M7.3)は、日奈久断層帯北部から破壊が始まり主として布田川断層帯の布田川区間の活動と考えられている。これらの地震の発震機構は概ね南北方向に主張力軸を持つ横ずれ断層型であった。4

月 16 日の地震(M7.3)の断層面は走向 235°，傾斜 60° であり，破壊開始点から北東方向の浅い方に約 20 秒かけて 30km ほど滑りの大きな領域が拡大し，阿蘇山のカルデラ内にまで破壊が及んだことが示唆された。

これらの地震に伴って，布田川断層帯の布田川区間沿いなどで長さ約 28km，日奈久断層帯の高野－白旗区間沿いで長さ約 6 km にわたって地表地震断層が見つかった。いずれの地点も主に右横ずれ変位が主体であり，益城町堂園（どうぞん）付近では最大変位約 2.2m であった。一部の区間では北側低下の正断層成分を伴う地表地震断層も見つかっている。

GNSS 観測の結果によると，4 月 14 日の M6.5 の地震及び 4 月 15 日の M6.4 の地震の発生に伴って，熊本県内の城南観測点が北北東方向に約 20cm 移動するなどの地殻変動が，また 4 月 16 日の M7.3 の地震の発生に伴って，熊本県内の長陽観測点が南西方向に約 98cm 移動するなどの地殻変動が観測されている。だいち 2 号が観測した SAR 画像の解析結果によると，熊本県熊本地方から阿蘇地方にかけて地殻変動の面的な広がりが見られ，布田川断層帯の布田川区間沿い及び日奈久断層帯の高野－白旗区間沿いに大きな変動が見られる。これらの地殻変動から推定された震源断層の長さは約 35km で，地震波形解析の結果や地表地震断層調査の結果などとも整合的である。

今回の地震による自然斜面の地滑り・崩壊は，カルデラ内の西部とカルデラ壁斜面において発生しており，岩盤急斜面の崩壊とともに，緩斜面でも急速な地滑りが発生したことが確認された。滑り面は，多くの場合，草千里ヶ浜火山降下軽石層やデイサイト溶岩が熱水変質を受け，一部が粘土化した層に位置することがわかった。また，谷埋め盛土斜面の地滑りは旧谷地形と一致していた。

震度 5 強以上の揺れに見舞われた市町村は，4 月 14 日の地震では熊本県 15 市町村，16 日の地震では熊本県 30 市町村，大分県では 6 市町，その他，福岡県，佐賀県，長崎県，宮崎県と広域にわたった。被害範囲については，政令指定都市（熊本市），地方中心都市（例：宇城市，菊池市），中山間地域（例：南阿蘇村）にわたり，地域特性に応じた対応が求められた。また，2 度の大きな揺れとその後の余震の発生が，避難行動や応急・復旧活動のあり方に影響を与えた。地震発生後の空地（くうち）避難の必用性の認識向上，余震の見通し情報の災害対応活動への活かし方等の検討など今後の防災対策への課題も明らかになった。避難生活は長期化しているが，車中泊や軒先避難も多数見られる。地震発生から 3 か月後の避難の主たる理由については，避難者が最も多い益城町総合体育館避難者のデータ分析から「居宅被害の甚大さ（46.9%）」「高齢者（60 歳台 46.4%）」であることが明らかとなっており，災害由来の避難行動から被災由来の避難生活への傾向変化が見られる。

## （2）主な火山噴火

本節では，平成 24 年度以降に活動が活発化した日本の火山と災害科学的に重要な火山を取り上げた。

### 1) 御嶽山

2014 年 9 月 27 日の御嶽山噴火は，1979 年 10 月 28 日の噴火と比べて特段に大きくなかったが，紅葉シーズンの好天候の休日昼時という火口周辺に多数の登山客のいる中で発生し，死者 58 人，行方不明者 5 人（2015 年 11 月 6 日時点）の戦後最大の犠牲者をうむ火山災害をもたらした。

火山性地震は，噴火発生の約 1 か月前（8 月末）から発生し，9 月中旬にやや活発化したものの，その活動は減少傾向にあった。9 月中旬以降，低周波地震も観測されたが，1991 年及び 2007 年の噴火前の活動と比較して地震活動は小規模であった。また，山体変形や噴気活動の変化も認められなかった。噴火直前の 11 時 41 分頃からは火山性微動が，11 時 45 分頃からは急激な山体膨張が発現した。気象庁では，その変化を捉えていたが，山体膨張から間もなく 11 時 52 分頃に噴火が始まった。

噴火発生の直後には，山麓での火山灰採取，航空機による地形変化の計測や映像観測等が行われた。加えて，火口付近で被災した登山客により記録された映像や証言も，噴火の初期過程を知る重要な情報となった。これらのデータの分析の結果，地獄谷の中央部に新たに形成され

た火口から噴火が始まったこと、最初の約 20 分で噴石を飛ばす爆発や火砕流が発生したこと、その後に典型的な水蒸気噴火が起こり噴煙から火山灰混じりの雨が降る等の推移をたどったこと、が明らかになった。

噴火発生後には詳細なデータ解析が行われた。水準測量のデータ解析から、2006 年から 2013 年 8 月（噴火前の最後の測量）まで山頂方向が隆起する傾向にあったこと、噴火により 2006 年からの隆起量と同程度の沈降が生じたことがわかった。また、複数の GNSS 観測データにノイズを低減する解析手法が適用され、山頂直下の浅部及び深部での微弱な膨張が噴火の 1 か月半前から始まっていたことが見出された。このような膨張は、火山性地震のメカニズム解から推定される局所的応力場の変化とも調和的であった。また、地震の自動検出アルゴリズムを利用した解析から、多数の火山性地震の震源が、地獄谷の火口列の分布とよく一致する北北西から南南東方向に伸びた鉛直面上に広がったこと、噴火直前の 10 分間には北北西方向と南南東方向、及び浅部に拡大したことがわかった。噴火開始 25 秒前に発生した超長周期地震は、火山性地震の震源域東端において、震源分布の方向と走向が一致するクラックの開口によって起きたと推定された。

以上の 2014 年御嶽山噴火のデータ解析結果や、次節で述べる口永良部島噴火の事例は、噴火直前に山体変形が起こったことを示している。高感度の地盤変動観測点を複数設置し、各種観測を充実して迅速なデータ解析技術を開発することにより、水蒸気噴火であっても、直前に噴火が発生する可能性についての情報を発信し、火口周辺の登山者らに危険を伝える体制を構築できる可能性があることがわかった。

噴火の約 1 か月前から発現した火山性地震の活動について、気象庁は、9 月 11 日に「火山の状況に関する解説情報」を発表して、火口内及びその近傍に影響する程度の火山灰等の噴出に対する注意を喚起するとともに、その後の活動経過を解説情報や週間火山概況により報告した。大学は、火山活動のさらなる活発化に備え、観測体制の点検、臨時地震観測点の設置、故障中の長野県の地震観測点の復旧に協力した。このような噴火前の情報発信や対策は行われていたものの、被害を起こす噴火が発生するとの判断に至らず、災害軽減に有効な情報とはならなかった。また、地域住民を対象としたアンケート調査では、噴火の未経験者や地方公共団体職員のリスク認識が低いことが明らかになった。現行計画から研究対象に加えられている、不確実性を含む情報の提供の在り方と住民への災害対策の普及方法について、有効な方策を研究する必要があることがあらためて認識された。

## 2) 口永良部島

1931 年から 1980 年まで 1~10 年ほどの間隔で噴火を繰り返してきた口永良部島は、2014 年 8 月 3 日に 34 年ぶりに噴火した。この噴火の約 15 年前の 1999 年 7 月に火山性地震活動が活発化し、以降、地震活動は新岳火口直下 500m 以浅に集中した。また、地震活動の活発期には、山頂直下浅部を膨張源とする地盤変動が進行した。2001 年頃からは、地下浅部の高温化が地磁気変化として検出され、地表面の温度変化や噴気の活発化も徐々に顕著となった。2008 年 10 月以降は、火口からの噴気量が増大し、二酸化硫黄放出量は 300 トン/日に達した。2009 年以降は、地震活動も比較的高く、火山活動の高まった状態が継続していた。噴火の顕著な先行現象は、約 1 時間前から始まり、20 分前に急加速した山体膨張現象である。これは、2014 年御嶽山噴火直前と類似している。しかしながら、地震活動の 1 か月ほど前からの活発化など、中期的な先行現象は観測されなかった。

口永良部島は、本計画当初より重点的に研究すべき対象火山とされ、火口近傍に多数の観測点が設置されていたが、2014 年噴火によってその多くが使用不能となった。そこで、噴火活動の推移を把握するため、大学は、無人ヘリコプターを用いた観測点の設置や船舶を利用した火山ガスの観測を行った。その結果、2015 年噴火は、2014 年噴火よりも顕著な中期的な先行現象を伴ったことがわかった。二酸化硫黄放出量は、2014 年 8 月の噴火以降やや多い状態が続き、2014 年 11 月末には 3,000 トン/日まで急増した。同時に島全体が膨張し、地震活動や地熱活動の活発化が段階的に進行した。2015 年 5 月 23 日に有感地震が発生し、山頂域での地震活動が活発化したのち、2015 年 5 月 29 日に再度噴火が発生した。この噴火では、火砕流が火口から 2 km を超える範囲まで到達した。気象庁は運用開始後初めて噴火警戒レベル 5 を発表し、全

島民が島外へ避難した。

大学・気象庁等は、2015年5月の噴火後も、多項目の観測・調査を継続して実施し、火山性地震の活動低下、山体膨張の停止、火山ガス放出量の減少を捉えた。これらの結果は規制区域の縮小や警戒レベルの引き下げの判断に有効に利用された。

### 3) 箱根山

箱根山大涌谷では、2015年6月29日から7月1日にかけて、ごく小規模な水蒸気噴火が発生した。神奈川県温泉地学研究所、大学等の研究機関、気象庁等が協力して多項目の臨時観測を実施し、地震活動の活発化、山体膨張、蒸気井の暴噴、大涌谷内の地表面の膨張等、水蒸気噴火に至る過程を理解する上で有用な観測データを取得した。

2015年4月26日頃から、大涌谷付近から神山付近の浅い所を震源とする火山性地震の発生数が増加した。箱根町湯本では震度1を記録する有感地震が5月以降に多発し、火山性地震の活動は5月15日にピークを迎えた。その後、地震活動は減少傾向となったが、6月29日7時32分頃から1分以上の継続時間をもつ傾斜変動や火山性微動が発生し、12時45分頃には、降下火砕物が大涌谷の北から北東にかけて最大約1.2kmの範囲で確認された。地震発生数は、7月には噴火前のレベルに戻り、2015年12月頃には今回の火山活動の活発化以前と同程度となった。

地震活動の活発化に先行する4月上旬頃から6月末の水蒸気噴火の発生まで、GNSSによる基線長変化の伸びが観測された。SAR干渉解析により検知された、5月7日から始まる大涌谷での局所的な隆起域は、今回の水蒸気噴火により形成された火口・噴気孔群の位置と一致した。これは水蒸気噴火の発生位置を予測できる可能性を示す結果である。

今回の水蒸気噴火は、2000年代に進展した地質調査の結果に基づいて作成された箱根町火山防災マップの想定範囲内で起こり、その降灰範囲も予想域内であった。また、噴火警戒レベルに伴う規制範囲についても大きな問題は生じなかった。その一方で、マスコミ報道や観光客激減対策に伴う地元からの情報発信に対する社会的反響を踏まえ、観測成果の適切な開示・説明の方法や、火山を抱えた自治体や観光地が異常時にどのような対処をすべきか考える上での課題が明らかになった。

### 4) 西之島

小笠原諸島の西之島は、2013年11月に噴火活動を開始した。本土から遠く離れた離島の噴火であっても、周辺を航行する船への影響や、海底斜面崩壊による津波の発生が懸念されるため、火山活動の把握や推移の予測が必要である。そこで、衛星画像解析、航空機観測、岩石採取、遠隔地における空振観測、海底地震観測、海水分析など可能な限りの手法を駆使して、火山活動を把握するための観測が行われた。

噴火は、2013年11月21日に、前回の噴火(1973年～1974年)で形成された西之島新島の海岸より南東に数百m離れた海底から始まった。その後、溶岩の流出によって面積を拡大し、1年後にはもとの西之島をほぼ覆い尽くすまでに成長した。衛星画像データと海底地形の比較により、2015年1月までの総噴出量は0.1km<sup>3</sup>、1日当たりの噴出量は平均20万m<sup>3</sup>と推定された。2014年4月より、西之島から東方に130km離れた父島において空振計のアレイ観測を行い、西之島の火山活動の把握を行った。2015年2月以降、大学、海洋研究開発機構、国土地理院、海上保安庁、気象庁が協力し、航空機や海洋調査船による西之島周辺の調査、海底地震計の設置・回収、岩石サンプルの採取、海底探査等を行った。海底地震計のデータ解析から、観測開始(2015年2月28日)から9か月間で3万6千回以上の地震が発生していること、2015年7月中旬から地震活動が低下していることが明らかとなった。火山活動の低下は、航空機による定期観測、気象庁による二酸化硫黄の放出率観測、静止気象衛星による輝度温度観測からも確認された。

西之島での斜面崩壊を想定した津波シミュレーションも行われ、人の住む最も近い陸地である父島に20分弱で津波が到達すると推定された。しかしながら、この想定が発表された際、小笠原村役場では事態を把握できておらず、研究成果の伝達の仕方について課題が残された。

## 5) 阿蘇山

阿蘇山では、1989～1995年の活動以後約20年ぶりとなるマグマ噴火が、2014年11月25日から中岳第一火口で始まった。一連の噴火活動は、2016年3月まで消長を繰り返しながら継続した。2016年4月の平成28年(2016年)熊本地震(以下、「2016年熊本地震」)直後には火山活動の活発化は見られなかったが、2016年10月8日に爆発的噴火が発生した。

2014年のマグマ噴火に先行して、2014年1月から火口湖(湯だまり)がほぼ消失し、ごく小規模な水蒸気噴火(土砂噴出)が断続的に繰り返されていた中で、8月30日に噴火警戒レベルが1から2に引き上げられた。同年11月25日に小爆発を繰り返すマグマ噴火へ移行し、数か月間継続した。2015年5月3日には火口底の一部が大規模に陥没し、火口内で水蒸気噴火を繰り返す様式へと推移した。火口はその後の数か月間で徐々に閉塞気味になったが、同年9月14日に少量のマグマが関与する爆発的噴火が起こり、小規模な火砕流も発生した。気象庁は、この噴火直後に、初めての「噴火速報」を発表するとともに、噴火警戒レベルを2から3に引き上げた。爆発的噴火の活動は10月23日まで継続したが、11月24日に噴火警戒レベルは2に引き下げられた。その後、噴火活動はやや低下しつつも2016年3月まで断続的に小規模な水蒸気噴火を繰り返していたが、2016年10月8日に爆発的噴火が発生し、再び噴火警戒レベルは3に引き上げられた。2014年11月から2016年10月8日までの噴火活動による総噴出量は数百万トンで、最近100年間の主要な噴火期と比較すると有意に少ない。今のところは大規模な噴火には至っておらず人的被害はないものの、農業や観光など社会活動への影響があった。

大学等の研究機関、及び気象庁等による常時観測や臨時調査により、2014年の一連の噴火に関連して以下の知見が得られた。2013年の9月から二酸化硫黄の放出率が増え始め、火山活動に変化の兆しが見られた。2014年11月のマグマ噴火活動に数年前から先行して検知されたGNSS基線長の伸び、数か月前から観測された長周期微動の振幅の増大と発生回数の増加、1か月前より検知された火口地下浅部の熱消磁によると考えられる地磁気変化など、多くの先行現象が観測された。また、マグマ噴火の発生に先立ち、火口浅部の膨張によるひずみ・傾斜変動も捉えられたほか、活動の消長に伴う火口直下の見かけ比抵抗変化も検出された。2014年11月25日の比較的規模の大きな噴火以後は、随時、現地調査が行われ、噴出物が測定された。2014年11月及び2015年9月の水蒸気噴火からマグマ噴火への移行にやや先行して、火口近傍で断続的に発生する長周期微動の卓越周期の明瞭な変化が見られた。この卓越周期の変化は、推定されているマグマ溜まりを挟むGNSS基線長変化とも対応しており、マグマ溜まりの増圧が浅部火道への流体供給の量や組成に変化をもたらしていたことを示唆する。阿蘇山においては水蒸気噴火やマグマ水蒸気噴火を引き起こす浅部流体の状態監視に、地震学的手法と地盤変動観測が特に有効であることを示す特筆すべき観測結果である。

以上の一連の噴火活動は、次のようなマグマ活動によるものと推察された。2014年11月の本格的な活動に先行してマグマが地下浅部に上昇し、浅部熱水系との接触を経て、比較的安定した火道が数か月間確保され、マグマ噴火が繰り返し発生した。その後、火口へのマグマ供給の低下に伴い浅部熱水系が復活し、水蒸気噴火主体の活動形態に移行した。また、一連の噴火活動の様式変化と分岐現象の発現時期の予測は、地盤変動観測、地震活動の監視に加え、火山ガス・電磁気・放熱率・噴出物分析/組織解析等の情報も加えた総合的判断によってなされた。

## 6) 桜島

2006年6月に噴火活動が再開した鹿児島県桜島の昭和火口では、2009年9月以降、噴火活動が活発化し、年間1,000回近くの頻度でブルカノ式噴火が発生している。ブルカノ式噴火が特に継続して頻発した時期は2009年12月～2010年4月、2011年12月～2012年4月、2015年2月～6月であり、噴火活動の活発化と同期して伸縮計の伸びや、傾斜計による火口方向の隆起が観測された。GNSSによっても桜島及び始良カルデラ周辺の地盤の隆起・膨張が観測された。3つの球状圧力源を仮定した解析から、活発な噴火活動を反映して南岳直下の1km以浅に減圧源が求められる一方、増圧源が始良カルデラ中央部の深さ10km付近と北岳直下の深さ3～4kmに推定された。火山体の膨張と噴火活動の活発化が同期して起こったことは、マグマの貫入と同時に火道最上部までマグマが移動・噴出したことを意味し、開口型火道系の特徴の一つと考えられる。また、2012年7月の南岳山頂爆発とその前後に発生した昭和火口爆発の噴出物の比

較により、石基ガラス組成が火道内でのマグマ上昇速度の簡便な指標になり得ることが示された。

このようなマグマの貫入は、人工地震探査による地下構造の変化としても捉えられている。桜島では2008年以降、反射法探査を桜島の東部から北部にかけて1年おきに繰り返してきたが、2009年から2010年の観測の間で地震波の反射強度の変化が桜島北東部において検出され、深さ6km付近における発泡度の高いマグマがシル状に貫入したと解釈された。

2015年8月15日に発生した群発地震活動とそれに伴う地盤変動は、これまでと全く異なるマグマ貫入により発生した。火山性地震活動は15日の7時ごろから始まり、9時前に増加、10時半ごろにはさらに活発化した。15日の1日だけでも900回近い地震が発生し、マグニチュード2～3の有感地震も発生した。また、地震活動に同期して、傾斜及びひずみ量は8時50分及び10時28分に加速的に変動した。これらの地盤変動量は、通常のブルカノ式噴火前後に発現する変化量の100倍以上に達した。これらの変動は、GNSSやSAR干渉解析から、昭和火口下深さ1km程度に存在する北東-南西走向の割れ目の開口、つまり、ダイク状にマグマが貫入したことによると推定された。これは、従来推定されていた供給系へのマグマ貫入に伴って観測される等方的な地盤変動とは明確に異なるものである。

2015年8月の活動の際には、気象庁は噴火警戒レベルを3から4（避難準備）へ引き上げ、鹿児島市からの避難勧告により77人が一時避難する事態となった。噴火には至らなかったが、水準測量によると、始良カルデラ下のマグマ溜まりは、桜島の北東方向にその膨張源の中心があり、1993年以降マグマの蓄積を再開し、1914年大正噴火直前の蓄積量に近づいている。2015年のダイク状マグマの貫入は、桜島が北西-南東方向に開口する場となっていることを示しており、多項目精密データの解析結果も合わせて総合的に考えると、北東部からマグマが貫入しやすい場になっていると推察された。

## 7) シナブン山

インドネシア・スマトラ島北部にあるシナブン山では、2010年8～9月に有史以来初めてとなる噴火（水蒸気噴火）が発生し、休止期を経て2013年9月に再び水蒸気噴火が発生した。同年12月初旬にかけて火山活動は活発化し、ブルカノ式噴火を繰り返すようになった。2013年12月末には山頂火口に安山岩の溶岩が出現した。溶岩は、崩落を繰り返しながらドーム状に大きく成長するとともに、溶岩流として南東斜面を水平距離約3km流下した。2015年秋からは小さなブルカノ式噴火を連日繰り返し、これらの噴火によって発生した火砕流は南斜面から東斜面にかけて広く流下し、最大で火口から約5kmまで到達した。このような活動は2016年に入っても継続している。

今回の溶岩ドームを形成する噴火活動に対して、噴火前から地震観測やGNSS観測が行われた。その結果、雲仙岳などの過去の溶岩ドーム噴火と火砕流の発生機構などで多くの類似点が認められた。一方、溶岩供給率の低下後にブルカノ式噴火が頻発するなどの相違点があることもわかった。この結果は、国内に多くある溶岩ドーム噴火を繰り返す火山（九重山、焼岳、アトサヌプリなど）の活動を検討する上で、貴重な噴火事例となると考えられる。また、この火山では有史の噴火記録がないため、噴火前に地質調査を実施し、噴火履歴を検討した。その結果と、類似の溶岩ドームを形成した1991年雲仙岳噴火などの噴火推移を参考にして、噴火事象系統樹が作成された。これは観測や防災対応の指針として評価された。

## 2. 優先度の高い地震・火山噴火に対する総合的な取組

### 1) 東北地方太平洋沖地震

2011年東北地方太平洋沖地震は日本の観測史上最大の地震であり、この地震に関する知見は、将来の災害軽減において極めて重要な意味を持つため、前計画に引き続き、本計画においても様々な研究が行われている。

まず、この地震においては、地震の規模や津波の高さを地震発生直後には過小評価してしまったことの反省から、地震発生直後に地震の規模をより正確に推定し、津波の予測を高度化する手法の開発が進められた。地震の規模については、GNSSデータの即時処理により規模を推定する等の手法の開発が進められている。津波予測については、海底津波計データの即時処理に

より、津波の波動場そのものをモデル化して予測する手法の開発が進んだ。北海道から東北、関東の東方沖でオンラインの日本海溝海底地震津波観測網（S-net）が整備されたことにより、今後、上記の津波の即時予測のみならず、緊急地震速報もこれまでより早く、またより信頼度が高くなると期待される。

2011年東北地方太平洋沖地震で滑りが大きかった領域のプレート境界直上では地震波速度が速いことが明らかになっており、今後 S-net により高精度の震源分布と詳細な地震波速度構造が得られれば、将来の大地震の震源域の推定もできるようになる可能性がある。

2011年東北地方太平洋沖地震の発生によって東北地方の太平洋沿岸は最大約5m東に動き、また約1m沈降した。東北地方太平洋沿岸は少なくとも過去約100年にわたって長期的に沈降を続けていたので、今回のような巨大な地震が起こった後、その余効変動による隆起でこれらの長期的な沈降も地震時の沈降分も解消されるのではないかと考えられていた。しかしながら本震のあとの余効変動で実際に海岸は隆起したものの、最も地震時の沈降の大きかった牡鹿半島では、地震時の1.2mの沈降に対して、本震の5年後でも0.4mしか回復していない。余効変動は本震発生直後が最も大きいことと、牡鹿半島から三陸海岸南部にかけての地域の本震前の平均的な沈降速度が5~10mm/年程度であったことを考えると、今から数十年後に地震直前の状況にまでは回復しても100年前の状況までに回復しそうな見えない。このような長期の変動について正しいモデル化ができなければ、それはそのまま地震発生サイクルのモデル化の不確定性に直結するため、この問題の解決は極めて重要である。

長期の地殻変動をモデル化する上で、海域の地殻変動観測は極めて重要な情報をもたらしてくれる。本震発生直後は余効変動の大部分は余効滑りで説明できると考えられていたが、宮城県沖の海底の観測点の大部分が西に動いていることが判明し、余効滑りだけでなく粘弾性変形の影響が無視できないことがわかった。このような余効変動と長期の地殻変動を正しくモデル化できなければ、次の巨大地震の予測は極めて難しくなるため、粘弾性変形と余効滑りのモデル化を行い、また長期広域の海面上昇の影響も考慮しながら、今後慎重に検討を行う必要がある。

2011年東北地方太平洋沖地震では1978年宮城県沖地震（M7.4）の震源域も大きな滑りを生じたため、一見次の「宮城県沖地震」は遠のいたかのように見えたが、その後、その周囲で余効滑りが活発に生じていることが判明したため、この「宮城県沖地震」の震源域ではひずみエネルギーが急速に増加している可能性がある。前述のような巨大地震のサイクルだけでなく、このようなM7級の被害地震の予測のためにも、粘弾性変形と余効滑りを正しく評価することが重要となっている。また、これまでの最大余震の規模はM7.6であるが、M9.0の地震の余震としてはM8.0程度の地震が起こってもおかしくない。津波堆積物の調査から、北海道の沖合でも、約500年に一度程度、巨大地震が発生していたことが明らかになっており、もし今回の震源域の北側でM8級の最大余震が生じた場合、そのまま北海道の巨大地震と連動する危険性もある。また、三陸沖では1896年の津波地震（M8.2~8.5）のあと1933年にM8.1の地震が海溝外側で発生したことを考えると、アウターライズ地震でM8級の余震が起こる可能性も否定できない。さらに、震源域の南側でも1677年延宝地震（M8.0）が再来する可能性があり、これらの予測のためにも広域の余効変動を正しく把握することが重要となっている。

今回の地震により、日本列島は大きく揺れ、また東西に伸長した。これによる地震活動の変化や地殻変動を調べることにより、内陸地震発生域の強度や地殻流体が地震発生に及ぼす影響、ひずみ集中帯の生成原因等の解明が進んでいる。今後これらをさらに進展させることにより、プレート境界のみならず、内陸の地震による災害軽減にも重要な知見が得られるものと期待される。

今回の地震では、津波の被害と地盤災害が大きくクローズアップされ、その背景として土地利用の変化が指摘されている。今後、災害誘因を正しく把握し、大きな災害誘因が予想されている場所での、脆弱性や曝露性についても考慮しながら、災害軽減のための研究を進める必要がある。

## 2) 南海トラフ地震

南海トラフ巨大地震の発生予測に関しては、想定される地震像（規模・震源域）を絞り込む

ため、震源断層であるプレート境界面の固着状態を推定する研究がなされている。近年開発された GPS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測により、南海トラフ巨大地震の震源域に展開されている 15 点の海底局における地殻変動データが得られた。これと陸域の地殻変動データを合わせて解析することにより、震源域におけるプレート境界面の固着状態の分布が推定された。また、海域における反射法データと深海掘削データの統合解析から沈み込みに伴う堆積層間隙率の空間変化を推定する新手法も開発された。この結果に基づき、デコルマからの反射波の極性から震源域におけるプレート境界面の固着度の空間変化が推定された。史料・考古データの調査により、過去の南海トラフ巨大地震の地震像の多様性を解明する研究も進められている。地震発生サイクルシミュレーションでは、このような多様性を再現できるモデルが研究されている。また、ゆっくり滑りと巨大地震の相互作用の重要性も示唆された。

強震動予測の研究では、広帯域震源モデルの改良が行われた。また、南海トラフ巨大地震から射出される強い地震波が、大阪や京都といった大都市圏に向けて伝播する際の経路に当たる紀伊半島や四国などの地震波速度構造の研究も進められている。紀伊半島では延べ 100 点以上の観測点による臨時観測が行われ、陸域モホ面や海洋モホ面などの地震波速度不連続面の 3 次元分布や詳細な地震波速度不均質構造が推定された。波動伝播に関しては、1707 年宝永地震の震源モデルを用いた長周期地震波に対する破壊伝播の効果の検証が行われ、破壊進行方向での増幅率は、均質媒質モデルでは 10 倍以上になるのに対し、不均質媒質モデルでは 2 倍程度に抑えられることが示された。大阪堆積盆地モデルの検証も行われ、この地下構造モデルが 2 Hz 程度の地震波まで適用可能であることが示された。また、2011 年東北地方太平洋沖地震との比較により南海トラフ沿いの地震で生じる得る長周期地震動の特性を明らかにするため、2011 年東北地方太平洋沖地震の震源モデルを南海トラフ沿いに置いて長周期地震動評価を行った結果、震源距離がほぼ等しい都心周辺で、地震波伝播経路の構造の違いのために長周期地震動が 2 倍程度になることがわかった。津波予測の研究では、DONET 水圧計データを用いた津波増幅率による津波即時解析システムが開発され、和歌山県では即時津波予測の運用段階にある。

### 3) 首都直下地震

首都直下地震はその地震像が統一されていないが、プレート境界部分で発生する地震に関しては、地震活動や地殻変動を詳細に観測することによって、プレート間の固着状態をモニターしようとする試みがなされてきた。例えば、2014 年 1 月に発生した房総半島沖ゆっくり滑りでは、これまでの発生間隔は約 6 年であったが、2011 年東北地方太平洋沖地震の発生以降、その間隔に乱れが生じ、今後の地震発生サイクルを考える上で重要な問題が指摘された。ただ、首都直下地震として想定される震源域は、房総半島沖だけではない。首都圏の他の地域で発生する地震に関しても研究を進め、地震像を明確にする必要がある。

首都圏が位置する関東平野の堆積層構造やその地震動応答についての研究は、数値シミュレーション及び地震波干渉法による、地震動特性の定量化や既往地下構造モデルの検証など、着実に積み上げられている。また、首都圏の丘陵地帯の造成地にある谷埋め盛土では、地震観測により特定の周波数帯における上下動の顕著な増幅が明らかになった。これは、盛土内の地下水面や旧河川の沖積層底部といった不連続面における変換波が原因として考えられている。ただ、首都圏は丘陵地帯だけでなく、河川沿いの低地や海岸近傍の埋め立て地など、堆積層が厚い地域が広がっていて、強固な地盤はほとんど存在しない。様々な地盤構造をもつ関東平野において、地震動がどのような挙動を示し、地表の被害にどの程度の影響を与えるのか、さらに研究を進める必要がある。また、具体的な首都直下地震の震源を想定した地震動評価の研究は行われておらず、今後の課題である。

一方、首都圏は江戸時代から 400 年以上政治の中心地としての歴史があるため、歴史時代に発生した地震災害に関する史料が数多く残されている。それらを検討し、現代とは異なる社会状況の下で発生した災害の対応から、今後の防災・減災施策や復興計画などの検討に資する材料を提示することができる。例えば、元禄関東地震（1703 年）の時に日光東照宮では被害が軽微であったことや、1855 年安政江戸地震の時には発生の約 1 週間前から地震活動が活発であったことなどが、当時の史料からわかってきた。このような史料に基づく地震災害の研究からは、地震計による地震観測が始まる以前の地震活動を知ることができ、地震規模や地震発生サイク

ルを考える際の重要な情報になりうる。

#### 4) 桜島火山

ミューオンなどの新手法を適用しつつ、観測研究に基づくマグマ活動発展過程の研究を中核として桜島の火山現象の解明を進めた。また、希に発生する大規模噴火現象も取り入れた噴火事象系統樹の作成とその事象分岐の判断指標の考察、及び火山灰拡散の予測研究を行い、火山災害軽減研究を推進した。

火山灰拡散予測のため、GNSS 信号やレーダー・ライダー等複数の電磁波帯域を用いて火山灰を検知するリモートセンシング技術を開発した。2012 年 7 月 24 日に南岳山頂火口において発生したブルカノ式噴火では、噴煙高度が 8,000m に達したが、この時 GNSS 観測において、特異な信号が検出され、南岳上空の高度約 4,000m において噴煙中を伝播してきたものであることがわかった。このことを利用し、また、解析手法を高度化することにより、噴煙の有無だけでなく状態の違いを検知できる可能性が示された。降雨観測に用いられる X バンド MP レーダー（波長 3cm）やライダー（波長 532nm）の観測においては、偏光特性を利用して火山灰と雨滴を識別する方法や、レーダーの反射強度から地上降灰量を即時予測する経験式の開発などが確実に進みつつある。

岩石学的研究からは、上述の 2012 年 7 月の南岳山頂噴火とその前後に発生した昭和火口噴火の爆発噴出物の比較により、石基ガラス組成が火道内でのマグマ上昇速度の簡便な指標になり得ることが示された。

桜島の噴火の規模と様式に関する事象系統樹を作成し、1 日当たりのマグマ貫入量と地震活動に注目して想定される避難行動を整理した。最近数十年の噴火については、地盤変動観測データの統計的解析からマグマ貫入量の代表的な値を評価した。これと大正噴火時の井戸水の変化等の目撃記録とを照らし合わせることでマグマ貫入量を推定した。

事象分岐の判断指標の提示や火山灰量の即時的な評価は、避難や復旧計画に徐々に考慮されつつある。降灰量と道路の通行規制の有無の関係は機能的フラジリティ曲線で近似され、降灰量に対する通行規制の確率分布で表される。この手法は噴火発生前のハザード評価にも活用できる。これまでの本研究計画の成果を活用し、大正噴火に至る前駆過程を考察した結果に基づいたシナリオに沿って鹿児島県、鹿児島市など自治体の机上防災訓練が行われた。また、大規模噴火が発生しうる状況での避難の意向調査を鹿児島市街地において実施し、避難行動を分析した。分析結果は鹿児島市など自治体の避難計画に活用できる。

### 3. 拠点間連携共同研究

地震学と火山学を中核とし、防災学に関連する工学や人文・社会科学の研究者が参加する総合的な学際研究を推進するため、「地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点」である地震研と「自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点」である防災研の 2 つの拠点が連携して共同研究を進めている。それぞれの研究者が中核となり、現行計画に沿ったテーマを決めて具体的な研究計画を立て、全国の研究者の参加を募集して全国規模の共同研究を進める「参加者募集型共同研究」と、両拠点がそれぞれに関連が深い、地震火山研究コミュニティと自然災害研究コミュニティに呼びかけ、現行計画の主旨を踏まえたボトムアップ研究を公募する「課題募集型共同研究」を設定し、平成 26 年度に開始した。

#### （参加者募集型共同研究）

参加者募集型共同研究については、南海トラフで発生が懸念される巨大地震のリスク評価の精度向上を目指した多様な分野の研究を推し進めた。全体の研究を、(1) 南海トラフ地震の想定される震源過程、(2) 地殻構造とそれが波動伝播に及ぼす影響、(3) 強震動予測の問題点、(4) 地下浅部の地盤構造と地震動の関係、(5) 津波予測と津波被害、(6) 建造物の被害予測モデル、(7) 災害のリスク評価と意思決定、(8) 災害情報の外部発信、(9) コンピューターシミュレーションを用いた新たな地震リスク評価手法の開発の 9 分野に分け、それぞれの分野で研究を深化させるとともに、シンポジウムや研究会を実施するなどして各分野の相互連携を図った。なお、(7) 及び (9) に関連する研究をそれぞれ特定分科研究として掘り下げ型の

研究を行う一方で、全項目をまとめて1つの分野横断型の統括研究として実施した。「災害リスク評価と意思決定」に関する特定分科研究では、災害の大きさに影響を与える、対象地域の人口、社会構造、産業構造、建築基準法の改定、建築工法などの時代による変化を考慮し、それらが巨大地震の発生時点でどのように寄与するかを検討した。「コンピューターシミュレーションを用いた新たな地震リスク評価手法の開発」に関する特定分科研究では、人口、建築物、交通、ライフラインが集中し、複雑な構造を持つ都市部における地震災害予測を、高分解能コンピューターシミュレーションにより試行する研究を、全国の大学の研究者と協力し、複数の都市について実施した。また、シミュレーションに必要な都市モデルを、複数のデータを統合して自動構築する手法を開発し、新潟市と甲府市の都市モデルを作成した。これらを用いて、地震動による建築物の応答や地下埋設物に大きな影響を与えるひずみの計算が可能となり、例えば、信濃川の河口の軟弱な地盤の上に広がる新潟市では、地盤増幅効果を考慮しない場合と考慮した場合で、建物応答に大きな差が出ることが示された。

統括研究では、(1)震源過程、(2)伝播・深部地盤構造、(3)強震動予測、(4)浅部地盤構造、(5)構造物被害予測、(6)リスク評価の研究グループに分かれ、それぞれの項目で南海トラフ巨大地震を想定した予測モデルの構築・選択と、それらのモデルを用いることによるリスク評価の不確かさに関する検討を実施し、リスクプラットフォーム構築グループがこれらの知見を統合してリスク評価の不確かさの定量的評価方法を提示した。

#### (課題募集型共同研究)

課題募集型共同研究では、災害を引き起こす地震や火山噴火の発生から災害の発生や推移を総合的に理解しそれを防災・減災に生かすための研究を広い視野から募集することとし、(1)地震・火山噴火災害事例の研究、(2)地震・火山噴火災害発生機構の解明、(3)地震・火山噴火災害誘因の事前評価手法の高度化、(4)地震・火山噴火災害誘因の即時予測手法の高度化、(5)地震・火山噴火災害軽減のための情報の高度化、(6)地震・火山噴火災害時の災害対応の効率化、(7)実践的人材育成の仕組みに関する研究、の7項目で研究課題を公募した。

「地震・火山噴火災害事例の研究」については、地質記録に基づく古津波履歴復元の高度化に向けて地中レーダーによる探査を導入した。北海道十勝郡浦幌町の津波堆積物の調査では、津波による砂層の分布や層厚変化が明瞭に追跡され、地中レーダーが津波堆積物の面的調査の効率化に役立つことが示された。また、1847年善光寺地震について、既往の震源モデルや断層の地表トレースの情報に加え、微動観測により推定された表層地盤を考慮した地盤モデルを用いて震度分布の推定を行ったところ、山側及び盆地西端に集中した実際の被害分布と整合することが示された。さらに、1611年慶長奥州地震津波の実像に迫るため、大正時代の地形図を使って人工改変前の地形を復元し、明治時代の絵図史料を用いて寺院や街路と人工改変前の地形の位置合わせを行うことにより、この津波に関する地域の伝承が津波の河川遡上で説明が可能となった。

「地震・火山噴火災害発生機構の解明」については、地震時地滑り発生過程に関する研究が進められた。既往の地震時地滑りの変位量推定式を室内実験結果に基づいて過剰間隙水圧状態に拡張し、2011年東北地方太平洋沖地震時の塩釜の地震記録に適用したところ、斜面傾斜14度以上で地滑りが発生すると推定され、実際に斜面傾斜10~20度でも多くの谷埋め盛土の崩壊が見られたことと整合的な結果となった。また、地震及び津波による建物崩壊に伴い人間が被災するプロセスを詳細に追跡するため、人的被害の評価方法について新たな基準を提案し、これを用いて南海トラフ巨大地震を想定した高知県南国市の人的被害の発生確率を算出した。加えて、大きな地震により損傷を受けた建物が、余震により倒壊する可能性を評価し、継続使用の判定を支援する手法を開発した。2016年熊本地震のように余震が多い場合もあり、本震で損傷を受けた家屋を継続使用できるか否かの判定が科学的に実施できれば、その利用価値は大きい。

「地震・火山噴火災害誘因の事前評価手法の高度化」においては、立川断層を横切る測線の浅部地盤構造を微動と表面波探査から推定し、断層を境に東西で速度構造が大きく変わり、この構造により断層近傍で地震波の増幅が起こることを観測データで明瞭に示した。また、古い土木建造物である「ため池」の地震の際の安全性を確認するため、物理探査による地盤構造の

可視化、地温測定による流動地下水の動態把握を行い、これらの結果を用いて数値解析により地震時の堤体安定性を評価する方法を提案した。

「地震・火山噴火災害軽減のための情報の高度化」については、企業の災害予測情報の活用実態と減災対策を明らかにするためのアンケート調査が行われ、企業はBCP（事業継続計画）を作成する際に、政府や防災機関の発表する被害想定を必ずしも厳密に捉えてはいないが、少なからず参考にしていること、一般的な被害想定よりも、事業に直接関わる交通、電力、通信、水道、ガスなどのインフラの被害や、サプライチェーンや取引先のリスク要因の想定に苦慮していることがわかった。施策として実施する地震調査研究のニーズとして、被害想定をより具体的なインフラに与える影響評価にも広げる必要性を示している。

「地震・火山噴火災害時の対応効率化」については、地震により被災した建造物の残存性能の定量化、巨大地震後の短期的な余震ハザード評価、建物健全性時間変動予測と意思決定について研究を進めた。

## V. 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の実施状況と今後への課題

### 1. 地震・火山現象の解明のための研究

#### (1) 地震・火山現象に関する史料、考古データ、地質データ等の収集と整理

##### あ. 目的

地震学、火山学、歴史学、考古学、地質学の研究機関が連携して、近代的な観測データが存在する以前の地震・火山現象に関する情報を把握する。地震や火山噴火について記した文献史料、考古遺跡の発掘調査資料、津波堆積物や火山噴出物などの地質調査データなどから、近代以前にさかのぼる地震・火山現象に関する情報を収集して、解読・分析する。そして、これまでそれぞれの分野において独立に研究されてきた史料・考古・地質データを整理し、相互に参照できる仕組みとともに、近代的な観測データと統合しやすいデータベースを構築する。

##### い. 実施状況

###### ア. 史料の収集とデータベース化

大学では『増訂大日本地震史料』『新収日本地震史料』『日本の歴史地震史料拾遺』など、既刊の地震史料集 35 冊に収録された史料の検索、検証の利便性を向上させるために、史料本文の電子情報化を進めた。この取り組みでは、本文中の地名に緯度・経度による位置情報を付与することによって検索結果を地図上に表示させるとともに、考古データとの統合検索を可能とする仕組みをつくることを目指している。

現存する近世史料の膨大さを考えると、既刊の地震史料に収録されていない地震史料は相当地に存在することが予想されるため、それらの情報収集と分析に努めた。特に日本海側では、19 世紀前半に連続して大規模な地震が発生しているため、これらに関する史料を調査し、地震の被害像を明らかにした。

南海トラフ地震に関しては、明治 12 年内務省通達により作成された高知県、和歌山県の寺院明細帳、神社明細帳に基づいて、宝永と安政の南海トラフ地震の被害状況をデータベース化し、広範囲にわたる被害の全体像を分析した。

地震研究において史料を活用する場合の質を向上させるために、史料の記述から地震被害の規模を判定するための方法を再検討した。

火山活動については、大学は、1741 年の噴火と 1792 年の山体崩壊を起こした渡島大島火山の活動に関する史料を収集した。気象庁は、地震観測、GNSS 繰り返し観測などの観測で得られた記録をデータベース化し、『活火山総覧』の改訂に活用できるようにした。

2016 年熊本地震で被災した史料の救出や緊急調査も実施した。

###### イ. 考古データの収集・整理・集成とデータベース化

奈良文化財研究所（以下、「奈文研」）では、全国の考古学的歴史災害痕跡について、奈文研が所蔵する 52,600 冊以上の遺跡発掘調査報告書、ならびに現在、奈文研や各地の地方公共団体等が実施している発掘調査現場から情報を収集・整理し、データベース化を進めた。

発掘調査報告書からの情報収集では、都道府県ごとに悉皆的に報告書を検索して災害痕跡

に関する記録を抽出し、遺跡情報・災害情報・表層地質情報を整理・集成した。

これらの情報を地理情報システム（GIS）に搭載して、災害の痕跡種類・発生年代などが発掘調査地点の緯度・経度に基づく位置情報とともに地図上に表示される仕組みを構想した。さらに、年代や位置情報の相互参照等によって、史料データベースとの連動を可能にするシステム構築を目指している。

大学は、1751年高田地震をはじめ、たびたび地震に見舞われている新潟県上越市の高田平野において、地質調査の分析を行った。

#### ウ. 地質データ等の収集と整理

大学は、主に北海道沿岸の地質調査で確認された津波堆積物などの試料を収集・分析し、データベース化に向けた整理を行うとともに、ロシアでの文献資料収集や地質調査などを行った。

産業技術総合研究所は、地形・地質調査などによって得られた活断層や津波堆積物、火山に関する基礎データなどの情報について収集と整理を行い、データベース化及びその更新・維持を行うとともに、活動的火山の地質図整備を進めた。

大学は、マグマ噴火が想定される火山について、主に始良カルデラ噴火や富士山を対象に火山ガスの成分量に関する分析を進め、データの蓄積を行った。

### う. 成果

#### ア. 史料の収集とデータベース化

既刊地震史料集の本文データの構造を検討し、「日本歴史地震関連史料データベース」を設計した。これは史料集本文データを任意の語句で検索できるデータベースである。また既刊地震史料集の本文データの電子化に取り組み、XMLテキストの作成と位置情報を付与すべき地名の抽出を行った。また、既刊地震史料集から、地震の発生した年月日、典拠史料名を抽出したデータベースを構築し、資料を検索できるWEBサイトを公開した。

宇津徳治が作成した「世界の被害地震の表」より中国宋代までのデータを抽出し、「中国地震史料データベース」を作成した。その過程で「表」に記載されていない地震史料が多く存在することが判明し、適宜データベースに入れ込んだ。

既刊の地震史料集に収録されていない新たな歴史地震・火山活動史料の収集のため、各地の史料所蔵機関で調査を行った。愛知県田原市立博物館では安政東海地震に関する史料、新潟県長岡市立中央図書館、秋田県公文書館ほかでは三条地震、飛越地震など19世紀に日本海側で発生した地震に関する史料、京都大学文学部では1847年の善光寺地震、天明浅間山噴火に関する史料を調査し、それぞれの史料本文や図の翻刻、公開を行った。愛媛県愛南町では安政南海地震に関する史料を調査し、既刊史料集収載の翻刻の誤りを正し、当該地域における津波被害の状況を訂正した。岡山市立中央図書館、福山市立博物館では安政江戸地震に関する史料を調査し、安政江戸地震による揺れの西限とされていた史料の誤読を明らかにした。2011年東北地方太平洋沖地震の津波被災地域である岩手県海岸部で史料調査を行い、1856年の八戸沖地震に関する新たな史料を見つけた。

高知県、和歌山県の寺院明細帳、神社明細帳を調査し、宝永と安政の南海トラフ地震の被害状況をデータベース化した。その結果、高知県内では宝永地震による土砂崩れや津波による被害が大きいのに対し、安政南海地震ではほとんど被災の記述がないことを明らかにした。また、名古屋大学、徳川林政史研究所、佐賀県立図書館、唐津図書館などの所蔵する史料を調査して、従来知られていなかった安政東海地震に関する史料を発見し、名古屋地域での被害状況の詳細を明らかにした。さらに、名古屋大学図書館春季特別展「古文書にみる地震災害」を開催して、研究成果を一般に公開した。

被害規模の判定方法については、1828年越後三条地震を例に、家屋倒壊率を算定する従来の方法の妥当性を検討し、被害状況の全体的規模を捉える上でより適切な方法を提案した。火山活動に関しては、北海道立図書館、国立国会図書館、国立公文書館などで渡島大島火山の活動に関する史料を収集し、1741年以後1790年に至るまでの期間、北海道本島や青森県地域で降灰や異臭などの現象が断続的に発生していたことを明らかにした。

#### イ. 考古データの収集・整理・集成とデータベース化

北海道と沖縄県を除く全国 45 都府県について、発掘調査報告書を中心として情報の収集・整理・集成を実施し、新潟県で約 11,700 件、熊本・大分・福岡県で約 220 件、その他 41 都府県で約 1,100 件の災害痕跡考古データを収集した。また、現在発掘調査中の奈良県の平城京跡・都塚古墳、鳥取県の青谷上寺地遺跡・青谷横木遺跡、山口県の竹久川下流条里遺跡などで、これまで認識されていなかった複数時期の大地震によると見られる噴砂痕跡を確認した。

「歴史災害痕跡 GIS データベースシステム」を設計し、公開に向けたパイロット版データベースシステムの運用テストを実施した。また、東京大学史料編纂所（以下、「史料編纂所」）の構築した「日本歴史地震関連史料データベース」との連動や、国土地理院ならびに産業技術総合研究所から公開されている日本地図のデータ利用、地質情報システムとの連携を視野に入れた開発について具体的に検討した。

新潟県上越市の高田平野はたびたび地震に見舞われている地域でありながら考古的な液状化痕跡が乏しいことに注目して地質調査データを分析し、この地域は段丘化による地下水位の低下と厚い粘土層の存在によって噴砂の起きにくい地層であることを明らかにした。

#### ウ. 地質データ等の収集と整理

主に北海道の津波堆積物に関して、既存資料のデータベース化を進めるとともに、論文等で記載されている津波堆積物の信頼性について、堆積構造や微化石、地球化学的性質など、津波由来である可能性を示す上での認定項目を設け、評価を行った。

公開中の活断層データベースについて、最新の研究成果に基づき、活動セグメントや調査地点データ、文献の追加及び活動セグメントの形状やパラメータの見直しを行った。また津波堆積物に関する調査地点の情報を整理し、web 上で閲覧できる津波堆積物データベースを公開した。特に青森県、宮城県、福島県と茨城県の一部地域に関しては、地質柱状図の情報と 869 年貞観地震の津波浸水シミュレーション結果を表示できるように整備した。火山に関しては、蔵王山、九重山、富士山の火山地質図を作成し、刊行した。また、公開中の火山データベースについて、鳥海山、蔵王山、沼沢、新島、神津島、九重山、池田・山川、開聞岳の活火山に関する詳細データを追加した。

始良カルデラ噴火の噴出物の分析を行い、噴火前のマグマ溜りの上部は 100MPa 程度の圧力下（深さ 4-5 km に相当）に置かれており、従来の推定よりも浅いことを明らかにした。

富士山については 1707 年宝永噴火など最近の噴出物を分析し、その噴火プロセスを明らかにするとともに、マグマ溜まりの構造についても推定した。

#### え. 今後の展望

近代的観測データが存在しない時代の地震・火山活動を把握するためには、地震学、火山学、歴史学、考古学、地質学が連携して、史料、考古、地質データによって必要な情報を収集することが欠かせない。それぞれの分野において、この 3 年間に継続してきたデータの基礎的蓄積と電子情報化を進めていくが、既刊の地震史料集や発掘調査報告書、地質調査データだけでも膨大な量にのぼる。さらに新たな地震関連史料の発見、新たな遺跡発掘や地質調査も続いている。史料と考古データを統合検索する仕組みは現行計画の中に構築するが、十分な情報を蓄積していくためには今後も継続的な取り組みが必要である。

津波堆積物データベースについては、現在は複数の機関で作業が進められていることから、相互で情報共有を行うとともに、将来的な統合も視野に体制を整えていくことが望ましい。さらには、史料・考古データと地質調査データとを統合的に把握できる仕組みを考えていくことも必要である。

### (2) 低頻度大規模地震・火山現象の解明

#### あ. 目的

過去の低頻度・大規模な地震・火山現象について、観測データのある近代以降の現象の発生機構などを参考に、史料、考古学的な発掘痕跡調査、地形・地質調査などのデータを収集、解析を行うことで、具体像を明らかにする。特にプレート境界における低頻度大規模地震については、2011 年東北地方太平洋沖地震の震源域や日本海溝及び南海トラフ域において海底

での地震・地殻変動観測，地下構造・地形調査などを行い，発生様式及び発生場を理解する。またプレート境界での掘削試料を用いて摩擦実験などを行い，プレート境界巨大地震の多様な滑り現象を明らかにする。

## い. 実施状況

### ア. 史料，考古データ，地質データ及び近代的観測データ等に基づく低頻度大規模地震・火山現象の解明

大学は，千島-日本海溝沿いで過去に発生したプレート境界型巨大地震の震源過程を解明するため，北海道太平洋沿岸の津波堆積物の面的分布を得るための現地調査を実施した。また1611年慶長三陸地震に関する津波の数値モデリングを行った。プレート境界型巨大地震の発生が懸念される南海トラフ沿いの東海・南海地域や首都直下地震の発生が懸念される関東地方などを対象地域として，史料，考古データ，地形・地質データなどの収集を行い，データベース化や地図上での表示を行った。

産業技術総合研究所は，糸魚川-静岡構造線活断層系などにおいて，断層セグメントの連動履歴を解明するため，同断層系北部及び中部においてトレンチ調査を実施した。また同断層系北部で発生した2014年長野県北部の地震に関する地表地震断層調査及びトレンチ調査を行った。海溝型地震については，過去約3,000年間の巨大地震・巨大津波の履歴と規模を解明するため，千島海溝から日本海溝，相模トラフ・南海トラフ沿いで，津波堆積物調査や過去の地殻変動の調査を実施し，これら地震の断層モデル構築のため，津波シミュレーションを実施した。

大学は，形成年代が新しく，VEIが6以上の規模の噴火を起こした北海道の支笏及び屈斜路・摩周火山，九州の始良及び鬼界カルデラについて，地表踏査を行い，先行噴火の有無とその様式・規模の検討，カルデラ噴火の噴火様式と規模の推移を検討した。同時に高密度に試料採取を行い，噴火推移に伴うマグマ特性の変化を調べた。鬼界カルデラについてはカルデラ噴火の先行活動とされる，長浜溶岩を流出した活動の全体像を明らかにするために，掘削深度140mのボーリングを実施した。

大学は，磐梯山1888年噴火に伴う山体崩壊について，崩壊直後の調査研究論文，福島県庁文書，そしてそれらを総括した論文，解説書等の文書記録の収集を行った。また，現地調査により，岩屑なだれの堆積物の岩石学的記載を行い，岩屑なだれ岩塊の崩壊前の山体への復元を試みた。また，上記噴火について既存の研究や記録を再検討し，最初の噴火発生位置や噴火プロセスを検証した。噴火以外の要因で生じたと考えられる火山体の崩壊の事例として，南西北海道奥尻島の神威山の山体崩壊について，その発生時期を明らかにする目的で現地調査と放射性炭素年代測定を行った。

大学は，気象庁と共同して1914年桜島大正噴火時の鹿児島測候所の地震記象紙を調査した。

### イ. プレート境界巨大地震

大学及び気象庁は，2011年東北地方太平洋沖地震の震源域や日本海溝域において，臨時海底地震観測を継続して実施することにより，長期にわたる地震活動の推移を調べた。大学及び海上保安庁は，2011年東北地方太平洋沖地震の震源域や日本海溝及び南海トラフ域において，繰り返し海底地殻変動観測を実施した。海洋研究開発機構は，高分解能地下構造調査により，日本海溝の海溝軸付近及び南海トラフ前縁断層周辺の変形構造を調べた。大学は，深海掘削で得られた日本海溝に沈み込む太平洋プレートの試料等を用いて，プレート境界の状態を再現した摩擦実験を行った。さらに，これらの実験により得られた摩擦構成則に基づき数値モデリングを行い，プレート境界で起こる滑り現象の多様性を説明できるモデルの構築を試みた。

大学は，南海トラフの熊野灘において詳細な海底地形調査を実施し，海底活断層の分布等に関する検討を行った。

## う. 成果

### ア. 史料，考古データ，地質データ及び近代的観測データ等に基づく低頻度大規模地震・火山現象の解明

北海道太平洋沿岸の面的津波堆積物分布を得るための現地調査から、標津町で白頭山火山灰（10世紀）の直下に砂層を確認した。また、北方四島の国後島において火山灰層や広域に分布する薄い砂層を確認し、千島海溝沿いの津波履歴と規模の解明に資するデータを得た。これまでの津波堆積物調査から17世紀に北海道太平洋沖で巨大地震が発生したことが明らかになっており、十勝沖と根室沖の連動型のプレート境界地震(M8.5)と推定されていた。最新の津波堆積物調査結果を含む北海道太平洋沿岸の11地域での津波到達範囲・地点をデータとし、それらを全て説明できる断層モデルを推定した結果、従来の断層モデルで推定された滑りに加えて、海溝軸近傍のプレート境界浅部の幅30kmの断層で、25mにも及ぶ滑りが生じていたとすればデータを説明できることがわかった。この巨大地震の規模はM8.8と推定され、2011年東北地方太平洋沖地震と同様に、17世紀の北海道太平洋沖の巨大地震により、海溝近傍浅部のプレート境界が非常に大きく滑った可能性を示す結果である。このほか1611年慶長三陸津波地震について、1896年明治三陸地震の断層モデルを参考に、史料データを説明する断層モデルを推定した結果、明治三陸地震断層より南側のプレート境界も破壊している可能性が高いことがわかった。

関東地方で江戸時代に発生した1855年安政江戸地震について、『安政見聞誌』（全3巻）などを用いて被害発生場所を特定し、地震発生12年前の天保十四年(1843)に作成された「江戸大絵図」を用いて地図上に図示した。また遠地での信憑性の高い日記史料に基づいた有感記録について、位置情報（緯度経度）を導き出し、地理情報システムの試作版を作成した。

糸魚川-静岡構造線活断層系沿いの古地震調査から、同断層系中部の諏訪湖周辺のセグメント境界の連動性について検討した結果、約3,000年前の活動では連動して活動したが、約1,200年前の活動では連動せず活動時期が異なっていたことを解明した。また同断層系北部の神城断層と松本盆地東縁断層北部のセグメント境界付近は、最新の活動で約2mの変位を生じたことを明らかにした。

三陸海岸広田湾海域で高解像度の音波探査記録を参考に海底掘削を行った結果、2011年の津波痕跡及びそれより前の津波の可能性を示す痕跡を検出することに成功した。仙台平野で検出した津波堆積物に基づいて、1454年享徳地震津波の断層モデルを構築し、869年貞観地震と同等の規模であった可能性を示した。房総半島九十九里浜において、1677年延宝房総沖地震と1703年元禄関東地震以外に、歴史上知られていない津波が過去約1,500年間で少なくとも2回あったことを明らかにした。静岡県沿岸及び高知県沿岸では、それぞれ過去の津波と思われる複数枚の砂層を検出し、各地での南海トラフ沿い大地震による津波履歴を明らかにした。

大学は、大規模噴火について以下の成果をあげた。まず支笏火山の4万年前のカルデラ形成噴火には前駆的な噴火活動がなかったことが明らかになった。一方で、屈斜路火山では最大のカルデラ噴火である12万年前のKpIV噴火に先立つ爆発的噴火を新たに見出した。さらにKpIV噴火の詳細な推移を明らかにして、噴火初期に複数火道が形成されたことがわかった。これらカルデラ形成噴火であるKpIVと鬼界アカホヤのマグマと、これらに先行した噴火によるマグマをそれぞれの火山で比較したところ、両者は区別できることがわかった。そのことから少なくともマグマ溜りとしては、両者は分離して独立に存在していたと考えられる。さらに支笏、KpIV及び鬼界アカホヤのカルデラ形成噴火のマグマシステムについて検討した結果、これらのカルデラ噴火では、これまで大規模・均質な珪長質マグマが主体であると考えられていたが、実際には珪長質マグマは均質ではなく、複数マグマの混合により形成されていること、その混合珪長質マグマに苦鉄質マグマが貫入してカルデラ噴火が発生したことがわかった。

火山体崩壊現象については以下の進展があった。磐梯山1888年噴火の山体崩壊は、爆発開始前の異常現象は1週間前以降の鳴動・地震程度であったこと、山体崩壊は爆発開始の約1時間半後に発生した可能性があることが明らかになった。さらに、この噴火の最初の噴火位置は小磐梯山ではなく、沼ノ平であったことを明らかにした。また、小磐梯山の山体崩壊とそれに伴う岩屑なだれは、沼ノ平の最初の噴火の後に起こったことが明らかとなった。奥尻島神威山の崩壊物である岩屑なだれ堆積物中から、新たに10世紀の年代を示す白頭山テフラ(B-Tm)を含む未固結堆積岩と多数の生木を含む土石流ブロックを見出した。テフラと生木

の年代から山体崩壊が13~14世紀に発生したと推定された。

大学は、桜島で2015年8月に発生した群発地震のエネルギーは、大正噴火時に前駆した地震のエネルギーに比べ5桁小さいことを明らかにした。また、1914年桜島地震(M7.1)について、その初動の粒子軌跡方向及びS-P時刻のデータから震源位置を再評価した。

#### イ. プレート境界巨大地震

2011年東北地方太平洋沖地震の震源域において、自己浮上式の海底地震計や海底圧力計の設置・回収を繰り返し行うことにより、広域の地殻活動の時空間変化を捉えた。海底地震観測によれば、余震数は時間とともに減少していたが、陸側プレート内での余震活動は引き続き活発であること、本震の前には北部震源域下のマントル内で地震活動が確認されていたが、本震後はほとんど地震が発生していないことなどがわかった。また、海底圧力計の記録は、本震発生前から本震に至るまでの震源域におけるゆっくり滑り発生の挙動を明らかにした。一方、2011年東北地方太平洋沖地震の震源域最浅部と昭和三陸地震震源域における高分解能地下構造調査からは、太平洋プレートの沈み込みに伴うアウターライズ上の折れ曲がり断層の分布・比高などが海溝軸付近の断層の変形構造の発達に関連していることがわかった。

日本海溝に沈み込む太平洋プレート表層部の岩石試料等を用いてプレート境界での状態を模した環境下で摩擦実験を行い、摩擦強度と断層運動の特性について調べた。海域観測データと物理モデルを用いて、2011年東北地方太平洋沖地震の前震、前震の余効滑り、本震初期破壊過程など一連の破壊過程を再現するモデルを作成し、余効滑り域に動的破壊が進展する様子を定性的に再現することができた。

南海トラフ沿いの海底地殻変動観測の結果、震源域におけるプレート境界の滑り欠損分布の地域性を推定することができ、滑り欠損速度の小さい領域は超低周波地震発生や海山の沈み込みに関連していることを示した。

#### え. 今後の展望

低頻度大規模地震・火山現象の解明には、実際に過去に発生した現象を精査し、できるだけ過去に遡って復元していくことが重要である。したがって、史料・考古遺跡や地形・地質に残された記録を調査し、解読していくことが最も有効な手法である。

プレート境界で発生する巨大地震・津波に関しては、津波浸水シミュレーションなどの手法も合わせて、過去に発生した大規模地震・津波の実態を分析し、断層モデルを構築することで強震動・津波の発生予測などの検討に資することが望まれる。千島-日本海溝沿いの17世紀巨大地震や、相模トラフ、南海トラフ沿いにおける過去の地震の規模と多様性などの解明のため、引き続き歴史地震に関わる各種資料の収集、解析とともに、地形・地質の痕跡に関する検出精度、識別技術の向上も今後は重要になってくる。このほか変動地形学的観点から、詳細な海底地形データを利用し、地震学・測地学的視点とは異なる観点から巨大地震断層モデルを検討することもまた重要である。

プレート境界巨大地震の発生機構解明のための各種海底観測については、2011年東北地方太平洋沖地震の震源域で現在も進行中の諸現象の観測を継続することにより、これまでに観測されたことのない巨大地震後のプレート間滑りの多様性や時空間変化が捉えられ、粘弾性変形を考慮した余効変動の解明に大きく貢献できると期待される。また、日本海溝及び南海トラフ域の海底地殻変動観測においては、プレート間固着状態の空間分布の不均質性を捉えることが可能となっており、今後は観測の空白域である地震時に大きく滑った海溝軸付近や沈み込む直前のプレート上での観測が必要である。また、測定精度を上げるとともに、既設のケーブル式海底観測網への接続などを検討し、連続観測手法も加えることで、時間変化を検出することが重要である。さらにこれらの海底観測や深海掘削で得られた結果を制約条件として、摩擦実験や数値シミュレーションを継続して進めることにより、プレート境界での多様な滑り現象が起こる条件・要因を明らかにし、より現実的なプレート境界巨大地震モデルの推定が可能となる。

糸魚川-静岡構造線活断層系に代表される長大な活断層の連動性については、内陸活断層帯において、過去の地震に伴う複数セグメントの連動履歴を地質学的・古地震学的な調査から解明していく必要がある。そこから、最近数回の地震サイクルにおける古地震シナリオを

構築することで、地震規模予測及び長期予測の高度化につながっていくものと期待される。

低頻度大規模噴火としてはカルデラ噴火と山体崩壊現象を対象とする。まずカルデラ噴火については噴火推移の詳細と先行噴火を解明するため、摩周火山と鬼界アカホヤ噴火についてボーリング掘削を含め調査を行う予定である。さらにカルデラ噴火とその先行噴火について物質科学的解析を加える。その際には、それぞれのカルデラ噴火でマグマ供給系の基本的な構造は明らかになっているので、複数存在するマグマシステムにおいてそれぞれの構造、温度、圧力などの情報と内部プロセスについて明らかにし、異なるマグマシステムの相互作用を明らかにする。その際には、鉱物内の元素移動の検討などにより、時間軸を考慮することに留意する。これらの情報から、カルデラ火山におけるマグマ溜りの深度や、そこでのマグマ滞留時間などが明らかになり、カルデラ火山の深部構造の解明やその観測について重要な指針を与えることが期待できる。

山体崩壊現象については、噴火に関連した事例や地震に関連した事例のそれぞれについて古文書や地質調査によって現象の復元を行うことで、崩壊現象のメカニズムの共通点と相違点を示すことが重要である。そしてこれらの結果をもとに、マグマ及び熱水系がどのように火山体を変質させるのか、またその過程をどのように観測で検知するかを検討する必要がある。

### (3) 地震・火山噴火の発生場の解明

#### あ. 目的

地震や火山噴火が発生する場の構造や応力・ひずみの時空間変動などを把握し、プレート境界、海洋プレート内部、内陸の地学的性質の異なるそれぞれの特徴を明らかにするため、地震・地殻変動観測や電磁探査などの観測研究を実施する。室内実験や数値シミュレーションから得られる情報を組み込み、プレート境界での地震性滑りや非地震性滑りが発生する場の摩擦特性や、アウターライズ地震やスラブ内地震が発生する海洋プレート内部の物理特性を調べる。内陸地震発生モデル化を目指し、内陸地殻の非弾性変形や応力場と構造や地殻流体の関係から応力集中機構について調べる。火山噴火発生場の構造や応力・ひずみの時空間変化を調べるとともに、2011年東北地方太平洋沖地震及びその余効変動による応力場の擾乱などを明らかにし、地震活動や火山活動への影響や、それらの相互作用について調べる。

#### い. 実施状況

##### ア. プレート境界地震

大学、気象庁、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構は、海域の構造探査や海陸の地震観測点で得られた自然地震の波形及び走時データを用いた解析を行い、日本海溝や南海トラフ沿い及びニュージーランドなどの沈み込み帯におけるプレート境界断層近傍の地震波速度及び地震波減衰率の空間変化を推定するとともに、陸域の地震・地殻変動観測点で取得されたデータとの総合的な解析からプレート境界断層に沿った地震性・非地震性滑りの分布を明らかにした。得られた地下構造モデルと滑り分布の対応関係を明らかにすることで、プレート境界における滑り特性を規定する環境要因に関する検討を進めた。これと並行して、海底下科学掘削により得られた地震発生帯の構成物質の分析及び試料を用いた室内実験から、プレート境界断層上での摩擦特性を推定した。

海上保安庁は、和歌山県下里水路観測所において人工衛星レーザー測距(SLR)観測を1982年より継続して実施し、日本周辺のプレート相対運動決定の高精度化に貢献している。

防災科学技術研究所は、プレート境界型地震の震源モデルの精度向上のため、海洋音響波・地震波・津波の連成シミュレーション手法及び断層破壊と地震動・津波の連成シミュレーション手法を開発した。

##### イ. 海洋プレート内部の地震

大学及び海洋研究開発機構は、日本海溝の海側斜面における地震・地殻変動観測と構造探査により、2011年東北地方太平洋沖地震の影響により進行している太平洋プレート内の変形とそれに伴う応力変化を明らかにした。また、プレート内地震の震源分布と発生領域の地下

構造の空間分解能向上を図った。さらに、沈み込み帯下の3次元的な温度構造モデルを構築した。

大学は、南関東（首都圏）に展開された高密度な地震観測網のデータを解析し、その下に沈み込んでいるフィリピン海プレートの詳細な地震波速度・減衰構造の推定を行うことにより、プレート内地震の発生域に対応する地下構造について検討を行った。

#### ウ. 内陸地震と火山噴火（火山・地震火山相互作用）

大学は、2011年東北地方太平洋沖地震後のひずみ速度場の変動を観測・解析し、これをシミュレーションにより再現することで、東北日本弧の粘弾性構造の推定を行った。また、誘発地震域で見られる地震活動の移動現象と地殻流体との関係を明らかにした。

大学は、高密度な地震や地殻変動観測、比抵抗構造探査を九州や西日本、中部日本で実施し、応力やひずみ場の推定やレシーバー関数解析、S波反射強度マッピングを行ったほか、応力集中機構解明のための数値シミュレーションや地震発生ポテンシャル評価手法の開発を行った。

大学は、列島規模及び特定地域の地震波速度構造解析や比抵抗構造探査を実施した。また、地下水に溶け込んだガスの成分比等を準連続的に観測する装置を開発し、地殻活動に関連する変動の検出を目指して試験運用を開始した。さらに、火山噴火発生場における地震学的構造、比抵抗構造、変形場、応力場、温度構造を推定するために九州、本州、北海道域の活動的火山において高密度な地震、地殻変動、電磁気、重力などの観測を実施して応力やひずみの時空間変化を検出したほか、地下構造の推定やマグマ供給系に関する研究を行った。

国土地理院は、GEONETやSARにより、日本列島全域の地殻変動モニタリングを着実に行うとともに、ひずみ集中帯などにおいて、GNSS繰り返し観測やSAR干渉解析等による高密度な地殻変動観測を実施した。

### う. 成果

#### ア. プレート境界地震

2011年東北地方太平洋沖地震のプレート境界断層近傍において、地震波速度が平均より高速である領域で地震時滑り量が大きい傾向があることが明らかとなった。ただし、日本海溝軸近傍の領域に関しては、プレート境界上盤の地震波速度が極めて低速である範囲で50mを越えるような巨大な地震時滑りが発生している。この地震の震源域北部においては、構造探査で検知されるプレート境界断層からの反射波の強度が、この地震の発生前後で変化したことが示され、大規模な地震時滑りによる断層の状態変化が捉えられた。

フィリピン海プレートが沈み込む南海トラフ・南西諸島（琉球）海溝沈み込み帯においても、プレート境界での滑り特性に対比可能な地下構造の変化が明らかになってきた。四国地域の長期的ゆっくり滑り発生域では、プレート境界上盤側の地殻内でのP波減衰率の空間変化と深部低周波微動活動のセグメント構造との間に対応関係があることが判明した。紀伊半島の深部低周波微動発生域で認められた地震波低速度異常と高 $V_p/V_s$ 異常は、巨大地震発生領域よりもさらに深い位置において、沈み込む海洋性地殻から脱水が起こっていることを示唆する。南九州のウェッジマントルの最前縁部には、沈み込む海洋性地殻との相互作用による含水化を示すと考えられる地震波低速度異常があり、その直下のプレート境界は蛇紋岩化により安定滑り特性をもつ可能性がある。

日本海溝に比較的近いプレート境界浅部において超低周波地震の活動があったことが示された。さらに、日本海溝沿いのプレート境界では、プレート間固着の強さに数年程度の周期の変動があることが見出され、固着が弱くなった時期にプレート境界地震の活動が活発化する傾向が示された。

#### イ. 海洋プレート内部の地震

2011年東北地方太平洋沖地震の発生後に活発化している太平洋プレート内の地震の発震機構の解析から、巨大地震後の応力場の推定が行われた。2011年東北地方太平洋沖地震は太平洋プレート内の応力場と地震活動に影響を及ぼしたが、その様相は地域によって異なる。海溝海側では地震前に比べてより深部にまで正断層型地震が発生していることから、引張応力の高まりが指摘された。一方で、2011年7月10日に2011年東北地方太平洋沖地震の震源近

くで発生した横ずれ型地震 (M7.3) に関する解析から、この領域での太平洋プレート内の引張応力の高まりは海溝海側ほど大きくなかったことが示唆された。また、2011年4月7日に宮城県沖の太平洋プレート内で発生した逆断層型の地震 (M7.2) は、地震波低速度異常域を震源として発生した。震源域の低速度異常は、アウターライズで形成された正断層が含水化された状態にあるためと解釈され、周囲より摩擦強度が低いところに2011年東北地方太平洋沖地震による応力擾乱が加わったため、その断層が再活動したものと解釈される。

北海道東部下に沈み込む海洋性地殻の地震波速度構造を推定したところ、含水中央海嶺玄武岩から期待されるP波速度よりも低い値を示す領域が見出されたが、そこでは含水鉱物と水が共存し、その水がスラブ内の地震発生に寄与していることが示唆される。沈み込む海洋性地殻の脱水により地震波速度が周囲より大きくなっていると考えられる領域は、紀伊半島下や南九州下でも認められ、脱水により放出された水はその直上のプレート境界断層の摩擦特性にも影響を及ぼしている可能性がある。

また、東北・北海道と関東におけるスラブ形状を取り入れた3次元シミュレーションにより、千島・日本海溝下の温度構造とスラブ上盤におけるマントル対流パターンを推定した。得られた対流パターンは火山配列やS波異方性パターンと整合する。北海道下での太平洋プレート内の地震波速度構造や地震活動は、東北地方下とは異なる特徴を示すことが知られていたが、北海道下の温度構造が太平洋プレートの斜め沈み込みの影響により、2次元モデルでは説明可能な東北地方下と異なっていることがその原因であることが示唆された。

南関東 (首都圏) 下のフィリピン海プレートについては、マントル東端部に地震波高減衰域が見出され、その西縁で1921年と1987年に発生した2つのスラブ内地震 (それぞれ、M7.1とM6.7) が発生していることから、スラブ内地震の発生には構造の不均質が密接に関係していることが示唆された。

#### ウ. 内陸地震と火山噴火

内陸地震発生モデル化へ向けて地殻深部から上部マントルに至る広域の地震波速度や比抵抗の構造が推定された。特に、濃尾断層帯周辺での集中観測により推定された地震波速度構造から、断層直下の下部地殻に地震波低速度異常や不連続構造の存在が認められた。さらに、電磁探査により、濃尾地震断層に沿った3次元比抵抗構造が求められ、上記の下部地殻低速度異常に対応する低比抵抗域や、太平洋スラブ起源の流体と考えられる低比抵抗域が上部マントルに存在することが明らかになった。その他の地域についても、流体分布や温度構造、震源モデルとの比較から、多くの場合、規模の大きな内陸地震発生域の直下には低速度域や低比抵抗域が存在し、大滑り域は対照的に高速度、高比抵抗であることがわかった。また、近年発生した内陸地震震源域での高密度な地震観測データから、応力の主軸方向は大きくばらつき絶対応力値は必ずしも大きくないことが示唆された。さらに、微小地震の発震機構解から列島規模の応力場が推定され、多くの活断層が現在の応力場に対して滑り易い方向に形成されていることがわかった。

横ずれ断層への応力集中機構のモデル化に向けた取り組みの中では、高密度な地震観測が西南日本地域で実施され、大量の波形データから、詳細な地震波速度構造や応力場が明らかになった。地殻変動データに基づく西南日本地域のブロック断層モデルからは、明瞭な活断層が見られない山陰地方と南九州にひずみ集中帯が存在することが明らかになった。地震活動データに基づく九州地方における非弾性変形の見積もりからは、別府や熊本で大きなひずみ速度が推定された。発震機構解を用いた地震発生ポテンシャル評価手法を開発し、福岡県・警固断層で試行した結果からは断層近傍での応力集中は見られなかった。近畿地方での詳細なモホ面深度分布の推定からは、内陸の活断層周辺はモホ面が変形していないことが明らかになった。地殻流体に関する理解の進展としては、地震波反射面の分布からマントル起源の流体が活断層の深部へ到達していることを示唆するイメージが得られた。化学分析により、兵庫県・有馬温泉の深部由来流体はフィリピン海プレート起源で有馬高槻構造線沿いに上昇している可能性が示された。

伊豆大島では、火山性地震の地震活動度と深部からのマグマ供給に伴う山体変形の間接的な関係を示す、揮発性成分増加による断層面の流体圧の増減の効果と岩石の摩擦構成則を組み合わせることでモデル化することができた。富士山では、その山麓部で発生した2011年静岡県東部の地震

(M6.4)の震源域に流体の通路を示唆する低比抵抗域が見出された。また、岩石空隙中の気体が2011年東北地方太平洋沖地震による震動で離脱上昇した結果、間隙水圧を高め地震を誘発したとするモデルが提案された。御嶽山では、2014年の噴火の2週間前から、山頂直下の応力場が変化していたことが多数の地震の発震機構解の解析から明らかにされた。噴火前に火山ガスや熱水が上昇して間隙圧が増大し、地下浅部で開口割れ目が形成された可能性がある。

阿蘇山では、山体下の中部～下部地殻に、マグマの存在を示唆する地震波低速度域が検出された。九重山では、電磁探査から高比抵抗域が検出され、過去の貫入マグマもしくは高温ガス通路である可能性が示された。2016年熊本地震の震源域を含む九州中部の地殻構造や応力場が詳しく調査され、本震後に活発化した熊本・大分の地震活動は、阿蘇山・九重山・鶴見岳といった活火山下の低比抵抗域を避けて発生していることが明らかにされた。

2011年東北地方太平洋沖地震後に行われたGNSS繰り返し観測から、余効変動により広域的には伸長ひずみが卓越する東北日本の中で、越後平野のひずみ集中帯では短縮変形が進んでいることが明らかになり、遠方からの外力に影響されることなくひずみ集中が進行していることが明らかにされた。また、2011年東北地方太平洋沖地震による列島規模の余効変動の時空間特性が明らかにされた。東北地方の火山フロントでは、2011年東北地方太平洋沖地震後の余効変動として短縮ひずみが観測され、数値シミュレーションから地殻深部の粘性構造が影響を与えていることが示唆された。2011年東北地方太平洋沖地震後に東北地方各地で発生した誘発地震は、地震波速度構造及び比抵抗構造の特徴から、大きな応力変化により地殻深部流体が上部地殻へ流入したために誘発されたことが示唆された。

## え. 今後の展望

2011年東北地方太平洋沖地震の震源域でみられた地震時滑り量と地震波速度の空間的な相関は、構造不均質が断層面上での滑り特性を規定する要因となっていることを示唆する。また、プレート境界断層で発生する多様な滑り現象の間には相互作用があることから、高頻度のゆっくり滑りの活動特性をもとに、将来の巨大地震の破壊域を予測できる可能性がある。滑り現象の多様性とそれらの相互作用といった断層滑りの特性を規定する要因を特定するために、構造モデルの空間分解能のさらなる向上が必要である。さらに、海洋プレート内地震の震源近傍には、プレート変成過程の一部である含水・脱水に伴う構造不均質が存在し、地震発生に関与する可能性があると考えている。このような構造不均質から海洋プレート内での含水と脱水状況を推定することを通して、海洋プレート内大地震の発生ポテンシャル評価の実現が近づくものと期待される。内陸大地震の震源域においても、地殻流体の分布などを反映した構造不均質と大滑り域の範囲や震源近傍の応力場との相関に関する検討が進みつつある。内陸地震断層で検出されている断層スケールの不均一応力場や地殻非弾性変形は、断層の応力載荷を規定し、構造を通して断層への応力集中により地震発生に至る過程を支配する要因である。そのため、精度の高い観測によって地下構造や応力情報のさらなる蓄積を図り、シミュレーション等を用いた応力集中機構に関する物理モデルの構築につなげることが望まれる。火山周辺では、阿蘇山で得られた中部～下部地殻の構造不均質とマグマ溜まりの関係を示すような観測事例を増やすなどによって、詳細な地下構造をもとに深部から浅部に至るマグマ供給系の実態の解明とモデル化を進めることが必要である。

構造不均質と断層挙動の関係を理解するには、断層構成物質の物性の違いが摩擦特性に及ぼす影響を調べることが必要であり、断層から採取された岩石試料を用いた室内実験の成果が期待される。封圧が高い地下深部で発生する海洋プレート内地震の発生機構の理解には、地震発生域の温度・圧力条件下における海洋プレート構成物質の脱水反応やそれに伴う変形特性に関する基礎的な研究が重要である。また、海洋プレート内地震の発生場を理解するため、スラブ及びウエッジマントルにおける温度分布と水の移動過程のモデルを、室内実験や数値シミュレーションを通して高度化することも推進すべきである。

火山近傍での高密度地震観測は、噴火前後の応力場の時間変化の検出を可能とするもので、火山活動の活発化に伴う場の変化を定量的にモデル化する上で有効である。こうした観測の成果を活用して、火山活動の活発化や噴火に伴う応力場の変化が地震活動に与える影響を継

続して検討するべきである。さらに、地震活動や地殻変動データからマグマ内の揮発性物質の挙動を推定するモデルの構築のような、観測で得られる力学データから噴火様式を規定するパラメータを抽出する手法の開発を様々な火山についても継続することが重要である。これにより、火山噴火事象分岐系統樹の構築に対して重要なデータの提供が可能となるとともに、噴火災害誘因予測の高度化も期待される。

長期広域的な変動場にある日本列島では、海溝型地震や内陸地震、火山噴火などの過渡的な現象が時空間的に重畳し、相互に作用して地殻活動が起きている。2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動は現在も継続中であり、今我々は、巨大地震による内陸地震や火山噴火の誘発の有無や、その機構を解明する上で極めて重要な時期を迎えている。2011年東北地方太平洋沖地震後の地震活動と地殻変動の精力的な観測研究から、地震活動への流体の関与や日本列島の詳細な粘弾性構造などが解明されつつある。いずれも、地震発生域への応力集中機構の理解に不可欠なものであり、継続した観測をもとにプレート境界巨大地震に対する長期的な応答を定量的に把握するとともに、こうした知見を活用して地震発生ポテンシャル評価手法の開発と試行も引き続き行うことが必要である。地震と火山噴火の相互作用については、短期的な因果関係のみにとらわれず、数十年スケールの影響も視野に入れた仮説の提案やその検証に向けた観測が、地震火山相互作用のさらなる理解に新たな道を開く可能性がある。また、火山の存在による地殻構造の不均質が、周辺の地震活動をどのように規定するのかという視点からのモデル化も、引き続き取り組むべき重要課題である。

#### (4) 地震現象のモデル化

##### あ. 目的

地震発生予測のためのシミュレーションや高精度の地震動・津波のシミュレーションを効率的に行い、地震発生機構の定量的な理解や、プレート境界での多様な滑りを再現するためには、プレート境界面形状や地震波速度などの構造モデル、地殻やマントルの変形特性やプレート境界面の摩擦特性の推定が必要である。このため、これまでに得られたデータや、新たな観測データを統合して、多様な研究において共通して利用可能な日本列島域の構造共通モデルを構築する。さらに、摩擦構成則や複雑な破壊現象を考慮した現実をよりよく説明できる断層物理モデルを構築する。

##### い. 実施状況

###### ア. 構造共通モデルの構築

構造共通モデルとは、震源断層モデルの構築やシミュレーション研究などでの活用を目指し、これまでに得られているさまざまな情報から作成される統一的な構造モデルである。

大学及び海洋研究開発機構は、既往の成果を可能な限り収集・整理し、地形・海溝軸モデル、プレート境界モデル、日本列島及びその周辺の震源断層モデル、日本列島下のモホ面及び脆性・延性域境界モデル、リソスフェア・アセノスフェア境界、日本列島下の岩石モデル・レオロジーモデルの6つの要素について、デジタルモデルの構築に着手した。

###### イ. 断層滑りと破壊の物理モデルの構築

摩擦構成則や複雑な破壊現象を取り入れたより現実に近い断層物理モデルを構築するためには、様々な野外観察、室内実験や数値シミュレーションが必要となる。

大学は、プレート境界、活断層、その他の地震発生域における地球物理及び地球化学観測や野外観察、室内実験や数値シミュレーションなどを通じて、断層帯の微細構造や間隙流体の存在が断層強度や破壊過程に及ぼす物理・化学的影響を明らかにする研究を実施した。

大学及び防災科学技術研究所は、摩擦構成則の改良や、摩擦滑り時の複数の素過程の相互作用を考慮した各種実験に着手した。

##### う. 成果

###### ア. 構造共通モデルの構築

日本列島全体及びその周辺域を対象領域とする構造共通モデルの構築に向けて、地形・海溝軸モデル、プレート境界モデル、日本列島及びその周辺の震源断層モデルの構築が推進さ

れた。海溝位置と水深モデルが作成・確定されるとともに、構造探査等の既往成果を統合したプレート上面位置データが作成された。

#### イ. 断層滑りと破壊の物理モデルの構築

断層滑りと破壊の物理モデル構築のためには、断層周辺の応力や強度の振る舞いを知る必要がある。野外観察、室内実験や数値シミュレーションにおいてこれらの基本的な挙動の解明が進展した。

野外観察に関しては、地震発生帯における地殻流体の熱力学情報の精密化とフィールドでの検証に向けて、断層の温度を計測する手法を開発した。また、地震時滑り量分布が良く調査されている世界の純粋な横ずれ地表地震断層の形態を調べ、発達様式をまとめた結果、自然の断層帯も階層的な自己相似性を保って進化している証拠が得られた。さらに、断層周辺の流体挙動に関しては、野島断層におけるこれまでの注水実験やアクロス連続運転データの解析を進め、断層近傍でのクラック密度の減少による長期的な地震波速度の増加（強度回復）を示唆する結果が得られた。

室内実験に関しては、沈み込みプレート境界に多量に存在するスメクタイトと石英を様々な割合で混合した模擬物質を用いて、スメクタイト量比が摩擦挙動に与える影響を調べた。スメクタイト量比が比較的大きな日本海溝では低速でも摩擦強度が小さく地震時に大きな応力降下をもたらさないのに対し、スメクタイト量比が比較的小さい南海トラフでは、大きな応力降下が発生する可能性が示された。脆性－塑性遷移領域における断層のせん断強度への間隙水圧の影響について調べるため、温度・封圧・間隙水圧それぞれを独立に変えて岩塩ガウジを用いた実験を行った。有効法線応力としては、真実接触面積に無関係に、封圧から間隙水圧を減じたものを使うべきであると結論され、その物理的解釈も提示した。また、防災科学技術研究所の大型振動台を利用した岩石の二軸摩擦実験を実施し、断層面上で生成・成長する応力の空間的不均質に起因して摩擦滑り特性が変化することを明らかにした。

数値シミュレーションに関しては、プレート境界の起伏の影響が地震サイクルにどのように影響するのか、法線応力の変化を考慮した地震サイクルシミュレーションを行った。モデル化したプレート境界に凸部を設けると局所的に法線応力が低下し、強度が下がって破壊しやすくなり、地震の繰り返し間隔が短くなることがわかった。また、2011年東北地方太平洋沖地震の震源域を念頭に凸部のあるプレート境界モデルを設定し、数値シミュレーションを実施した結果、この地震について推定された地震時の滑り分布と同様に海溝付近における大きな滑りが再現された。

地震サイクルにおけるプレート境界の固着の程度の変化を、プレート境界面からの弾性反射波の観測から検知できるかについて、岩石の摩擦構成則に基づいて理論的検討を行った。その結果によると、地震発生前の低速の滑りにより固着の程度が低下するが、これに伴う地震波の反射率の増加は少なくとも5%、大きい場合は50%程度となり、反射法地震探査により検知可能な変化であると予測された。

潮汐等による応力変化が地震やゆっくり滑りの発生に及ぼす影響を評価するため、簡単な物理モデルによって周期的外力の応答を数値シミュレーションにより調べた。その結果、ゆっくり滑りに伴う応力変化は数10～100kPa程度と小さいため、数kPa程度の地球・海洋潮汐による応力変化によっても滑りの発生と外力の位相がそろう可能性があることがわかった。これらは、地球・海洋潮汐などの周期的外力及び単独の繰り返し間隔を持つアスペリティの相互作用より生じる同期現象を示唆する。

高温高圧下での塩水の電気伝導度は、実験データが存在しないため、分子動力学シミュレーションによって調べた。求められた塩水の電気伝導度を、地殻の地震発生域や断層帯の電気伝導度構造を比較することで、断層帯や地震発生域にどの程度の流体が存在するかについて定量的に議論することが可能となった。

#### え. 今後の展望

構造共通モデルの構築に関しては、これまでの研究で得られた日本列島周辺のプレート境界面の形状や、地震波速度構造、地震発生層の下限深度などの構造情報を整理し、多くの研究者が利用できる標準的な構造共通モデルが作成されつつある。また、構造についての情報

が不足している領域での観測や、現時点で未推定の粘弾性などの物理パラメータを得るための観測を実施し、構造共通モデルを補う必要がある。構造共通モデルは、様々な解析やシミュレーションの基盤情報である。観測等に基づき構造共通モデルを改良するとともに、シミュレーション研究等で構造共通モデルを使用した結果なども参考にしながら、モデルを高度化することが研究推進に不可欠である。

断層滑りと破壊の物理モデルの構築に関しては、摩擦構成則を用いた数値シミュレーションやデータ同化において、余効滑りやゆっくり滑り及びこれらの同期現象を対象にした研究が行われた。また、実験及び観測・観察に関しても、断層物理モデル構築に必要な破壊・摩擦素過程に関する理解が着実に蓄積されている。ただし、地震発生メカニズムの断層物理モデル構築には、個々の素過程を統合してモデル化を行い、観測事実等との比較により検証することが必要である。断層物質の摩擦特性のさらなる解明を進めるとともに、それらを統合した断層破壊過程のモデル化が重要と考えられる。

今後、これらの構造共通モデルと断層物理モデルを利用して、地震発生機構の定量的な理解を進め、地震やプレート境界での滑り過程の数値シミュレーションがより定量的に再現されるようになれば、予測問題への本格的応用が期待される。

## (5) 火山現象のモデル化

### あ. 目的

本項目では、各種観測や火山噴出物の解析から、噴火に先行する異常現象とその後の火山活動を捉え、先行現象の発生機構や、各現象の相関・因果関係を明らかにする。その際、火山の性質や噴火様式に着目し、火山ごとの類似点・相違点を比較検討する。さらに、マグマの挙動に関する理論及び実験的研究の成果も取り入れて、観測された火山現象の物理・化学過程を明らかにし、そのモデル化を進めることを目的としている。火山噴火は、規模・様式・発生機構が多様であるため、本項目では、マグマ噴火を主体とする火山と、熱水系が卓越し水蒸気噴火をしばしば伴う火山とに大別して研究を進めている。

### い. 実施状況

#### ア. マグマ噴火を主体とする火山

大学は、有珠山、浅間山、伊豆大島、桜島等で、火山性地震、地盤変動、火山体の地震波速度や比抵抗の構造とその時間変化、固形噴出物・火山ガスの成分変化を総合的に理解し火山現象の定量的把握を行うための多項目観測を実施した。特に、活発な噴火を続ける桜島と、2015年にごく小規模な噴火が発生した浅間山では、マグマの蓄積・上昇・発泡・破碎などの過程に関する理解を深め、そのモデル化も行った。霧島山（新燃岳）と口永良部島については、噴火中の入山規制の下で、無人ヘリを利用した空中磁気測量や臨時地震観測点の展開、火山ガス観測などを繰り返し実施した。また、海外の火山との比較研究として、米国・イタリア・インドネシアにおいて、地震・傾斜の臨時観測や噴出物調査等を相手国と共同で展開した。さらに、新たなモニタリング手法の一つとして、地震波干渉法による地震波速度変化検出システムを試作し、気象庁が配信する連続データを用いて、熱水系が卓越する火山も含めた国内の20火山に適用した。

防災科学技術研究所は、SAR干渉解析の高度化及び火山活動評価への応用を進めるとともに、火山噴火数値シミュレーション手法を開発した。

産業技術総合研究所は、桜島、阿蘇山、浅間山、口永良部島、御嶽山において、火山ガスや固形噴出物の分析・解析を行った。また、伊豆大島と薩摩硫黄島では自然電位観測を行い、数値計算を通じてマグマ-熱水系の定量的モデル化を進めた。

国土地理院は、桜島・伊豆大島の地殻変動に対して時間依存インバージョンを用いた地殻変動解析を行い、マグマ供給系とその時間変化のモデリングを行うとともに、解析手法の高度化も並行して進めた。

気象庁は、桜島や口永良部島などにおいて、傾斜計、GNSS及びSAR干渉解析を通じて、火山活動に伴う地殻変動源のモデル化及び即時推定と変動予測の研究を進めた。また、大学と共同して桜島の反復人工地震探査を行った。

海上保安庁は、南方諸島及び南西諸島の海域火山において、航空機を使用した目視観測、熱画像撮影や磁気測量などの定期巡回監視を実施した。西之島については、海域火山基礎情報図調査を行った。伊豆諸島海域においては、通年の GNSS 連続観測を実施した。

#### イ. 熱水系の卓越する火山

大学は、熱水系の卓越する十勝岳・吾妻山・草津白根山・阿蘇山・口永良部島等で、火口近傍を含む火山体周辺において地震・地殻変動・電磁気・化学観測を行った。十勝岳・吾妻山・草津白根山については、臨時連続観測点の増強を行い、火山体浅部熱水系の物理・化学的特性や状態の時空間変化の検知能力を向上させた。十勝岳と吾妻山では、地質・岩石学的調査と鉱物学的分析とを組み合わせる過去に噴火堆積物の調査・解析を進めた。さらに、他火山の過去の噴火事例や文献も参照しつつ、発生機構を意識した水蒸気噴火の分類体系を整理し、熱水系が卓越する火山の地下構造やその中長期的変遷について概念モデルを提案した。大学は、上記5火山以外にも、2015年にごく小規模な噴火を起こした箱根山で火山ガス観測（採取試料の成分比や元素同位体比の分析）を高頻度で行った。焼岳については、2015年より地震観測・地殻変動観測を増強し、地磁気観測を開始した。蔵王山においては、人工地震探査の他、多項目の連続・反復観測網を整備した。

大学と産業技術総合研究所は、2014年9月に水蒸気噴火を起こした御嶽山も比較研究の対象に加えて、各種物理・化学観測や噴出物の分析を行った。

大学と海上保安庁は、海域火山の活動を評価する新手法の開発を目指して、特に西之島周辺域の海水の化学分析を行った。

気象庁は、雌阿寒岳、草津白根山などにおいて、地磁気の連続観測及び繰り返し測量を実施し、火山活動の消長に応じた時空間的な磁場変動とその原因を客観的に評価する手法の開発を進めた。

産業技術総合研究所と大学は、薩摩硫黄島、雌阿寒岳、十勝岳、草津白根山、弥陀ヶ原などにおいて、電磁気・熱及び化学的手法に基づき熱水系の実態を明らかにするための観測を行った。また、いくつかの火山については数値計算を活用して定量的モデルを提案した。

北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所は、北海道内の主要火山において物理・化学観測と地質調査を行った。特に、十勝岳については大学及び気象庁と共同して調査を行い、熱水系を含む火山体内部構造のモデル化を行った。

### う. 成果

#### ア. マグマ噴火を主体とする火山

数理的アプローチによる研究では、ブルカノ式噴火の火道流モデルに基づく山体変形の特徴が数値計算により調べられ、桜島で噴火時に観測された傾斜変動の基本的な特徴が再現された。これにより、マグマ破砕面の降下速度や破砕時の発泡度といった火道内過程を、力学的観測から推定できる可能性が示された。

霧島山（新燃岳）では、2011年の一連の噴火に関連する様々な研究（観測・数値計算・室内実験・噴出物解析）により、爆発的マグマ噴火のモデル化が進んだ。例えば、GNSS観測からは、深さ約10kmの推定マグマ溜まりでは、準プリニー式噴火に同期した収縮だけでなく、その後の再膨張が捉えられた。SAR干渉解析からは、主要な噴火活動が終息した後も火口内にマグマが僅かずつ供給されていたことが明らかにされた。空振データと地震データの相互相関をとることで、一地点の観測でも空振信号を簡便に抽出する手法が開発され、地震信号と合わせて霧島山（新燃岳）噴火のモデル化に役立てられた。また、非定常火道流モデルの数値計算により、実際に起こった噴火様式遷移の原因について定量的な検討が加えられた。

室内実験では、マグマが減圧開始よりも遅れて爆発する遅延破砕という現象が確認され、霧島山（新燃岳）の準プリニー式噴火の開始過程のモデル化に適用された。また、最新の観察技術を用いてブルカノ式噴火と準プリニー式噴火の噴出物を比較解析することで、結晶サイズ分布のサブミクロンスケールにおいて明瞭な違いを検出することに成功した。これは、火道浅部においてマグマが受ける減圧過程が噴火様式によって異なることを意味し、噴出物解析から噴火様式を判別できる可能性を開く成果である。

霧島山（新燃岳）や口永良部島の噴火では、無人ヘリの活用や簡易型SO<sub>2</sub>放出率測定装置の

実用化が進み、噴火に伴う入山規制時における遠隔地からの状態把握に威力を発揮した。また、宇宙線ミュオンを利用した火山体内部の透視技術は着実な進展を続けており、薩摩硫黄島では噴火によるマグマ放出により火道の平均密度が低下した様子が捉えられた。

浅間山では、2000年代の噴火活動に伴う地殻変動とSO<sub>2</sub>放出率変化の関係が再検討され、マグマの蓄積や輸送過程の議論において脱ガスの効果を考慮することの重要性が示された。

海外との共同研究では、インドネシアのロコン山における臨時地震・空振・傾斜観測網の展開を通じて、ブルカノ式噴火に伴う火道内力学過程のモデル化と我が国の火山との比較が行われた。一方、典型的なストロンボリ式噴火の発生機構とされる火道内スラグ流モデルに基づいた山体変形の数値計算コードが開発され、現象の特徴が明らかにされた。ところが、実際にイタリアのストロンボリ山で臨時展開した傾斜観測のデータは、従来のモデルから想定されるものとは特徴が異なっており、ストロンボリ式噴火の発生機構の解明には力学的観測とモデルの両面から調べる必要があることが示された。

#### イ. 熱水系の卓越する火山

大学や気象庁等により火口近傍の多項目観測が行われてきた火山のうち、過去に水蒸気噴火を繰り返している火山を選定して比較した。その結果、浅部に熱水系が卓越するとされる火山では、非噴火時にも各種観測項目に明瞭な変動が確認できた。特に、口永良部島・吾妻山・十勝岳では、非噴火時にもごく浅部の山体膨張と岩石の磁化消失（消磁）が長期間続いている点が共通していた。また、この変化は単調ではなく、群発地震や間欠的な膨張・消磁の加速を伴いつつ、一方向的に進行していた。

草津白根山や阿蘇山では、上記3火山との共通点も認められるものの、地盤変動と地磁気変化の対応関係や、変化の反復性といった点で一部異なる面があった。活動的火口湖を有し熱水系が地表に顕在化しているこの2火山では、数値モデルと放熱率観測に基づいて火口湖の熱収支が検討された。九重山では、1995年の（マグマ）水蒸気噴火以後、一貫して地盤の収縮と冷却帯磁が継続していたが、2014年頃からその傾向が停滞もしくは反転を始めたことが明らかにされた。蔵王山では、御釜火口地下浅部の消磁や長周期微動の増加などが見られ、人工地震構造探査で御釜火口から噴気活動域にかけての地震波減衰域が推定された。これらの特徴は、他の熱水系卓越型火山（特に阿蘇山）とも共通性があり、比較研究の基礎情報として重要な知見である。

有珠山では、2000年火口近傍に掘削した孔井により、マグマ水蒸気噴火発生場となった地下構造の直接的検証が行われた。500mの孔井は2000年噴火の貫入マグマには到達せず、最深部の温度勾配も周辺地域と大きな差は認められなかった。このことから、地盤変動や地磁気変化から従来推定されていた変動源の位置には、マグマは貫入していなかった可能性が高いことが示された。孔井コアの解析からは、数百m以深は変質作用で生成された粘土鉱物に富むことが明らかとなり、水蒸気爆発を繰り返した2000年噴火では、難透水性の粘土層が圧力を蓄える役割を果たしていたことが裏付けられた。

箱根山・草津白根山・十勝岳では、噴気や温泉水等の化学的調査も精力的に行われた。特に、箱根山では高頻度で噴気の採取・分析が行われ、2015年6月の微噴火直前もしくは噴火に同期した化学組成や安定同位体比の変化は、難透水層の形成と部分破壊に伴ってマグマ性ガスが上昇した結果であるとするモデルが提案された。

これらの事実を総合すると、熱水系卓越型の火山では、各種観測データの長期変動は、（マグマ）水蒸気噴火の切迫性を把握する上で重要な背景情報といえる。また、現象の一方方向性や間欠性は、浅部熱水系の変質鉱物の沈積に伴う難透水層の形成と部分破壊を示唆している。

#### え. 今後の展望

マグマ噴火中の火山については、噴出物の化学分析や組織解析に物理観測データを組み合わせることによって、火道内のマグマ上昇過程に関してより詳しい情報（例えば、上昇速度や滞留時間）を引き出すことも可能になってきた。今後は、こうした推定値を火道流モデルなどの数値計算に取り入れることにより、モデルの妥当性を検証しつつ現象の全体像の理解をさらに進めるべきである。また、地震・地盤変動観測との比較は、モデルの検証にも利用できる。現在噴火していない火山についても、観測的手法と物質分析的手法の連携は有効で

ある。例えば、過去の水蒸気噴火堆積物に含まれる鉱物組成を詳細に解析し、鉱床学で提唱されている一般的モデルと対比することで、堆積物が噴火前に置かれていた温度・圧力等の条件を推定する試みがなされている。また、過去のマグマ噴火堆積物に含まれるメルト包有物分析と鉱物組成の条件から、マグマ溜まりにおける含水量を簡便に測定することが可能となったため、現計画ではいくつかの火山について多量の分析データが得られた。こうした物質科学的手法から得られる山体内部の描像を地下構造探査で検証することでモデルの精度を高めたり、マグマ溜まりの条件を与えた数値計算により、想定される噴火のバリエーションを確率的に評価したりすることが、今後の研究課題として想定される。

熱水系卓越型火山については、今後、難透水層の実体や形成過程を個々の火山で解明するとともに、静穏期に山体内で進行する現象を理解する鍵となる観測項目については、長期的変動の把握を継続することが望ましい。多くの場合、未だ概念的解釈の段階にある熱水系卓越型火山のモデルを、将来的に噴火事象系統樹の分岐判断の根拠として利用できるまでに一般化するためには、海外の事例も参照しながら比較研究の対象火山を広げる努力や、検証のための継続的観測とともに、様々な条件を検討できる数値計算の援用も有効であろう。

マグマ噴火を主体とする火山、熱水系の卓越する火山のいずれに対しても、多項目観測データの同一時間軸上での比較や、噴火様式の類似した火山間の比較は、噴火時における火道内のマグマの振る舞いや、噴火準備期におけるマグマ供給系や熱水系の時間発展の理解を深める上で有効性が高いことがあらためて認識された。今後のさらなる発展が望まれる課題の一つとして、噴煙量・放熱量の定量的モニタリングの精度を高めることが挙げられる。これらは、噴火規模の即時的把握や噴火ダイナミクスの解明に効果的であるだけでなく、非噴火時における準定常的な熱エネルギー輸送や、数10年の時間スケールで繰り返す噴火のサイクル全体を俯瞰的に理解する上でも重要である。

## 2. 地震・火山噴火の予測のための研究

### (1) 地震発生長期評価手法の高度化

#### あ. 目的

地震発生の長期評価は、計画的に地震災害に備えるために有用であり、その信頼性や精度の向上は重要である。史料、考古データ、地質データなどに基づき推定された長期間の地震の繰り返し特性や、変動地形の精査による活断層の特性などを理解し、さらに、近年の観測データや高性能計算機による数値シミュレーションなどを利用する手法を開発して、地震発生の長期評価の高度化を行う。

#### い. 実施内容

大学と海洋研究開発機構は、数値シミュレーションにより、過去に南海トラフで発生した巨大地震の多様な発生サイクルや日本海溝域の巨大地震発生サイクルの再現を試み、観測事実等との整合性を検討した。

大学は、航空レーザー測量や自律飛行可能な無人航空機（UAV、ドローン）による空中写真撮影と3次元計測技術を利用して、数値標高モデル（DEM）から活断層とずれの量をマッピングする手法を検討した。

#### う. 成果

過去に南海トラフで発生した巨大地震の多様な発生様式やゆっくり滑りについて、数値シミュレーションにより、観測事実を説明するモデルが構築された。さらに南海トラフ沿いの陸域でGEONETにより観測されている地殻変動の観測結果から、数値シミュレーションモデルの尤もらしさを確認する手法も開発された。

阿寺断層においてUAVによる空中写真撮影と3次元計測技術を用いることにより、変動地形学的議論に耐え得る3次元地表データの取得が可能であることが明らかになった。さらに2014年長野県北部の地震による地表地震断層について、UAVなどによる最新測量技術を用いた高密度の変位量分布と既存活断層の平均変位速度分布との比較を試みた結果、最近発生した何回かの地震は、今回の地震と同様に破壊域が北方へ広がる地震であった可能性が示され

た。砺波平野を対象に、DEMを用いた詳細な変位地形の抽出を試行し、ステレオ画像により、高岡市街地を横切る断層変位地形や法林寺断層の北延長に僅かな背斜状の変動地形が新たに見出された。いずれも平野部を横切る長波長の変形であり、空中写真や地形図などの地形資料からは抽出困難な変動地形であった。

## え. 今後の展望

地震発生の長期評価手法の高度化は、地震現象の理解を災害軽減への貢献につなげる重要な出口の一つである。2011年東北地方太平洋沖地震の発生を受け、あらためて、プレート境界で発生する巨大地震の多様性をモデル化しその結果を長期評価につなげる手法を開発する重要性が認識された。その過程で、過去の南海トラフ沿いの巨大地震の発生様式とゆっくり滑りを統一的に説明できる多数の数値シミュレーションモデルが構築されてきた。数値シミュレーションが長期評価に使える可能性を示した一方で、発生様式を説明可能な物理モデルやパラメータ分布は非常に多いため、実際に次の地震の評価につなげることは現時点で難しい。海域を含む地殻変動の観測データを同化することで、シミュレーションをより現実近づけていくことができると期待される。ただし、これらの結果を確率評価とどのように結びつけるかについての検討が必要であろう。さらに、上述のようなシミュレーションを用いた高度化に限らず、従来の長期評価の枠組みの中での活用を含めて、史料、考古データ、地質データ等から推定される長期的な地震活動履歴のさらなる利用が今後も望まれる。

プレート境界型巨大地震の長期評価手法の高度化には、長期の陸上地殻変動データや海底地殻変動データの解析による滑り欠損の蓄積やゆっくり滑りを定量化して、次に起こり得る地震の規模や滑り分布を評価する手法を開発していけば、道が開ける可能性がある。

一方、プレート境界型巨大地震と違い、繰り返し間隔の長い内陸地震の長期評価の高度化には、まず、詳細な変動地形の解析による活断層の認定と活動性評価の高精度化が不可欠である。航空レーザー測量やUAVなどによる最新測量技術を用いることにより、高精度で活断層の位置とその変位量分布を明らかにする手法が開発されており、変動地形の理解において今後も活用していくことが望まれる。一方、2014年長野県北部の地震における神代断層のように、想定よりも規模が小さく、短い区間での断層活動の可能性や、2016年熊本地震における日奈久断層帯と布田川断層帯との関係のように、断層帯を跨いだ活動の可能性など、新たに課題が顕在化してきている。今後は、内陸地震についても発生様式の多様性を明らかにし、そのモデル化を進め、長期評価の高度化につなげる必要がある。

## (2) モニタリングによる地震活動予測

### あ. 目的

物理モデルに基づく数値シミュレーションと地震活動や測地データ等の観測データを比較することにより、プレート境界滑りの時空間発展機構の包括的理解を目指す。さらに、プレート境界滑りを予測する手法を開発する。また、地殻ひずみ・応力の変動を、断層滑りや広域応力場を基に推定し、地震・火山現象に及ぼす影響を評価する。統計的モデルを用いて、地震活動の予測実験を行うとともに、その予測性能を評価する。

### い. 実施状況

#### ア. プレート境界滑りの時空間発展

国土地理院は、ブロック断層モデルを用いて日本を構成するマイクロプレートの動きを考慮し、陸上地殻変動だけでなく海底地殻変動のデータも取り入れて日本周辺のプレート境界の滑りの時空間発展を明らかにする手法を開発し、ブロック間の固着状態の推定を行った。

大学は、日本列島及び世界で発生した小・中規模相似地震活動の空間分布・時間変化の特徴及び各プレート境界における滑りの特徴を調べ、それらを利用したプレート間固着状態のモニタリングが可能であることを示した。

海洋研究開発機構は、海底ケーブルネットワークを中心としたリアルタイムモニタリングシステムを構築し、即時解析に向けた取り組みを実施した。

海上保安庁は、海底地殻変動の観測を強化し、日本海溝沿いや南海トラフ沿いのプレート

境界の固着状態、特に固着の強さの空間的不均一性とゆっくり滑りの発生域との関連を明らかにした。

大学、気象庁及び産業技術総合研究所は、北海道太平洋沿岸から九州・南西諸島まで日本各地で発生する各種ゆっくり滑りとそれに誘発される群発地震、低周波地震、低周波微動の活動を観測し、それらの時空間発展を明らかにし、ゆっくり滑りを含む多様な滑り現象ととの間の相互作用を理解するモデルを提案した。さらに過去のデータの再解析を行い、ゆっくり滑りの発生履歴を長期にわたって調査した。

大学、気象庁、防災科学技術研究所、産業技術総合研究所及び海洋研究開発機構は、様々な滑り現象について数値シミュレーションに基づくモデル構築を行い、地震発生予測につながる知見を得た。

大学及び海洋研究開発機構は、数値シミュレーションと地殻活動データとの比較により、摩擦パラメータ等を推定するデータ同化手法を開発した。さらに、観測される地殻変動場を、データ同化手法に準即時的に適用する技術開発を進めた。また、豊後水道のゆっくり滑りを対象として予測への適用可能性を探った。

気象庁、防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構は、海陸の地震・地殻変動観測網から得られるデータなどを逐次的に解析することによりプレート境界の滑りの異常を検知するための技術の開発を進めた。

#### イ. 地殻ひずみ・応力の変動

大学は、高密度な地震観測によるデータを利用して、内陸で発生する地震の高精度な震源位置を求め、発震機構解のカタログから地震活動と応力場との関係を明らかにした。

産業技術総合研究所は、微小地震の発震機構解から応力の時空間変化を推定する手法を開発した。

大学は、南アフリカ鉱山において、震源ごく近傍で地震発生前後の絶対応力を測定し、解析した。

#### ウ. 地震活動評価に基づく地震発生予測・検証実験

大学は、統計モデルや物理モデルに基づいて現在と過去の地震活動を評価し、また、将来の地震活動を予測する手法を開発しつつ、観測データに基づいて予測の可能性・妥当性を評価・検証した。

大学は、地球規模の広域な地震活動や、世界の様々な地域の地震活動の予測・検証実験を行うために、国際的な地震活動予測可能性共同実験 (Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability: CSEP) に参加し、地震発生予測モデルの開発や検証方法の改善、実験方法の改善に貢献した。

大学は、地震活動履歴や余震活動などを考慮して、地震サイクル中の地震活動の特徴の変化を明らかにした。また、世界の巨大地震前後の地震活動を再解析して、各地域の地震発生場の違いを見出した。

### う. 成果

#### ア. プレート境界滑りの時空間発展

ブロック断層モデルを用い、GNSS データに加えて海底地殻変動のデータも取り入れて日本のプレート境界の滑りの時空間変化を解析できる手法が開発され、2011年東北地方太平洋沖地震前の日本列島の解析が行われた。その結果、2003年(平成15年)十勝沖地震(以下、「2003年十勝沖地震」)の余効滑りとその北側、南側のプレート境界で生じた滑り欠損、さらに西南日本では、豊後水道の長期的なゆっくり滑りや東海の長期的なゆっくり滑りなど様々なゆっくり滑り現象が統一的に理解された。

世界で発生した小・中規模の相似地震活動について、その空間分布・時間変化及びプレート境界における非地震性滑りの特徴を調べた結果、プレート境界型巨大地震発生後、その余震発生域では相似地震の再来間隔が短くなり、余効滑りの発生が示唆された。また、ほとんどの領域では、プレート間の相対速度と同じ、もしくは、より小さい滑り速度が推定され、背弧拡大域ではプレートの沈み込みから想定される速度よりも速い滑り速度が推定された。相似地震を広い領域で抽出し、活用することにより、世界各地のプレート間固着状態がモニ

タリング可能となることが検証された。

海底地殻変動観測の強化により、日本海溝沿いの 2011 年東北地方太平洋地震後のプレート境界の固着状態や、南海トラフ沿いプレート境界の固着状態の空間的不均一の把握が進んだ。特に南海トラフ沿いにおいて、内閣府による南海トラフ巨大地震の想定震源域の全体が固着していることがわかった。また、足摺沖では 1940 年代の東南海・南海地震の震源域よりもプレート境界浅部側に滑り欠損速度の大きい領域が広がっていることも示された。逆に滑り欠損速度の小さい領域は低周波地震の分布と整合的であることが初めて示された。

北海道千島海溝沿いの沈み込みプレート境界で、GNSS データを用いた短期的ゆっくり滑りの網羅的検出を行ったところ、検出できたイベント数は約 20 年間で 2 回だけであり、この領域では短期的ゆっくり滑りは珍しい現象であることが示された。

2011 年東北地方太平洋沖地震発生前の相似地震カタログから東北沖プレート境界上の準静的滑りの時空間的变化を推定した結果、福島県沖における 2008 年からの長期的ゆっくり滑りの時間推移、2011 年東北地方太平洋沖地震の半年程前から震源より北側で発生した滑りの加速とその南への伝播が捉えられた。

フィリピン海プレート上面における滑りの時空間発展を GNSS データを用いた時間依存インバージョン解析により推定するとともに、波形相関を利用した解析手法によりプレート境界地震の検出を行った。その結果、ゆっくり滑りの滑り速度と地震の発生個数及びゆっくり滑りの伝播と地震の震源の移動の間には強い相関が見られ、群発地震活動がゆっくり滑りによる応力変化によってトリガーされたことが示された。また、房総半島沖では 2011 年東北地方太平洋沖地震の直後にゆっくり滑りが発生していたこともわかった。房総半島ではこれまで群発地震を伴うゆっくり滑りが約 6 年間隔で発生してきたが、2011 年東北地方太平洋沖地震後、その発生間隔は一旦 7 か月まで短くなってから少しずつ延びており、この地域の準静的滑り速度の時間変化を示唆する。

相似地震及び地殻変動データから、北海道～関東地方の沖合のプレート境界断層の広い範囲で、周期的なゆっくり滑りが発生していることを発見した。このゆっくり滑りの発生間隔は地域によって異なり、1～6 年の場所が多かった。また、その発生に同期してその地域の M 5 以上の地震の活動が活発化しており、2011 年東北地方太平洋沖地震が発生した時期にも、三陸沖ではゆっくり滑りが発生していた。周期的なゆっくり滑りが発生しているときに大地震が起こりやすくなる傾向を活用すれば、それを地震・地殻変動観測で検知することによって、大地震発生時期の予測の高度化に貢献できる可能性がある。

広帯域地震観測網で得られた地震波形の相関から、南海トラフ及び南西諸島海溝の近傍で発生する浅部の超低周波地震を検出した。その結果、その発生頻度は紀伊半島沖～四国沖で低く、日向灘・南西諸島と南西に向かうにしたがって高くなることがわかった。この傾向は、相似地震から推定される準静的滑り速度の地域性と高い相関があり、大きな滑り速度が浅部超低周波地震活動を活発化させている可能性を示す。

2003 年及び 2010 年に発生した豊後水道長期的ゆっくり滑りに伴う微動活動の活発化を詳細に調べたところ、微動活動域は約 25 km/年の非常にゆっくりした速度で豊後水道から内陸方向に伝播したことが明らかになり、長期的ゆっくり滑りがその深部側で発生する微動活動に影響を及ぼしたことがわかった。

GNSS データを用い、九州から南西諸島における短期的ゆっくり滑りの発生状況を系統的に明らかにした。九州では四国のゆっくり滑り発生域の南西部延長（深さ 30～40km）で発生しているが、その数は南西ほど少なくなること、また、琉球海溝沿いでは、種子島沖、喜界島沖、沖縄本島南部沖、八重山諸島において短期的ゆっくり滑りの活発な領域が見られ、八重山諸島を除いた 3 領域の発生深度は 10～30km と浅いことがわかった。

過去に南海トラフで発生した巨大地震の多様な発生様式やゆっくり滑りについて、数値シミュレーションにより観測事実を説明するモデルが構築された。また、南海トラフ全域について、地震サイクル間におけるゆっくり滑りの発生を再現する数値シミュレーションを行った結果、地震サイクル前半から中盤にかけては短期的ゆっくり滑りの発生間隔が減少するが、サイクル後半では、長期的ゆっくり滑り発生により短期的ゆっくり滑りの発生間隔は大きな擾乱を受ける結果が得られた。

日本海溝域に関しては、2011年東北地方太平洋沖地震だけでなく、それまでに発生したM7クラスの宮城県沖地震を含む過去の大地震、2011年東北地方太平洋沖地震の前震・最大余震・余効滑りを再現できる様々な摩擦パラメータのモデル群を構築し、次の宮城県沖地震の発生が平均の繰り返し間隔から予測されるよりも早くなる可能性が示された。

東北地方太平洋沖地震の余効滑り発生領域では、データ同化実験のための3次元物理モデルの構築や断層摩擦特性推定手法の開発を行った。余効滑りに適合するプレート境界面の摩擦特性を計算したところ、摩擦特性の空間変化や滑り速度依存性を考慮する必要性が示唆された。摩擦構成則に基づく断層滑りのシミュレーションにおいて、データ同化法を用いて摩擦パラメータを推定する手法を、摩擦パラメータが空間的に不均一である場合にも適用可能な手法に拡張し、2003年十勝沖地震後にGNSSで推定された地震後の余効滑り速度に適用した。得られた摩擦パラメータの空間分布を用いて、その後の余効滑りの時空間発展を予測した。さらに、摩擦パラメータと初期条件を同時推定する手法として、データ同化手法をゆっくり滑りに対して適用するための数値実験を実施し、精度の良い推定に必要な地殻変動観測点分布やデータ量を求めた。

気象庁による南海トラフ沿いの面的監視処理では、2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動を除去したGNSS観測データを用い、監視範囲を変更して、東海の長期的ゆっくり滑りを検出しやすくした。また、体積ひずみ計の降水補正についての改善手法を開発した。

#### イ. 地殻ひずみ・応力の変動

微小地震の発震機構解に基づき上町断層帯周辺における詳細な応力場推定を行った。推定された応力場と断層深部形状を考慮すると、断層帯中央部や南部に比べ、北部の活動性が低いと推定された。

南アフリカの鉱山で起こったMw2.2地震の発生前後に断層周辺で採取したボーリングコアを新しい応力測定法で解析し、地震前後や断層と地質構造との位置関係によって有意に異なる応力値を得た。

#### ウ. 地震活動評価に基づく地震発生予測・検証実験

これまでの発生履歴と統計モデルに基づいて、日本海溝沿いの小繰り返し地震の予測可能性を調査したところ、2010年までに限れば良好な予測成績が得られることがわかった。地震活動の特徴から前震である可能性の高いものを選別する手法を群発活動が特徴的な伊豆地域に適用し、予測性能が検討された。2011年東北地方太平洋沖地震の滑り域での地震活動の時間変化を見ると、地震後しばらく高くなっていたb値がほぼ平常値に近いレベルまで戻っていることがわかった。

地震活動予測手法の比較検証を目的とするCSEPと連携し、検証に用いる地震活動データベースなどの共通基盤を整備し、地震発生の統計モデル・物理モデルに基づく地震活動予測手法の開発や、異なる予測手法間の比較実験が実施された。2011年東北地方太平洋沖地震後は、どのモデルでも総地震数の予測成績が相当低下し、統計モデルにまだ改善の余地があることが明らかになった。モデルの優劣を客観的に評価する体制を構築するという目的はほぼ達成された。

地震活動度を定量的に評価するためにETASモデルでは余震の影響を取り除くことが標準的に行われているが、そのモデルパラメータの時空間的な変化を推定することは難しい。そこで、地震活動の特徴に基づき日本列島域を多数の区域に分割し、それぞれの区域で適切なパラメータを統計的手法により推定した。また、余震活動に関して、応力変化と摩擦構成則に基づく物理的なモデルが提唱されているが、実際の余震への適応においてはETASのような経験的な統計モデルに及ばないとされてきた。この物理的モデルを、「全ての地震が余震を引き起こす」という仮定を取り入れ改良したところ、余震の観測事実の説明では、ETASには及ばないまでも大幅な改善がみられた。

#### え. 今後の展望

これまでに、巨大地震の震源域近傍で発生した様々なプレート境界の滑り現象を包括的に説明できるモデルが構築され、プレート境界の摩擦特性の不均一性に関する研究が進んだ。一方、新しく北海道から関東にかけて広い範囲で周期的なゆっくり滑り現象が観測され、地

震活動の活発化との相関も見られている。今後、広範囲な周期的ゆっくり滑り現象が定常的プレート運動の周期的擾乱としてモデル化され、複雑なプレート運動の理解が進めば、地震発生予測につながる可能性がある。

上記のように発生域や時定数が異なる様々な滑り現象が観測されているが、これら多様な滑り現象の理解を滑りの予測につなげることを目指している。その際には、データから推定された様々なプレート境界滑り現象を包括的に説明できる摩擦パラメータの分布モデルを観測誤差に応じた幅をもって推定し、そのような摩擦パラメータ分布モデル群を用いて将来のプレート境界の滑りを予測する必要がある。2011年東北地方太平洋沖地震の震源域近傍で観測された様々な滑り現象を数値シミュレーションで再現できる摩擦パラメータモデル群を作成し、これらから次の宮城県沖地震の発生時期の予測分布を得た成果は、今後の予測の方向性を示した。一方で、地殻変動観測データを数値シミュレーションに同化させ、摩擦パラメータや初期条件を推定し、プレート境界での滑りを予測し、その予測精度を評価する手法の開発も進んだ。今後、シミュレーションと観測データの比較から物理量やモデルパラメータを適切に推定し現実的な予測を目指すためには、数値シミュレーションのデータ同化手法の高度化だけでなく、数値実験により、海溝軸からどの程度の距離でどの程度の観測点間隔で地殻変動観測・地震観測等を実施し、どの程度の観測精度が必要であるかを明らかにしなければならない。また、それに応じた観測点配置や観測量を得るためには、どのような技術を開発しどのような調査観測を実施すべきかを総合的に考えながら研究を進めることが必要となる。そのためには、これらに関係する研究者間またはグループ間で最新の研究に関する情報交換ができる体制を構築する必要がある。

また、過去の地震活動の評価から地震活動を予測するための研究にも進展があった。余震活動の物理モデルが改良され、余震の発生系列を統計的モデルとほぼ同程度に説明できるようになってきた。統計的モデル間の優劣を客観的に評価する手法もととのった。今後、さらに地震活動の物理的理解を取り込みながら統計的モデルを高度化する研究を進展させていく必要がある。

### (3) 先行現象に基づく地震活動予測

#### あ. 目的

地震・火山噴火の予測のための研究の一環として、地震に先行すると報告されている現象の統計学的検証と発現過程理解に基づき地震発生の中短期予測を目指す「先行現象に基づく地震活動予測」の研究を行う。これまで地震の先行現象を観測したとの報告は多いが、内容は非常に多様であり、それらの系統性は必ずしも明瞭ではない。ここでは先行現象の捕捉を目指した観測を行い、これまでに得られているデータも含めて、観測された現象と地震の関係の統計的有意性を評価し、その物理・化学過程を研究する。

#### い. 実施状況

大学は、地震活動や電磁気現象、地球化学現象などの大地震に先行すると報告されている種々の現象の観測を行い、それらと地震発生の相関を客観的に評価した。また、衛星データを利用して、電磁気現象と地震発生の関係を統計的に検証した。さらに、室内実験や数値シミュレーションなどのモデリングを通じて、前震や地震発生に先行する電磁気現象の発生メカニズムを研究した。

気象庁は、様々な地域の地震活動から客観的な異常を抽出し、本震発生予測の性能を評価した。

#### う. 成果

本震の震源近傍で数日前から先行して発生する微小繰り返し地震を、国内の複数の内陸地震で見出した。国内の複数の地域において、地震活動のクラスタリングに着目した前震の事前識別を行い、その予測性能を評価した。南アフリカ金鉱山内で発生した地震の震源域では、本震に先行する地震活動がいくつかのクラスターに分かれており、一部のクラスターの活動は本震発生直前に加速したことが明らかとなった。また、南アフリカ金鉱山では、微小地震

発生域の準静的拡大が明瞭に観測され、岩石実験やシミュレーションで確認されている破壊核形成過程に相当する現象である可能性がある。さらに、大きなアスペリティの内部に小さなアスペリティが存在する場合の破壊過程を数値シミュレーションにより調べ、前駆滑りの規模と本震の規模の関係の多様性を明らかにした。

大地震に先行する中期的な変化としてよくとりあげられるものに、地震活動の静穏化がある。この現象を系統的に評価するために、1964年から2012年までの日本列島周辺の海溝沿いにおいて、客観的基準により網羅的に静穏化現象を検出した。10年以上継続する長期静穏化は11回発生し、うち3回は巨大地震に先行した。特に、2011年東北地方太平洋沖地震の震源域では、2002年頃開始した長期的ゆっくり滑りと1989年から2000年にかけての静穏化領域がほぼ同じ場所であることから、両者が密接に関連している可能性がある。また、国内の大地震を対象に地震活動の静穏化・活発化解析手法を適用した結果、静穏化事例の約8割で地震発生前までに静穏化領域が破壊領域を囲む現象が見られた。この他、1984年から2011年東北地方太平洋沖地震直前までの日本列島周辺の地震活動に対して、臨界現象の時系列解析を行ったところ、対象期間中に6回発生したM7.6以上の浅発地震すべてに対するものを含め9回の異常が検出された。地震活動の異常は本震に数か月先行して発生した。

電磁気先行現象に関しては、局所的な地電位の異常が地震に先行する傾向の統計的有意性を、神津島の1997年から2000年の活動に対して示した。また、三宅島の火口付近で繰り返し発生したパルス状の超長周期地震波に同期して全島で観測された地電位の変化が、地震に伴うひずみが起こす水流による界面動電現象で定量的に説明できることが示された。

電離層に現れる先行現象に関しては、日高山脈を挟んだVHF電波の伝播異常について客観的基準を用いた網羅的検出を行い、地震発生に数日先行する傾向の有意性を示した。また、先行時間の短さから、本震破壊の開始への密接な関与が推察される現象の一つに、巨大地震の一時間程度前に見られる電離層全電子数の変化がある。この現象について、津波による擾乱を受ける地震後のデータを用いない手法でも、解析を行った世界のM8.2以上の巨大地震8例全てについて同様の異常が検出され、主に太陽活動に起因する平時の電離層異常の発生率を考慮しても、地震に先行する傾向が統計的に有意であることが示された。さらに、本震が大きいほど、異常の振幅が大きいことがわかった。また、電離層異常のメカニズムとしてよく使われる正孔電荷による電流について、圧縮によって岩石中の正孔濃度が激増することを岩石実験により直接的に示した。

大気中ラドン濃度について、全国のモニタリングネットワークを構築し、気象要素による変動を補正する手法を開発した。また、地下水中の様々な化学種の濃度を自動連続観測する装置を開発した。また、中伊豆観測点の地下水中ラドン濃度について、2011年東北地方太平洋沖地震に数か月先行する顕著な増加を捉えた。

## え. 今後の展望

確率表現を用いて地震発生予測を定量化することは世界的な流れであり、本計画でも強く意識されている。様々な先行現象候補が検討されており、多くの課題で観測事象と地震発生との関係が、否定的な結果も含めて定量的に表現された。系統だった網羅的な検証はまだ一部に限られているため、今後、先行現象の対象を拡げていくことが重要である。また、先行現象のメカニズムの解明においては、先行現象が反映するものが、本震破壊の準静的な開始によるものか、地震発生の準備が整ったことを示すのか、あるいは、本震のトリガーとして働いているのかを峻別することが望ましい。

先行現象に関しても予測の試行を通じた確率論の枠組みでの評価が浸透してきており、地震発生予測を確率化する方向性が示されている。当該情報の社会的価値を冷静に議論するためにも、地震発生予測の定量化及び予測成績の定量的な評価を充実していく必要がある。

## (4) 事象系統樹の高度化による火山噴火予測

### あ. 目的

これまでに作成されてきた噴火事象系統樹と同様に、過去の噴火履歴とマグマ系の変遷の情報をもとに、近年も火山活動が活発であり、噴火が発生した場合の社会的影響が大きいと

考えられる複数の火山を選択し、新たに噴火事象系統樹を作成する。また既存の噴火事象系統樹を高度化するために、噴火履歴やマグマ進化データ、地震や地殻変動データに関する新たなデータを収集し、噴火事象系統樹の高度化を目指す。さらに事象の分岐点について、過去の観測データによる経験、理論・実験的な予測等に基づき、事象分岐の判断方法をまとめる。

## い. 実施状況

本研究計画開始時点から蔵王山の地震活動や地殻変動が活発になり、噴火の可能性が指摘されるようになった。そのため大学は当初の計画にはなかった蔵王山の噴火事象系統樹を作成することとした。まず、噴火履歴、噴火様式、古記録から見た噴火活動、マグマ変遷及び最近の地球物理学的観測に関して、関係機関による研究集会を開き、その後大学・産業技術総合研究所・気象庁からなるコアメンバーにより、噴火事象系統樹を作成した。また、当初計画した火山では、有珠山、浅間山及び十勝岳に関して大学、気象庁、産業技術総合研究所及び北海道立総合研究機構による研究集会を実施し、噴火事象系統樹作成に必要なデータを蓄積し、有珠山と浅間山について噴火事象系統樹を作成した。

大学は、雲仙岳、モンセラート島（スープリエール・ヒルズ）、シナブン山、伊豆大島、三宅島、霧島山（新燃岳）、御嶽山、口永良部島、雌阿寒岳、ストロンボリ山、エトナ山などについて調査した。地震・地殻変動観測、電磁気学的観測、火山ガス観測の結果を過去の文献等（論文、報告書など）をもとに、噴火事象・観測量の時系列を作成し、電子ファイルとしてまとめた。

防災科学技術研究所は、16火山において基盤的火山観測網やリモートセンシング技術によって得たデータを国際データベース WOV0dat に蓄積し、他の火山との比較を行った。また、火山の噴火様式や推移予測、火山活動分岐判断に必要なパラメータとなる地震活動や地殻変動の解析を霧島山、口永良部島、箱根山等で行った。また、火道内のマグマ挙動の数値シミュレーションをおこない、噴火の過程を検討するとともに、2011年東北地方太平洋沖地震やその誘発地震を事例とした巨大地震発生に伴うマグマへの影響評価に関する数値シミュレーションを実施した。

## う. 成果

蔵王山は近代観測網により噴火活動が観測されていない火山であり、噴火事象系統樹を古記録と地質調査による噴火履歴・様式に関するデータを基に作成した初めての事例である。そのため事象分岐に確率を付与することはできなかったが、これまでの噴火活動事例を整理し、発生の可能性の大小を示した事象系統樹を試作した。現在、火山活動は低下しており、試作した噴火事象系統樹を現場で試用することはなかったが、国内に多くある噴火の観測事例を欠く火山での、噴火事象系統樹作成の指針となった点は評価できる。

一方、有珠山及び浅間山は近代的観測が始まった20世紀入って以降も噴火活動が頻発しており、その観測網も日本で最も高性能・高密度である火山の一つであり、噴火事例だけではなく、浅間山では噴火未遂事例も複数観測されている。さらに地質学的な研究も進んでおり、完新世あるいはそれより古い時期からの噴火履歴がよくわかっている。このような恵まれた条件の中で作成された噴火事象系統樹は、分岐での確率を示すことができた。加えて特筆すべきことは、浅間山では最近の地殻変動観測結果をもとに、前兆現象が観測された後の噴火未遂と噴火発生の分岐確率を示したことである。その意味で、現時点では最も高度な噴火事象系統樹が作成されたと考えられる。

国内外の活動的火山の噴火事象・観測量の時系列データベースを検討した結果、より大きな規模の噴火に分岐する前やマグマ噴火の開始前には、山体膨張の発現、地震活動やガス放出の活発化、全磁力の変化などが多くの場合に見られ、このような観測量のモニタリングが分岐判断に有効であることが確かめられた。一方で、観測項目によっては、噴火直前に変化しない例があることもわかった。この結果を踏まえ、重要な分岐現象と噴火予測の判断基準を考えるために、これまで国内外で作成されてきた噴火の事象系統樹をレビューした。

火山活動分岐判断に関しては、マグマ噴出率変化とマグマ溜まり圧力変化の同時観測によ

って、爆発的噴火への遷移過程を直前予測できる可能性があることを示した。また、静岡県東部地震の影響による富士山のマグマ溜まりの変動量を評価し、応力変化として0.1～1.0MPa程度、変位量として数cm程度であることを明らかにした。

#### え. 今後の展望

噴火履歴を基にした従来型の噴火事象系統樹は、分岐判断基準に欠けるという問題点はあるが、自治体や住民が火山活動を俯瞰的に理解するという点では必要不可欠な情報である。今後も噴火履歴データ等の蓄積に応じて、新たな火山での系統樹の作成や既存の系統樹の改訂を進めていくべきである。一方で、本研究成果を含めた火山学的知見を活用して、事象分岐の条件や論理を明らかにすること、さらに理論的あるいはシミュレーションによって予測を行うことに今後は重点を置くべきであろう。そのためには、噴火活動の観測事例の豊富な複数の火山で、観測データの特徴や噴出物の解析などを進め、事象分岐基準について議論を進めることが重要である。

### 3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

#### (1) 地震・火山噴火の災害事例の研究

##### あ. 目的

強震動、津波、火山灰・溶岩の噴出などといった自然現象としての災害誘因が、地形・地盤など災害の自然素因のみでなく、災害への曝露人口、建造物の脆せい弱性、社会の回復力などの社会素因とどう結び付いて災害を出現させたかを、近代的な観測や調査データ、近代観測開始以前の史料に残る地震・津波・噴火の記載に基づき長期的視野をもって明らかにする。近代的な観測・調査データや史料より、地震・火山災害の特性や地域性を明らかにし、データベース化を図るとともに、地震・火山噴火による災害と社会環境の関係を明らかにする。さらに、国内外の事例研究により社会の地域的特性と地震・火山災害との関係を明らかにする。

##### い. 実施状況

###### (史料データベースによる災害と社会環境の関係解明)

大学は、史料データベースの構築・解析を行いながら、過去の災害事例をモデルケースとして、当時の人々の対応や教訓などを分析した。その際、史料が多く存在し、当日の地震対応の様子を総合的に描くことができる江戸時代の1703年元禄関東地震と1855年安政江戸地震の災害対応を分析対象とした。

###### (社会の地域的特性に基づく地震・火山災害事例の知見集約・発信化)

大学は、新潟県を事例に、地域特性を持つ過去の災害事例について、焼山火山災害、新潟地震、平成16年(2004年)新潟県中越地震(以下、「2004年新潟県中越地震」)、平成19年(2007年)新潟県中越沖地震等の評価・検証を行った。特に研究初年度の平成26年度は、新潟地震50周年、焼山火山災害40周年、2004年新潟県中越地震10周年という契機の年であったために、火山・地震災害の被害やその後の復旧状況を評価・検証した。

大学は、イタリア、アメリカ、イギリスなどにおいて現地調査を行い、当地における地震動の長期予測情報のリスク・コミュニケーション手法について検討を行った。特にイタリアの2009年ラクイラ地震についての現地調査では、地震発生に際して地震学者の情報発信のあり方と市民とのリスク・コミュニケーション事例について分析を行った。

##### う. 成果

###### (史料データベースによる災害と社会環境の関係解明)

大学は、元禄関東地震と安政江戸地震についての史料から、当時の幕府の災害対応においては、日光東照宮への地震伺いといったような幕藩体制の維持に重きが置かれており、また多元的な権力構造が江戸城中心の災害対応に何らかの支障を来していたことが考えられ、現代のような被災者の救済とは異なる優先度が付けられていたことが推定された。

###### (社会の地域的特性に基づく地震・火山災害事例の知見集約・発信化)

大学は、新潟県と共同で、2004年新潟県中越地震における経験と教訓を科学的な知見とするための活動を実施し、その成果として得られた災害知見を「次代の災害復興モデルの構築を目指して～にいがたからの知見の教訓と発信～」として、(1)中山間地域の住宅再建、(2)農業を中心とした産業復興、(3)経済の活性化、(4)中山間地域を含む被災地における生活再建、(5)他地域への効果的な普及方策の検討、(6)広域的なコミュニティの創造、の観点でまとめて発信した。2004年新潟県中越地震と1995年兵庫県南部地震の復興過程を被災者の主観的評価から検証したところ、中山間地と都市という違いがありながら復興の時間変化に共通性が見られるなど日本社会における復興の構造に一般性があることが明らかになった。

大学は、2009年ラクイラ地震について分析を行ったところ情報を発信する地震学者と市民とのリスク・コミュニケーションの手段が限定的であったことと、情報を統括・整理・更新する公的機関の脆弱性がリスク・コミュニケーションに影響を与えていたことがわかった。

## え. 今後の展望

これまでの計画では、自然科学を中心に災害誘因の解明に焦点をあてた地震・火山研究が行われてきたが、本計画を災害科学の一部としてとらえた場合、これに加えて、人文・社会科学を巻き込んだ災害誘因・災害素因の双方の観点から地震・火山災害研究も視野に入れて進めていく必要がある。特に、過去の地震・火山噴火の理学的側面の現象解明は多く行われているものの、過去の災害事例の人文社会科学的な側面については現象解明がほとんどなされておらず、過去の災害事例を温故知新として、自然現象の発生過程だけでなく、社会現象としての災害について明らかにする必要がある。

具体的には、前近代の地震・災害については史料の分析により、最近の地震・火山災害については被災者への質問紙調査などの社会調査によって、災害誘因が災害素因とどのように結びついて災害を引き起こしたかを解明する。そのために、例えば、災害時の市民の心理・行動や政府の災害対応などを調べる必要がある。また、2016年熊本地震の例などから示唆されるように、地震・火山災害からの復旧過程の研究では、災害を引き起こした地震・火山噴火発生後に引き続く中・長期的な地殻活動（余震や継続する噴火など）の影響を検討することも重要である。

本研究計画実施中にも、2014年御嶽山噴火や2016年熊本地震など、人的被害を伴う地震・火山災害が発生している。これらの新しい災害事例の研究も含めながら、これまでの災害事例の検証を丁寧に行い、知見の集約化と効果的な発信手法を提案することが望まれる。そして本研究計画によって導出・提案された知見・発信手法をもとに、一般市民、行政の災害担当者の防災リテラシー（災害に立ち向かうために必要な能力）を向上させるための防災教育や、災害研究者を目指す大学院学生などの教育カリキュラムの構築、災害科学の体系化へと昇華させていくことが望まれる。

## (2) 地震・火山噴火の災害発生機構の解明

### あ. 目的

地震・火山噴火による災害誘因が災害素因に与える作用力だけでなく、自然環境や社会が受ける損傷、破壊などの影響、災害による経済機能の低下、被害拡大、社会混乱などの社会・経済的影響の波及効果を検証し、災害発生機構を解明し、誘因と素因の関係において、防災・減災に資するための誘因研究の新たなモデルを構築する。具体的には、①人口密度が高い堆積平野・堆積盆地を対象にして、地震災害発生機構を多面的に分析する、②地域防災対策への貢献のために、火山災害発生機構を解明する、③歴史的に繰り返す災害による社会的な要因の変化を災害発生機構から検証する、等の調査研究による成果を導出する。

### い. 実施状況

大学は、「人口密度が高い堆積平野・堆積盆地を対象にした地震災害発生機構の多面的解明」について、国内外の堆積平野・堆積盆地における強震記録データベースの増強を開始し、特に国内では諏訪盆地、国外ではカトマンズ（ネパール）を対象として、地震波の増幅特性の地形等の効果を調べることにより、地震災害発生機構の多面的な分析を実現した。「地域防災

対策への貢献に資する火山災害発機構の解明」については、火山の前駆活動及び噴火推移の事象の発現に沿った避難計画策定の可能性について検討し、また降灰の長期的影響について交通ネットワークの復旧分析を実施した。「歴史的に繰り返す災害による社会的な要因の変化による災害発生機構の検証」では、東日本大震災の被災地において、被害から明らかとなる脆弱性に規定された長期的土地利用の変化を検証し、南海トラフ巨大地震の被災想定地域における脆弱性と事前復興対策について分析した。

## う. 成果

「人口密度が高い堆積平野・堆積盆地を対象にした地震災害発生機構の多面的解明」について、国内では、諏訪盆地で観測される地震波解析の結果として、地震動増幅特性の把握に効果的な盆地端部のペア観測点を見出した。また、国外では、ネパール国カトマンズ盆地において、マグニチュード5程度の地震動記録を収集・解析することで、既往の距離減衰式と調和的であることが確認できた。

「地域防災対策への貢献に資する火山災害発生機構の解明」については、2011年霧島山（新燃岳）噴火の降灰を事例として、降灰量と道路通行規制の有無の関係を機能的フラジリティ曲線で近似し、降灰量に対する通行規制の確率分布を求めた。このモデルでは、目的関数を道路の清掃時間、交通量、交通量の低下率の積を対象とするすべての道路について和を取ったものとして最適解を求めた。また、桜島噴火を事例として、地盤変動から推定されるマグマの貫入速度に応じた噴火規模や様式を想定し避難計画案を策定した。

「歴史的に繰り返す災害による社会的な要因の変化による災害発生機構の検証」においては、津波の被災地において、歴史的土地利用の変化パターン（暴露性の高まり）と土地利用の変化メカニズム（脆弱性の進展）に着目し、農村的土地利用の都市的土地利用への転換（都市化）、未利用地の都市的土地利用への転換（高度化）を空間形態に基づいて可視化・解明した。

## え. 今後の展望

地震・火山災害発生機構の解明のためには、災害誘因だけではなく災害素因についても研究し、誘因と素因の相互作用を理解する必要がある。例えば、震源での地震波の発生や複雑な地殻構造での地震波の伝播、地形・地盤等の自然素因が地震動や地滑りに及ぼす影響などの理学的研究に加え、建造物等への影響や構造物被害等による経済的損失を考慮して、総合的に災害を予測する際に、地震学の成果がどのように貢献するかを検討することは、災害予測の高精度化に資する研究につながると考えられる。

火山噴火による降灰が道路交通に及ぼす影響の評価や、桜島火山の噴火予測に基づく避難計画の検討は、災害誘因と災害素因をともに考慮して災害軽減の方策を検討するうえでは重要な成果である。これらの手法を他の火山に適用することを検討するとともに、降灰や噴火の予測精度の向上が災害軽減にもたらす効果の評価なども研究すべきである。

### (3) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化

#### あ. 目的

地震・火山噴火による災害軽減に資するため、地震や火山噴火に伴う地震動、津波、地滑り、山体崩壊などを、地震や火山噴火前に高精度に評価する手法を開発する。そして、本計画で得られる地震発生や火山噴火の理解や、地下構造モデルなどの最新の研究成果を利用して、災害誘因の事前評価を行う。

#### い. 実施状況

##### (地震動予測)

大学は、プレート境界地震及び内陸地震やスラブ内地震において、地震波を強く発生する場所の事前推定を目指し、地震波形逆解析などの震源過程解析手法を用いてアスペリティ領域（大滑り域）や、強震動生成域の高精度マッピングを行い、過去の大地震の解析事例を増やした。

大学は、地震動の増幅に大きな影響を持つ堆積層地盤を調べるため、探査や観測を行った。また、平野や盆地の堆積層構造や、スラブの不均質構造を含む3次元不均質構造モデルについて、地震波伝播の数値シミュレーションを実施し、複雑な地下構造内を伝播する特徴的な地震波の再現や、観測との比較に基づく地下構造モデルの検証・更新、過去の大地震の地震動の再現や将来発生する可能性のある大地震による地震動予測を行った。

#### (地滑り予測)

大学は、地滑りを起こし得る斜面や人工盛土で地震動や間隙水圧などの観測を行い、土質や地形に応じた地震応答特性を調べた。さらに、地滑りの調査を行い、発生状況や地滑り面の地層を明らかにした。

#### (火山灰や溶岩噴出の予測)

気象庁は、火山の大規模噴火時の降灰予測において、日々変化する気象場の影響を検討した。

## う. 成果

### (地震動予測)

2011年東北地方太平洋沖地震の震源解析では、近地強震動、遠地実体波、地殻変動、津波等の単独の観測データ、または、それらの統合データによる解析が行われた。周期10秒以上の長周期地震波形や津波波形データの解析からは、破壊開始点付近から海溝よりの浅部に大きな滑りをもつ、広大な滑り域が推定された。

その他、震源破壊過程解析により、国内外で発生した大地震の断層面上の大滑り域や強震動生成域のマッピングを継続的に進めた結果、これらと地震の規模の関係が高精度化された。加えて、断層破壊伝播速度がS波速度を超え強い加速度を生み出す地震や、強い揺れを伴わない津波地震、高周波数の地震波放射が極めて小さい地震など、断層破壊現象の多様性についても知見が蓄積された。

関東平野の地震基盤の非対称な形状が地震動にもたらす影響を調べるため、同規模の地震が新潟県中越地方で発生した場合と、福島県東部で発生した場合について地震波伝播の数値シミュレーションを行った。その結果、福島県東部に設定した地震の地震波は基盤深度の変化が緩やかな北東方向から入射するため長周期地震動の振幅は小さく、新潟県中越地方に設定した地震の場合の3分の1以下になることが確認された。

大阪堆積盆地北西部の観測点における中小地震記録に見られる孤立的な後続波群の特徴を波形解析と地震動シミュレーションにより調べた。後続波群は地表と堆積層/地震基盤の境界間の多重反射S波であり、基盤の3次元形状の影響で震動卓越方向が変化していくことを明らかにした。また、大阪堆積盆地を伝播する中小地震の地震動シミュレーションにより、盆地内を伝播する後続波の評価に重要な堆積層減衰定数の推定や、現状では地下構造モデルの不十分な区域の把握を行った。

異常震域の原因となるスラブ内のラミナ状不均質構造とその起源を調べるため、太平洋プレートを伝播する地震波を調べ、年代が古く厚いプレートほど高周波数地震動の散乱が強いこと、ラミナ構造は海洋プレートが海嶺で生成される際に既に形作られているがプレート年代が古くなるとともにその厚さが増すことがわかった。

大地震の地震動や津波の発生過程の理解と、強震動・津波の事前予測に有効なシミュレーション技術にも大きな進展があった。京コンピュータを用いて2011年東北地方太平洋沖地震の強震動、水中音波、地殻変動の同時シミュレーションが行われ、複雑な断層運動に伴う強震動と津波の生成過程の評価が進められた。2015年小笠原諸島西方沖の地震の3次元構造モデルによる日本列島の地震動のシミュレーションでは、同地域の過去に発生した深発地震より震源が深かったために従来とは異なる異常震域分布となったことを再現することができた。

### (地滑り予測)

首都圏の丘陵地帯の人工盛土における地震観測により、地山に比べて揺れの大きさが増幅され、特にS波の上下動成分において特定の周期帯の地震波が顕著に増幅するなど、特徴的な地震応答特性が確認された。2011年東北地方太平洋沖地震など過去の地震でも、排水設備が不十分だったり、締固めの悪かったりした盛土が、大振幅地震動により地盤崩壊や液状化

を起こしており、人工盛土の地震動応答の解明は崩壊予測の高精度化に資するものである。

火山地域での地震による地滑り被害研究のレビューを行い、最も甚大な被害は降下火砕物の崩壊性地滑りによるものであることを確認した。そのような地滑りの例として、1949年今市地震による火山地域の崩壊性地滑りの調査を行った結果、この地震及びこの地震以前の多数の崩壊性地滑りを確認した。また、深い地滑りの滑り面は自然含水量が高い火山礫層に当たり、地震によって地滑りが始まると滑り面付近に高い過剰間隙水圧が発生し、高速長距離地滑りになりやすいことがわかった。

#### (火山灰や溶岩噴出の予測)

大規模噴火時の降灰予測に気象場の変化が与える影響を調べるため、1707年富士山宝永噴火及び1914年桜島大正噴火を想定した降灰シミュレーションを毎日行い、その日の気象場に基づいた計算結果を蓄積している。桜島大正噴火を対象とした計算では、気象条件によっては東北地方や北海道まで降灰が到達することが予測された。

### え. 今後の展望

地震・火山噴火の災害誘因である、地震動、地殻変動、津波、火山灰降下、地滑り現象の事前予測のアウトプットは、観測体制の強化、事例解析の深化や増大、数値シミュレーション技術の高精度化により、非常に高度化している。また、工学研究が増強されたことにより、事前予測のアウトプットがどのような災害につながるのかについても具体像が示されるようになりつつある。しかし、地震も火山噴火も複雑な地殻構造の中で起こる非線形現象であり、発生時や発生過程の詳細など、予測精度を上げるのが難しい要素も多い。そのため、現状の事前予測には大きな不確定要素が内在し、それが事前予測結果を利用しづらい原因にもなっている。不確定要素の中でも、災害誘因の予測結果への影響が大きく、かつ、現状に鑑みて次のステップとして妥当な要素をターゲットに据え、予測結果の幅を狭める努力を積み上げていく必要がある。例えば、地震動の事前予測では、地下構造のより詳細なモデル化や、強震動を特に強く発生する強震動生成域の形成要因などがターゲットになる可能性がある。一方で、このような予測の現状を踏まえ、いつ、どこへ、どのような情報を発信すべきか、災害への適確な備えに役立つ予測情報の形とその社会実装への具体的なロードマップを考えていく必要がある。

## (4) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化

### あ. 目的

地震発生後の地震波・津波などの観測データや、それらから速やかに推定される震源特性などを用いて、強震動と津波の即時予測手法の高度化を行う。また、火山噴火の特性の即時推定や、それらによる様々な災害の予知につながる方法を検討するとともに、火山灰の監視技術の向上と、数値シミュレーションを用いた予測方法の高度化を図る。

### い. 実施状況

#### (震源特性の即時推定と地震動の即時予測)

大学は、数日以内の時定数を持つ地殻変動場を精密に捉えるため、GNSS解析の高精度化に関する研究開発を進めた。キネマティックGNSS解析(kGNSS)における対流圏遅延と座標推定値の分離能力の向上を試みるとともに、精密可動台の開発を開始し、リアルタイムキネマティック(RTK)GNSSの精度評価を行った。

大学は、輻射伝達理論に基づく解析手法を用いて、九州地方の地殻における地震波の散乱減衰と内部減衰とを定量的に分離推定し、その結果を使用して、モンテカルロシミュレーションによる地震動エネルギー伝播の予測を行った。

国土地理院は、GEONETリアルタイム解析から得られる地殻変動データを用いて、矩形断層モデルまたはプレート境界面上の小断層モデル(滑り分布モデル)等を即時推定する技術の開発を行った。

気象庁は、地盤の増幅特性のリアルタイム補正、データ同化手法による震度分布の実況把握及びその実況分布から波動伝播の物理に則って震度を予測する手法を組み合わせる実波

形データに適用した。また、実波形データを用いた地盤の増幅特性を全国の観測点で推定した。

気象庁は、国土地理院と共同して、GNSSで観測された長周期地震動の解析によりモーメントテンソルを推定し、さらにそのモーメントテンソル解と地殻変動に整合的な断層面を推定する手法を開発した。また、データ同化手法を取り入れた、地震動の時間履歴推定法、粒子フィルターや波形相関を用いた震源決定法、3次元速度構造を用いて高速に震源計算を行う手法等を開発した。

#### (津波の即時予測)

大学は、リアルタイム浸水予測手法の高度化のために、GNSS観測データのリアルタイム解析による震源モデルの推定手法の利用や、沖合で観測された津波波形の逆解析に基づく津波の即時予測手法を遠洋津波波形観測データに適用することで、予測精度の向上を図った。また、防災科学技術研究所で整備されつつあるS-netの津波観測データを入力として津波数値計算を実施する新しい数値計算手法の開発に取り組んだ。

気象庁は、房総沖の気象庁ケーブル式海底水圧計の近くに、高精度自己浮上式海底水圧計を設置して観測を実施し、期間中に発生した福島県沖の地震(M7.0)に伴う地震動や津波による圧力変化を観測し、得られた海底圧力データの周波数解析を行った。また、沖合で観測された津波波形の逆解析に基づく津波の即時予測手法システムについて、2011年東北地方太平洋沖地震の津波観測データを用い、その手法の改良を検討した。さらに、同システムの予測結果を円滑に活用できるように、統計的手法等に基づいて予測精度をリアルタイムに評価する指標の開発を進めた。津波エネルギーの伝達過程を基に組み立てられた、津波の成長過程を含めた全期間の振幅時間変化を説明するための数理モデルを用いて、各パラメータが津波の挙動にもたらす効果の検討を行った。

#### (火山噴火の特性の即時推定や火山灰の監視と予測の高度化)

大学は、桜島で噴火によって放出され、大気中を浮遊する火山灰の粒子密度の測定を実施した。また、火山灰の粒子密度の連続測定を桜島の地上において実施した。噴煙粒子の形状と落下速度の関係を明らかにすることを目的として、桜島で採取した噴煙粒子のサンプルを、防災科学技術研究所の大型降雨実験施設内で自由落下させ、落下速度、形状、落下姿勢などの噴煙パラメータを求めた。火山灰の量的把握を目的として、桜島噴火のレーダー画像を解析し、反射されるレーダー電波の強さの時空間分布と降灰量を比較した。

大学は、噴火発生時にその情報をすばやく収集して解析する手法を開発するため、桜島において噴火直後の降灰を収集し、その画像データを取得して実験室におけるデータと比較し、火山灰の単位面積当たりの質量や粒度と画像から得られる情報の関係を調べた。

気象庁は、御嶽山噴火時の降灰域について、気象レーダーで抽出された噴煙高度の時間推移を活用し、解像度の高い数値予報モデルを用いた領域移流拡散モデル(RATM)による予測を行った。大規模噴火の過去事例として、1914年桜島大正噴火について、当時の噴煙高度や降灰分布を整理し、RATMによる火山灰拡散・降灰予測実験を行った。大規模噴火時に成層圏に達した火山灰の輸送を予測する際に問題となる、高層で空気が希薄になることによる落下速度の変化について、RATMを用いた検討を行った。3次元噴煙モデルによる計算結果をもとに、2011年霧島山(新燃岳)噴火に特化した新しい噴煙柱モデルを構築した。

## 5. 成果

#### (震源特性の即時推定と地震動の即時予測)

GNSS解析の高精度化のために、全球数値気象モデルから期待される6時間ごとの天頂湿潤大気遅延量の予測値を用いた場合と、用いない場合についてkGNSSを多数の観測点において実施し、推定される湿潤大気遅延量に明瞭なオフセットが生じ得ることがわかった。これによって、全球数値気象モデルを用いることにより、kGNSSにおける座標値と対流圏遅延量パラメータの分離能力を向上させ得ることがわかった。また、精密可動台を用いてkGNSSの精度評価を行った結果、10mm以下の精度で与えた動きを再現できることがわかった。

輻射伝達理論に基づく地震波の分析により、九州地方の地殻では、散乱減衰及び内部減衰が強い水平不均質を示すこと、特に火山体周辺で散乱減衰及び内部減衰が大きいことが明ら

かになった。また、この分析によって得られた不均質減衰構造を使用したモンテカルロシミュレーションによる地震動エネルギー伝播の予測は、均質構造を仮定した時よりも観測データの再現性が良いことが確かめられた。

GEONET から得られるリアルタイム地殻変動データを用いて断層モデルを推定する手法を、2003年十勝沖地震時及び2011年東北地方太平洋沖地震時に得られた観測データと、南海トラフ地震のシミュレーションデータに対して適用した結果、地震発生から3分以内に高精度で断層モデルの推定が可能であることを確認した。

震源決定を行わず、地震動の観測結果と波動伝播理論に基づいて震度を予測する手法を、2011年東北地方太平洋沖地震、2004年新潟県中越地震、2014年長野県北部の地震で観測された実波形データに適用した結果、10～20秒後程度の近い未来の予測ならば、ほぼ実時間で誤差1以内で震度予測が可能であることを確認した。

粒子フィルターに基づく震源決定手法、波形相関を用いたイベント検出法の評価試験を行った結果、内陸地震については、一元化震源と比較して検知能力や震源決定精度が十分であることが確認され、さらに海域の地震についても多くの地震の震源決定が可能であることが確認された。

#### (津波の即時予測)

防災科学技術研究所のS-netの津波観測データを直接の入力として津波数値計算を実施する新手法の開発を行い、実際のS-net程度の観測点間隔に適用して長周期の大きな津波の再現性などを確認し、S-netの観測点配置でも十分、即時津波予測が可能であることを示した。

沖合で観測された津波波形の逆解析に基づく津波の即時予測手法システムについて、海溝付近の急峻な海底地形の水平変位によって生じる見かけの上下変位を考慮できるように逆解析手法の改良を行い、実データへの適用を通してその有効性を確認した。津波エネルギーの伝達過程を基に組み立てられた数理モデルを用いて検討した結果、減衰定数などのパラメータによって津波の第一波到着から最大波出現までの時間に違いを生じることを確認した。

#### (火山噴火の特性の即時推定や火山灰の監視と予測の高度化)

大型実験施設内で噴煙粒子を自由落下させる実験で、噴煙粒子の落下速度は、粒径と形状、落下姿勢に依存することが確かめられた。これらの結果は噴煙のレーダー観測結果の分析に役立つと考えられる。

噴煙高度が5000mに達した2013年8月18日の桜島噴火のレーダー画像を解析し、反射される電波の強さの時間積算と地上時間降灰量との関係を調べた結果、まだ、一例ではあるが、反射される電波強度から降灰量を求めることが可能であることが示された。

ライダー装置により、微弱な火山ガス放出時でも南岳火口上において火山ガスが冷却されて形成された水滴及び硫酸ミストを検出することができた。散乱強度は火口から離れるにつれて低下するという空間分布から、約2km付近まで微小粒子を追跡可能であることがわかった。少数ではあるが、火山灰も検出することもできた。

桜島において、噴火直後の降灰の採取と、その画像データの分析及び実験室での再現実験などにより、粒度がそろった状態の火山灰であれば、画像解析から火山灰の単位面積当たりの重量を推測できる可能性が示唆された。

火山灰の落下速度の変化についてRATMを用いた検討を行った結果、ミクロンオーダーの火山灰の落下過程や広域に長期間浮遊する火山灰の輸送予測には、高層で空気濃度が影響することを確認した。

3次元噴煙モデルによる計算結果をもとに、2011年霧島山(新燃岳)噴火に特化した新しい噴煙柱モデルを構築し、数値予報モデルを組み込んだ火山灰輸送実験を行ったところ、従来に比べ火山灰雲分布の再現性が向上することを確認した。

### え. 今後の展望

地震・火山噴火の災害誘因の即時予測においては、地震動、津波、火山灰の予測のいずれの分野においても、現象の発生源、現象の伝播あるいは拡散の過程、そして、それぞれの場での災害誘因としての発現のそれぞれにおいて観測あるいは予測の技術を高度化させることが課題となる。従来は、これらの一連の流れで予測を行うことが基本であり、各段階での

技術を高度化することが、災害誘因の予測の高度化に不可欠であった。しかし、近年の観測技術や観測網の高度化により、必ずしも現象の発生源を精緻に把握しなくても、現象の伝播あるいは拡散の過程での現象の把握と予測の技術を進化させることで、予測精度を向上できるようになった。

例えば、現在、実際に運用されている緊急地震速報は、地震計データを用いて即時に震源を決定し、その震源からの地震波の伝播を距離減衰式で予測し、各地点の震度を地盤増幅度を用いて算出している。しかし、近年の研究では、2011年東北地方太平洋沖地震での課題を踏まえ、震源位置の推定を必ずしも必要とせず、伝播途中の地震動の観測結果に基づき実況把握を行い、それに基づいて波動伝播の法則にしたがってその後の地震動を予測するという手法の研究が進められている。このような手法の利点は、震源域の広い巨大地震でも精度の良い予測ができることであるが、一方で、即時予測の観点では、現象の途中経過から予測することから、時間的な猶予がとりにくい不利な点もある。

このように、今後の地震・火山噴火の災害誘因の即時予測の高度化のためには、それぞれの分野において、従来の発生源からの予測と、近年開発された実況把握からの予測を組み合わせ、それぞれの利点を生かしていくことが重要となる。

## (5) 地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化

### あ. 目的

平常時における「災害啓発情報（特に、地震・火山噴火に関わる科学的情報）」、発災直前の「災害予測情報」、発災直後の「災害情報（特に、地震・火山噴火がもたらす二次自然災害の可能性）」、復旧・復興期の「災害関連情報（特に、当該災害を受けて今後の災害発生の見通し）」など時には不確実さを伴う情報を災害軽減に有効に役立てるための方法を検討し、災害素因の影響も考慮したリスク・コミュニケーションの方法論を研究する。

### い. 実施状況

#### (地震の長期評価・強震動ハザードマップなどの災害情報によるリスク・コミュニケーション手法)

大学は、長期予測情報が災害軽減に有効に役立つためのリスク・コミュニケーションの方法論の研究を行った。具体的には、調査会社にモニター登録する名古屋市内在住の一般市民を対象に「住民の地震リスク認知や専門家に対する信頼がどのように変化するか」という問題を実証的に検討するため社会調査を実施した。

#### (火山の災害軽減のためのリスク・コミュニケーション手法)

大学は、北海道内の火山をモデルケースとして、火山災害を軽減するためのリスク・コミュニケーション手法を提案するために、関係機関の各種観測情報などの火山防災情報を収集・統合させてリアルタイムで表示する準リアルタイム火山情報表示システムを開発した。開発したシステムは、北海道内の地方公共団体をモデルケースとして実装し、ユーザー側の実用に即したシステムの評価・改良を図った。

大学は、桜島をモデルケースとして、避難計画の立案・実施などの地域防災対策などに反映させることを目的として、火山現象理解のための研究や噴火規模の即時評価の研究成果を集約しながら、地方自治体の防災担当者、一般住民、報道機関など様々な層を対象にした情報発信実践を行った。

大学は、2014年御嶽山噴火をモデルケースにして、噴火の際の実際の情報伝達事例などを分析して、地域住民、観光客等の情報の受け手や、自治体職員等の情報伝達の担い手にとって有用な災害情報の内容や伝達方法のあり方について検討・提案を行った。

#### (地理空間情報活用による地域開発と社会的脆弱性との関係)

大学は、地理空間情報(G空間情報)、GIS(地理情報システム)、衛星測位(GPS、準天頂測位システムなど)に基づく情報システム構築によって、地域開発と自然災害リスクとの関係を分析し、その結果から災害に対する社会的脆弱性の関係を解明した。分析においては地方レベル、市町村レベル、町内会レベルというように空間スケールごとに分析を行い、各スケールにおける開発と災害リスクの関係や、リスク軽減のための課題などを明らかにした。ま

た、分析結果を情報システムに反映させ、災害を軽減するための災害啓発情報・災害予測情報・災害情報のあり方について、情報システムにおける高精度避難ナビゲーションシステムを実装しながら「災害に対する社会的脆弱性」克服のための方策を検討した。

大学は、災害リスクを軽減させるために、国、地方自治体、住民組織、住民個人の間で、どのような情報流通を行う必要があるか明らかにした。また、地域防災のための公開講座の開催、自治体防災担当者対象の講義の実施、自治体との相互協力協定に基づく防災教育・地域貢献などを実施しながら研究成果の効果的な普及手法を検討した。

#### **(地震・津波・火山防災情報の改善に係る知見・成果の共有)**

気象庁は、地震や火山噴火の災害軽減に資するため、最新の研究成果、技術の進展や社会要請等を踏まえて実施する津波警報、緊急地震速報、長周期地震動に関する情報、噴火警報、降灰予報などの防災情報の改善のための検討で得られた知見や成果を地方自治体・関係防災機関と共有した。

## **う. 成果**

### **(地震の長期評価・強震動ハザードマップなどの災害情報によるリスク・コミュニケーション手法)**

長期予測情報に関するリスク・コミュニケーションの方法論を提案するための社会調査では、地震リスク認知、地震研究の専門家に対する信頼、地震への備え、地震対応政策への支持などについて行われ、長期評価の発信手法の工夫が重要であることを明らかにした。

#### **(火山の災害軽減のためのリスク・コミュニケーション手法)**

北海道内の火山をモデルケースとして、火山防災情報の準リアルタイム火山情報表示システムを北海道内の地方公共団体に実装し、ユーザー側の実用に即したシステムの評価・改良を図った。

また、1914年桜島大正噴火に関する証言から大正噴火に至る前駆過程を考察し、それに基づいたシナリオに沿って鹿児島県、鹿児島市など自治体の机上防災訓練が行われた。

御嶽山噴火をモデルケースにして、火山災害情報のあり方についての地域住民向けアンケートを御嶽山の岐阜県側に位置する下呂市小坂地区（旧小坂町）の全世帯を対象に行った。質問内容は、火山噴火に対するリスク認識、災害情報の伝達、火山防災対策の3点であり、この結果を分析し、噴火の未経験者のリスク認識が低いこと、また気象庁や役所からの情報提供を求める一方で、住民を対象とした防災学習や避難訓練の実施についても意識が低いことを明らかにした。

#### **(地理空間情報活用による地域開発と社会的脆弱性との関係)**

情報システムを構築するに当たり、タブレット型PCに基盤地図情報、国土数値情報、国勢調査（小地域）データなどをベースとし、自治体が整備した津波浸水想定、避難場所、都市計画基礎調査などを統合した現地調査用の携帯型地理情報システムを構築し、フィールドで運用テストを行った。また、その収集データ（特に避難行動の移動履歴データなど）をGISで分析する方法を開発した。このシステムを活用することにより避難訓練（擬似的な訓練も含める）の行動情報を数値化して保存することが可能となった。

さらに、衛星測位を利用した津波災害時避難の分析システムの構築を行い、地域情報（土地利用及び人口等）と被害想定に関する時系列的分析、避難施設と避難圏域に関するデータの収集と分析、住民の避難行動に関するデータの収集と分析などを行い、地域開発と社会脆弱性の関係について考察した。特に北海道危機対策課が整備を続けている津波浸水想定データを用いて、浸水域人口の推定を行った。なかでも、津波浸水想定域人口の多い市町村に関しては、土地利用及び人口などの詳細な分布をGISに取り込んで空間データベースの構築を進め、地域性を反映した市町村別の危険度を評価した。

#### **(地震・津波・火山防災情報の改善に係る知見・成果の共有)**

気象庁は、地震・津波に関する防災情報の高度化を図るため各種検討会等を開催し、報道発表等により広く情報共有を図った。具体的には、「緊急地震速報評価・改善検討会」、「長周期地震動に関する情報検討会」、「津波予測技術に関する勉強会」を開催した。火山については、平成26年度に「火山情報の提供に関する検討会」を開催し、最終報告を受けて、1)臨時

の「火山の状況等に関する解説資料」の提供開始、2)噴火警戒レベル1及び噴火予報のキーワードを「平常」から「活火山であることに留意」に変更、3)「噴火速報」の運用開始を行った。

#### え. 今後の展望

災害を軽減するためには、一般市民や行政等を中心とする災害対応従事者などの災害軽減・防災・減災リテラシー（災害に立ち向かうために必要な能力）を向上させることが必要である。そのためには、過去の災害事例に関する研究成果をもとに、対象者にわかりやすい災害啓発情報、災害予測情報、災害情報、災害関連情報という情報の内容そのものと、対象者に理解してもらうためのリスク・コミュニケーション手法の両方について検討が必要である。質問紙調査・フィールドワーク（参与観察や社会実装・社会実験など）といった手法を用いることにより、これらの研究を進めていくことが重要であろう。

災害を引き起こす地震や火山噴火の短期予測や長期予測に関する情報については、災害軽減に有効に役立てられるように、情報の内容自体の研究、情報の伝達手段についての研究などを行っていく必要がある。現行計画で開発を進めた準リアルタイム火山情報表示システムなどのように、迅速に地震・火山活動の情報や災害関係の情報、避難行動に関する情報などを伝達するシステムの構築を進めることが重要である。同時に、それらを受け手がどのように利用し実際の行動に結びつけるかを分析し、避難施設などの地域的特性も考慮しつつ、地域開発と災害に対する社会脆弱性との関係について災害軽減の観点から提案していく必要がある。

本計画によって研究が進められているリスク・コミュニケーションの方法論を深化させていくこと、また、防災リテラシーを醸成できるような教育プログラム・教材の開発・効果測定といった研究を進めることにより、地震や火山噴火による災害事象など災害研究全体の理解を一般の人々に浸透させることが重要である。

### 4. 研究を推進するための体制の整備

#### 4. 1. 実施状況及び成果

##### (1) 推進体制の整備

本計画では、地震・火山防災行政、防災研究全体の中でどのように貢献すべきかを十分に踏まえた上で実施計画を立案している。特に、地震本部が策定する「新たな地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（以下、「新総合基本施策」と）の整合性にも留意している。2016年熊本地震の調査研究に関しては、地震本部が計画する活断層の重点的調査に、本計画と連携して進めている調査研究（科学研究費補助金（特別研究促進費）「2016年熊本地震と関連する活動に関する総合調査」）の成果を活用する方針が、地震本部・政策委員会調査観測計画部会で議論された。

地震火山部会は、学術的な研究の動向にも配慮しつつ、各年次の計画立案、進捗の把握、取りまとめを行い、各年度の観測研究の成果を年次報告「成果の概要」として取りまとめ報告書を公表している。また、計画進捗、成果について地震本部と情報交換し、「新総合基本施策」との整合性を確認している。そのために、毎年、地震本部・政策委員会総合部会において、現状及び次年度以降における基本的考え方等についてのヒアリングを受け、新総合基本施策との整合性が評価され、基礎研究としての本計画が、新総合基本施策の推進に貢献していることが確認されている。地震研に設置されている地震・火山噴火予知研究協議会（以下、「予知協議会」）では、研究分野ごとの8つの計画推進部会において研究課題の進捗状況の把握や成果の取りまとめの作業を行っており、予知協議会企画部（以下、「企画部」）において全体成果の取りまとめ作業を行っている。また、東北地方太平洋沖地震、南海トラフ巨大地震、首都直下地震、桜島火山の各課題については、現象の解明・予測から災害誘因予測、研究体制整備までを含む現行計画の実施4項目（Ⅱ. 2.）を横断して総合的に取り組むため、予知協議会ではそれぞれに対応する総合研究グループを計画推進部会の枠を越える形で設置し、緊密な情報交換により総合的な研究を推進している。さらに、大学間や、大学と行政機関または研究開発法人との間で企画部流動教員等の人事交流を行うことにより、関係機関の

連携をより強固なものとしている。各年度末には、計画の全課題の成果を持ち寄り、成果報告シンポジウムを一般にも公開して実施しているほか、計画推進部会や総合研究グループごとの研究集会や複数の計画推進部会の合同研究集会などを随時行うことにより、参加者が計画全体の進捗状況を理解して研究を進められるようにしている。

地震火山部会において本計画の実施機関について検討した結果、地震、火山分野だけでなく、防災分野や人文・社会科学分野を含めた研究体制に基づき、総合的かつ学際的に研究を推進する必要性を認識した。そのために、計画開始の平成 26 年度から新たに史料編纂所、新潟大学災害・復興科学研究所、奈文研が計画に参加することになった。さらに、観測研究体制を強化し研究を加速するために、平成 27 年度には実施機関の公募を行い、東京大学大気海洋研究所、北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所、山梨県富士山科学研究所が本計画に参画した。

火山災害としては戦後最大の犠牲者を出した 2014 年御嶽山噴火を受けて、地震火山部会では火山観測研究体制について検討を行い、「御嶽山の噴火を踏まえた火山観測研究の課題と対応について」を取りまとめた。また、火山観測研究に関連する課題の追加、再編を行った。

現行計画は、地震学、火山学だけではなく、防災に関係する工学、人文・社会科学も加わる学際的な計画であり、また、大学、行政機関、研究開発法人等の多様な機関が参加する計画でもある。多くの研究分野、機関が緊密に連携して研究を推進するためには、研究推進体制の抜本的な見直しが必要であるが、そのために予知協議会の下に「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画推進体制検討ワーキンググループ」（以下、「ワーキンググループ」）を設置して検討を開始した。これまでの予知協議会は、観測研究計画に参加する大学のみで構成され、行政機関、研究開発法人等はオブザーバー参加であったが、ワーキンググループの検討結果に基づき、平成 28 年度からは観測研究計画に参加する全機関が予知協議会に正式参加することになった。また、研究課題の連携による観測研究のより一層の推進を図るため、企画部内に戦略室を新たに設置した。さらに、この戦略室と計画推進部会には、行政機関、研究開発法人等が正式に委員として参加することになり、異なる機関の研究課題間の連携強化が図られることになった。ワーキンググループでは、研究分野、機関間の連携のより一層の強化に向けて検討を続けている。

地震・火山災害軽減のための研究を、地震・火山の理学研究者と防災に関する工学、人文・社会科学研究者が連携して推進するために、「地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点」である地震研と「自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点」である防災研は、平成 26 年に拠点間連携に関する協定を結び、拠点間連携共同研究を開始した。両研究所が設置した拠点間連携共同研究委員会が中心となり、課題募集型と参加者募集型の公募研究を実施している。

国土地理院が事務局を担当する地震予知連絡会は、年 4 回開催される会議において、地震活動・地殻変動に関するモニタリング結果や地震の予知・予測のための研究成果などに関する情報交換を行うことにより、モニタリング手法の高度化に資する役割を担っており、関係各機関での情報の共有を行った。また、2016 年熊本地震など注目すべき地震や、地震予知研究における重要な問題などを「重点検討課題」として集中的な検討を行っている。

気象庁が事務局を担当する火山噴火予知連絡会は、年 3 回開催の定例会において、全国の火山活動の総合的な評価を実施している。また、平成 26 年 8 月 3 日の口永良部島の噴火、平成 26 年 9 月 27 日の御嶽山の噴火、平成 27 年 5 月 29 日の口永良部島の噴火、平成 27 年 8 月 15 日の桜島の急激な地殻変動・地震多発について、拡大幹事会を臨時に開催し、詳細な火山活動評価を行った。その内容は、拡大幹事会見解として取りまとめ、気象庁から「火山の状況に関する解説情報」として発表するとともに、気象庁のホームページでも公表した。

火山噴火予知連絡会には、2008 年より「火山観測体制等に関する検討会」が設置され、調査研究の推進とその成果に基づく監視体制のあり方、観測データの流通及び共有体制のあり方、関係各機関の役割分担と火山観測網のあり方を検討しており、2016 年 3 月までに計 15 回の会合を開催している。平成 26 年 9 月 27 日の御嶽山の噴火災害の際には、この検討会に加えて、「火山情報の提供に関する検討会」を設置し、両検討会において活火山の観測体制の強化及び火山活動に関する情報提供のあり方を検討し、平成 26 年 11 月に緊急提言を、平成

27年3月に最終報告を取りまとめた。

さらに、「御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言」を受け、平成27年3月には既に設置されていた「火山活動評価検討会」において、監視・観測体制の充実等が必要な火山として八甲田山、十和田及び弥陀ヶ原の3火山について追加選定を行った。

## (2) 研究基盤の開発・整備

### ア. 観測基盤の整備

防災科学技術研究所は、基盤的地震観測網の安定的運用を行い、データを流通、保管、公開した。基盤的火山観測網に関しては、「今後の大学等における火山観測研究の当面の進め方について」（平成20年12月、科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会）に基づく整備を完了し、データを流通、公開した。また、日本海溝海底地震津波観測網(S-net)の構築を進めている。海洋研究開発機構は、平成27年度までに地震・津波観測監視システム(DONET)の基本的な整備を完了し、防災科学技術研究所に移管した。DONETが提供する地震観測データは、緊急地震速報でも利用されている。

大学は、陸域、海域及び火山周辺の地震、地殻変動等の観測点を維持、管理するとともに、2016年熊本地震等の大地震や火山噴火等が発生した際には迅速に臨時観測点の設置を行った。火山観測点については、「御嶽山の噴火を踏まえた火山観測研究の課題と対応について」（地震火山部会）を受けて観測体制を強化した。また、リアルタイム地震観測データの全国的な流通のため、全国の大学等を結ぶネットワークを構築・管理運用した。地震研は、これまでに整備された衛星通信システム及び地上テレメータ装置、データロガー、地震計等の観測機器合計約千台を、共同利用の手続きにしたがって全国の大学の研究者に貸し出している。地震研の予知協議会及び防災研の自然災害研究協議会は、地震・火山災害発生時に、緊急調査や臨時観測の提案、調査・観測グループの組織化や経費補助を行った。

気象庁は、津波警報や地震情報等を適切に発表するため、全国に展開している地震計及び震度計、東海地域を中心に展開しているひずみ計などの観測を継続するとともに、文部科学省と協力して、大学や防災科学技術研究所など関係機関の地震観測データを合わせて一元的に処理し、その結果を大学等の関係機関に提供している。

国土地理院は、GNSS連続観測(GEONET)を維持し観測を継続した。御前崎及び切山においてひずみ計等による地殻変動連続観測を継続し、地殻変動の監視を行っている。全国の一等水準路線の改測のほか、南海トラフ地震、首都直下地震等が想定される地域で水準測量を実施した。日本列島域で絶対重力観測及び地磁気の連続観測を実施するとともに、地殻変動に伴う局所的な重力の変化を詳しく捉えるため重力測量を実施した。南海トラフ巨大地震の想定震源域においては、繰り返し絶対重力観測を実施し、富士山中腹においては全磁力の連続観測を行っている。陸域観測技術衛星2号(だいち2号)等を利用し、SAR干渉解析により全国の地殻変動を高精度に捉えた。地震に伴う災害発生時は、緊急的にSAR干渉解析を実施し、その結果を迅速に提供した。

気象庁、国土交通省港湾局、国土地理院及び海上保安庁は、潮位連続観測を継続し、地殻変動に伴う地盤の上下動を連続的に検知するとともに、津波の発生状況を把握した。集約された全国の潮位データは国土交通省防災情報提供センターのホームページで公開されている。

国土地理院は、火山周辺域においてGNSS火山変動観測装置(REGMOS)及び自動測距測角装置(APS)による連続観測、GNSS測量、水準測量、重力測量等による観測を実施した。全国の活動的な火山については、航空機SAR観測を実施し火口付近の地形情報を収集保存し、活発な噴火活動によって災害が発生した際には、山体地形の変化の推定に利用した。さらに、国際VLBI事業に参加して国際共同観測を定常的に実施することで、地殻変動やプレート運動監視の基準となる国際地球基準座標系(ITRF)の構築等に貢献した。

気象庁は、全国の活火山について、全国4か所の火山監視・情報センター(平成28年4月1日に改組し、以降は火山監視・警報センター)において、地震計、空振計、GNSS等により連続的な監視観測を行った。火山観測施設の更新計画に基づき、各年度5～6火山の観測施設を更新した。特に、火山活動の活発化や噴火があった霧島山、八甲田山、蔵王山、口永良

部島、御嶽山、箱根山については、臨時に観測機器を設置するなどして観測を強化した。また、火山噴火予知連絡会の「火山観測体制等に関する検討会」における検討結果を踏まえ、防災科学技術研究所と地震計、空振計等の観測データの交換を実施した。気象庁、防災科学技術研究所、大学は、火山監視に必要なデータを交換するための協定を締結しデータの流通を進めた。気象庁は、柿岡など5観測点における地磁気4成分連続観測データを、月ごとに地磁気観測所データベースに登録、公開するとともに、4地点のデータを国際的なデータセンターに提供した。さらに、活動的な火山を対象とする全磁力精密観測データを継続してデータベースに登録した。また、平成26年度には、48火山において、水蒸気噴火の先行現象を検知するため火口付近の観測施設の増強を行った。

海上保安庁は、2011年東北地方太平洋沖地震の震源域や日本海溝及び南海トラフなどで、GPS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測を実施するとともに、プレート境界域等において海底変動地形等の調査を実施した。また、沿岸におけるGNSS連続観測点データを利用した地殻変動の検出を実施した。さらに、海域火山において航空機や無人測量船などによる機動的観測や人工衛星によるリモートセンシング技術を活用した観測を実施した。また、船舶の安全航行確保のための航行警報等による情報提供を必要に応じて行っている。

産業技術総合研究所は、南海トラフの巨大地震発生予測のための地下水等総合観測施設14地点の運用を行うとともに、平成24年度に新たに2か所に観測施設を構築した。観測データは気象庁にリアルタイムで提供するとともに、地震に関する地下水観測データベースで公開している。

北海道立総合研究機構地質研究所は、道内5火山の火山観測を実施し、十勝岳においては多項目の現地調査を実施した。山梨県富士山科学研究所は、富士山東麓において、地震観測1地点を維持し、防災科学技術研究所とデータ共有を行っている。また、富士山北麓において、平成27年度に新設した1地点を含め合計4地点で地下水観測を実施している。

#### イ. 地震・火山現象のデータベースとデータ流通

防災科学技術研究所による高感度地震観測網、広帯域地震観測網、強震地震観測網等による統合地震波形データベース、気象庁による全国の地震カタログ、国土地理院によるGNSS観測データや潮位観測データのデータベース等々のデータベースが整備・運用され、基礎データの収集と蓄積が進んでいる。これらのデータは、2011年東北地方太平洋沖地震をはじめとする地殻活動の調査研究に多大な貢献をした。

気象庁は、過去に遡って震源決定の再解析を行い、精度を大幅に改善して地震カタログに反映させた。また、自動処理による地震検出を検測処理の基本とした作業手順により新たな震源決定手法を確立した。これにより、品質を確保しつつ、より充実した地震カタログが得られることになり、2011年東北地方太平洋沖地震以降著しく増加した微小地震を地震カタログに掲載できるようになった。また、発震機構解析及び大地震時の震源過程解析を実施した。

国土地理院は、水準測量、GNSS連続観測(GEONET)、潮位観測等の地殻活動総合解析システムのデータベースを運用している。また、監視・観測体制の充実が必要とされた火山を対象に、火山基本図や火山土地条件図の整備を行っている。さらに、全国の都市圏活断層図を整備し公表している。

大学は、ひずみ計・傾斜計データの流通と一元化を進め、全国データ流通システムを構築した。2011年霧島山(新燃岳)噴火や2011年東北地方太平洋沖地震等に際して、このシステムの有用性が確認された。さらに、このシステムをGNSSデータ等に拡張し、地殻変動連続観測等のデータの全国流通・公開を実施している。また、過去の煤書き地震記録の電子化も行った。データベースの統合化を行う前段階として、関連機関が構築しているデータベースの所在情報をまとめたポータルサイトを構築した。さらに、計画参加者が研究成果を共有できる成果共有システムの開発に取りかかっている。

産業技術総合研究所は、地殻応力場、活断層、活火山、火山衛星画像などの各種データベースを統合して、地震や火山活動に係る地質情報データベースを作成するとともに、蔵王山、九重山、富士山の火山地質図を作成して刊行した。また、アジア諸国の研究機関と協力して、東・東南アジア地域における過去に災害を引き起こした大規模な地震、津波、火山噴火に関する情報を1枚の地質図上にまとめた「東アジア地域地震火山災害情報図」を作成

した。

気象庁は、地磁気基準観測及び全磁力精密観測の成果をデータベース化し、国際的なデータセンターに提供している。海上保安庁は、海域火山基礎情報図の整備を行い、海域火山データベースを更新している。

## ウ. 観測・解析技術の開発

### (海底観測技術)

海上保安庁及び大学は、GPS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測のノイズ軽減や解析の高精度化等の技術開発を進めた。その結果、海域によらず、年1回、3年間程度の観測によって、変位速度ベクトルを約1 cm/年の精度で推定できるようになった。大学は、長基線での海底間音響測距観測の技術開発を行い、水深6,000m以深において10kmの測線長で安定した観測ができることを確認した。

大学は、自己埋設型広帯域海底地震計や高精度水圧計を併設した長期観測可能な自己浮上型海底地震計の開発を進めた。これにより、水深6,000m以深の超深海域での地震・地殻変動観測が可能になり、巨大地震の震源域周辺を観測可能な範囲に納めることができるようになってきた。海底ケーブル式の各種観測機器の研究開発が進められ、大学は次世代型のケーブル地震観測網海底地震計を開発した。海洋研究開発機構は、超大深度掘削や長期孔内観測システムの構築に向けた機器の開発、性能向上による先端的掘削技術の開発や、コア試料の高精度高分解能な同位体分析法の開発などを実施している。

### (宇宙測地技術等によるリモートセンシング)

衛星を利用した宇宙測地技術、航空機等を利用したリモートセンシング技術に関しては、GNSSや合成開口レーダー(SAR)の解析手法の開発が継続的に進展し、広域の地殻変動、震源断層や火山活動の迅速かつ正確な把握に役立てられるようになった。

国土地理院は、電子基準点による地殻変動監視において、観測データの大气擾乱の影響を評価する手法や誤差特性を分析する手法、観測点固有の誤差をモデル化してデータを補正するツールなどを開発し、観測データの精度を向上させた。また、GPS以外の測位衛星への対応を進め、GNSS連続観測網の地殻変動情報を高度化している。

大学は、リアルタイムGNSS時系列を用いた地震時変位の自動検知及び地震時変位量推定の高度化を進め、地震発生後60秒以内に地震発生を判定できるアルゴリズムを開発した。国土地理院は、リアルタイムGNSS解析システムにこのアルゴリズムを実装し運用している。

国土地理院は、SAR干渉解析による地殻変動観測技術を向上させるとともに、研究の基盤となる解析ツールを開発した。また、霧島山(新燃岳)や口永良部火山のモニタリングを実施した。PSI(Persistent Scatterer Interferometry)法によって、年間約5mmから1cm程度の地盤変動が抽出できるようになり、長期間継続する地盤変動や噴火活動のない火山体の監視に有効であることが示された。さらに、GNSSデータを利用してSAR干渉画像内に含まれる電離圏の影響による誤差を低減する手法を開発した。情報通信研究機構は、航空機搭載SARの開発を進め、2014年御嶽山噴火に際し緊急観測を実施して、情報を即時に提供した。大学は宇宙航空研究開発機構と連携して、衛星赤外面像を用いた火山監視のシステムの開発を進めている。防災科学技術研究所は、SAR干渉解析ツール(RINC)による解析結果をSAR時系列解析ソフトウェアGiANTに組み込むツールを開発した。火山ガス・温度等の把握を目的とした航空機搭載型光学センサーの技術開発を進め、浅間山や箱根山で観測を実施した。

### (地下状態のモニタリング技術)

大学は、宇宙線ミュオンを利用した火山透視技術を高度化した。カロリメータ方式の改良と解析アルゴリズムの高度化によりノイズ低減を進め、火山内部構造の可視化に必要な観測時間を大幅に短縮し、対象距離の透視限界を延伸できた。さらに、装置のモジュール化を進め、機動性を向上させ、有珠山、薩摩硫黄島、霧島山(新燃岳)各火山の内部構造の透視に成功した。また、地下構造の時間変化を検出する技術の高度化を進め、新たに精密制御信号システム(アクロス)を桜島に設置し、地下構造の時間変化と火山活動との関係を調べている。また、震源装置の標準化とモジュール化を進め、低コストで製作でき、かつ柔軟な運用が可能な第二世代震源装置を開発した。装置の回転軸を水平にすることで鉛直加振が可能となり、すべての成分の伝達関数の取得が可能となった。

### (活動が活発な地域や従来観測が困難であった地域における観測技術)

大学は、火山噴火時に各種観測を火口近傍で安全に実施するために、アクセスが困難な場所での諸観測に有効な無人ヘリを用いた観測技術の開発を行い、霧島山（新燃岳）、樽前山において空中磁気測量、霧島山（新燃岳）と桜島において各種観測機器の設置・回収試験を行った。また、二酸化硫黄簡易型測定装置の改良と高度化及び解析ソフトの改良を行った。この装置は口永良部島の噴火の際に二酸化硫黄放出率モニタリングに使用され、マグマ噴火への移行を判断する観測量として火山活動の評価に活用された。

防災科学技術研究所及び気象庁は、気象レーダーを利用した噴煙災害予測の高度化を目指し、XバンドMPレーダーによる噴煙推定手法の高度化を進めた。

大学は、小型絶対重力計の開発を進め、従来の絶対重力計よりも小型・軽量で同等の観測精度を持つ装置を完成させた。また、大深度ボアホールの高温環境下における地震・地殻変動の観測のためのレーザー干渉技術を利用した観測装置を開発し、温度300℃まで動作可能であることを実証した。

### (3) 関連研究分野との連携の強化

低頻度大規模地震・火山噴火の解明等のため、史料や考古データに基づいて近代的観測以前の地震・火山噴火とその災害を研究する必要がある。このため、当該分野において全国の中心的な役割を担っている史料編纂所と奈文研が、平成26年度から本計画の実施機関となった。史料編纂所では、所内に地震史料研究チームを設置し担当教員を配置した。奈文研では、歴史災害痕跡情報収集のために、考古・地質・歴史・年代・動物など、奈文研内の幅広い分野の研究者による研究体制を立ち上げた。史料編纂所、奈文研、地震研は、歴史学、考古学、地震学の研究者による検討会を年に数回開催するとともに、地震・火山噴火に関する文献史料と考古資料を統合検索するシステムの開発に着手した。地震研と史料編纂所は、東京大学の学内において連携研究推進を検討している。奈文研は、災害痕跡の検討のため、考古学者と地質学者による共同研究体制を整えるとともに、GISデータベースについては国土地理院や産業技術総合研究所と連携を進めている。また、地質考古学的災害痕跡認定基準の検討や地質考古学的知識・技術の向上・普及のため、関連分野研究者との連携を図った。

地震・火山の理学研究者と防災に関する工学、人文・社会科学研究者が連携して地震・火山災害軽減のための研究を推進するために、地震研と防災研は拠点間連携共同研究を開始した。研究の推進の中心となっている拠点間連携共同研究委員会は、地震研と防災研の教員のほか、予知協議会と防災研・自然災害研究協議会の推薦による委員等で構成され、地震学、火山学、工学等の多くの分野の研究者が実施計画の立案から成果の取りまとめまでを行っている。その結果、土木工学、地盤工学、建築工学、災害学の研究者が研究計画に参加するようになっている。

気象庁は、大学等の火山研究者や火山に関する専門的な知見を習得した人材を火山活動評価に参画させる体制を平成28年度に整備した。

### (4) 研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

大学は、物理学、化学などの基礎的な学術分野、観測や地質調査などのフィールド調査、観測機器の開発や数値計算技術などの幅広い内容の教育を行い、地震・火山現象の理解と、地震・火山噴火の発生予測及び災害誘因予測の方法の構築と検証を行うために、継続的な人材育成を行っている。研究開発法人等は、連携大学院制度等を利用して、より幅広い分野の経験をもった人材育成に協力している。

大学や研究開発法人等は、本計画の推進に関係する研究員を雇用することにより、大学院を修了した若手研究者のキャリアパスを確保している。大学院等で本計画に関連する研究に携わった学生の多くが、地震・火山防災に関係する行政機関や研究開発法人等に就職している。各大学は、総長裁量による教員の再配分などを利用し、人材の確保に努めている。

大学は、リーディング大学院における教育、自治体職員の受託研究員等としての受け入れ、自治体職員を対象とするセミナーの開催などにより、防災業務・防災対応に携わる人材の育成を進めた。また、大学の教員が気象庁職員の技術研修の講師を務め、防災業務に携わる人

材の育成に協力したり、大学の技術職員と防災業務にあたる気象庁職員と交流の機会をつくらせたりしている。産業技術総合研究所は、地震・津波に関する自治体職員用研修プログラムや、気象庁職員向けの火山灰分析技術の講習等を行っている。

大学は、新たに収集した歴史地震に関する古文書の解読にあたっては、若手地震研究者や歴史地震に関心をもつ社会人も参加する研究会を組織し、膨大に存在する近世の災害関連史料を解読できる人材の育成に努めている。

「御嶽山の噴火を踏まえた火山観測研究の課題と対応について」では、火山研究者が少ないことから、若手火山研究者の確保・育成の必要性が指摘され、これを受けて文部科学省では、平成28年度から開始した次世代火山研究人材育成総合プロジェクトにおいて、10年計画の「火山研究人材育成コンソーシアム構築事業」を立ち上げた。大学や研究開発法人等は、このコンソーシアムに参加し、広く社会で活躍する火山研究人材の裾野を拡大、火山に関する広範な知識と高度な技能を有する火山研究者となる素養のある人材の育成を目指した仕組み作りを始めた。

#### (5) 社会との共通理解の醸成と災害教育

各機関は、国民に地震・火山噴火の予測の現状や、地震・火山災害への理解を深めてもらえるように、地震学や火山学だけでなく、工学や人文・社会科学などの関連研究分野と協力して公開講座や公開講義を開催する試みを増やしている。また、報道関係者向けの懇談会等や教員免許更新講習などでも、地震・火山噴火の予測研究の現状などについて説明し、最新の研究の状況を理解してもらう取り組みを行っている。予知協議会では、本計画の目的や推進体制等を国民にわかりやすく伝えるために、パンフレットを新たに作成した。また、過去に発生した桜島や浅間山の火山災害に関するシンポジウム、内閣府における南海トラフ巨大地震対策の検討に対応した南海トラフ巨大地震の予測可能性に関するシンポジウム、2016年熊本地震に関するシンポジウムなどを、一般にも公開して実施した。さらに、関係機関の各種観測情報などの火山防災情報を収集・統合した準リアルタイム火山情報表示システムを開発し、北海道の火山周辺自治体に試験的に設置して、地方自治体や住民に火山防災対策の重要性を伝えている。

気象庁は、地方自治体等と連携した防災訓練への協力、教育機関と連携した学校防災教育へ助言・協力、防災関係機関、民間団体等と連携した出前講座・防災講演会等の実施、関係機関と連携した合同登山・学習登山の実施、報道機関と連携した防災番組への協力など、地域の状況にあった様々な手段を用いて地震・津波及び火山に関する知識や防災行動についての普及啓発に継続的に取り組んでいる。

地震予知連絡会は、モニタリングによる地殻活動の理解の状況、関連する観測研究の現状を社会に伝えることを目的に、議事の公開、重点検討課題などの検討内容のWeb配信などを行っている。また、地震発生の予知予測に関する研究の現状を社会に伝えることを目的に、「重点的検討課題」において、前震活動に基づく地震発生の経験的予測など地震活動の予測手法の現状の報告、検討を行い、地震予測研究の現状を社会に伝えた。

火山噴火予知連絡会は、2014年御嶽山噴火災害を受けて設置した「火山情報の提供に関する検討会」において、わかりやすい火山情報の提供等について検討を行い、噴火警報の発表基準の公表、噴火警戒レベル1におけるキーワード「平常」の表現の見直し、噴火速報の発表等の提言を、平成27年3月に取りまとめた。

#### (6) 国際共同研究・国際協力

大学は、低頻度で大規模な地震・火山噴火の研究に際してより多くの知見を得るため、南米の沈み込み帯の巨大地震や、インドネシアのシナブン山の噴火等の海外の事例研究を行った。各機関は、地球規模課題対応国際科学技術協力プログラムに参加するなど、海外、特にアジア諸国（インドネシア、中国、ネパール等）に地震・火山・津波災害の軽減技術を移転する取り組みを行った。また、各大学はアジア諸国を含む海外からの学生を受け入れ、地震・火山災害に関する最新の研究成果を反映した教育を行っている。大学は、プレート境界浅部で発生するゆっくり滑りの発生メカニズムの解明を目指して、同様の現象が観測されている

ニュージーランドにおいて、日本、米国、ニュージーランドによる国際共同研究を実施している。

気象庁は、国際地震センター、米国地質調査所、包括的核実験禁止条約機構、米国大学間地震学研究連合（IRIS）及び近隣国との地震観測データの交換などの組織的な連携・協力を通じて、また、航空路火山灰情報センター及び北西太平洋津波情報センターの国際協力業務や開発途上国における地震・火山の観測や津波警報の発表などの体制整備に必要な技術的な支援を通じて、国際的な研究活動の進展に寄与している。

国土地理院は、アジア太平洋地域（キリバス、インドネシア、フィリピン）において GNSS 連続観測を行い、日本周辺のプレートの広域的な運動及びアジア太平洋地域の地殻変動を把握するとともに、GNSS 連続観測・データ解析等に関して現地機関への技術移転を行った。また、アジア太平洋地域で発生した大規模地震について、衛星 SAR データの解析により地震による地殻変動を把握した。国連地球規模の地理空間情報管理に関するアジア太平洋地域委員会（UN-GGIM-AP）の下で実施される GNSS キャンペーン観測に参加し、地殻変動監視の基準となるアジア太平洋地域の基準座標系（APREF）の構築に貢献している。また、APREF 構築のために、アジア・オセアニア VLBI グループによる測地観測に関する事業に参画している。

海上保安庁は、国際レーザー測距事業（ILRS）に引き続き参加し、レーザー測距データの情報共有を行った。

大学は、地震・火山研究を行っている海外の大学や研究機関等との学術交流協定等の締結、地震研での国際地震・火山研究推進室の活動や防災研での国際共同研究の枠組の活用などの組織的な取り組みにより国際共同研究を推進し、外国人客員教員等による講義や国際研究集会等を実施した。防災科学技術研究所は、16 火山で行った地震活動や地殻変動の解析結果を国際火山データベース WOV0dat に蓄積し、国際的な学術交流に貢献している。

大学は、根拠となる史料のデータを含んだ中国地震史料データベースを作成したほか、東アジア地殻災害史の研究会を開催し、中国の史書記録を地震学研究の基礎データとして活用するために留意すべき点等について検討した。

## 4. 2. 今後の展望

### (1) 推進体制の整備

地震・火山防災行政、防災研究全体の中で本計画が果たす役割を明確化した上で、地震火山部会において実施計画を策定し、計画を推進することは重要である。「新総合基本施策」との整合性にも留意して計画が推進されており、また、計画の基本的な考え方や進捗状況等を地震本部の政策委員会総合部会で毎年報告し、本計画の位置付けを確認している。地震防災行政が長期的に適切に進展していくためには、本計画で推進している、新しい観測・解析技術の開発、多様な物理・化学素過程に基づく地震・火山噴火過程のモデルの開発、災害誘因予測の新技术開発、また、関連研究分野との新たな連携の取り組みなどは本質的に重要である。本計画による基礎的研究や取り組みの成果が、地震本部が実施する調査研究に活用されるように、今後、情報交換をより密にしていく必要がある。

火山防災行政については、地震本部のように、火山防災対策の強化や火山噴火による被害の軽減に資する火山調査研究に関連する施策を、国として一元的に推進する組織は存在しない。戦後最悪の火山災害となった 2014 年御嶽山噴火を受けて、地震火山部会において火山観測研究の課題と対応策を検討し、「御嶽山の噴火を踏まえた火山観測研究の課題と対応について」を取りまとめたが、それを国の施策に反映させる過程は必ずしも明確ではない。国として火山観測研究及び火山防災行政を総合的に検討し、自治体のハザードマップや避難計画の作成、気象庁の火山監視業務等の火山防災施策に結びつける体制の実現が望まれる。

現行計画は地震学・火山学と防災等の関連研究分野が連携して推進するものとなったことから、従来の実施機関だけでは計画の目的の達成は難しい。観測研究体制の強化と研究の加速のために、地震火山部会において公募等により新たな実施機関について審議し、6 機関の参加を認めた。本計画は 5 年計画で実施しているため、できれば計画の検討段階から情報交換し、計画の開始に合わせての参加が望ましい。次期計画以降でも、新たに参加を希望する機関を募り、観測研究体制の強化を図ることは必要であろう。

予知協議会では、これまでオブザーバーであった行政機関や研究開発法人が正式参加となり、企画部戦略室において成果の取りまとめ作業等を行うことにより、大学、行政機関、研究開発法人等の計画実施機関の間でより密接な意見交換ができるようになった。研究推進体制の抜本的な見直しのために予知協議会の下に設置した「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画推進体制検討ワーキンググループ」の活動は継続中であり、研究分野や機関の連携の一層の強化に向けた検討を期待する。また、大学間や、大学と行政機関・研究開発法人の間の人事交流は、互いの機関の状況等を理解し、研究推進体制強化に有効であるため、今後も継続することが望ましい。

地震研と防災研による拠点間連携共同研究は、2つの異なる研究分野の共同利用・共同研究拠点が組織的に連携して推進するユニークなものである。共同研究推進の中心となっている拠点間連携共同研究委員会に、地震研の予知協議会と防災研の自然災害研究協議会からの委員が加わることによって、全国の関連研究分野の研究者が実施計画の検討などに参加しており、全国規模の分野連携研究が適切に運営されている。今後も両研究所の地震・火山学と総合防災学のネットワークを通して、2つの研究コミュニティの研究者が連携を深めていく必要がある。

地震予知連絡会は、地震活動・地殻変動などに関するモニタリング結果や地震の予知・予測のための研究成果などに関する情報交換を通じ、モニタリング手法の高度化に資する役割を引き続き担うとともに、それらの研究の現況について、社会に適切に発信していくことが重要である。

火山噴火予知連絡会は、2014年御嶽山噴火災害を受けて行った火山噴火対策の検討結果を踏まえて、火山活動の総合評価や、噴火警報・火山情報の質の向上に係る技術的検討を通じて火山防災に資するとともに、研究成果・観測結果の情報交換、火山観測データの流通・共有の促進、活発化した火山における臨時観測に関する総合的な調整、研究成果の社会への発信などを通じて、火山噴火予知研究の推進に引き続き寄与していくことが重要である。

## (2) 研究基盤の開発・整備

### ア. 観測基盤の整備

各機関が地震本部の方針にしたがって整備、維持している基盤的観測網は、本計画の実施に不可欠であり、これまでに世界的に見ても極めて重要な研究成果を生み出してきた。現行計画の実施期間中も観測網は安定的に運用され、データは流通、公開されて、地震の震源や震度分布の即時的な把握、緊急地震速報及び津波警報などの防災情報に利用されるとともに、世界中の地震学研究者に利用されてきた。基盤的観測網により2011年東北地方太平洋沖地震の震源や震度分布の即時把握の精度が高まり災害の軽減にも寄与したと考えられ、また、基盤的観測網がなければこの地震の解明も不十分なものになっていたであろう。現行計画の実施期間中には、海底地震津波観測網の整備も進められており、この観測網で得られるデータに基づく成果が期待される。近い将来、発生が予想される南海トラフ巨大地震の発生過程を正確に把握するためにも、このような観測網を維持、発展させることが重要である。特に、海域における観測網は、現在のところ北海道・東北地方から関東にかけての太平洋岸と、東海沖、東南海沖、紀伊半島・四国沖に整備されたのみであり、ほとんどが未整備である。また、整備された観測網も陸域の観測網と比較して観測点密度が著しく低く今後重点的に整備が必要である。

火山観測網については、地震火山部会が取りまとめた「御嶽山の噴火を踏まえた火山観測研究の課題と対応について」にしたがい整備が開始された。気象庁により火口付近の観測点が飛躍的に拡充されることとなったものの、各火山に設置する観測点数は少ないため、火口内の映像による状況把握や地震活動の異常検知に限られる。本計画の観測研究により、水蒸気噴火の発生直前にも先行現象が表れることが明らかとなっており、災害の軽減に資する研究成果を迅速かつ有効に取り入れられるよう、さらなる観測網の整備と各機関の連携のあり方の検討が必要である。2016年熊本地震では、京都大学地球熱学研究施設火山研究センターが被災し、施設の利用ができなくなった。近年火山活動が活発化する阿蘇山の火山観測と監視及び火山学研究や学生教育にも利用されている拠点の復旧は、可及的速やかに実施す

る必要がある。

大地震や火山活動活発時などの臨時観測のためには、一定数の観測機器を常時維持、管理している必要がある。大学では、地震研が共同利用の枠組みで全国の研究者に観測機材を貸し出し、機材の有効利用を図っている。今後も観測機材の更新等の整備を進めていく必要がある。

#### イ. 地震・火山現象のデータベースとデータ流通

現行計画の下で、地震観測・地殻変動観測等の各種の観測データの流通と一元化が継続的に図られてきている。また、これらの基礎データや、それらから得られる各種の基礎的な情報が継続的に蓄積されデータベース化されて、研究者に提供されるとともに広く公開されている。これらは観測研究計画全体を推進するための重要な貢献となっており、今後もこれらをさらに維持し、推進することが必要である。

データ流通に関しては、良質な観測データを流通させ、データ共有を実施するとともに、十分な品質が確保されたカタログやコミュニティーの合意に基づく共通構造モデルなどの情報を一元的に提供することが、本計画全体を支える上で不可欠である。また、多項目の観測データをリアルタイムで流通させるシステムは、モニタリング研究を推し進め、予測システム研究を実現していく上で重要となる。現在運用している地震・地殻変動などのデータ流通システムを今後も継続的に維持、拡充していく必要がある。しかしながら、火山における各種の観測は、火山噴火時や火口近傍の観測など火山特有の厳しい条件下で行われることも多く、定常的なデータ流通が困難となる場合もある。安定的に取得できる観測データ等については、できる範囲で着実にデータ流通が進められてきているが、観測の支援体制の整備や研究者のインセンティブにも配慮したデータ流通のあり方について早急に検討することにより、さらなる観測データの流通と一元化を進展させるべきである。将来的には、大容量、多項目の観測データを即時にかつ柔軟に流通させ、また通信障害時にも耐性を持つように、最新のネットワーク技術に対応した次世代データ流通システムを開発していく必要がある。研究計画全体の効率的な推進には、共用データストレージに加え、解析ソフトウェアを備えた共用の解析基盤の開発・整備が効果的であろう。

一方、群発地震や大地震の発生とそれに伴う余震の発生、あるいは、火山活動の活発化等の際には、地震・火山活動の監視や推移予測、また、観測研究のために臨時観測が必要である。これらの臨時観測のデータも一元化され、多面的にデータが解析されることによって、信頼性の高い予測情報の発信技術の構築や、地震火山現象の理解の深化が大きく期待される。しかしながら、高精度・高密度の観測網展開による良質で最先端科学を支えるこれらのデータ取得は観測研究の要であるものの、多大な労力を必要とするため、臨時観測等に従事する研究者のインセンティブの確保を図ることが必須である。データ取得と流通がバランス良く図られる観測体制の構築は、観測研究の伸展には不可欠である。

各種観測データの基礎データベースについては、今後も各機関が継続してデータ蓄積を行うことが求められる。現行計画は、災害科学として学際的な共同研究を実施しており、観測データだけでなく、古文書や発掘調査報告、考古史料などのデータベース化が進められているほか、大規模な地震、津波、火山噴火災害に関する情報も集約されている。そのため、その分野の専門家でなくても利用できるように、可視化システムを開発するなど、ユーザーにとって利用しやすいシステムにすることが求められる。また、災害情報に関するデータベースの開発やそれを用いた災害情報提供の研究も必要である。

統合型データベースの構築に関しては、複数の基礎データベースを統合して総合的なデータベースを作成する試みが行われているほか、機関を横断したデータベース利用のポータルサイトが構築され、一定の成果があった。しかし、多種多様なデータベースが有機的に結合された統合的なデータベースは構想されているものの、具体的な開発計画が提示されるまでには至っていない。本計画の多様な研究課題がデータベースを介して有機的に結合されることによって、研究成果へのアクセスが容易となり、新しいアウトプットを生み出すことが可能となる。まずは、現在準備が進められている研究成果共有システムの開発を着実に実施することを端緒に、長期的な視野で進めていくべきである。

データ流通・データベースは、研究計画の基盤として位置付けられ、その重要性は今後も

変わることはない。データ流通システムやデータベースには、地震火山研究と異なる専門的な技能を要することから、その開発は担当の研究者にのみ依存しがちである。しかし、統合型データベースの構築には、個々の基礎データベースの開発・運用担当者だけでなく、データベースを利用する立場の研究者も加わることが望ましく、研究へのデータベースの利用と研究成果のデータベースへのフィードバックが円滑に行えるよう、議論を深めるべきである。また、データベースの開発が研究者の単なる負担やサービスにとどまることなく、研究上の評価につながるように、研究計画全体からの支援体制の強化が必要である。

#### ウ. 観測・解析技術の開発

現行計画では、観測・解析技術の開発は観測研究の基盤として位置付けられ、地震火山現象の解明と予測、災害軽減の研究を推進するために実施してきた。その結果、従来の観測の高精度化、信頼性向上だけでなく、従来は観測が困難であった場所における観測データや、新しい種類の観測データや情報が得られるようになり、重要な科学的知見をもたらしている。今後も技術開発の位置付けや重要性は変わることなく、これをさらに推進することが必要である。

2011年東北地方太平洋沖地震以降、プレート境界域での地震や地殻変動の観測の重要性があらためて強く認識され、南海トラフでの観測の必要性も重要であることから、海底における諸観測の技術開発が重点的に行われた。GPS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測は、近年急速に進展し、高精度化が進められている。今後は、観測点密度の向上、ブイや無人移動体等による効率的・定常的な観測の実現によって時間分解能の向上と準リアルタイム化を進めていく必要がある。自己浮上型観測機器による機動観測や海底間音響測距観測については、特に、海溝軸付近での観測が重要であることから、より大水深に対応可能な観測機器の開発や長期間連続観測などの高度化を目指す。

海底における長期連続観測と、リアルタイムでのデータ利用を可能にするために、海底ケーブル式の各種観測機器の研究開発をさらに進める必要がある。最新の技術を用いたインテリジェントな次世代型のケーブル地震観測網の開発を進め、また、センサーの追加や交換が可能なシステムの開発により展開力を高め、海底孔内観測・長期モニタリングシステムとの結合を可能とする必要がある。一方で、我が国周辺において広域の海底観測システムを展開するために、より安価で簡便に構築できる低コスト型システムの開発、低消費電力化、小型化を推進しなければならない。

衛星を利用した宇宙測地技術、航空機等を利用したリモートセンシング技術に関しては、近年、GNSSや合成開口レーダー(SAR)の解析手法の開発が進展し、地震や火山噴火発生時に迅速かつ正確な現象の把握に役立っている。例えば、大学と国土地理院によるリアルタイムGNSS時系列を用いた地震断層モデルの即時解析技術は、大学の研究成果が現業部門に利用された好例であるとともに、防災への具体的な応用が期待できる成果である。電子基準点による地殻変動監視においては、高い時間分解能を有する地殻変動の情報を抽出する技術を開発する。また、リアルタイムGNSS解析の安定化、高精度化を図る。「だいち2号」等による衛星SARデータを用いた地殻変動観測・解析技術の高度化、火山活動等に際し機動的な観測が実施できる航空機搭載SARの開発、衛星赤外面像を用いた火山監視システムの開発は継続して行う必要がある。

地下状態のモニタリング技術は、データ同化に基づく、地下状態の時間変化予測システムを確立するには不可欠である。宇宙線ミュオンを利用したミュオグラフィは画期的な火山透視技術として確立しつつあり、今後は、高解像度化を図るとともに、機器の低価格化、軽量化を進め、機動性を向上させる。また、時間分解能を高め、自動画像診断技術の開発などにより準リアルタイムでの火山内部モニタリングを目指すことが望まれる。精密制御信号システムは装置の標準化とモジュール化を進めるほか、海底観測孔等で長期安定使用が可能な震源装置の開発を進める。

火山近傍の各種観測は、活動監視だけでなく、噴火直前予測にも有効であることが示された。積雪や雷雨の影響を受ける観測困難地域ではあるが、定常観測が安定的に実施できるような技術開発やシステム構築が必要である。噴火時に各種観測を火口近傍で実施するためには、アクセスが困難な場所での諸観測に有効である無人ヘリやドローンを用いた観測技術や、

遠隔操作あるいは自律型の動作が可能なロボット技術を積極的に導入し、サンプル採取装置や物理的・化学的データの観測装置の小型軽量化を進め、多項目観測システムを開発する必要がある。

現行計画ではあまり指向されていないが、災害時の情報発信や普及周知に有効な技術が今後必要となると考えられる。スマートフォンなどのモバイル情報端末や通信機器、IoT技術を利用し、情報の受け手が災害誘因を具体的にイメージして、減災・防災に繋がる行動が取れる技術の開発などが期待される。そのためには、情報科学、社会科学といった分野との連携が重要であろう。また、これまで観測機器のハードウェア技術の開発が主流であったが、観測のシステム化、解析の高度化、リアルタイム化を目指すにはソフトウェア技術の開発にも力を入れる必要がある。

観測・解析技術の開発は、地震火山研究者からの要請（ニーズ）がシーズとなっている。そのため、地震火山研究者と技術開発研究者との距離を狭め、情報交換ができる体制が望ましい。現行計画で試行している実施体制を今後も継続して行うべきである。このような技術開発課題は、将来の現業への技術移転に向けたパイロット的なものと位置付け、技術開発における一定の進展をもって早急に実用試験を行い、開発へのフィードバックを行うことが必要である。一方で、新技術には、その段階に応じて、このような実用前段階のもの以外に萌芽的なものもあり、将来を見据えて地震火山分野における適用を探ることも必要であろう。

技術開発を専門とする研究者には研究上の評価につながるように、また、必ずしも技術開発を主としない研究者には技術開発への労力の負担を軽減できるように、技術開発を支援する体制の整備が望まれる。技術開発に関する情報交換の機会を設けるとともに、例えば、部品調達や設計・開発の共同化による開発コストの低減、人的支援などの方策を検討することが望ましい。

### （3）関連研究分野との連携の強化

現行計画からは、地震学、火山学を中核に防災に関係する人文・社会科学分野を含めた総合的かつ学際的なものになったため、関連研究分野との連携強化は極めて重要である。地震学・火山学以外の研究を行っている機関が新たに計画に参加し、地震研と防災研とが拠点間連携研究を開始するなど、組織的な連携研究体制の構築には大きな進展があった。従来からの地震、火山研究者と防災に関係する工学や人文・社会科学の研究者が、共同で進めている研究課題も多い。地震・火山噴火に関する文献史料と考古資料の統合データベースの構築や南海トラフ巨大地震のリスク評価研究など、具体的な進展も見られている。現行計画が開始されてまだ3年目であり、全体的に見れば、互いの研究分野の状況等がわかってきたところである。今後、関連研究分野間で共同研究を継続することにより、より密接な連携が可能となり、共同研究の深化も期待できるであろう。

本計画を進めてきて、歴史学・考古学、工学、人文・社会科学と地震学・火山学とでは連携に対する考え方には違いがあることもわかってきた。現行計画は、地震学・火山学の成果を災害軽減に役立てられるようにするという目的で、関連研究分野の研究者の意見も聞いて策定されたが、互いの研究分野に対する理解が必ずしも十分ではなかったため、計画の項目立てなどには改善の余地がある。現行計画での連携研究の経験を生かして、今後の計画を検討する必要がある。

### （4）研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

大学では、博士課程進学者が少ない状況が続いている。地震学・火山学の魅力や、災害軽減に貢献するという社会的な意義を知ってもらう活動を行うとともに、博士取得者のキャリアパスを確保することが重要である。大学、研究機関や地震・火山防災に関係する国の機関等に限定することなく、地震・火山の知識が防災対策等に活用できる地方自治体等での活躍の場を広げていく努力が必要である。同時に、現在地方自治体等で地震・火山防災に携わっている職員等に地震学・火山学の現状を理解してもらうことも重要である。自治体職員への講習等の活動はこれまでも行われているが、今後も継続が必要であり、より組織的な取り組みを検討すべきであろう。

火山研究者の確保・育成のため、平成 28 年度から文部科学省が次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトを開始し、「火山研究人材育成コンソーシアム構築事業」を立ち上げている。大学や研究開発法人、国の機関、地方自治体や民間企業がコンソーシアムを組んで大学院生の研究指導を行うというものである。従来の研究教育システムの良いところを最大限有効利用しつつ、多様化した学問や社会に対応できる研究者養成が行えるようにすることは重要であろう。

#### (5) 社会との共通理解の醸成と災害教育

各機関は、地震や火山噴火の予測の現状や地震・火山噴火による災害などの研究成果を国民にわかりやすく説明する努力を続けている。広報やアウトリーチ専任の職員を置いている機関もあるが、機関ごとの努力には限界があり、より組織的な取り組みを検討する必要がある。また、地震火山研究の必要性を理解してもらうためには、研究成果だけではなく、本計画が何を目的とし、どのような体制で推進されているかについても知ってもらうことは重要である。

国民や地方自治体に、地震・火山噴火に関する防災情報を適切に活用してもらうためには、予測の不確実性などを含め、これらの情報についての理解を深めてもらうことが重要である。また、研究成果や防災情報の知識を一般の国民によりよく理解してもらうためには、防災に関する人文・社会科学研究者等の専門家の助力を得ることが有効である。新たな研究分野である地震考古学においては、災害痕跡の認定基準の策定や、現場調査員向けのマニュアルの作成が必要である。研究成果を地震・火山災害の軽減に活用するためには、防災情報の発信の仕方の改善や、国民の理解を深めるための努力を継続する必要がある。

#### (6) 国際共同研究・国際協力

各機関では国際共同研究が活発に行われており、大学では学術交流協定等の締結などの組織としての取り組みも増加している。また、外国人客員教員による講義の開講や研究指導が行われることも多く、学生の視野を広げる効果などが期待できる。従来の地震学・火山学の国際共同研究は活発化しているが、災害軽減を目的とした国際共同研究はまだ少なく、今後、共同研究の幅を広げていく必要がある。

地震・津波・火山噴火等の情報は、国際的にも防災等のために重要であり、国際機関への情報提供は今後も継続する必要がある。また、我が国は、地震・火山研究や、地震学・火山学に基づく防災への取り組みにおいて先進国であるため、地震・火山・津波災害軽減の技術を移転する取り組みは国際貢献として今後も重要であり、継続する必要がある。

## VI. 総括的評価

### 1. 現行計画策定までの経過

#### (地震予知・火山噴火予知計画の主な成果)

測地学審議会の建議に基づく地震予知計画は、地震の前兆現象の観測に基づいた地震予知を目指して昭和 40 年度に開始された。地震や地殻変動などの観測網が整備された結果、地震の起こり方とプレートなどの構造との関係が明らかになるなど、地震に関する理解は着実に進展した。しかし、地震に先行する現象の観測結果は複雑で多様であり、多くの地震で同じように観測された前兆現象は知られておらず、地震予知の実用化への道筋は明確なものにはならなかった。そのような状況の中で 1995 年兵庫県南部地震が発生し、死者・行方不明者が 6400 人以上にのぼる阪神・淡路大震災をもたらした。この地震を契機に、それまでの地震予知計画を総括し、地震前兆現象の観測に基づいて地震を予知するという方針を見直した。そして、観測や実験、理論に基づき地震発生機構をモデル化し、地震発生過程全体を解明した上で、地震発生の予測を目指すことにした。このような考え方に基づいた「地震予知のため

の新たな観測研究計画」は平成 11 年度に開始され、主にプレート境界地震のアスペリティモデルの発展、地震発生サイクルのモデル化に基づく数値シミュレーションの実現、多様なゆっくり滑りや低周波微動の発見など、国際的にも高く評価されている多くの研究成果が得られた。

火山噴火予知計画は昭和 49 年度から、各火山における観測に基づいた火山噴火予知の実用化を目指して始まった。高密度多項目観測網の整備と実験観測を推進した結果、マグマ貫入の時空間変化の把握、火山体の地下構造の理解が進んだ。また、各観測データの時系列をもとに、火山活動や噴火活動の定量的記述がなされ、先行現象と噴火発生との関連性が明らかになった。地質・岩石学的調査に基づき、火山活動の長期評価が行われ、噴火様式とマグマ特性との関連性の理解が進み、起こりうる噴火現象を地図上に示した火山ハザードマップや発生順を示した噴火事象系統樹として防災に役立てられた。また、有珠山や三宅島において観測による先行現象の検知に基づく噴火発生前の情報発信が行われ、災害軽減にも役立てられた。これらの成果は、適切な観測体制のある火山では噴火時期をある程度予測できることを示しており、平成 19 年より気象庁は、防災機関や住民が取るべき防災対策と連動した火山ごとに異なる噴火警戒レベルの運用を順次開始した。

日本列島で発生する地震と火山噴火は、プレートの沈み込みを共通の原因として発生しており、日本列島域の構造や応力場などの地学的環境の解明は、地震予知と火山噴火予知の両方にとって重要である。また、地震と火山噴火が相互作用する可能性が指摘されており、地震と火山噴火では地球物理的観測手法や現象の物理・化学モデル化でも共通点がある。このようなことから、平成 21 年度から開始された「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」では、それまで個別に推進されてきた地震予知と火山噴火予知の計画を統合し、地震学と火山学の研究者が協力し、より効率的に研究を進めることになった。地震予知と火山噴火予知の研究計画の統合の成果としては、沈み込み帯におけるスラブからの水の供給とマグマの発生・上昇過程の解明や、伊豆半島東方沖におけるマグマの貫入による群発地震活動の解明と予測などがある。

#### (東日本大震災)

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」を実施中の平成 23 年 3 月には東北地方太平洋沖で M9.0 の巨大地震が発生し、津波などによる死者・行方不明者が 2 万人近くに上る東日本大震災をもたらした。それまでの計画では、M9 クラスの地震の発生可能性に関する研究は十分ではなかった。また、巨大地震による津波のような災害誘因の予測に関する研究も不足していた。このようなことから、観測研究計画を見直し、超巨大地震に関して当面実施すべき観測研究として、超巨大地震とそれに起因する現象の解明と予測及びそのための新技術開発の研究を実施することになった。津波堆積物の調査に基づいた過去に発生した超巨大地震の解明、地震発生直後にできるだけ短時間で地震の規模を正確に推定する手法の開発、沖合の津波計のデータも活用して津波が沿岸に到達する前に正確に津波を予測する手法の開発などで重要な成果が得られた。

#### (現行計画の策定)

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の見直しにより、超巨大地震に関する観測研究を強化し成果が得られたが、国民の命を守る実用科学としての地震・火山研究を推進するために、計画を抜本的に見直す必要があった。地震・火山噴火の予知に基づいて災害軽

減に貢献することを目標としていたそれまでの計画の方針を転換し、地震発生・火山噴火の予測の研究に加え災害誘因の予測の研究も行い災害の軽減に貢献することを最終的な目標とする「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」を平成 26 年度から開始した。現行計画は、地震発生・火山噴火の予測を目指す研究を継続しつつも、計画の目標を広げ、地震・火山噴火による災害誘因の予測の研究も組織的・体系的に進め、国民の生命と暮らしを守る災害科学の一部として推進することとなった。地震や火山現象の理解にとどまらず、地震や火山噴火が引き起こす災害を知り、研究成果を地震、津波及び火山噴火による災害の軽減につなげることを目指す。そのため、地震学や火山学を中核とし、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの分野の研究者が参加し、協働して計画を推進する。現行計画は、このような方向転換の最初の 5 か年の計画と位置付けられた。

## 2. 現計画の成果と課題

### (優先度の高い地震・火山噴火に対する総合的な取組)

東北地方太平洋沖地震、南海トラフの巨大地震、首都直下地震、桜島火山噴火については、本計画実施期間に災害科学の発展に着実に貢献できる見込みがあることや、発生した場合の社会への影響の甚大さを考慮して、総合的な研究として優先して推進することになっている。総合的な研究を推進するために、予知協議会に 4 つの対象それぞれについての総合研究グループを設置し、関連する課題間の連携協力体制を構築した。

東北地方太平洋沖地震については、発生から 5 年余りたっているが顕著な余効変動が続いている。余効変動の観測データなどに基づいた東北地方の粘弾性構造の解明が進められ、物理モデルに基づいた今後の地震発生の予測シミュレーションが行われるなど、重要な科学的成果が得られている。また、この地震で観測されたデータを利用して、津波の即時予測実験などの災害誘因予測の研究が進められ、手法の高度化が実現したことは、地震・火山研究の成果を災害軽減に役立てることができる重要な成果である。この地震の影響は、広域に長期間に及ぶものと思われ、隣接域でのプレート境界大地震やアウターライズ地震発生の懸念がなくなったわけではない。余効変動の観測も含め、この地震の影響を継続して研究する必要がある。また、この地震による津波や地滑りなどによる災害には、土地利用の変化が関係していることが指摘された。災害素因も含めて、この地震による災害の発生機構を解明することは、今後の巨大地震による災害軽減を検討する上では重要な研究である。

南海トラフ巨大地震については、海底地殻変動観測によりプレート境界の固着の状況の地域性がこれまで以上に詳細に解明されるなど、モニタリング技術の進展による重要な成果があった。南海トラフ巨大地震が発生に至るまでの過程をできるだけ詳細に観測し、その物理的な意味を明らかにすることは、その予測可能性を検討する上でも極めて重要である。拠点間連携共同研究では南海トラフ巨大地震のリスク評価研究を参加者募集型共同研究として実施し、南海トラフ巨大地震の震源や地震波の伝播といった理学研究、地震動や構造物被害といった工学研究、災害情報の発信などの人文・社会科学研究を含む総合的な研究を進めた。南海トラフ巨大地震を対象として、このようにリスク評価に必要な一連の要素を総合したシステムが確立すれば、他の地震などにも適用できる。

首都直下地震については、房総半島沖のゆっくり滑りの解明、地震動による地滑り発生可能性の研究、史料に基づく江戸時代の大地震の研究、関東平野の地震波伝播特性の研究などの成果は得られた。しかし、首都直下の構造は複雑であり、対象とする地震が多様であるため、地震による災害に関する研究も、やや系統性を欠くものになっており、総合的な取組とし

ての成果はまだ十分には得られていない。今後は、まず首都直下で発生する可能性のある地震像を明確にすることが必要である。また、それら地震により引き起こされる可能性のある災害について検討していくべきであり、長期的で計画的な取り組みが必要になる。

桜島火山については、地震、地盤変動、電磁気、地球化学といった従来の観測に加えて、ミュオンなどの新手法も適用しながら、火山体内部のマグマ活動の高精度な把握に基づく火山活動の解明が進められた。特に、深部からのマグマの供給率と中長期的な噴火活動の様式や規模に関連性が見出されたこと、2015年8月には既存の火道近くに新たにマグマが貫入したことが明らかとなった。また、気象レーダーやライダー観測、GNSS観測による火山灰噴出の把握、数値シミュレーションによる火山灰拡散予測といった災害誘因に関する研究が進むとともに、降灰量による交通網への影響評価も行われた。加えて、噴火事象系統樹を利用した自治体の防災訓練や大噴火時の住民の避難意向調査に基づく行動分析が行われた。以上のように、頻発する噴火を利用した科学的研究の実施と、その成果に基づく将来起こりうる大噴火発生への対策に関する研究が連携して行われている。近傍に鹿児島市街地を抱える桜島は、火山災害の軽減を意識した研究を実施する良いフィールドである一方、来たる大噴火時には、その成果を有効的に利用し、災害をできる限り防ぐためにも、今後も継続して研究を実施する必要がある。

以上のように、優先度の高い地震・火山噴火である4つの対象について総合的な取り組みを行ってきた。地震学・火山学的な現象解明・予測の研究から災害軽減に向けての取り組みまでを総合的に検討することにより、研究の取り組み方の違いや研究の不足している部分、災害軽減に貢献する研究の成果を得る難しさの違いなどの課題が明らかになり、今後の研究の進める上でも参考になる点があった。今後、対象とする地震・火山噴火や推進体制についても見直した上で、優先度の高い地震・火山噴火の分野を横断した総合的研究を進めていく必要がある。

#### (拠点間連携共同研究)

拠点間連携共同研究は、地震火山観測研究の成果を災害軽減に役立てることを目標に、「地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点」である地震研と「自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点」である防災研が連携して平成26年度に開始した。両拠点が、予知協議会と自然災害研究協議会という、それぞれが中核となっている研究者コミュニティが協力して組織的に研究を推進していることは重要である。南海トラフ巨大地震のリスク評価研究は、南海トラフ巨大地震の総合的取組にも大きく貢献している。現時点で開始から2年あまりしか経っていないため、研究成果としては予備的なものが含まれている。しかしながら、複合学術領域としての地震・火山噴火に関する災害科学を発展させるという目的の下、理学・工学・人文・社会科学に至る幅広いテーマの研究課題が立ち上げられ、地震で損傷を受けた建物が余震で倒壊する可能性の評価など、これまでにない新しい成果の芽が現れ始めている。また、異なる分野間で連携研究を進める中で、ライフラインなどのインフラ設備の被害予測など社会が必要とする災害予測情報と、従来の研究成果とに食い違いがあるなどの新たな発見もあった。災害対策を考える現場の視点から、災害軽減を推進するためにどのような研究があるかという観点で研究課題を再構成することも有効だと思われる。また、災害対策に活用される災害リスク評価を実現するには、信頼性のある定量評価が必要であるが、そのためには、災害予測の過程における研究分野の相互（依存）関係の明確化が必須であることも、分野間連携の課題から明らかになった。

### (低頻度大規模地震・火山現象)

2011年東北地方太平洋沖地震に関しては、この巨大地震に先行するプレート境界の滑り過程や、巨大地震発生後の余効変動などについて解明が進められた。巨大地震が地殻活動に及ぼす影響は広範囲にまた長期にわたっており、観測データの解析から広域の物性値の推定などが可能になっている。東北地方太平洋沖地震の発生により、近代的観測データだけでは解明できない低頻度大規模地震・火山現象の研究の重要性があらためて認識された。近代観測以前の地震・火山現象を解明するためには、史料、考古データ、地質データを活用する必要がある。特に、史料・考古データに基づく地震・火山現象の解明では、現行計画から歴史学や考古学の研究者が参加し、地震学・火山学の研究者と組織的な連携研究を開始した。史料、考古データ、地質データの収集とデータベース化は、それぞれ着実に進展している。また、史料と考古データのデータベースを統合検索できるようなシステムが検討されている。現行計画の新たな取り組みとしては、順調に進展しているといえるであろう。利用できる史料、考古データは膨大であるため、今後も継続した取り組みが必要である。また、史料、考古データの分析に時間がかかることを考えると、対象とする地域や時代などについての優先順位を検討することも重要であろう。

津波堆積物などの地質データベースは、複数の機関で作業が進められている。今後、これら複数のデータベースのデータを統合的に解析できるような仕組みを構築することが重要である。さらに、近代観測以前の地震・火山現象の解明のためには、史料、考古データ、地質データを統合解析すること必要であるため、これを可能にするシステムを構築すべきである。

史料、考古データ、地質データの収集とデータベース化と同時に、これらデータを地震発生 の長期評価の改善や大噴火発生に至る過程の理解に役立てるような手法を開発することが重要である。これまでに、津波堆積物のデータに基づき、17世紀に北海道太平洋沖で巨大地震が発生した可能性の指摘や地質データ分析に基づく奥尻島山体崩壊の年代推定など、史料、考古データ、地質データから過去の巨大地震や大規模噴火の解明の研究は進んでいる。今後、近代観測データや理論的研究と合わせることなどにより、これらデータをより有効に使い、将来の大規模地震・火山噴火の予測に利用するための研究も重要になってくるであろう。

### (内陸地震)

現行計画実施期間中に発生した、2014年長野県北部の地震と2016年熊本地震は、どちらも地震調査委員会が長期評価の対象とされた既知の活断層で発生した。長野県北部の地震は、活動の評価対象よりも短い区間で断層が破壊されたものであった。このような活断層の部分的な破壊を評価する手法を開発することは、今後の重要な課題である。また、2016年熊本地震は、隣接する2つの断層帯が続いて活動し、複雑で比較的長期の地震活動となった。複雑な断層系での地震活動の推移を的確に予測する手法を開発することは、災害軽減に貢献するためにも極めて重要である。

2014年長野県北部の地震については、本震の4日前から前震活動があり、本震発生前に臨時観測点を展開していた。2016年熊本地震は、M6.5の地震の発生から約28時間後にM7.3の地震が発生した。これらの地震活動について、臨時観測データも利用したデータ解析による研究が実施された。今後、前震活動や大きな地震の続発性について、近年の豊富な観測データや統計モデルを利用して地震発生過程の解明や予測につながる研究を進めることが重要である。

多くの地震の発震機構解を用いた応力場推定や、地震波速度ならびに比抵抗構造の推定などにより、内陸地震発生場の理解は進んできている。その成果を利用して、内陸地震発生の物理モデルを発展させて、観測データと物理モデルに基づいた長期的な活動度評価を目指した研究が必要であろう。

#### (地震と火山の相互作用)

大地震や噴火が一旦発生すると、近隣の断層や火山の活動活発化による新たな災害が懸念される。例えば、2011年東北地方太平洋沖地震の発生後に、内陸地震や火山地域の地震活動に顕著な変化が観測された。2016年熊本地震の断層は阿蘇カルデラ内にまで延びており、阿蘇山の火山活動への影響が懸念されている。地震・火山は、地殻内応力などを通じて相互に何らかの影響を及ぼしていると考えられるものの、両者の関係を定量的に調べられる事象は多くはない。少ない事象を多項目観測で漏らさず捉えて定量化するとともに、火山のような特異な構造不均質性と断層運動との関連性に関する理論的な研究をもとに、相互作用の物理機構を丁寧に調べることは重要である。また、過去の近代的データや史料、考古データ、地質データの系統的な解析などを通して、相互作用の有無を網羅的に調べることも必要であろう。

#### (プレート境界地震)

海溝型のプレート境界地震については、前計画から引き続き、プレート境界における多様なゆっくり滑り現象の解明やモデル化、海底地殻変動観測による固着域の詳細な推定などで成果があった。測地データ等と物理モデルに基づくデータ同化手法開発の研究も進められており、プレート境界における摩擦特性の推定や、滑りの推移予測実験などが行われている。モニタリングと物理モデルによりプレート境界滑りの推移を予測する研究は、地震発生予測を目指す本計画の柱の一つとして継続すべきである。

プレート境界には地震性滑りが発生しやすい場所や非地震性滑りが発生しやすい場所などが存在することから、摩擦特性は一様ではないと考えられ、このことを支持する観測結果は現行計画でも多く得られている。プレート境界面の摩擦特性の分布を明らかにすることは、物理モデルに基づくプレート境界地震などの数値シミュレーションでも必須のものである。地震波速度構造と摩擦特性の関係を示唆する観測結果はあるが、両者の定量的な関係は明確になっていない。この関係を明らかにすることは、モニタリングと物理モデルによりプレート境界滑りの推移予測のためには重要である。なお、滑りが地震性になるか非地震性になるかは、その場の摩擦特性だけで定まるものではなく、その場の弾性的特性や動的摩擦特性にも依存することに注意すべきである。岩石の摩擦実験などにより、動的なものも含め摩擦特性の詳細を解明することは重要である。

#### (スラブ内地震)

海洋プレート内で発生するスラブ内地震については、2015年小笠原諸島西方沖の深発地震のように、これまで災害軽減のための研究対象としてはあまり重視されていなかった深発地震でも被害が発生することがわかった。また、海洋プレート内地震と構造不均質の関係についても理解が進んだ。海洋プレート内地震の中短期予測は当面困難と思われるため、構造不均質などから海洋プレート内地震が発生しやすい場所を明らかにし、長期予測に役立てることを当面の目標とすべきであろう。

### (地震先行現象・地震活動評価)

地震の中短期予測を実現するためには、地震に先行する現象を観測して適切に評価する必要がある。複雑で多様である地震先行現象の確からしさを明らかにするために、現行計画では観測された先行現象の統計的な評価に重点を置いて研究が進められている。これまでに、大地震発生前に前震活動や地震活動静穏化が現れる割合などを調査した。このような結果を、確率的な地震発生予測に利用できるように、さらに解析を進め、予測手法の開発を進める必要がある。また、他の先行現象についても統計的な評価を進めるとともに、様々な先行現象の発生機構を解明する必要がある。将来的には、プレート境界滑りの推移予測のためのモデルのような物理モデルと統合することを目指すべきである。

### (火山現象のモデル化)

多様な火山現象を理解するためには、火山の性質や噴火様式を整理し、類似点や相違点を比較しながら、各現象の相関・因果関係をまとめていくことが必要である。そこで、本計画では、マグマ噴火の卓越する火山、熱水系が卓越し水蒸気噴火をしばしば伴う火山に分類し研究を実施してきたが、両者ともに充実した多項目観測が実施されている火山では、地下の現象の時空間変化や噴煙及び火山ガス放出などの定量化は着実に進んでいる。

マグマ噴火については、2011年霧島山（新燃岳）の一連の噴火活動に関する研究にあるように、観測データに基づく研究成果に、マグマ火道流モデルや噴出物特性の分析結果を合わせることにより、噴火のメカニズムや様式、またその推移について、定量的な検討も行われるようになった。今後も、理論、物理的観測、物質科学的分析による研究を連携して行うことにより、マグマ噴火の活動特性の定量的理解にとどまらず、予測方法の構築への道筋が見えてくると期待される。

一方、水蒸気噴火の発生が懸念される熱水系の卓越する火山については、現行計画から本格的に観測・研究に取り組んだ。熱水系の卓越する火山における水蒸気噴火は、噴火の先行現象を捉えた例が非常に少ないことから、火口近傍における多項目観測を実施し、非噴火時における異常活動の発現、あるいは噴火発生に至るまでの先行現象を明らかにすることを目的とした。そのような状況の中、2014年に口永良部島と御嶽山で相次いで水蒸気噴火やマグマ水蒸気噴火が発生した。現行計画で新たに展開する予定であった観測点の設置は間に合わなかったものの、これまでの観測研究計画等で整備した観測網により、貴重なデータを得ることができた。特に、口永良部島では15年ほど前から浅部火山活動が段階的に活発化している中で噴火が発生しており、火山活動の理解には安定した長期の観測が重要であることがあらためて示された。また、御嶽山は噴火の約1か月前から火山性地震などの活動が活発化しており、水蒸気噴火の発生は、中長期的な活動活発化の中で発生することがわかった。しかし、噴火発生までの時間スケールはその時々で大きく異なることから、火山災害を軽減するための危険情報をどのように発信するのか、今後解決すべき重要な課題となった。一方、高精度の地盤変動観測を行うことにより、噴火の数時間から数分程度前から急激な山体膨張が発現することがわかった。噴火の発生直前ではあるが、警報を山頂付近にいる観光客らに伝えることにより、災害を軽減できる可能性が高い。火口付近の複数観測点の設置や観測困難地域での安定的な運用が可能なシステムを開発することにより、課題を解決することができよう。

### (噴火事象系統樹)

噴火事象系統樹は、それぞれの火山で今後起こりうる噴火の特徴を一覧することができることから、防災対策を実施する担当者あるいは住民にとって、火山活動の全体像を理解し、避難計画をはじめとした火山防災を考える上で非常に重要である。また、火山現象が網羅的にまとめられていることから、学術的な視点からも非常に役立つ。今後も、より客観的で、災害軽減に資する噴火事象系統樹の作成が必要である。

浅間山や有珠山、桜島など、近代的な観測網が整備され、噴火事例がある火山では、噴火活動の推移と観測量の関係が十分に得られることから、噴火現象の分岐の判断に観測量が取り入れられるなど高度化が進んでいる。一方、たとえ観測網が整備されていても、噴火活動が記録されていない火山が多く存在する。このような火山では、事象分岐に確率を付与することは難しい。現行計画で試作した蔵王山のように、地質学データや史料を整理して発生の可能性の大小を示す、また、日本に限らず世界の火山における観測成果を利用するなど、利用できる限りのデータを活用した噴火事象系統樹の作成が必要であろう。これらに加え、マグマ特性や火山体構造をもとに、火山活動が分岐する条件を理論的に調べることで、火山活動や噴火の規模や様式が変化する前に観測される特徴を明らかにし、より信頼度の高い分岐判断の指標を用意しておくことにより、火山活動の活発化の際に有効に利用できよう。

#### (災害誘因予測のための研究)

災害誘因予測のための研究は、2011年東北地方太平洋沖地震の発生を受けて新たに本計画で扱われるようになったが、地震発生直後に地震の規模を正確に推定する手法の開発や津波浸水域の即時予測などで大きな進展があった。沖合津波計のデータを利用した津波の即時予測手法は、実用化に向けた開発が進められている。火山噴火に関係するものでも、降灰の拡散範囲の予測に必要な火山灰粒子密度の推定手法の開発等が行われた。このような研究は、地震学・火山学の研究成果が災害軽減に直接役立つものであるため、今後も継続して行っていく必要がある。また、このような研究の成果は、行政機関等で実用化されることに価値があるため、大学、研究開発法人及び行政機関が十分に連携した上で推進することが重要である。

地震動や津波等の事前予測の研究では、2011年東北地方太平洋沖地震のようなプレート境界巨大地震の地震波放射特性の空間的不均一性や、地震波伝播経路の構造が地震動に及ぼす影響などについての研究に進展があり、津波に影響を及ぼす海溝軸近くの摩擦特性などの研究も行われた。これらの研究は、地震動・津波の事前予測の高度化につながる成果である。また、地震性地滑りの発生メカニズムに関する研究も進展している。これらの研究成果は、構造物被害などの工学的研究や災害情報・災害対応などの人文・社会科学的研究と連携することで、さらに災害の予測の分野で活用することができよう。このような観点から現行計画では拠点間連携研究を推進した。今後も、地震学・火山学の成果を災害軽減に役立てるために、工学や人文・社会科学と連携することが重要である。

#### (災害事例、災害発生機構、災害情報の研究)

地震や火山噴火に関する研究成果を災害軽減に役立てるためには、地震や火山噴火といった自然現象の理解にとどまらず、災害素因に関する理解に基づき災害軽減に貢献するための地震・火山研究を推進することが必要であるため、人文・社会科学研究者と連携することにより、現行計画から新たに災害事例、災害発生機構、災害情報等の研究に取り組むことになった。2011年東北地方太平洋沖地震、2014年御嶽山噴火、2016年熊本地震などの国内におけ

る近年の地震・火山災害だけではなく、史料に基づく江戸時代の地震災害の研究や、海外の災害事例の研究も行い、地震や火山噴火による被害の状況や復興状況の知見を集積した。地震や火山噴火の発生を防ぐことは不可能であるため、これらが災害を引き起こす過程の理解に基づいて、災害軽減のための方策を検討する研究は今後も重要である。また、災害誘因予測結果などの災害情報の適切な提供の仕方も、地震学・火山学の成果を効果的に災害軽減に役立てるためには重要であることは明らかである。

現行計画で地震・火山学の研究者と防災に関する人文・社会科学の研究者の連携研究が開始され、両者の相互理解は徐々に進んできている。相互理解が進むと同時に、ともに地震・火山災害の軽減を目指している両分野の研究者間の組織的な交流がこれまで少なすぎたことがわかった。これは反省すべきことである。現状では、地震学や火山学の最新の研究成果が、防災に関する人文・社会科学に十分に活用されているとは言えない。今後、地震・火山学の研究者と防災に関する人文・社会科学の研究者の情報交換をより活発に行うことにより、地震学・火山学の成果をより有効に活用できるよう、研究手法を検討していく必要がある。

### 3. 計画推進体制の強化

#### (地震本部との関係と火山観測研究の一元的推進体制)

我が国では、地震防災対策の強化を目標として、地震本部が地震に関する調査研究を一元的に推進している。地震本部が推進する調査研究は、トップダウンで進める特定の地域や地震を対象とした大規模なものになるのに対し、本計画では研究者の自由な発想に基づくボトムアップ研究を推進している。地震本部による地震に関する評価では、本計画の成果が多く利用されていることは、2011年東北地方太平洋沖地震や2016年熊本地震の例からも明らかである。また、本計画による地震の発生過程等の解明の成果は、地震の長期評価や強震動評価の基礎となるものである。地震本部で推進している調査研究の多くは、本計画で開発された観測技術や解析手法を発展させたものである。地震に関する基礎的な理解の進展や新たな観測技術や解析手法は、多様な考え方にに基づき、研究者が創意工夫することによって得られることが多いため、国の地震調査研究を継続的に発展させるためには、本計画で行う基礎的な研究は重要である。本計画の成果が国の地震調査研究に有効に活用されるためには、今後、地震本部との連携を一層強化しなければならない。

火山噴火予知計画に始まる観測研究計画により得られたこれまでの火山研究の成果の一部は、噴火警戒レベルの設定や、気象庁火山噴火予知連絡会において個々の火山の活動評価で活かされてはいる。しかしながら、地震本部のような、火山に関する調査研究を一元的に推進し、本計画で得られた基礎的な成果を組織的・体系的に社会に還元する仕組みが確立していない。また、適切な火山観測設備や監視体制、調査研究について、国全体として方向性を議論し、社会に反映できるよう実行に移す組織がないため、最新の科学的知見を反映した火山防災体制を効果的に実社会に展開できていない。5年前のレビューでもすでに指摘されているが、火山調査研究の成果に基づく火山防災施策の高度化は必要不可欠であり、国が責任を持って今後の研究戦略と成果の普及展開について考える火山調査研究の組織・体制を検討する必要がある。一方、火山活動や噴火活動は多様であるため、火山噴火現象の理解や発生を予測する技術の開発は、トップダウン的に組織だった研究だけで行えるわけではない。今後、研究者の自由な発想に基づく本計画のようなボトムアップ型の研究も十分進めることが不可欠である。

### (本計画の推進体制)

本計画は、地震火山部会において計画の進捗状況を把握し、成果の取りまとめを行っている。今後も、地震火山部会において、各年度の成果を把握し、計画の方針を確認した上で、計画を推進していくべきである。地震火山部会で各課題の進捗状況を常時把握するのは難しいため、予知協議会企画部と拠点間連携共同研究委員会が常時活動し、計画全体として成果があがるように、課題間連携等を図っている。平成26年度には予知協議会に史料編纂所などの地震・火山学以外の関連分野の研究組織が参加することになり、平成28年度からは、大学のほか、行政機関や国立研究開発法人等の計画に参加する全機関が予知協議会に正式参加することになったが、全機関がこれまで以上に密接な連携のもと計画を進めていく上では望ましい。また、企画部内に戦略室を設置し、異なる研究分野間の連携強化のため、合同研究集会の企画等の取り組みを行っている。各年度末には成果報告シンポジウムを開催し、計画の参加者が全体の進捗状況を理解して研究を進められるようにしている。地震学・火山学の成果を災害軽減につなげるためには、このような活動を今後も継続して行っていくことが重要である。また、大学等による基礎的研究の成果を行政等で活用するために、予知協議会において計画参加機関の間での情報交換を活発に行い、それぞれの機関の目的や強みを考慮して、計画を推進していくことも重要である。

### (基盤的な観測の維持、発展)

これまでの地震・火山噴火の現象解明や予測及び災害誘因予測の研究には、高感度地震観測網などの地震や地殻変動の基盤的な観測網が大きく貢献してきた。南海トラフにおける地震・津波観測監視システムや、整備が進められている日本海溝地震津波観測網や海底地殻変動観測によって、これまでは高精度の観測が難しかった海域の地震、地殻変動をより正確に把握できるようになってきているため、特に、海溝型地震についての現象解明や予測及び災害誘因予測の研究の加速が期待できる。地震・火山現象の解明と予測のためには、現象の推移を把握することが重要であるため、長期間安定して観測データを取得することが必要である。特に、発生が懸念されている南海トラフ巨大地震については、発生に至るまでの詳細な過程を観測することは、巨大地震の予測可能性を検討する上でも極めて重要である。

火山における多項目観測データは、火山研究だけでなく、適切な噴火警戒レベルを設定するためにも不可欠である。また、長い時間をかけて変化する火山活動を把握するためには継続的な観測が不可欠であり、その観測基盤は国が責任をもって整備維持する必要がある。現在、火山の観測は、国の機関や研究開発法人だけでなく、火山噴火予知研究計画の中核を長年担ってきた国立大学法人に強く依存している。しかしながら、国立大学の法人化以降、定常的な観測設備や人材に対する予算を十分に確保することができず、過去に整備された高精度な観測施設さえも更新ができないため、十分なデータが得られなくなりつつある。2014年御嶽山噴火発生などを受け、火山観測点の整備や拡充も一部で進んでいるものの、一元的推進体制がなく各省庁間での調整が十分ではない。設備だけでなく観測を維持する人的、予算的資源の確保を含めた中長期的な視点に立った火山の基盤観測体制の整備が必要である。

地震の発生直後には、余震や余効変動などの活発な地殻活動が発生する。また、火山活動の活発化や噴火活動中には、火山性地震の活発化や山体膨張が起き、多様な噴出物が放出される。地震活動や火山活動の推移予測のためにも、現象のより正確な把握が必要である。そのため、このような時には、必要に応じて、迅速に臨時観測を行ってきた。また、定常観測点では検出できないような詳細な構造や活動を解明するために、臨時観測を行ってきた。こ

のような観測を行うために必要な観測機材や人的資源、機関間の連携を含めた観測体制を常に整備しておくことも重要である。

#### (データベース・データ流通)

地震・地殻変動等の定常観測データについては、多くのものが広く流通し、多くの研究者により利用されることにより研究に役立っている。流通するデータは年々増大しているため、データ流通システムの維持・拡充は今後も着実にやっていく必要がある。

本計画で得られた臨時観測等のデータや解析結果などの成果は、必ずしも多くの研究者が使いやすいような形で公開されているわけではない。これらデータを公開し、多くの研究者が利用できるようにして、研究を加速することを目的に、これらをデータベース化し、研究者間で共有する仕組みの構築を目指してきた。しかしながら、このようなシステムの構築は必ずしも順調に進んでいない。一方、これまでに蓄積されたデータは膨大であり、これらすべてを公開することが現実的とは思えない。このようなデータベースの構築・維持のためのコストも考慮した上で、データを広く公開する方向に進めるべきであろう。

#### (技術開発)

地震・火山現象の理解を進めるためには、これまで以上に精度の高い観測や、観測が困難な場所でのデータ取得、観測データからのノイズ除去など、観測・解析技術の高度化が重要なことは明らかである。本計画でも、これまで継続的に観測・解析技術の開発を進めてきたが、その重要性は今後も変わらない。海底観測技術、宇宙測地技術、地下状態のモニタリング技術などでは、技術開発研究者と地震・火山現象の研究者とが密接に連携を取り開発を進めていく必要がある。また、災害軽減に資する技術の開発という点からは、地震・火山災害発生時の災害情報発信技術などについても検討を進めていく必要がある。

#### (教育・人材育成)

多様な地震・火山現象や、それらによる災害の発生機構も、実社会に応用できるまで学問が進展しているわけではない。そのため、我が国あるいは世界の地震・火山災害の軽減を図るためには、地震・火山現象や災害を研究する人材及び高度な知識を有し防災業務に携わる人材の育成が必要である。これらの人材の継続的な育成には大学院生の確保が不可欠であるが、昨今、大学における博士課程進学者が減少している。この問題は必ずしも地震学、火山学分野に限ったことではなく、他分野にも共通する課題であり、大学院生に対する経済的支援や博士号取得後の活躍の場の確保など、博士課程進学者を増やす施策を実行することが求められる。地震学や火山学分野における人材育成については、地球のダイナミクスを追究する学問としての魅力、予測科学としての面白さ、災害軽減に貢献する学問としての広がり伝えることは当然のこととして、国や地方自治体で地震・火山防災施策を担う人材、また、民間企業等で防災関係の業務に従事する人材の拡充を社会に強く働きかける必要がある。このような取り組みが、国の防災力を高めることにつながることから、大学の教育や研究開発法人、国や地方自治体の機関で実施されているシステムを有機的につなげ、また、改良し、効果的な人材育成体制を作ることが必要であろう。例えば、火山学分野について、火山災害警戒地域に設置される火山防災協議会に、関係自治体や気象庁等の国の機関の他、火山専門家が参加することが求められている。現在、文部科学省の委託研究として火山人材育成コンソーシアム事業が立ち上げられているが、次世代の研究者を育成すると共に、国/地方自治体な

どの防災関係の組織に専門家を派遣できるような教育システムも構築していくことが求められる。

#### (社会との共通理解の醸成と災害教育)

地震学・火山学の成果を災害軽減に役立てるためには、防災業務に携わる自治体職員や被災地になる可能性のある地域の多くの住民に、地震学・火山学で得られる災害に関する知見を理解し活用してもらうことは重要である。これまでも、各機関において国民や自治体の防災関係者らを対象に、講演会等を開催し、地震・火山噴火予測の研究の現状や、地震・火山災害などについて理解してもらうための活動を行ってきた。このような活動は、特に大学においては、個々の研究者の努力に負うところが大きく、計画全体として組織的に行ってきたものではなかった。現行計画では、予知協議会の主催などで一般向けのシンポジウムなどを積極的に開催するようになった。例えば、南海トラフ巨大地震対策の検討に関連して開催したシンポジウム「南海トラフ巨大地震の予測に向けた観測と研究」や、熊本市で開催した「熊本地震シンポジウム」である。また、これまでは研究成果や知識の伝達方法についてのノウハウの蓄積もほとんど行われなかった。必ずしもわかりやすいとはいえない地震学・火山学の成果を理解してもらい防災のために役立ててもらうために、現行計画では人文・社会科学研究者と共同して効果的に伝えるための取組を始め、予知協議会のパンフレットを作成した。今後、これらの取組の成果を評価して、研究成果をより効果的に伝えるための研究を進める必要がある。

内閣府での南海トラフ地震対策や全国の活火山の火山防災協議会など、国や地方自治体の地震・火山防災対策の検討には、本計画に参加する研究者が多数参加し、また、本計画の成果が利用されている。今後も、防災対策の基礎として貢献することを意識して計画を進めていくべきである。

#### 4. 現計画の総括的評価と今後の展望

現行計画は、地震発生・火山噴火の予測を目指す研究を継続しつつも、計画の目標を広げ、地震・火山噴火による災害誘因の予測の研究も組織的・体系的に進め、国民の生命と暮らしを守る災害科学の一部として計画を推進するという方針転換の最初の5年と位置付けられている。そのため、地震学や火山学を中核とし、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの分野の研究者が参加し、協働して計画を推進することになった。実際に、歴史学、考古学、防災に関連する人文・社会科学の研究機関が計画に参加するようになったほか、地震研と防災研の拠点間連携研究の実施により工学も含めて関連研究分野の研究者が参加することになった。これらの取り組みにより、地震学や火山学の研究者と関連研究分野の研究者の交流の機会は大幅に増加し、相互理解が大きく進んだ。しかし、両者による共同研究は萌芽的なものが多く、今後さらなる発展を目指さなければならない。関連研究者の相互理解が進んでいるため、地震学・火山学の成果を災害軽減に活用するための本格的な研究の準備は整ってきている。

研究成果の多くは国際学会や国際学術誌に発表され、高く評価されている。ニュージーランドの沈み込み域におけるプレート境界滑り過程やインドネシアの火山噴火と災害軽減に関する総合的研究などの国際共同研究も進められている。地震・火山噴火の素過程は世界共通であるので、世界各地の多くの事例を比較検討することは、多様で地域性のある現象の理解のために有益である。また、大規模な地震・火山現象は、世界規模の災害をもたらすことも

あり、今後、地震・火山現象の理解や予測の研究成果は地震・火山防災に関して国際貢献にもなることを意識して、国際的な研究活動をいっそう推進すべきである。

#### (地震・火山現象の解明と予測の研究)

近代観測以前の地震や火山噴火を解明するために、史料、考古データ、地質データを収集・分析し低頻度大規模地震火山現象の解明と予測の研究を重視することになった。そのために、これまでは計画に参加していなかった歴史学や考古学の研究者が参加するようになったことが最も大きな変更点である。史料と考古データに基づき近代観測以前の地震と火山噴火を解明するための研究に着手し、データベース構築に向けた取り組みは着実に進展している。膨大なデータがあるため、今後も継続的な取り組みが必要である。また、収集したデータを低頻度大規模地震火山現象の予測に活用するための手法開発が今後の課題である。

内陸地震やスラブ内地震などのプレート内地震については、現行計画実施中に発生した2014年長野県北部の地震や2016年熊本地震などの解析を通して、現象解明に進展があった。一方、既知の内陸活断層で発生する地震の長期的な予測については、規模の予測などの課題が明確になった。また、2016年熊本地震のような複雑な断層系で発生する地震活動の推移予測も課題である。内陸地震は比較的規模が小さいものでも、局地的に大きな被害につながるため、その長期予測や活動の推移予測は災害軽減のためにも大変重要である。断層の深部構造や応力場の解明などにより断層への応力集中機構をモデル化し、観測データとモデルに基づき内陸地震の発生予測につながる成果を目指す。

海溝型のプレート境界地震については、多様なゆっくり滑り現象の解明がさらに進み、ゆっくり滑り現象とプレート境界大地震発生の関係についての研究も進められた。データ同化手法開発による、プレート境界面上の摩擦特性の推定や滑りの推移予測のための研究も着実に行われている。学術的に重要な成果も多く得られており、この方針を継続して地震発生予測を目指すべきである。

前震やゆっくり滑りなどの地震に先行する様々な現象の観測事例が増え、それらの統計的評価が進められている。近年の高精度の観測データなどにより観測事例を蓄積し、その客観的評価を進めるとともに、地震先行現象の物理過程を解明することにより、地震発生の中短期予測につながる成果が期待される。

火山活動及び噴火の予測に関する研究は、噴火事象系統樹の高度化を中心に進められてきた。過去の噴火履歴を知るために、地質データに加えて、史料、考古データの分析結果を系統的にまとめることにより、客観性のある噴火事象系統樹の作成が着実に進められる。また、観測データ分析や、火山現象の理論モデルとその検証は、火山活動や噴火現象に現れる事象分岐の判断の高度化に不可欠である。今後も、噴火事象系統樹の高度化を中心に据え、研究を進めることが有効であろう。また、噴火発生の直前予測に有効であることがわかった火口近傍を含めた多項目多点の観測網の展開は大変重要である。

#### (災害誘因予測等の研究)

地震動・津波・火山噴火による降灰等を、地震や火山噴火の発生前に、また、最新の計測技術を利用して発生後ただちに予測するための手法開発は、地震学や火山学の研究者により活発に行われ大きな進展があった。今後もこのような研究を継続し、災害誘因予測の高度化

を進めることは重要である。また、これらの研究成果を災害軽減に役立てるため、地震本部で本計画の成果が活用されることを期待して、地震本部における課題や本計画の研究成果等について情報交換することも有益であろう。

同時に、このような地震学・火山学の研究成果による災害軽減を実現するには、関連研究分野との連携が欠かせない。地震・火山災害を理解し、災害軽減を目指すためには、災害素因との関係を視野に入れた研究が必要であろう。地震動や津波等の外力をより正確に予測することにより、構造物等の被害に及ぼす影響などを評価する工学的研究に役立てたり、降灰予測の高精度化により、交通の復旧などの災害対策立案に貢献することができる。これらを効果的に実現するために工学研究者等と連携して地震学・火山学が貢献できる研究を推進することは、本計画の重要な役割である。

また、地震や火山噴火による災害の発生機構を解明し、地震や火山噴火に関する知識や情報を災害軽減に役立つように発信するための方法を、人文・社会科学的手法等により研究することも重要である。地震や火山噴火の発生は避けられないが、研究者と行政・関係機関・住民等が協働することで地震・火山災害を軽減することは可能である。地震学・火山学の科学的理解に基づき災害発生機構を解明し、人命を守るための対応に結びつける必要がある。地震や火山噴火の発生から災害の発生までの一連の過程を解明し、適切な時期に地震や火山噴火に関する適切な情報を行政や住民に発信する方法を研究開発して、住民や行政の対応に影響を及ぼせるようにすることは、地震・火山研究の成果を災害軽減に活用するために重要であり、地震・火山研究者と人文・社会科学研究者の協働が一層望まれる。

このような関連研究分野間の連携研究は現行計画から始まり、関連研究分野の研究者間の相互理解が深まってきたため、今後、さらなる発展が期待できる。適切な推進体制を検討した上で、地震・火山現象の解明や予測の成果を災害軽減につなげるための研究を継続すべきである。

#### (推進体制)

現行計画は、従来からの地震学・火山学に加え、歴史学、考古学、防災に関連する工学、人文・社会科学などが参加する、地震・火山災害の軽減を目指す総合的な計画となった。これら新たな研究分野の研究者が参加するため、地震火山部会や予知協議会は適切に対応したほか、地震研と防災研は拠点間連携共同研究を開始した。これらにより、関連研究分野が連携して計画を推進するための体制は整えられた。しかし、異なる分野の研究者が十分に意思疎通し、実のある共同研究を行うことは必ずしも容易なことではない。予知協議会企画部に戦略室を設置し、異なる研究分野間の連携強化を促す取り組みを行い、拠点間連携共同研究委員会を設置するなど努力を行っているが、今後も継続的な努力が必要である。

また、地震火山部会で計画の進捗状況を常時把握することは難しいため、計画に参加するすべての機関が予知協議会に参画することにより、これまで以上に機関間の連絡を密にして計画全体を調和的に推進するための体制を整えた。

#### (中長期的な展望)

本計画は、地震・火山噴火による災害を軽減するため、次のような取り組みを中長期的な展望の下、体系的に実施している。

- (1) 地震や火山噴火が引き起こす災害がどのようなものであるかを解明し、国民や関係機関に広く知らせること、

- (2) 地震や火山噴火が、どこで、どのくらいの頻度・規模で発生し、それらによる地震動、地盤変形、津波、噴火規模・様式がどのようなものかを想定して、長期的な防災・減災対策の基礎とすること、
- (3) 地震や火山噴火の発生直後に、地震動や津波、火砕流や降灰、溶岩流などを予測することにより避難に役立てること、
- (4) 地震の発生や、火山噴火の発生や推移を事前に予測することにより防災・減災対応を取ること。

(1) については、史料、考古データ、地質データに基づき低頻度大規模地震・火山現象の研究を強化し、災害事例研究を新たに開始するなど、研究は着実に進められている。観測等に基づく地震・火山現象の詳細な解明が、これら研究の基礎として重要であることは言うまでもない。また、防災に関する人文・社会科学研究者の参加により、地震・火山研究の成果を国民や関係機関に広く知らせるための効果的な方法の検討も進められた。このような研究は、研究成果を災害軽減につなげるためには、今後ますます重要になるであろう。

(2) については、史料、考古データ、地質データに基づく近代観測以前の地震・火山噴火に関するデータベースの構築が進められ、長期的な地震・火山噴火の予測に必要な基礎データが集積されている。これらのデータは膨大であり、今後も継続的な取り組みが必要である。また、物理モデルに基づく地震発生の長期予測や、地震動、津波、火砕流や降灰、溶岩流の事前予測のためのシミュレーションを行うなど、新たな手法も検討された。今後、このような予測手法に、史料、考古データ、地質データに基づく地震や火山噴火のデータを有効に活用することが重要な課題である。また、予測手法の改良・高精度化が必要である。

(3) については、地震や火山噴火の発生直後に、観測データの即時処理に基づき、地震動や津波、降灰などを予測する手法が開発・改良された。これらについては実用の段階に近いものもあり、今後、精度や信頼性を高め、実用化を進めていくことが重要である。

(4) については、プレート境界の摩擦特性の理解に基づく先行現象のモデル化の研究、巨大地震に先行するゆっくり滑りの研究、多様な地震先行現象の系統的な評価、火山噴火に先行する加速的な地盤変動と噴火強度の関係の研究など、地震や火山噴火の発生予測に関連する重要な研究が行われた。このような地震や火山噴火に先行する現象の研究成果を災害軽減に役立つような予測の実現につなげる必要がある。

## 5. まとめ

国民の生命と暮らしを守る災害科学の一部として推進するという方針転換が行われて最初の5年と位置付けられている現行計画では、近代観測以前の地震・火山現象の解明のため新たに歴史学、考古学研究者が、また、地震学、火山学の成果を災害軽減につなげるために防災に関する工学や人文・社会科学の研究者が参加するようになった。このように、新たな機関が計画に参加したことにより観測研究計画の裾野が広がり、災害科学の一部としての計画が推進できた。さらに、予知協議会の改革や、地震研と防災研による拠点間連携研究の実施など、推進体制においても大きな変革を行った。新たな推進体制のもと、地震学、火山学の成果を災害軽減につなげるための新たな取り組みが関連研究分野の連携のもと進められ、着実に進展している。まだ大きな成果として結実してはいないが、地震・火山災害軽減を目指す研究としての第一歩を踏み出せたと考えられる。今後も、関連研究分野の研究者間の連携を一層強固なものとして、この方向で進めていくべきであろう。

現行計画実施期間中にも、2014年御嶽山噴火、2014年長野県北部の地震、2014年及び2015

年口永良部島噴火，2016年熊本地震などの地震・火山災害が発生した。これら地震や火山噴火に関して本計画で得られた成果は，地震本部や火山噴火予知連絡会での評価に大きく貢献した。また，内閣府での南海トラフ地震対策でも，本計画の成果が検討の基礎として利用されている。地震や火山噴火への対策を検討するために，基礎的な研究成果に基づく地震や火山噴火の科学的理解は不可欠である。このようなことも考慮した上で計画を推進することが重要である。

上記の地震や火山噴火は，比較的規模の小さい水蒸気噴火の予測，活断層における地震の評価，複雑な地震活動の推移予測など，自然現象の解明・予測の面で課題を突きつけた。また，2016年熊本地震の際には，地滑りの発生により被害が拡大し，大きな地震の続発や地震活動の長期化が災害を大きくした。本計画のように関連研究分野が連携して取り組むことにより，地震学や火山学ができる災害軽減への貢献を考えて計画で取り上げていくことが重要である。

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」  
の実施状況等のレビュー報告書

**【用語集】**



## [用語解説]

### アウターライズ（地震）

海溝から沈み込もうとする海洋プレートがたわむことによって海溝軸近傍の外側（陸と反対側）に形成される高まりの付近（で発生する地震）。

### アクロス

アクロス (ACROSS) は, Accurately Controlled, Routinely Operated Signal System の略。日本語では「精密制御定常信号システム」と呼ばれる。アクロスには、地震波（弾性波）を用いたものと電磁波を用いたものがある。前者の弾性波アクロスは偏心した錘（おもり）を精密に回転させることで、数ヘルツから数十ヘルツの周波数の振動を発生させる。観測点では、長時間のデータを足し合わせることで、微弱な信号を検出する。この信号の伝わり方の時間変化を調べることで、プレート境界の状態や断層の状態を監視しようというもの。

### アスペリティ

プレート境界や断層面の固着が特に大きい領域のこと。この領域が地震時に滑ると、滑り量が周りよりも大きくなり、大振幅の地震波を放出する。アスペリティがどのように連動して滑るかによって地震の大きさが変化する。いろいろな大きさのアスペリティが混在する場合には、それらの相互作用が地震サイクルに大きく影響すると考えられている。

### アセノスフェア

地球表面を覆う堅い層（リソスフェア）の下に存在する、上部マントル中の流動性に富む層のこと。

### アレイ観測

地震計等の観測機器を比較的狭い範囲に数多く並べて行う観測。地震計アレイ観測では、多数の地震計の波形を重ね合わせることで、ノイズが除去されて微弱な信号を検出したり、観測点ごとの地震波の到着時間差から地震波の到来方向を推定したりすることができる。

### 安山岩

二酸化ケイ素の含有率が 52～63 重量%である火山岩。この中で二酸化ケイ素が 52～57 重量%の火山岩を玄武岩質安山岩と呼ぶことがある。

### 安定滑り

短周期地震波を放射しないゆっくりとした滑りのこと。非地震性滑りとも呼ばれる。

### 異常震域

震度が地震の規模や震源直上からの距離（震央距離）に比して著しく高くなる地域。震源の深さが深い地震（深発地震）の際に出現することが多い。原因は主に海洋プレート内を伝わってくる地震波の減衰が小さいためと考えられている。

### ウェッジマントル

沈み込む海洋プレートと直上の陸側プレートに挟まれた、くさび形状のマントルの領域。

### 衛星測位

人工衛星から発射される信号を用いておこなう位置の決定やその場所の時刻に関する情報の取得、またこれらに関連付けられた移動の経路等の情報を取得すること。

## 液状化（現象）

地下水を含む地盤が地震動で揺すられることにより急激に流動化すること（その現象）。

## 応力

岩盤等の物体内部に考えた仮想的な面を通して及ぼされる単位面積当たりの力。震源域の応力が岩盤の破壊強度より高くなったときに地震が発生すると考えられている。3次元の物質中の応力状態は互いに直交する3つの軸方向の圧縮と引っ張りで表すことができるが、この3つの軸を応力の主軸と呼ぶ。

## 海溝型地震

海溝付近で発生する地震。プレート境界地震、海洋プレート内地震、陸型プレート内のプレート境界から派生した断層で発生する地震を含む。

## 海底間音響測距観測

海底において、音波を用いた距離の測定により地殻変動（相対変位）を連続的に観測すること。

## 海底津波（圧力）計

海水位の上下変化を海底の水圧変化として捉え、津波（や上下変動）を検知するセンサー。

## 界面動電現象

固体と液体、または異なる液体と液体の間で相対的な運動があるとき、その境界面に沿って電位差が生じたり、逆に電位差をつくと相対運動が引き起こされたりする現象。

## 海洋性地殻

海洋性プレートの最浅部を構成する岩層。海洋性地殻の厚さは約6～10kmで、大陸地殻に比べて薄い。

## ガウジ

断層運動にともなう破砕によって生じた細粒・未固結の物質からなる層。

## 火口

噴火口ともいい、地下のマグマや火山ガス、それらに運ばれた岩塊などが地表に噴出する（または過去に噴出した）場で、通常は円形に近いくぼ地である。

## 火砕流

噴火によって火口から噴出した高温の火山噴出物が、高温の火山ガスや取り込んだ空気とともに高速で火山体斜面を流下する現象。規模や状況によって、熱雲、軽石流（浮石流）、スコリア流、火山灰流などとも呼ばれる。

## 火山ガス

地下のマグマに溶けている揮発性成分が、圧力低下などにより発泡して地表に放出されたもの。火山ガスの主成分は水蒸気であり、その他に、二酸化炭素、二酸化硫黄、硫化水素、塩化水素、フッ化水素、水素などの成分が含まれる。

## 火山岩

マグマが地表及び地表近くで冷却して固まった岩石。一般には二酸化ケイ素が最も多く含まれる成分であり、その重量%によって玄武岩から流紋岩までに分類される。一般には細粒の鉱物とガラスの集合体からなり、噴出前に結晶化していた結晶（斑晶と呼ぶ）を含むことが多い。

## 火山性地震

マグマの動きや熱水の活動等に関連して、火山体の中やその周辺で発生する地震。火山が噴火する際だけでなく、噴火していないときも発生する。

## 火山灰

火山の噴出物の一種で直径 2 mm 以下の細かい破片のこと。

## 火山灰雲

火山の噴火の際に、上昇気流によって温度が下がることにより形成される火山灰を大量に含んだ雲。

## 火山フロント

火山は、沈み込んだプレートの深さが 100～150km に達したところの直上の地表に、海溝軸にほぼ平行に分布する。この帯状の火山分布の、海溝に近い側の境界を結ぶライン。

## 火山性微動

マグマや熱水の移動等に関連して発生する地面の連続した震動。火山性地震とは異なり震動が数十秒から数分、時には何時間も継続する。マグマ溜りや火道内でのマグマや火山ガスの振動、マグマが亀裂の中を移動する際に起こす振動等が原因と考えられている。

## 火山防災マップ

各火山の災害誘因（大きな噴石、火砕流等）の影響が及ぶおそれのある範囲を視覚的にわかりやすく地図上に描画した火山ハザードマップに、防災上必要な情報（避難計画に基づく避難対象地域、避難先、避難経路、避難手段等に関する情報のほか、噴火警報等の解説、住民や一時滞在者等への情報伝達手段等）を付加して作成した地図のこと。

## 火山礫

火山の噴出物の一種で直径 2 mm～64mm の火山岩片のこと。

## 活褶曲

第四紀後期（数十万年前～現在）に入ってから活動を続けている褶曲のこと。おもに活断層の活動に伴う。

## 活断層

地質時代でいう第四紀後期（数十万年前～現在）に繰り返し地震を発生させ、地表近傍まで食い違い変位を生じさせてきた断層。今後も同様の地震を発生させると考えられる。

## 火道

地下のマグマ溜まりから地表へ至るまでのマグマの上昇経路のこと。

## 火道流モデル

火道内におけるマグマの流れをモデル化したもの。火道内を上昇するマグマの中で、圧力低下とともに生じる様々な現象（発泡・脱ガス・結晶化・破碎等）を考慮し、火道入口（地下のマグマ溜まり）の圧力、流量、マグマの組成等と、火道出口の噴出挙動の関係を考察する基本となるモデル。

## カルデラ

火山地域における大型の凹地のことで、通常は直径 2 km 以上のもの。マグマ溜まり直上の岩盤が崩落することによって形成される場合が多い。

#### カロリーメータ

熱量計のこと。化学反応・物理変化にともなって出入りする熱量や熱容量の測定に用いられる器具。

#### 間隙水圧

土や岩石中の粒子間のすきま（間隙）に入り込んだ水などの流体の圧力。間隙流体圧ともいう。

#### 間隙率

多孔質物体の孔隙性を表すもので、物体中の固体部分を差し引いた容積の物体全容積に対する比のこと

#### 完新世

地質年代区分で最も新しい時代のこと。約 10,000 年前から現在までを示す。氷期が終わった後の温暖な時代のため後氷期とも呼ばれる。

#### 含水鉱物の脱水分解

水を結晶構造中に含む鉱物が温度・圧力の上昇により分解して鉱物内の水を放出する現象のこと。

#### 岩石組織

岩石の構成鉱物、鉱物間を埋める固形物や気泡の大きさ、形、かみ合わさりかた、配列のこと。

#### 岩屑なだれ

山体の一部が火山噴火や強震動等に伴って崩壊し、ふもとに向かって一気になだれ落ちる現象のこと。

#### 基線長

GNSS や三辺測量などの測地観測で用いられる基準点間を結ぶ基線の距離。

#### 輝度温度

固体は高温になると光を放射するが、ある波長の光の輝度（単位面積あたりの明るさ）と等しい輝度の黒体（光のエネルギーを完全に放射または吸収する物体）の温度。

#### 機能的脆弱性曲線

被害の発生確率を何らかの量の関数として表したもので、災害等に対する脆弱性の評価に用いる。

#### キネマティック GNSS 解析

GNSS (Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム) は、GPS 等の衛星を用いた測位システムの総称で、GNSS 観測から観測点の時々刻々の位置を高精度に求める解析手法。

#### 基盤地図情報

地理空間情報のうち、電子地図上における地理空間情報の位置を定めるための基準となる測量の基準点、海岸線、公共施設の境界線、行政区画その他の位置情報であって電磁的方式によ

り記録されたもの。

### 基盤的火山観測網

防災科学技術研究所により運用されている全国の11火山に展開され、GPSや傾斜計、高感度及び広帯域地震計などの観測機器により構成されている観測網（V-net）。

### 基盤的地震観測網

地震調査研究推進本部の「地震に関する基盤的調査観測計画」（平成9年8月）に基づく地震の観測網のことで、高感度地震計（防災科学技術研究所のHi-net）、広帯域地震計（防災科学技術研究所のF-net）、強震計（防災科学技術研究所のK-NETとKiK-net）等からなる。

### 球状圧力源

火山直下のマグマ溜まり等の圧力変化に伴う地殻変動を議論する際に用いられる最も単純な力源モデル。地下の球状の空洞の壁に作用する圧力変化による地表の変位や傾斜、ひずみが計算される。

### 強震動

被害を及ぼすような強い地震動（揺れ）のこと。

### 強震動生成域

断層面上で特に強い地震波（強震動）を発生させる領域。

### 距離減衰式

地震の揺れの強さと断層面からの距離との関係を式に表したもの。過去に発生した数多くの地震の観測データを統計的に処理して作成された経験的な式である。地震動予測式とも呼ばれる。

### 緊急地震速報

地震の発生直後に、震源に近い地震計で捕らえた観測データを直ちに解析し、各地での主要動の到着時刻や震度を予想し、可能な限り素早く知らせる情報のこと。

### 空振

空中を音波として伝わる振動のこと。耳に聞こえない低い周波数の音波をさす場合が多い。噴火に伴って火山ガスや噴煙が火口から大気中に放出される際に発生することがよく知られているが、地震、津波、雪崩等の発生時に放出されることもある。

### 空地避難

災害時の安全な避難と良質な住環境の確保のため、空地や公園等に避難すること。

### 矩形断層モデル

震源断層の断層面を矩形（＝長方形）と仮定して地表の地殻変動等を計算するためのモデル。

### 苦鉄質マグマ

→ マグマの項を参照。

### クラスター

一般には集団や群れのことであるが、ここでは地震がある特定の場所に数多く集まっている状態、またはそのような地震の集合体のことを意味する。

## クラック

岩石中の裂け目，ひび割れのこと。

## 繰り返し地震

ほぼ同じ場所（震源）で，概ね一定の時間間隔で繰り返し発生しているマグニチュードがほぼ一定の地震のこと。

## 群発地震

本震や余震という区別がなく，ある期間に比較的狭い地域で集中的に発生する地震。

## 傾斜計

地表面の勾配の変化を測定する計器。

## 珪長質マグマ

→ マグマの項を参照。

## 減衰定数

地震波の振幅などの量が時間や伝播距離とともに減少していくとき，その減少の大きさを表わす数値。

## 玄武岩

マグマが地表及び地下の浅いところで冷却・固結して生じた，二酸化ケイ素の含有率が45～52重量%である火山岩。

## コア

→ ボーリング（コア）の項を参照。

## 光学センサー

主に可視光などの電磁波を検出するセンサーのこと。

## 広帯域地震観測網

地震等による地面の速い震動から非常にゆっくりとした震動まで，広い周波数範囲にわたって地震動を記録できる地震計により構成される地震観測網。防災科学技術研究所により運用されているF-net等がある。

## 航空レーザー測量

航空機から地上にレーザー光を照射し，反射されて戻ってくるレーザー光の時間から得られる航空機と地上までの距離と，GNSS測量機，慣性計測装置から得られる航空機の位置情報より，地上の標高や地形の形状を調べる測量方法。

## 工学的基盤

地震基盤より浅いS波速度300～700m/sの地層。

## 降水補正

ひずみ計や傾斜計のデータにおいて，雨による影響を除去すること。

## 後続波群

S波の後に到達する波のこと。

## 広帯域震源モデル

長周期から短周期に至る地震動を再現する震源モデルのこと。

### 国土数値情報

国土形成計画、国土利用計画の策定等の国土政策の推進に役立てるために、地形、土地利用、公共施設などの国土に関する基礎的な情報を整備したもの。位置や空間に関する様々な情報を、コンピュータを用いて重ね合わせ、情報の分析・解析をおこなったり、情報を視覚的に表示させるシステムである GIS (Geographic Information System: 地理情報システム) のデータなどに使用される。

### 災害素因

災害誘因を受けた際に生じる被害・損失の規模、様態を左右する地形・地盤などの自然環境や構造物・人間社会の脆弱性のこと。

### 災害誘因

災害をもたらす原因(加害力、外力)のこと。地震や火山噴火による災害は災害誘因である地震動、津波、火山灰や溶岩の噴出などの外力(ハザード)が災害素因に作用することで引き起こされる。

### 散乱

波動や粒子線が物体や微粒子と衝突して色々な方向に広がっていく現象。地震学では、地震波が不均質な地下構造を伝わる際に、均質な構造の場合とは異なり、エネルギーの一部が色々な方向に広がっていく現象のことを指す。

### 時間依存インバージョン

プレート境界固着等の物理量の空間分布が時間発展する様子を推定する解析手法。

### 自己浮上式海底地震計

船上からの音響信号により、海面に浮上する仕組みを有する海底設置型の地震計のこと。地震の活動度が相対的に高い領域(余震域)など、地震活動を継続的に把握する必要がある領域において、自己浮上式海底地震計を用いた観測が実施される。

### 自己浮上式海底水圧計

自己浮上式海底地震計と同様の機構により、一定期間の観測終了後に浮上させ、回収可能な水圧計のこと。オンラインではないが、沖合において津波や地殻変動の高精度な観測が可能である。

### 事象系統樹(噴火事象系統樹)・事象分岐

火山ごとに、可能性のある複数の噴火現象の時間的推移を網羅的に示した、噴火の推移を示す系統樹。示された複数の噴火推移のうち、どの道筋をたどるかの分かれ目を、事象分岐という。

### 地震応答特性

入力地震波に対する地盤や建物の振動特性のこと。

### 地震基盤

S波速度が3 km/s 秒程度以上の層で、地震波が地盤の影響を大きく受けない層の上面のこと。

### 地震空白域

過去に大きな地震が発生したが、その後長い期間地震が起きていない場所のこと。

## 地震性滑り

地震波を励起する急激な断層の滑りのこと。

## 地震探査

火薬やバイプロサイスなどの人工震源を用いて地震波を発生させ、これをいろいろな地点で観測して、地震波の伝播速度や減衰などを調べることにより地下の構造を明らかにする手法。構造探査の手法の一つ。

## 地震調査研究推進本部

行政施策に直結すべき地震に関する調査研究の責任体制を明らかにし、この調査研究を一元的に推進するため、地震防災対策特別措置法に基づき総理府に設置された政府の特別の機関。現在は、文部科学省に設置されている。

## 地震・津波観測監視システム（DONET）

南海トラフの地震・津波を常時観測監視するため、南海地震震源域及び東南海震源域に設置された地震・津波をリアルタイムで常時・監視するシステム。海底に設置された地震計や水圧計などの観測機器ネットワークによって、地殻変動、地震動、津波などを計測する。

## 地震動の即時予測

地震の発生直後に、地震の揺れを感知した地震計のデータを用いて、まだ揺れの到達していない場所での地震動を可能な限り素早く予測する技術のこと。

## 地震波干渉法

2つの観測点で記録された地動の波形を処理することで、それらの間を伝わる波を抽出する手法。地震探査と違い、人工震源を使わずに地下構造を探査することができる。

## 地震波低速度異常

岩石の物性の違いなどにより、地震波の速度が小さくなること。

## 地震発生サイクル

地震発生後、断層面の強度が回復するとともに、プレート運動などによる広域応力により再びひずみエネルギーが蓄積され、次の地震が発生するまでの一連の過程。

## 地震発生長期評価

主要な活断層で繰り返し発生する地震や海溝型地震を対象に、地震の規模や一定期間内に地震が発生する確率を予測したもの。

## 地震モーメント

地震の規模を表す最も基本的な量。地震断層の面積と滑り量及び剛性率（岩盤の変形のしにくさを表す物性値）の積で計算される。

## 自然電位

地表もしくは地中・海中に自然に存在する電位のこと。

## 地盤増幅度

その地点での、地表付近における地震の揺れやすさを示す値。

## 地盤モデル

地表から工学的基盤までの浅部地盤構造及び工学的基盤から地震基盤までの深部地盤構造

を合わせたモデルのこと。

### 消磁

磁鉄鉱などの磁性鉱物を含む岩石の磁化（磁性の強さ）が低下，または失われること。特に，高温化による消磁のことを熱消磁という。マグマが地表へ近づくなどの原因により火山体内の温度が上昇することで，熱消磁が起こることがある。消磁領域の周辺では磁場（磁界）が変化する。

### 準静的滑り

→ 非地震性滑りの項を参照。

### 上部マントル

地球の最上部である地殻の下に存在する層で，主にかんらん岩からできている。深さ 660km に地震波不連続面があり，これより浅い部分。

### シル

地層にマグマが貫入して固まった板状岩体のうち，地層面にほぼ平行に貫入したもの。

### 主圧力軸，主張力軸

→ 発震機構解の項を参照。

### 震源過程

地震は震源域において断層面が滑ることによって生じるが，この滑りの時空間発展過程のこと。

### 震源断層モデル

断層面上における滑り量の分布や滑り方向を表すモデルのこと。

### 人口衛星レーザー測距（SLR）

地上基地局から人工衛星に向けて発射したレーザー・パルスが反射して戻ってくるまでの時間から，地上基地局と衛星間の距離を測定する。人工衛星にはコーナークューブとよばれる，光がやってきた方向に反射する特殊な鏡が複数取り付けられ，1 cm 以上の精度の精密な測定が可能である。SLR は Satellite Laser Ranging の略。

### 伸縮計

地面の 2 点間の伸び縮みをはかる装置。

### 深発地震

地下深いところで発生する地震で，明確な定義はないが，およそ 200km 以深で発生する地震のことをいう。

### 深部低周波微動

プレート境界の固着域の下端付近で発生する低周波（数 Hz）成分に富んだ地震波が長い時間にわたって放出される現象のこと。

### 水蒸気噴火

マグマなどの熱によって火山体内部または地表付近の水が気化されて体積が膨張することで，水蒸気が急激に噴出する現象のこと。噴火口付近の岩石が砕け，火山岩塊や細粒火山灰が飛散する。

## 数値予報モデル

数値予報とは、物理学の方程式によりある物理量の時間変化をコンピュータで計算して将来を予測することであり、この計算に用いる物理・化学モデルを数値予報モデルという。

## ストロンボリ式噴火

→ 噴火様式の項を参照。

## 滑り欠損

プレート境界の変位を考えた時、プレートの収束運動から期待される量から、実際に生じているずれの大きさを減じた量。欠損が大きいとはプレート間が固着していることを意味する。

## ステレオ画像

景色や物などを2つの視点から撮った画像を左右に並べたもの。特別なめがねの利用などにより立体的に見える。

## スメクタイト

膨潤性（水を含むことにより膨張しやすい性質）をもつ粘土鉱物の総称。

## スラブ

海洋プレートがマントル中に沈み込んだ部分。

## スラブ内地震

海溝などから沈み込んだ海洋性プレート内で発生する地震のこと。

## （地震活動の）静穏化

活動が以前の活動よりも相対的に低下している現象。

## 静岩圧

地層は岩石によってできており、地下のある地点においてそれより浅部にある岩石の総重量によって生じる圧力をいう。深度が増加するほど静岩圧は上昇する。

## 正孔

電子が不足しているために正の電荷を持っているように見える領域。正孔が移動すると電子の移動と逆向きの電流が流れる。

## 脆性－塑性遷移領域

脆性とは、固体が外力を受けたときに、あまり非弾性変形しないうちに破壊する性質のことである。塑性は、固体が外力を受けたときに、外力が限界値に達すると、力がほぼ一定のまま変形が進行し、力を除いても変形したままで元に戻らない性質のことである。岩石は低温下では脆性的で地震が発生しやすく、高温下では塑性を示し地震は発生しないが、この両者の境界の領域をいう。

## セグメント

断層で地震が起こる場合には、断層全体が一度に動くとは限らず、幾つかの区分に分かれた振る舞いをすることがある。このように、まとまった振る舞いをする区分をセグメントと呼び、それらの境界のことをセグメント境界という。

## 石基ガラス

マグマは一般には結晶と液体部分から構成され、地表で冷却された場合にその液体部分は、急冷されるために細粒の結晶と結晶化しなかったガラスの集合体となる。こ

の集合体を石基と呼ぶ。空中で急冷された軽石や火山灰の場合、石基がほぼガラスから構成されることが多く、この場合にはガラス組成は噴火時のマグマの液体部分の化学組成を示すことになり、火山灰の対比などに利用される。

#### 絶対応力

応力の絶対値のこと。地震のデータからは、応力変化の推定は比較的容易だが、絶対応力の推定は難しい。

#### 絶対重力

測定地点での重力の絶対値。絶対重力計で測定される。

#### 全球数値気象モデル

地球大気全体を一定の格子間隔に分け、大気の状態を表す物理量の方程式を組み込んで、大気の状態を予測するモデルのこと。

#### 先行現象

地震や火山噴火の発生前に震源域や火山の周辺で発生するさまざまな異常現象。土地の隆起・沈降、地震活動の変化、電磁気異常、地下水の変化などがある。前兆現象と呼ばれることもある。

#### 全国地震カタログ

国内で発生した地震の発生時刻、場所及び規模(マグニチュード)を記したリスト。

#### 全磁力

ある場所における地球磁場の大きさ。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磁化(磁性の強さ)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。

#### 前震

本震の近傍で本震発生前に起きる地震のこと。

#### せん断強度

ある面に沿って両側部分を互いにずれさせるような作用に耐える限界の強度のこと。

#### 浅部地盤

深さとして地表から工学的基盤までの地盤。

#### 相似地震

地震波形が良く似ている地震群のこと。ほぼ同じ断層面で同じような滑りが起きた場合に発生すると考えられる。

#### 走時データ

地震波が震源からある観測点に到達するまでに要した時間のデータのこと。

#### 速度応答

地表面の揺れによって、高層建造物等がどのように応答するかを揺れの速度で表したもの。

#### 遡上高

海岸から進入してきた津波等が、陸上を這(は)い上がった最高地点の高さのこと。平常時

の潮位を基準にして測られる。漂流物などの痕跡から確認することができる。

### **ダイク**

岩脈ともいい、地層や岩石の割れ目にマグマが鉛直方向に貫入し固まったもの。

### **帯磁**

磁気を帯びること。マグマが冷却し固結するときに、当時の地球磁場の方向に帯磁し、一度帯磁した岩石は地球磁場がその後変化したとしても初めの帯磁の方向が保存されることから、岩石の帯磁方向を調査することによって過去の地球磁場の方向の調査が可能となる。

### **対流圏遅延**

地表から高度約 12km までの領域（対流圏）に存在する水蒸気により、電波の到達時間が遅延すること。GNSS 観測の誤差要因である対流圏遅延量を天頂方向の量に換算したものを天頂湿潤大気遅延量という。

### **脱ガス**

マグマの中に溶け込んでいる、または、気泡として存在している火山ガス成分が、マグマの外に放出される現象のこと。

### **地殻変動**

地震などの断層運動や火山活動などの地下の活動によって地表に生じた変位やひずみ、傾斜の変化。

### **地殻流体**

地殻の内部に含まれる水やマグマ等の流体。

### **地下構造モデル**

地震波（P 波，S 波）速度や密度，減衰など構造パラメータの空間分布を記述したモデルのこと。

### **地質柱状図**

地層の層序，層厚，岩層，含有化石等を長柱状に示した図。

### **地電位**

→ 自然電位の項を参照。

### **地表地震断層**

地震時に連続的に現れる地表のずれのこと。

### **地表踏査**

野外調査によって地形や地表に露出している地層・破砕帯や岩質，岩の割れ目，岩石の構成物，形態，風化度，地下水などの状況を観察すること。

### **チャート**

主に石英からなり，放散虫の化石を多く含む岩石で，堆積岩の一種である。

### **中央海嶺玄武岩**

マントル対流の上昇域にあたる中央海嶺で，海底に噴出した苦鉄質マグマが固まって生じた玄武岩で，海洋底を形成する。

### （地震の）長期予測

地震の発生時期を数十年の単位で予測すること。

### 長周期地震動

規模の大きな地震が発生した場合に生じる、ゆっくりとした揺れのこと。高層ビルは固有周期が長く長周期地震動により影響を受けやすい。

### 長周期微動

活火山でしばしば発現する、周期が概ね数秒よりも長い震動のこと。

### 超低周波地震

短周期成分がほとんど含まれず長周期成分が卓越する地震波を放射する地震のこと。ゆっくり滑りや火山活動にともなって生じる。

### 地理空間情報（G空間情報）

位置情報とそれに関連付けられたデータからなる情報のこと。

### 津波浸水想定

津波があった場合に想定される浸水の区域及び水深。

### 津波堆積物

津波によって運ばれた砂や礫などが堆積したもの。これを調べることにより、過去の津波の発生年代や浸水規模を推定することができる。

### 津波の即時予測

地震の発生直後に、沿岸部に到達する津波の高さを可能な限り素早く予測する技術。

### デイサイト

→ マグマ（珪長質マグマ）の項を参照。

### データ同化

複雑な現象の高精度予測のために、数値シミュレーションの結果として得られる物理量が観測データをなるべく再現できるように、適切な初期値や境界値、各種パラメータを推定する手法。

### デコルマ

水平断層のこと。

### テフラ

火山灰・軽石・スコリア・火砕流堆積物・火砕サージ堆積物などの総称。

### 電気伝導度

物質の電気の伝わりやすさを表す物性値。電気伝導率、導電率ともいう。

### 電磁探査

電磁波を利用して、電気伝導度など地下の電氣的性質を調査すること。地下構造探査の手法の一つ。

### 天頂湿潤大気遅延量

→ 対流圏遅延の項を参照。

### 電離層全電子数

電離層（圏）の電子密度の総数を表す量のこと。単位面積を持つ鉛直の仮想的な柱状領域内の電子の総数を表す。TEC（Total Electron Content）とも呼ばれる。

### 同位体

同じ原子番号で質量数（＝原子核中の陽子と中性子の個数の和）が異なる元素を指す。例えば酸素には、質量数が 16, 17, 18 のものがある。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。

### 撓曲

地下に伏在する活断層のせん断面が地表まで達せず、地表面や地表付近の地層が緩やかに撓んだ変形を生じること。撓曲は逆断層に多いが、正断層が伏在している場合にも形成される。

### 統計的モデル

過去の多数の観測データに基づき、ある現象の発生確率等を記述したモデルのこと。

### 土石流

表土、砂、礫などが水と一体となって流下する現象。火山噴火によって不安定に堆積した噴出物が崩壊し、土石流となることもある。

### トモグラフィ

多数の観測点の地震波形記録等から地下の 2 次元または 3 次元構造を推定する手法。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。

### トレース

地下の震源断層の平面を地表まで延長したときの出現位置を示したもの。断層が垂直に設定されている場合は断層の真上に重なり、断層が傾いている場合は断層面の延長と地表面の交線に現れる。

### 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。過去の断層運動の跡を調査する活断層や火山の噴火史を調査するために有力な方法。

### 内部減衰

岩石の非弾性変形のために地震波のエネルギーが熱へと変換し、地震波のエネルギーが減衰すること。

### 内陸地震

陸側プレート内の地殻で発生する地震。

### 難透水層

地下水を通しにくい、または通さない地層（不透水層）のこと。

### 日本海溝海底地震津波観測網（S-net）

地震計と津波計が一体となった観測装置を光海底ケーブルで接続した観測網で、防災科学技術研究所が日本海溝沿いの海底に設置したもの。24 時間連続で観測データ

をリアルタイムに取得できる。観測装置は 150 カ所，ケーブル総延長は約 5,700km である。

### 熱水系

マグマから分離上昇した高温の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が分布する領域，移動経路などを指す。

### 粘性

せん断応力による流動に対する物質の内部抵抗のこと。

### 粘弾性変形

加えられた力の大きさに変形が比例する弾性的性質と力が加えられた時間とともに変形が進行する粘性的性質を併せもつ性質が粘弾性である。地下深部の高温下の岩石は粘弾性的性質をもつと考えられ，この性質による変形のこと。

### 背弧拡大域

大陸が伸張し，海洋底拡大が進行する領域のこと。日本海などがある。

### 曝露性

地震や津波といったハザードにどれくらいさらされるのかということ。

### ハザード評価

地震時の揺れの強さや津波高や火山噴火などの自然現象と，その発生確率のこと。

### 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，噴石，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。

### 発震機構解

地震波の放射パターンなどから求められる共役な二つの断層面の走向，傾斜，滑り角を指す。断層に働いていた力の方向を知る手がかりとなる。地震の発震機構解が断層型で表せるとき，その震源は大きさが等しくたがいに直交する圧縮力と伸張力の組み合わせによって表わせる。このうち圧縮力の方向を主圧力軸，伸張力の方向を主張力軸という。

### 波動場

地震波等の波の状況を時間と空間座標を用いて表現すること。

### 反射強度

地震波や光などの波動がある面に入射した際の反射波の強さ。

### 反射法探査

地表の近くで人工的に発生させた振動（弾性波）が下方に進行し，速度と密度が変化する地下境界面で反射して，再び地表へ戻ってきたところを受振器（地震計）で捉え，収録された記録を処理・解析することにより，地下構造を解明する手法。

### 非地震性滑り

→ ゆっくり滑りの項を参照。

### ひずみ

岩盤（プレート）などが変形する際の，変形の大きさをひずみという。単位長さ当

たりの変位で定義される。

### ひずみ集中帯

測地観測や地形から推定された地殻ひずみが大きい領域。

### 非弾性変形

物体に外力が作用すると変形するが、外力を除去した場合に可逆的に原形に復帰する変形は弾性変形であるが、可逆的でない場合をいう。

### 比抵抗

単位断面積、単位長さ当たりの電気抵抗値。電気伝導度の逆数。

### 非定常地殻変動

プレート境界面での固着によって陸側プレートが引きずりこまれることによる定常的な地殻変動とは異なる地殻変動のこと。

### 表層地盤

地表面近くに堆積した地層のこと。

### 表面波探査

起振機（人工震源）により、地面を上下にゆすって人工的な小さな地震を発生させ、地表面に設置された検出器によって、表面波の伝わる速度を測定する。地面をゆする際に周波数を変化させることによって、周波数毎に表面波が伝わる深度が決定されるという性質を利用して深度毎の地震波速度を探査する方法。

### 不均質地盤構造

基盤層以浅の物性定数が、空間的に均質でない状態（構造）。例えば、組成の違いや空隙率の分布状態、流体の含有などによって、物性定数が変化する。応力場も不均一になり、特定の場所に応力集中が生じる可能性がある。

### 輻射伝達理論

地震波などの散乱の問題をエネルギーの伝播に着目して取り扱う理論のこと。

### プリニー式（噴火）

→ 噴火様式の項を参照。

### ブルカノ式（噴火）

→ 噴火様式の項を参照。

### プレート

→ プレート境界の項を参照。

### プレート間滑り

2つのプレートの境界での滑りのこと。地震時による滑りや地震波を放出しないゆっくりした滑りなどもある。

### プレート境界

地球表面は、地殻と十分に冷却して固くなっている最上部マントルとを合わせた、厚さ 100km 程度の複数の固い岩石の層で覆われている。この岩石層がプレートとよばれ、それらの境界がプレート境界である。プレート境界においてはしばしば大きな地震が発生する。

## ブロック断層モデル

ある地域を断層を境界とする多数のブロックに分割し、地殻変動などをブロックの運動で近似するモデル。

## 噴煙柱（モデル）

火口から噴出した火砕物と火山ガスの混合物が、大気を取り込み浮力を得て、大気中を上昇するものを噴煙柱という。噴煙柱の生成過程や、噴煙柱に含まれる物質の輸送過程を、数式や物理法則に基づいて模擬的に記述したものを噴煙柱モデルという。火山灰の量や分布を評価するために噴煙柱モデルが用いられる。

### （噴火の）準備過程

火山噴火は、火口から溶岩や火山ガスが急激に地表に放出される現象である。噴火に至るまでには、地下深部で発生したマグマが、長い時間をかけてマントルや地殻内を上昇し、地殻浅部にマグマ溜まりとして蓄積される。さらに、内部の圧力が高まる等の理由で、マグマが地表へ移動できる条件が整い噴火に至る。このような噴火に至る前の一連のプロセスを準備過程と呼ぶ。

## 噴火警戒レベル

気象庁が各火山の活動の状況に応じて「警戒が必要な範囲」と防災機関や住民等の「とるべき防災対応」を5段階に区分して気象庁から発表される指標のこと。レベルが低いほうから、レベル1（活火山であることに留意）、レベル2（火口周辺規制）、レベル3（入山規制）、レベル4（避難準備）、レベル5（避難）となっている。

## 噴火速報

気象庁が常時観測している50火山を対象に噴火の発生事実を迅速に発表する情報。

## 噴火様式

噴火時にマグマが地表に噴出する場合、噴火の様子はマグマの性質や破碎の程度などによって異なり、いくつかのタイプに識別される。その異なる噴火の様子を噴火様式という。

### ・ストロンボリ式噴火

比較的粘性の低いマグマによる間欠的な小噴火。火口からは数分～数十分間隔でマグマのしぶき、半ば固結した溶岩片、火山弾などが吹き上げられる。

### ・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継続時間は短い。噴煙高度が10km近くに達することもある。爆発によって1m径の岩塊が数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、火口底にあった古い岩塊も放出される。火砕流も同時に発生することがある。桜島や浅間山などでしばしば発生する。

### ・プリニー式噴火

比較的粘性の高いマグマによる爆発的な噴火。一般的にブルカノ式噴火よりも規模が大きく、継続時間が長い。大量の軽石や火山灰が火口から空高く噴出され、噴煙柱を形成する。噴煙高度は20kmから30kmにまで達することがある。しばしば規模の大きい火砕流が発生する。やや規模の小さい噴火を準プリニー式噴火と呼ぶ。

## 噴気

高温の火山ガスや水蒸気が放出されていること。

## 噴砂

地震による強震動に伴って砂が地下水とともに噴出する現象のこと。

## 噴出物層序

層序とは、地層の重なっている順序のこと。この場合は火山噴火による噴出物が地表に堆積し重なっている順序のことを指す。それを解析することにより、噴火の様式や規模の変化を明らかにすることができる。

## 噴石

火山の噴火の際に噴出される、溶岩または火山体を構成する溶岩塊や火山礫のことで気象庁が用いている。その大きさや形状等によって、火山岩塊や火山礫、火山弾などに区分される。気象庁は、風の影響を受けずに弾道を描いて飛散する「大きな噴石」と風に乗って遠くまで運ばれる「小さな噴石」を使い分けている。

## 分子動力学シミュレーション

原子・分子の動きをコンピュータの中で再現するために使われるシミュレーションのこと。

## 偏光

進行方向と平行な単一の面内で、進行方向と垂直な一方向のみに振動する波に分かれる現象を指す。

## 変質作用

岩石が熱水溶液と反応して変化すること。普通は地表あるいは地殻の比較的浅いところで起こる。

## 放射性炭素年代測定

生物遺体中の放射性炭素  $^{14}\text{C}$  濃度が、生物の死後、時間とともに減少することを利用した年代測定法。現在から数万年前までの間の年代測定法として広く利用される。

## 放熱率

まわりに熱を放散する効率。

## ボーリング（コア）

ボーリング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深い深度まで地質試料を入手することができ、より長い期間の地質現象を探ることが出来る。ボーリングにより採取されたサンプルのこと。

## 本震，余震

比較的大きな地震が発生すると、その近くで最初の地震より小さな地震が直後から続発する。この最初の大きな地震のことを本震、その後が続発する地震を余震という。

## マイクロプレート

それ自体としては運動の原動力をもたない小さなプレート。大きなプレートの境界の力学の調整機能を果たす。

## マグニチュード（M）

地震の規模の指標。

## マグマ

岩石物質の高温溶融体。噴火によってマグマが地表に出たものを溶岩という。マグ

マが地殻内で結晶化したり、地殻物質を溶かしこんだりして、多様な組成のマグマができることを、マグマの分化という。それにより、二酸化ケイ素含有量の少ない組成のマグマから、より二酸化ケイ素含有量に富む組成のマグマが生成されていく。マグマの分化によって、一般に粘性が大きくなる。

- ・ **苦鉄質マグマ**

- 二酸化ケイ素の含有量の少ないマグマ。玄武岩組成のマグマが相当する。

- ・ **珪長質マグマ**

- 二酸化ケイ素含有量の多いマグマで、通常はデイサイトや流紋岩組成のマグマを指す。

## **マグマ貫入**

地下のマグマが岩盤に割れ目をつくりながら移動する現象。

## **マグマ供給系・マグマシステム**

マントルから地表までのマグマの生成、分化、移動などの経路。構造的な経路も含むが、火山活動を支配する物質科学的な過程全般に対して用いられることが多い。

## **マグマ水蒸気噴火**

水蒸気噴火とマグマ噴火の中間的な噴火で、噴出物中にマグマ物質が含まれるものをいう。

## **マグマ溜まり**

火山活動の源であるマグマが蓄積されているところ。その存在位置、形状、内部構造、内容物の特性などの情報は、噴火現象の理解に欠かせないが、それらが明らかになっていない火山も多い。

## **マグマ噴火**

噴出物のほとんどがマグマ物質からなる噴火のことで、ストロンブリ式噴火、プリニー式噴火、溶岩流ノ噴火などがこれにあたる。

## **摩擦構成則**

岩石の破壊強度や断層面上の摩擦を滑り変位や滑り速度などの関数として記述したもの。

## **摩擦特性**

速度依存性やすべり量依存性などの摩擦の性質。とくに、地震性滑りになりやすい摩擦の性質と非地震性滑りになりやすい摩擦の性質は重要。

## **摩擦パラメータ**

岩石の破壊強度や断層面上の摩擦を滑り変位や滑り速度などの関数として記述する際に用いるパラメータのこと。

## **マントル対流**

マントルを構成する物質（岩石）は固体であるが、温度が高いために流動する。マントル内に温度差があるため、マントルは長い時間をかけて、ゆっくりと対流運動を起こしていると考えられている。

## **ミューオン**

宇宙線が大気中の原子核と反応して生成される二次宇宙線の一つで、地上に絶え間なく降り注いでいる素粒子。

## 鳴動

地震のときに起こる地面の振動と音。鳴動は地震波動の一部が空中音波となって放出されるときに起こる。

## メルト包有物

マグマ中で斑晶が晶出する際に、斑晶中に周囲の液体（メルト）が捕獲されたもの。結晶ができた当時のメルトの組成を記録している貴重な情報源である。

## モホ面

モホロビッチ不連続面の略称。地球の地殻とマントルとの境界であり，そこでは地震波速度が不連続となっている。

## モーメントテンソル解

地震モーメントを力が働く面と力の働く向きに数値的に表した解のこと。

## モーメントマグニチュード（M<sub>w</sub>）

地震モーメントの大きさから一意に算出されるマグニチュード。比較的短い周期の地震波から簡便に決定できるマグニチュードは、大規模な地震でその値が飽和してしまうという問題があった。この問題を解消するために導入された。

## モンテカルロシミュレーション

乱数を用いたシミュレーションを多数回行うことによって、確率的な物理現象などの問題の解を近似的に求める計算手法のこと。

## 誘発地震

大地震の震源域から離れていても、大地震によって誘発されて発生する地震。

## 湯だまり

火山の火口内にできる池や湖のうち、水温が高いものを指す。火口に流れ込んだ雨水が、火口底から噴き出す高温の火山ガスによって温められたり、火口底から温泉水が湧き出すことによって形成される。「湯だまり」の名称は、特に阿蘇山中岳の火口湖に対して使われることが多く、同様のものは地域によって湯釜や湯沼と呼ばれることがある。

## ゆっくり滑り

地震波を放射しない、断層面やプレート境界面でのゆっくりとした滑り。ここでは、継続時間が数か月以上のものを長期的ゆっくりすべり、それ以下のものを短期的ゆっくりすべりと呼ぶ。スロースリップ、スロースリップイベント（SSE）ともいう。

## 溶岩

地表に出たマグマのこと。流れ出たマグマが固まったものを溶岩と呼ぶこともある。

## 溶岩ドーム

粘性の高い溶岩が火口の周囲に作る高まりのことで、（厚さ）/（広がり）が概ね1/8より大きいものを溶岩流と区別している。

## 余効滑り

地震の後に震源域あるいはその周囲の断層面で発生するゆっくり滑り。

## 余効変動

地震の後に震源域あるいはその周囲で生じる長期間に及ぶ地殻変動の総称。代表的な例としては、断層面上で発生する余効滑りや、マンツルの粘弾性緩和による変形などが挙げられる。

#### 余震

→ 本震，余震の項を参照。

#### ライダー

LIDAR (Light Detection and Ranging の略)。遠方の大気や物体にレーザー光を照射してその物理的な特性を計測する装置や技術。

#### 陸域観測技術衛星 2号 (だいち 2号)

災害状況把握，国土管理，資源管理等を目的とし，2014年に打ち上げられた国産衛星。地殻変動検出のための合成開口レーダ (SAR) を搭載する。

#### リーディング大学院

国際的に卓越した教育研究資源を土台に，大学の叡智を結集して，博士課程前期・後期が一貫した学位プログラムにより，世界に通用する質の保証された博士課程教育をする大学院。

#### リスク・コミュニケーション

社会を取り巻くリスクに関する正確な情報を，行政，専門家，企業，市民などの利害関係者間で共有し，相互に意思疎通を図ること。

#### リソスフェア

地球の地殻とマンツル最上部の固い岩盤を併せた部分の総称。地球表層部を占め，ブロックに分かれて水平移動しているプレートに相当する。岩石圏ともいう。

#### 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，対象物の形状，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迅速に測定できる。

#### 粒子軌跡

地震動の軌跡を可視化して表示したもの。

#### 粒子フィルター

現象を確率的に表現する際に，確率に対応する数の粒子を発生させて，それぞれの時空間発展を計算する手法。

#### 領域移流拡散モデル (RATM)

降下火砕物 (火山灰・火山礫) の移流 (風等による移動) や拡散を考慮することによりこれらの予測を即時的に行うモデルのこと。

#### レーザー測距

光波を用いて距離を測定すること。

#### レオロジーモデル

物質の変形や流動について，単位面積あたりに働く力 (応力) と変形の大きさや変形速度の関係を表すモデル。

### レシーバ関数（解析）

一つの観測点において異なる成分で記録された地震波形を処理した関数。「レシーバ関数解析」とは、直達P波とPs変換波（境界面でP波からS波に変わる波）等の到達時刻差を用いて、波の変換が起こるような面（例えばプレート境界面）の深さを推定する手法。

### 連携大学院

学外の高度な研究水準をもつ国立試験研究所等の施設・設備や人的資源を活用して大学院教育を行う教育研究方法の一つ。

### 連成シミュレーション手法

複数の異なる現象をお互いの影響を考慮してシミュレーションする手法。個々の現象を別々にシミュレーションするより精度良く現象をモデル化できる。

### b 値

地震の規模別頻度を横軸としてマグニチュード、縦軸として地震の発生数の対数をプロットした際の傾きのこと。通常は0.7~1.0程度である。

### CSEP

Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability の略。客観的かつ透明性のある地震予測検証実験を実行できる研究基盤環境を作り、その過程において地震の予測可能性を探るための国際研究計画。

### ETAS モデル

Epidemic Type Aftershock Sequence の略。すべての地震が余震を持つと考え、地震活動を数個のパラメータで定量化する統計的地震活動モデル。

### GEONET

GNSS連続観測システム（GNSS Earth Observation Network System）の略称で、国土地理院が運用している。日本全国約1300点の観測点（電子基準点等）とデータ管理・解析処理を行うGEONET中央局からなり、地殻変動監視と測量の基準点の役割を持つ。

### GIS

地理情報システム（Geographic Information System）の略語。地理的位置に関する情報を持ったデータ（空間データ）を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、時間や空間の面から分析できる技術である。

### GNSS

全球測位衛星システム（Global Navigation Satellite System）の略称。位置や時刻同期を目的とした電波を発射する人工衛星群、地上の支援システム及び電波の受信装置の総称。利用者は、受信機で電波を受信することで自分の3次元的な地球上の位置や正確な時刻を計測することができる。アメリカ合衆国が構築したGPSは現在最も実用的なGNSSであるが、他にもロシアのGLONASSや、ヨーロッパ連合（EU）のGalileoなどのシステムがある。

### GNSS－音響測距結合方式

海底における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GNSSによって精密に決定し、それらと海底に設置された基準点（観測点）との距離を、海中音波を用いて測定することにより、海底の基準点の位置を推定する。

## GPS-音響測距結合方式

→ GNSS-音響測距結合方式の項を参照。

## ISC

International Seismological Centre。国際地震センター。所在地はイギリス。世界中の地震データ等を収集し、管理している組織。

## Mw

→ モーメントマグニチュードの項を参照。

## P 波

Primary wave（第一波）または Pressure wave（圧力波）の略。進行方向に平行に振動する弾性波。固体・液体・気体を伝わることができる。

## PSI (Persistent Scatterer Interferometry)

反射波の位相が安定した建物等の散乱体を含む画素のみを用いて解析を行い、それらの変動を計測する方法。標準的なInSARよりも高い精度で変動を計測できる。PS-InSARとも呼ぶ。

## REGMOS

GNSS 火山変動リモート観測装置 (Remote GNSS Monitoring System) の略称で、活動的な火山において電子基準点を補間して詳細な地殻変動を捉えるために設置された装置。電力や通信手段の無い地域でも、太陽電池パネル・衛星携帯電話などを組み合わせた自律的な観測が可能である。

## S 波

Secondary wave（第二波）または Shear wave（ねじれ波，たわみ波もしくはせん断波）の略。進行方向と直交に振動する弾性波。固体のみを伝わるることができる。

## SAR

Synthetic Aperture Radar（合成開口レーダー）の略。人工衛星や航空機などに搭載されたアンテナを移動させること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。SAR 干渉解析 (Interferometric SAR, InSAR) は、同じ場所を撮影した時期の異なる 2 回の画像の差をとる（干渉させる）ことにより地表面の変動を詳細にとらえる手法である。

## S 波異方性

媒質を S 波が伝わる際に、方向によって伝播速度が異なること。地殻内部において微小なクラックや鉱物の配列等により、その中を通過する S 波には、伝播方向による速度の違いがおこる。

## S-P 時刻

ある観測点における S 波の到達時刻と P 波の到達時刻の差。

## VEI

火山爆発指数 (Volcanic Explosivity Index) の略。火山灰や火山礫 (れき) などの火砕物の量や噴煙高度及び噴火挙動の特徴から決められる噴火の規模と爆発性の指標。最小は 0 で最大は 8。

## VHF (電波)

30~300 MHz までの周波数の電磁波のこと。VHF は、Very High Frequency の略。

## VLBI

超長基線電波干渉計 (Very Long Baseline Inteferometer) の略。クエーサー (準恒星状天体) から放射される宇宙電波を数千 km 離れた複数の観測点で同時に受信し、その到達時間差から観測点間の距離や位置関係を測定する。

## Vp/Vs

P 波と S 波の伝播速度の比。岩石の種類や流体が含まれるかどうかによって値が変わる。

## X バンド MP レーダー

従来よりも短波長の X バンド (波長約 3 cm) を用いた高分解能なレーダー。さらに、水平偏波と垂直偏波の 2 種類の電波を同時に送信・受信するマルチパラメータ (MP) 方式によって精度のよい観測が実現される。

## WOVOdat

国際火山観測機構 (WOVO) のデータベースのこと。世界各地の火山観測所が持つ火山観測データを共通フォーマットで収集し、様々な用途に利用しやすくしたもの。登録されているデータは、観測施設の位置や観測装置などの観測点情報、地震、地殻変動、火山ガス、温度、噴火などの観測情報がある。



### 1. 地震関係観測点一覽(平成元～10年)

観測項目	関係機関名	元年度	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度	8年度	9年度	10年度
		(第6次計画)					(第7次計画)				
大・中・小地震	気象庁	158	162	168	170	178	189	189	189	189	189
微小地震	防災科学技術研究所 工業技術院地質調査所	66	67	68	69	73	76	104	140	145	368
	国立大学等 (海底)	209	220	222	233	241	257	276	282	268	276
						3	3	3	6	6	6
	計	275	287	290	302	317	336	383	438	430	666
地殻変動	文部科学省 防災科学技術研究所 (GPS)	27	27	28	29	29	30	45	42	46	52
	工業技術院地質調査所 (GPS)	12	14	16	28	28	28	19	19	19	1
	海上保安庁水路部(GPS) (SLR)						2	4	4	14	16
								1	1	1	1
	気象庁 国土地理院 (GPS)	33	33	33	33	33	33	33	33	34	35
	(VLBI)	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
	通信総合研究所(VLBI) (SLR)	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5
	国立大学等 (GPS)	86	86	86	87	89	101	110	111	116	114
		15	23	24	25	25	50	68	59	64	60
	計	181	191	197	215	324	463	905	1,211	1,322	1,342
地下水	防災科学技術研究所 工業技術院地質調査所 国立大学等	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
		26	33	19	18	19	22	22	36	39	44
		47	47	47	47	49	48	44	44	51	49
	計	82	89	75	74	77	79	75	89	99	102
地球電磁気	防災科学技術研究所		2	4	5	5	5	10	11	11	11
	海上保安庁水路部 気象庁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	国土地理院	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	国立大学等	4	4	4	4	4	4	15	15	15	15
	計	31	32	34	35	38	39	43	44	44	36
	計	40	43	47	49	52	53	73	75	67	67
重力	国土地理院 国立大学等	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		6	6	6	6	7	7	7	7	5	5
	計	7	7	7	7	8	8	8	8	6	6
験潮	防災科学技術研究所							2	5	5	5
	海上保安庁水路部 気象庁	16	16	16	16	16	16	16	27	27	28
	国土地理院	62	62	62	62	62	66	77	77	77	77
	国立大学等	25	25	26	26	31	32	32	31	31	31
	計	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9
	計	110	110	111	111	116	121	134	147	148	150

### 1. 地震関係観測点一覧(平成11～20年)

観測項目	関係機関名	11年度	12年度	13年度	14年度	15年度	16年度	17年度	18年度	19年度	20年度
		(第1次新計画)					(第2次新計画)				
地震 (高感度)	防災科学技術研究所	530	626	666	751	761	763	770	783	781	785
	海洋研究開発機構						5	5	5	5	5
(広帯域)	産業技術総合研究所	12	12	13	14	14	14	14	16	16	16
	気象庁	191	191	191	193	194	196	196	191	191	198
	富士山科学研究所										
	国立大学等	285	282	281	281	281	279	244	251	247	244
(機動)	防災科学技術研究所	19	64	66	71	73	73	73	73	73	73
	海洋研究開発機構	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	産業技術総合研究所	8	4	4	4	4	1	1	1	1	1
	気象庁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	国立大学等	19	36	36	36	36	32	46	41	42	46
	国立大学等	46	46	46	40	40	73	73	73	73	73
		日高 (平成11～13年度)			西南日本 (平成14～15年度)		新潟～神戸歪集中帯 (平成16～20年度)				
	計	1110	1261	1303	1390	1403	1436	1422	1434	1429	1441
地殻変動	文部科学省	41	41	41	41	41	7	7	7	7	7
	防災科学技術研究所	52	56	56	58	58	60	60	60	58	49
	(GPS)	1	1	3	3	3	3	4	4	4	-
	産業技術総合研究所	17	16	16	16	15	16	16	18	19	19
	(GPS)	5	5	4	4	3	3	3	5	5	5
	道総研地質研究所(GPS)										
	海上保安庁海洋情報部(GPS)	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	(SLR)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	(海底地殻変動)	1	9	11	14	16	18	18	18	18	18
	気象庁	35	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	国土地理院	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	(GNSS)	983	992	992	1284	1314	1320	1328	1336	1350	1352
	(VLBI)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	情報通信研究機構(VLBI)	5	5	4	1	1	1	1	1	1	1
(SLR)	4	4	3	-	-	-	-	-	-	-	
国立大学等	109	108	105	105	104	99	101	93	93	93	
(GPS)	59	57	57	59	59	59	75	73	86	86	
(海底地殻変動)			1	4	7	11	13	10	12	12	
	計	1,357	1,375	1,374	1,670	1,702	1,678	1,707	1,706	1,734	1,723
地下水	防災科学技術研究所	9	9	9	9	7	6	5	5	5	-
	産業技術総合研究所	42	42	42	42	42	42	42	46	42	44
	国立大学等	42	42	42	42	42	34	19	19	14	13
	計	93	93	93	93	91	82	66	70	61	57
地球 電磁気	防災科学技術研究所	11	13	15	15	15	15	-	-	-	-
	産業技術総合研究所		22	22	20	20	6	-	-	-	-
	海上保安庁海洋情報部	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	気象庁	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6
	国土地理院	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	国立大学等	42	42	42	42	42	34	41	39	36	38
	計	73	97	99	97	97	75	61	59	58	60
重力	国土地理院	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	国立大学等	5	3	3	3	3	3	3	3	2	2
	計	6	4	4	4	4	4	4	4	3	3
驗潮	防災科学技術研究所	5	5	6	6	6	5	5	5	5	5
	海洋研究開発機構						4	4	4	4	4
	海上保安庁海洋情報部	28	28	28	28	28	28	28	28	28	20
	気象庁	77	77	77	77	80	80	80	80	82	82
	国土地理院	31	31	30	30	30	27	27	27	27	27
	国立大学等	11	11	5	5	5	5	5	4	4	4
	計	152	152	146	146	149	149	149	148	150	142

※平成13年度より、文部省・科学技術庁 ⇒ 文部科学省、工業技術院地質調査所 ⇒ 産業技術総合研究所、海上保安庁水路部 ⇒ 海上保安庁海洋情報部へ組織変更

※平成16年度より、通信総合研究所 ⇒ 情報通信研究機構へ組織変更 また、国立大学は国立大学法人へ

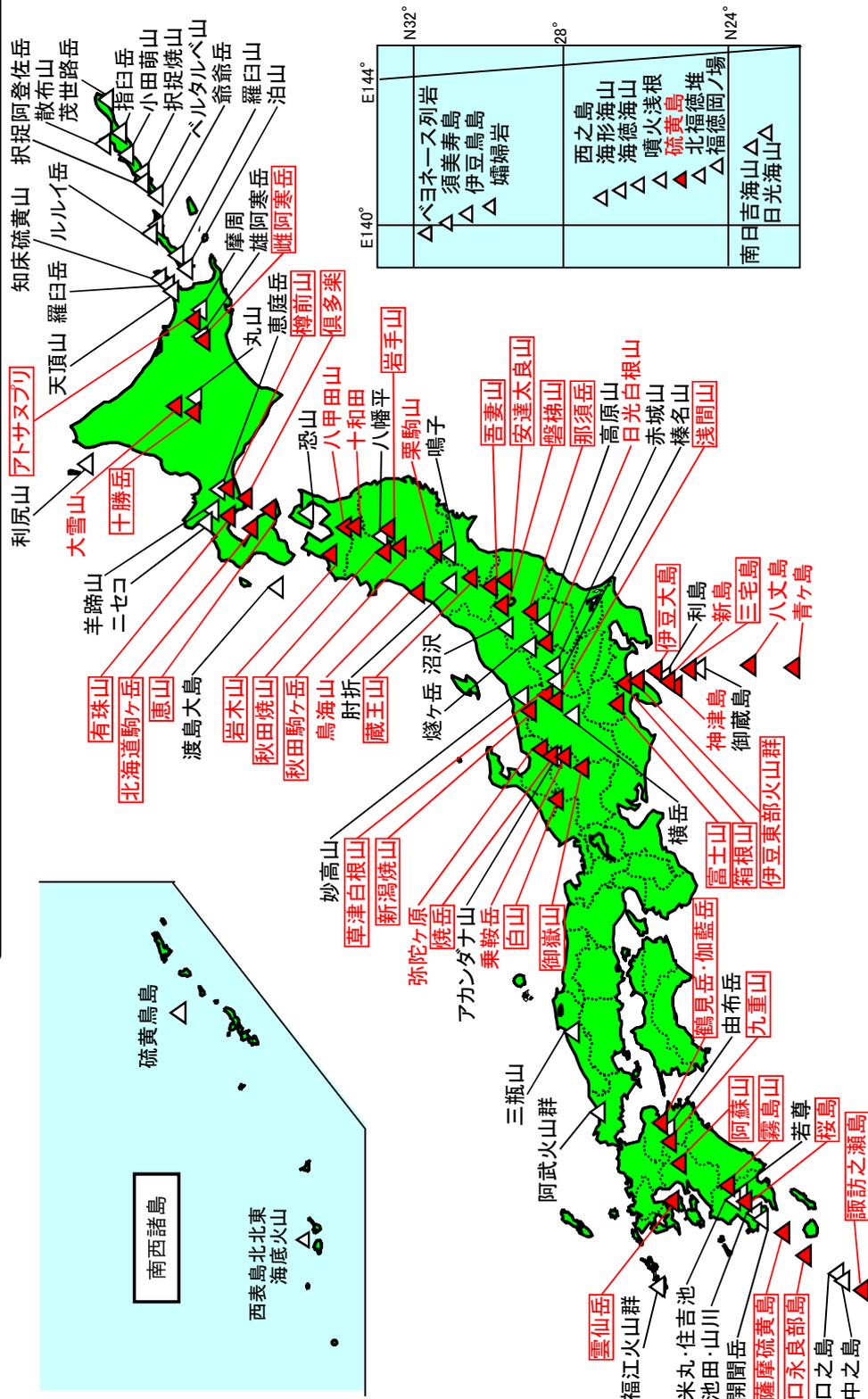
※国立大学等の広帯域地震計については、高感度地震計の内数、また海上保安庁海洋情報部のGPSについては、地殻変動観測以外の目的で設置されたDGPS局を含む

### 1. 地震関係観測点一覧(平成21～27年)

観測項目	関係機関名	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
		(地震及び火山噴火予知のための観測研究計画)					(災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画)		
地震 (高感度)	防災科学技術研究所	788	788	788	787	788	788	788	
	海洋研究開発機構	6	16	25	26	26	34	58	
	産業技術総合研究所	28	28	28	28	29	29	29	
	気象庁	208	208	208	248	257	257	257	
	富士山科学研究所							1	
	国立大学等	237	245	245	243	251	252	239	
	(広帯域)	防災科学技術研究所	73	73	73	73	73	73	73
		海洋研究開発機構	-	-	-	29	21	29	52
		産業技術総合研究所	1	1	1	-	-	-	-
		気象庁	-	-	-	-	-	20	20
(機 動)	国立大学等	50	42	50	44	44	44	44	
	国立大学等	-	-	-	-	-	-	-	
	計	1392	1412	1438	1478	1489	1526	1561	
地 殻 変 動	文部科学省	7	-	-	-	-	-	-	
	防災科学技術研究所	49	47	47	47	47	47	40	
	(GPS)	-	-	-	-	-	-	-	
	産業技術総合研究所	28	27	27	27	27	27	27	
	(GPS)	11	10	10	10	11	11	11	
	道総研地質研究所(GPS)							4	
	海上保安庁海洋情報部(GPS)	35	35	35	35	35	35	35	
	(SLR)	1	1	1	1	1	1	1	
	(海底地殻変動)	18	18	24	24	24	24	24	
	気象庁	36	42	42	42	42	42	42	
	国土地理院	5	4	4	3	3	3	3	
	(GNSS)	1348	1347	1347	1330	1330	1330	1335	
	(VLBI)	4	4	4	1	1	1	2	
	情報通信研究機構(VLBI)	1	1	1	-	-	-	-	
(SLR)	-	-	-	-	-	-	-		
国立大学等	86	90	93	83	83	83	83		
(GPS)	75	127	133	99	99	106	116		
(海底地殻変動)	12	11	9	35	35	35	34		
	計	1,716	1,764	1,777	1,737	1,738	1,745	1,757	
地 下 水	防災科学技術研究所	-	-	-	-	-	-	-	
	産業技術総合研究所	49	49	51	51	48	48	48	
	国立大学等	12	12	14	10	10	10	10	
	計	61	61	65	61	58	58	58	
地 球 電 磁 気	防災科学技術研究所	-	-	-	-	-	-	-	
	産業技術総合研究所	-	-	-	-	-	-	-	
	海上保安庁海洋情報部	-	-	-	-	-	-	-	
	気象庁	6	6	6	6	6	6	6	
	国土地理院	15	14	14	14	14	14	14	
	国立大学等	33	37	37	30	30	30	29	
	計	54	57	57	50	50	50	49	
重 力	国土地理院	1	1	1	0	0	0	0	
	国立大学等	2	2	3	3	3	3	3	
	計	3	3	4	3	3	3	3	
験 潮	防災科学技術研究所	3	3	3	3	3	3	3	
	海洋研究開発機構	5	15	24	32	32	32	56	
	海上保安庁海洋情報部	20	20	20	20	20	20	20	
	気象庁	71	74	97	108	109	109	109	
	国土地理院	27	27	27	25	25	25	25	
	国立大学等	4	4	4	4	4	4	4	
	計	130	143	151	192	193	193	217	

## 2. 全国の活火山(110火山)

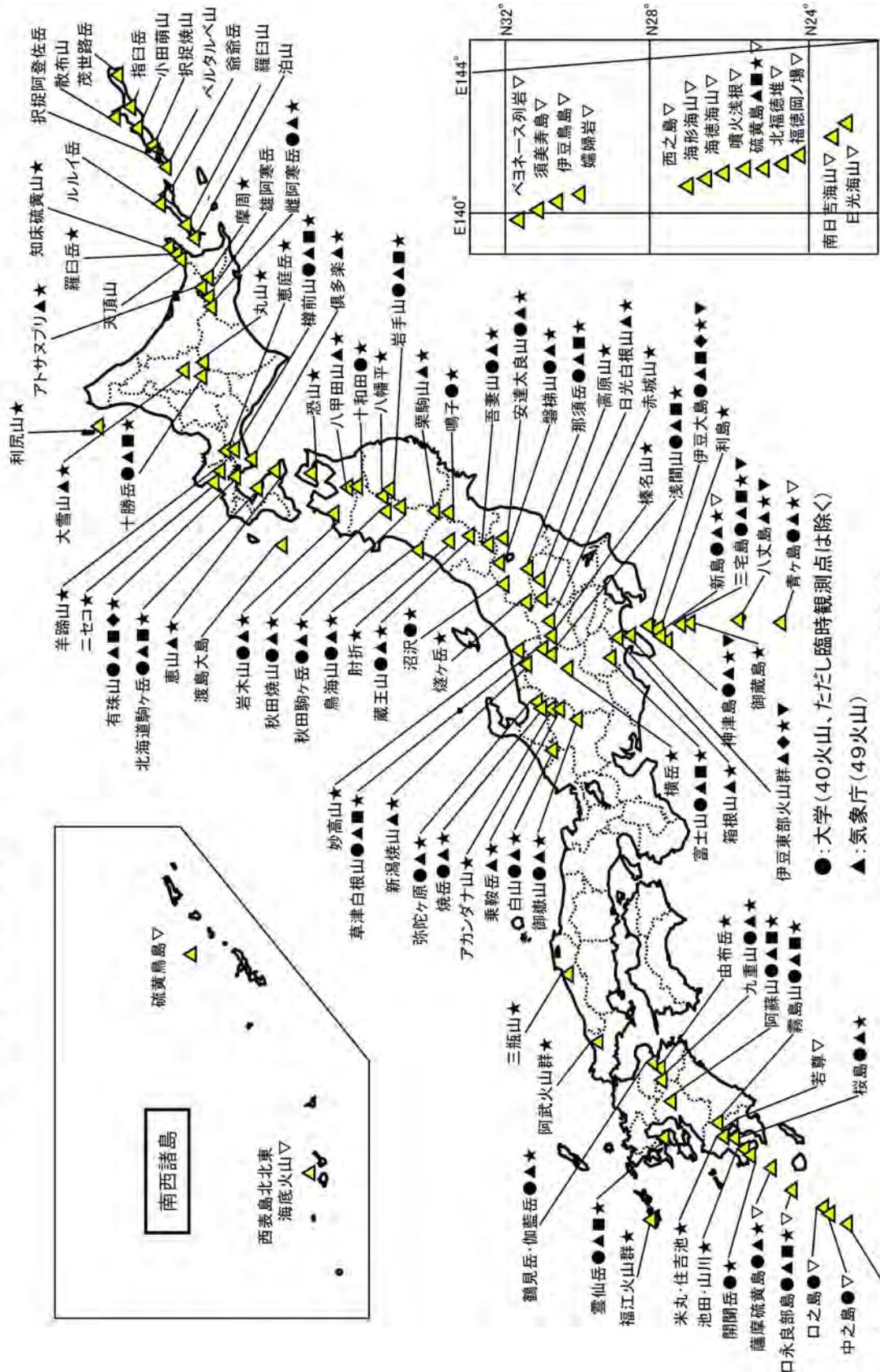
△：活火山 (110火山)  
 ▲：火山噴火予知連絡会によって火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要として選定された火山 (50火山)  
 火山名：噴火警戒レベルが運用されている火山 (37火山) 平成28年7月31日現在



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おいて「おおむね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」とされ、これによって北方領土及び海底火山を含む110の活火山が選定されている。  
 さらに、平成21年6月の火山噴火予知連絡会において、火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要な火山として47火山が選定された。これら47火山に対しては、気象庁が、関係機関の協力を得て、24時間体制で火山活動の常時観測・監視を実施している。また、平成26年11月に、「八甲田」「十和田」「駒ヶ原」を常時観測火山への追加を検討すべきとの火山噴火予知連絡会からの緊急提言を受け、これらの火山への観測機器の整備を進めている。  
 各火山の地元の関係機関で構成される火山防災協議会において、噴火時等の防災対応(入山規制や避難勧告の対象範囲等)について平常時から共同で検討が行われており、検討結果が市長村の地域防災計画に反映された37火山では噴火警戒レベルを運用している。(平成28年7月現在)

### 3. 火山噴火予知観測網

(平成28年3月末現在)



## 4. 火山関係観測点数一覧

平成28年3月末現在

火山名	大学 (カッコ内は臨時観測点数で、外数) 主な観測大学	気象庁	防災科 学技術 研究所	産業技 術総合 研究所	国土 地理院	北海道立 総合研究 機構	富士山 科学 研究所	海上保安庁
知床硫黄山								
羅臼岳					4			
天頂山								
摩周					5			
アトサヌプリ			2					
雄阿寒岳								
雌阿寒岳	噴火：S63, H8, H10, H18, H20	3 ( 1 )	北大理	7		3	2	
丸山								
大雪山				1		8		
十勝岳	噴火：S60, S63~H1, H16	3 ( 2 )	北大理	7	3		2	
利尻山						4		
樽前山	噴火：S53~S54, S56	9 ( 3 )	北大理	6	3	5		
恵庭岳						3		
倶多楽				1		3		
有珠山	噴火：S52~S53, H12~H13	11 ( 15 )	北大理, 東工大	4	3	2	4	
羊蹄山						3		
ニセコ						3		
北海道駒ヶ岳	噴火：H8, H10, H12	9 ( 8 )	北大理	6	3	5		
恵山				2		4		
渡島大島								
恐山						4		
岩木山		3	弘前大理工	1		4		
八甲田山				3		5		
十和田		1	東北大理			4		
秋田焼山	噴火：H9	2	東北大理	1		3		
八幡平								
岩手山	地震・地殻活動活発化： H10	5 ( 1 )	東北大理	3	3	4		
秋田駒ヶ岳		2 ( 1 )	東北大理	3		3		
鳥海山	噴火：S49	1	東北大理	1		4		
粟駒山				1		5		
鳴子						3		
肝折						5		
蔵王山		2 ( 12 )	東北大理	1		5		
吾妻山	噴火：S52	3 ( 9 )	東北大理	5		8		
安達太良山		1	東北大理	2		5		
磐梯山		1	東北大理	3		3		
沼沢						4		
燧ヶ岳						4		
那須岳	S35, S38			2	6	3		
高原山						5		
日光白根山				2		3		
赤城山						3		
榛名山						4		
草津白根山	噴火：S51, S57~S58, H8 火口高温化：H20~23	34	東工大	3	3	5		
浅間山	噴火：S48, S57~S58, H2~ H3, H16, H20, H21, H27	28 ( 3 )	東大震研	7	3	6		
横岳						4		
新潟焼山	噴火：S49, S58			1		3		
妙高山								
弥陀ヶ原		8		1		4		
焼岳	噴火：S37, S38, H7	5 ( 6 )		1		3		
アカンダナ山								
乗鞍岳				1		4		
御嶽山	噴火：S54, H3, H19, H26	12 ( 7 )	名大環境	2		4		
白山				2		3		
富士山		11 ( 3 )	東大震研	6	6	14	1	
箱根山	噴火：H27			3		6		
伊豆東部火山群	噴火：H1			4		3		定期監視 海底地殻変 動観測
伊豆大島	噴火：S49, S61, S62	32 ( 10 )	東大震研, 東大理	5	4	1	8	定期監視 GPS連続監 視観測
利島								
新島				3				定期監視
神津島				2		4		定期監視 GPS連続監 視観測
三宅島	噴火：H12~H18, H20~H22	( 4 )	東大震研, 東工大	5	4	5		定期監視 GPS連続監 視観測
御蔵島								
八丈島				3		3		定期監視 GPS連続監 視観測
青ヶ島				2				定期監視
ペリネ一丈列岩(明 神礁を含む)								定期監視
須美寿島								定期監視
伊豆鳥島	噴火：H14							定期監視
嬬婦岩								定期監視

火山名	噴火：S48～S49, H25～	大学 (カッコ内は臨時観測点数で、外数)		気象庁	防災科 学技術 研究所	産業技 術総合 研究所	国土 地理院	北海道立 総合研究 機構	富士山 科学 研究所	海上保安庁
		主な観測大学								
西之島	噴火：S48～S49, H25～									定期監視
海形海山										定期監視
海徳海山	噴火：S59									定期監視
噴火浅根										定期監視
硫黄島	噴火： S53, S55, S57, H11, H13, H16, H24, H25, H27			1	3		4			定期監視
北福德堆	噴火：S63									定期監視
福德岡ノ場	噴火：S48～ S49, S61, H4, H17, H22									定期監視
南日吉海山	噴火：S50～S51									定期監視
日光海山										定期監視
三瓶山							4			
阿武火山群							5			
鶴見岳・伽藍岳		5 ( 4 )	京大理	2			4			
由布岳										
九重山	噴火：H7～H8	13 ( 7 )	京大理	1			6			
阿蘇山	噴火： S49, S50, S52, S54, S55, S60, S63, H1～H7, H15～ H17, H21, H23	33 ( 10 )	京大理	5	4		3			
雲仙岳	噴火：H2～H7	15 ( 11 )	九大理	6	3		4			
福江火山群							3			
霧島山	噴火：H3, H20, H22, H23	23 ( 18 )	東大震研ほか	11	2		7			
霧島火山帯	えびの地震：S43	9 ( 19 )	京大防災研							
米丸・住吉池							4			
若尊										定期監視
桜島	噴火：S30～	20 ( 12 )	京大防災研, 東工 大, 鹿児島大理	6			7			
池田・山川							4			
開聞岳		2	京大防災研							
薩摩硫黄島	噴火：H10～H16	1 ( 1 )	京大防災研	2						定期監視
口永良部島	噴火： S48, S49, S51, S55, H26～H27	1 ( 3 )	京大防災研, 東工 大	9	2		6			定期監視
諏訪之瀬島	噴火：S32～H7, H9, H11～ H21	1 ( 7 )	京大防災研	2						定期監視
口之島										定期監視
中之島		1 ( 1 )	京大防災研							定期監視
硫黄島島	S42									定期監視
西表島北北東海底火山										定期監視
茂世路岳										
散布山										
指臼岳										
小田崩山										
挾捉焼山										
挾捉阿登佐岳										
ベルタルベ山										
ルルイ岳										
爺爺岳										
羅臼山										
泊山										

注1：網掛けをしているものは、現時点で観測が行われていない火山

注2：噴火履歴等は火山噴火予知計画の始まった昭和48年から記載

## 5. 国立大学法人の常時観測項目と観測点数

火山名	平成23年3月31日時点		平成28年3月31日現在		主な 観測大学	備 考  噴火活動等
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目		
雌阿寒岳	2 (臨時1)	地震, 空振, 地殻	3 (臨時1)	地震, 空振, 地殻	北大理	(縦坑1本) 昭和63年, 平成8, 10, 18, 20年噴火
十勝岳	3	地震, 空振, 地殻	3 (臨時2)	地震, 空振, 地殻, 電磁気	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	8 (臨時4)	地震, 空振, 地殻, カメラ, 熱	9 (臨時3)	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	18 (臨時8)	地震, 空振, 地殻, GPS, 電磁気, 熱	11 (臨時15)	地震, 空振, 地殻, GPS, 電磁気, 熱	北大理	昭和52~57年噴火 平成12年噴火
北海道駒ヶ岳	10 (臨時8)	地震, 空振, 地殻, GPS, カメラ, 潮位, 電磁気	9 (臨時8)	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	地震	3	地震	弘前大理工	(横坑2本) 昭和60年地震活動活発化。
十和田			1	地震	東北大理	(横坑1本) カルデラ内に時々地震活動あり
秋田焼山	3	地震, 地殻	2	地震, GPS	東北大理	(横坑2本) 平成9年噴火
岩手山	5 (臨時1)	地震, 地殻, GPS, 熱	5 (臨時1)	地震, 地殻, GPS, 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。東北地方太平洋沖地震以降, 一時的に活発化
秋田駒ヶ岳	3 (臨時1)	地震, 地殻	2 (臨時1)	地震, 地殻, GPS	東北大理	(縦坑2本) 昭和45~46年噴火
鳥海山	1	地震, 地殻	1	地震, 地殻	東北大理	(横坑1本) 昭和49年噴火
蔵王山	2	地震, 地殻, 熱	2 (臨時12)	地震, 地殻, GPS, 電磁気	東北大理	(横坑1本, 縦坑2本) 昭和15年噴火。周辺で時々地震多発。東北地方太平洋沖地震以降, 深部低周波地震活動が活発化。
吾妻山	4	地震, 地殻, 熱	3 (臨時9)	地震, 地殻, GPS, 熱, 重力	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, GPS	1	地震, 地殻, GPS	東北大理	(横坑1本)
磐梯山	1	地震, 地殻	1	地震, 地殻	東北大理	(横坑1本) 平成12年地震活発化

火山名	平成23年3月31日時点		平成28年3月31日現在		主な観測大学	備考 噴火活動等
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目		
草津白根山	39	地震, 地殻, GPS, 電磁気, 化学, 熱, カメラ	34	地震, 地殻, GPS, 空振, 電磁気, 化学, 熱, カメラ	東工大	(縦坑3本) 昭和57~58年噴火5回 昭和64年, 平成8年微噴火, 平成20-23年 火口高温化。平成26年3月から群発地震, 膨張変動, 熱消磁, 水温上昇及び火山ガス組成変化等を観測
浅間山	21	地震, GPS, 傾斜, 空振, 宇宙線ミュオン, 地磁気, 火山ガス	28 (臨時3)	地震, GPS, 傾斜, 空振, 宇宙線ミュオン, 地磁気, 火山ガス, カメラ, 熱	東大震研	(縦坑1本) 昭和57, 58年噴火, 平成16年, 20年, 21年, 27年噴火
弥陀ヶ原			8	火山ガス, 電磁気	東工大	時々地震多発。平成2年付近で地震多発
富士山	8 (臨時3)	地震, 地殻, 電磁気	11 (臨時3)	地震, 地殻, GPS, 電磁気	東大震研	(横坑1本, 縦坑3本) 東北地方太平洋沖地震以降, 一時的に活発化し, 低下しながら継続
箱根山			0			平成27年大涌谷でごく小規模噴火
伊豆東部火山群			0			平成元年噴火
伊豆大島	28 (臨時26)	地震, 地殻, GPS, 電磁気 (含むACTIVE)	32 (臨時10)	地震, 地殻, GPS, 電磁気 (含むACTIVE)	東大地震研 東大理	(縦坑5本) 昭和61年噴火 潮位, 熱観測は機器老朽化のため廃止。
神津島	0		0		名大環境	機器老朽化のため, 観測停止。
三宅島	6	電磁気	(臨時4)	電磁気, 地震, GPS	九大理 東大地震研	平成12年~平成23年噴火。
焼岳	0		5 (臨時6)	地震, 地殻, GPS	京大防災研	昭和37年噴火
御嶽山	5	地震	12 (臨時7)	地震, 地殻, GPS	名大環境	昭和54, 平成3年, 19年, 26年噴火
鶴見岳・伽藍岳	1	地震	5 (臨時4)	地震, GPS	京大理 九大理	東北地方太平洋沖地震以降, 一時的に活発
九重山	4	地震, 電磁気	13 (臨時7)	地震, 電磁気, GPS	京大理 九大理	平成7年10月11日 水蒸気爆発
阿蘇山	14	地震, 空振, 地殻, 電磁気	33 (臨時10)	地震, 空振, 地殻, 電磁気, 化学	京大理 九大理	(横坑1本) ほぼ毎年噴火

火山名	平成23年3月31日時点		平成28年3月31日現在		主な観測大学	備考 噴火活動等
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目		
雲仙岳	9 (臨時11)	地震, 地殻, GPS, 電磁気, 化学	15 (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	8 (臨時22)	地震, 地殻, GP S, 電磁気, 空 振, 絶対重力	23 (臨時18)	地震, 地殻, GP S, 電磁気, 化 学, 空振, 絶対 重力	東大震研 他	(横坑1本, 縦坑1本) 平成3年微噴火, 平成23年噴火
桜島	20 (臨時4)	地震, 空振, 地 殻, GPS, 化学, 熱, 潮位	20 (臨時12)	地震, 空振, 地 殻, GPS, 電磁気, 化学, 熱, 潮位	京大防災研 東工大 鹿児島大理	(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年以降小噴火が頻発, 最 新は平成25年
口永良部島	4 (臨時9)	地震, 空振, GP S, 電磁気	1 (臨時3)	地震, 空振, GPS, 電磁気	京大防災研 東工大	平成26年噴火。平成27年マグマ 噴火。噴火により被災。
中之島	1 (臨時1)	地震, GPS	1 (臨時1)	地震, GPS	京大防災研	東北地方太平洋沖地震以降, 一 時的に活発化
諏訪之瀬島	1 (臨時13)	地震, 空振, 地 殻, GPS	1 (臨時7)	地震, 空振, 地 殻, GPS	京大防災研 鹿児島大理	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17)	地震, GPS	9 (臨時19)	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」の「(臨時○)」は、臨時の観測点数で外数。

(注2) 「観測項目」の内容は、次のとおり。

地 殻：GPSを除く地殻変動連続観測(傾斜, 歪(ひずみ), 光波測距等を含む)。

電磁気：自然電位(地表のある点を基準とした各地点での電位の分布), 比抵抗, 地磁気等の観測を含む。

化 学：火山ガス, 地下水等の観測を含む。

(注3) 「備考」の「縦坑○本」または「横坑○本」は、平成28年3月31日現在の観測点の内数。

## 6. 気象庁の常時及び定期観測項目と観測点数

火山名	平成 23 年 3 月 31 日現在		平成 28 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	6	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	7	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力, 化学	(縦坑 1 本)
アトサヌプリ	2	メラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	2	カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
十勝岳	7	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	7	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 化学	(縦坑 2 本)
大雪山	1	地震, 熱, カメラ, 空振	1	地震, 熱, カメラ, 空振	—
樽前山	6	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力, 自然電位	6	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力, 自然電位, 化学	(縦坑 2 本)
倶多楽	1	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	1	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
有珠山	4	地震, 熱 カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	4	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 2 本)
北海道駒ヶ岳	6	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	6	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	(縦坑 2 本)
恵山	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
八甲田山			3	地震, 熱, GNSS	—
岩手山	5	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	3	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
岩木山	1	地震, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	1	地震, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
秋田駒ヶ岳	2	地震, 熱, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	3	地震, 熱, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
秋田焼山	1	地震, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	1	地震, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)

火山名	平成 23 年 3 月 31 日現在		平成 28 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	
鳥海山	1	地震, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	1	地震, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
栗駒山	1	地震, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	1	地震, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
蔵王山	1	地震, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	1	地震, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
吾妻山	5	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	5	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	(縦坑 1 本)
安達太良山	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	(縦坑 1 本)
磐梯山	5	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	3	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	(縦坑 1 本)
那須岳	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜) 全磁力	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜) 全磁力	(縦坑 1 本)
日光白根山	1	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	2	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
草津白根山	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	3	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	(縦坑 1 本)
浅間山	7	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 化学, 測距	7	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 化学, 測距	(縦坑 4 本)
新潟焼山	1	地震, 熱, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	1	地震, 熱, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
弥陀ヶ原			1	地震, 熱, GNSS	—
焼岳	1	地震, 熱, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	1	地震, 熱, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
乗鞍岳	1	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	1	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
御嶽山	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 全磁力, 地殻 (傾斜)	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 全磁力, 地殻 (傾斜), 化学	(縦坑 1 本)

火山名	平成 23 年 3 月 31 日現在		平成 28 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	
白山	2	地震, 熱, カメラ, 空振	2	地震, 熱, カメラ, 空振	—
富士山	5	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	6	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
箱根山	1	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	3	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜), 化学	(縦坑 1 本)
伊豆東部火山群	3	地震, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	4	地震, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 2 本)
伊豆大島	4	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力, 測距	5	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力, 測距	(縦坑 3 本)
新島	1	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	3	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
神津島	1	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	2	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	(縦坑 1 本)
八丈島	1	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	3	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
三宅島	4	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 化学, 全磁力	5	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 化学, 全磁力	(縦坑 1 本)
青ヶ島	1	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	2	地震, GNSS, カメラ, 空振, 地殻 (傾斜)	(縦坑 1 本)
硫黄島	1	地震, 空振, カメラ	1	地震, 空振, カメラ, 熱, GNSS	—
九重山	1	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	1	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	(縦坑 1 本)
鶴見岳 伽藍岳	2	地震, 熱, GNSS, 空振	2	地震, 熱, GNSS, 空振	—
阿蘇山	7	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	5	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力, 化学	(縦坑 1 本)

火山名	平成 23 年 3 月 31 日現在		平成 28 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	
雲仙岳	6	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	6	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	(縦坑 2 本)
霧島山	8	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力, 降灰計	11	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力, 降灰計, 化学	(縦坑 10 本)
桜島	6	地震, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜)	6	地震, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 化学	(縦坑 3 本)
薩摩硫黄島	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 全磁力	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 全磁力, 化学	—
口永良部島	5	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	9	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力, 化学	(縦坑 1 本)
諏訪之瀬島	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力	2	地震, 熱, カメラ, GNSS, 空振, 地殻 (傾斜), 全磁力, 化学	(縦坑 1 本)

(注 1) 「観測点数」は臨時観測点を含むテレメータされている震動観測点を示す。

(注 2) 「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又は繰り返し観測

カメラ：高感度カメラ等による噴煙等の遠望観測

GNSS：GNSS 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

降灰計：降灰の重量を測定。

(注 3) 「備考」の「縦坑○本」は、平成28年3月31日現在の観測点の内数。

## 7. 国土地理院の常時観測項目と観測点数

火山名	平成23年3月31日時点		平成28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	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
摩周 アトサヌプリ	7	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 5
雌阿寒岳	7	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
丸山 大雪山 十勝岳	7	地殻変動	8	地殻変動	GNSS 8
利尻山	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
樽前山	5	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 4 GNSS (REGMOS) 1
恵庭岳	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
倶多楽	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
有珠山	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 3 GNSS (REGMOS) 1
羊蹄山	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
ニセコ	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
北海道駒ヶ岳	5	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 4 GNSS (REGMOS) 1
恵山	3	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
恐山	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
岩木山	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
八甲田山	4	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 5
十和田	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
秋田焼山 八幡平	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
岩手山	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
秋田駒ヶ岳	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
鳥海山	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
栗駒山	5	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 5

火山名	平成23年3月31日時点		平成28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	
鳴子	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
肘付	5	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 5
蔵王山	5	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 5
吾妻山	6	地殻変動	8	地殻変動	GNSS 8
安達太良山	4	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 5
磐梯山	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
沼沢	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
燧ヶ岳	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
那須岳	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
高原山	5	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 5
日光白根山	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
赤城山	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
榛名山	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
草津白根山	5	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 5
浅間山	7	地殻変動	6	地殻変動	GNSS 4 GNSS (REGMOS) 2
横岳	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
新潟焼山	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
妙高山					
弥陀ヶ原	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
焼岳	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
アカンダナ					
乗鞍岳	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
御嶽山	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
白山	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3

火山名	平成23年3月31日時点		平成28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	14	地殻変動, 地磁気	14	地殻変動	GNSS 9 GNSS (REGMOS) 2 地磁気 3
箱根山	5	地殻変動	6	地殻変動	GNSS 5 GNSS (REGMOS) 1
伊豆東部 火山群	11	地殻変動	11	地殻変動	GNSS 8 GNSS (REGMOS) 1 潮位 2
伊豆大島	8	地殻変動	8	地殻変動	GNSS 5 GNSS (REGMOS) 2 APS 1
利島	2	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
新島	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
神津島					
三宅島	5	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 5
御蔵島 八丈島 青ヶ島	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
硫黄島	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 3 GNSS (REGMOS) 1
三瓶山	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
阿武火山群	5	地殻変動	5	地殻変動	GNSS 5
鶴見岳・ 伽藍岳	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
由布岳					
九重山	4	地殻変動	6	地殻変動	GNSS 6
阿蘇山	4	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
雲仙岳	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
福江火山群	3	地殻変動	3	地殻変動	GNSS 3
霧島山	6	地殻変動	7	地殻変動	GNSS 5 GNSS (REGMOS) 2
米丸・住吉池	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4
桜島	7	地殻変動	7	地殻変動	GNSS 7
池田・山川 開聞岳	4	地殻変動	4	地殻変動	GNSS 4

火山名	平成23年3月31日時点		平成28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	
薩摩硫黄島	5	地殻変動	6	地殻変動	GNSS 6
口永良部島					
諏訪之瀬島					

(注1) 「観測点数」は全国に展開しているGNSS連続観測網のうち火山活動観測に使われている観測点及び活火山地域における機動観測点等の数を示す。

(注2) 「観測項目」の「地殻変動」は、GNSS、光波測距儀等による地殻変動連続観測を示す。

(注3) 「備考」の内容は、次のとおり。

REGMOS (GNSS火山変動リモート観測装置) : 電力・通信手段のない場所でも地殻変動連続観測ができるようにGNSS、ソーラーパネル、衛星携帯電話などを合体した観測装置

APS (自動光波測距・測角装置) : 光波測距儀 (光波を用いて距離を測る機械) とセオドライト (角度を測る機械) を組み合わせ、自動的に距離と角度を測るシステム

(注4) 平成23年度以降は、火山噴火予知連絡会で報告を行う火山とした。

## 8. 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
伊豆大島	○	平成 18 年	平成 17, 20 年	△	
新島	○				
神津島	○			△	
三宅島	○		平成 15, 19, 25 年	△	(◇)
八丈島	○			△	
青ヶ島	○				
須美寿島	○				
伊豆鳥島	○		平成 23 年		
孀婦岩	○				
西之島	○	平成 22, 23, 27 年			
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	○	平成 21 年			
海徳海山	○	平成 28 年			
海勢西ノ場	○				
噴火浅根	○				
北福德堆	○	平成 14, 15 年	平成 14 年		
福德岡ノ場	○	平成 21 年	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
薩摩硫黄島	○	平成 17, 19, 20 年	平成 17, 23 年		
口永良部島	○		平成 20 年		
口之島	○		平成 15 年		
中之島	○		平成 22 年		
諏訪之瀬島	○		平成 14, 21 年		
横当島	○		平成 16 年		
硫黄鳥島	○		平成 18, 26 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。  
 5) 三宅島の海底地殻変動については、平成 22 年度で終了。

## 9. 山梨県富士山科学研究所の常時観測項目と観測点数

火山名	平成28年3月31日時点		備 考
	観測点数	観測項目	
富士山	1	地震,	(縦坑1本)

(注1) 「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

GPS：GPSによる地殻変動連続観測

全磁力：全磁力の連続観測

地殻（傾斜）：傾斜計による地殻変動の連続観測

潮位：潮位の連続観測

(注2) 「備考」の内容は、次のとおり。

地震計と傾斜計は同一の縦坑を利用。磁力計は単独の縦坑を利用。

## 10. 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23年3月31日時点		平成28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、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑3本)
富士山	6	地震、地殻（傾斜）、GPS	6	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑6本)
伊豆大島	4	地震、地殻（傾斜）、全磁力	4	地震、地殻（傾斜）、全磁力	(縦坑5本)
三宅島	4	地震、地殻（傾斜）、全磁力、GPS	4	地震、地殻（傾斜）、全磁力、GPS	(縦坑5本)
硫黄島	3	地震	3	地震	(地下壕2)
有珠山	1	地震、地殻（傾斜）、GPS	3	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑3本)
岩手山	1	地震、地殻（傾斜）、GPS	3	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑3本)
浅間山	2	地震、地殻（傾斜）、GPS	3	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑3本)
阿蘇山	2	地震、地殻（傾斜）、GPS	4	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑4本)
霧島山	2	地震、地殻（傾斜）、GPS	2	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑2本)
十勝岳	-		3	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑3本)
北海道駒ヶ岳	-		3	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑3本)
樽前山	-		3	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑3本)
草津白根山	-		3	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑3本)
雲仙岳	-		3	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑3本)
口永良部島	-		2	地震、地殻（傾斜）、GPS	(縦坑2本)

(注1) 「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  
 GPS：GPSによる地殻変動連続観測  
 全磁力：全磁力の連続観測  
 地殻（傾斜）：傾斜計による地殻変動の連続観測  
 潮位：潮位の連続観測

(注2) 「備考」の内容は、次のとおり。

地震計と傾斜計は同一の縦坑を利用。磁力計は単独の縦坑を利用。硫黄島では戦時中の地下壕（ちかごう）を利用して観測している。

## 1 1. 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23年3月31日時点		平成28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	0		0		
伊豆東部 火山群	6	水位・水温	3	水位・水温	地震観測点兼ねる。 水温は一部観測点のみ。
有珠山	2	水位・水温	2	水位・水温	
伊豆大島	1	自然電位	1	自然電位	
口永良部島	2	GPS	0		

(注1) 「観測項目」の内容は、次のとおり。

水位：地下水の水位の観測

水温：地下水の温度の観測

自然電位：地表のある点を基準とした各地点での電位の分布の観測

GPS:GPSによる地殻変動連続観測

## 1 2. 北海道立総合研究機構の常時観測項目と観測点数

火山名	平成 28 年 3 月 31 日現在		備 考
	観測点数	観測項目	
雌阿寒岳	2	熱, GPS, 化学	テレメータは GPS2 点
アトサ ヌプリ			
十勝岳	2	熱, GPS, 化学	テレメータは GPS2 点
大雪山			
樽前山	0	熱, 化学	
倶多楽			
有珠山	0	熱, 化学	
北海道 駒ヶ岳	0	熱, GPS, 化学	
恵山			

(注 1) 「観測点数」は臨時観測点を含む観測点（テレメータ）の数を示す。

(注 2) 「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又は繰り返し観測

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

降灰計：降灰の重量を測定。

(注 3) 「備考」の「縦坑〇本」は、平成28年3月31日現在の観測点の内数。

### 13. 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18,19,20,24,25,27
○雌阿寒岳	昭(40), 63, 平8, 9	平7, 10~12, 13~22	平14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27
丸山	平7		
○大雪山	昭57, 平2, 7		平23,25,26
○十勝岳	昭(43), 平1, 11, 13	昭(44), 60~平2, 平14~23	平14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27
利尻山			
○樽前山	昭49, 56, 61, 平10, 11, 13	平11~22	平14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27
恵庭岳	平5		
○倶多楽	平4, 9	平16~22	平16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27
○有珠山	昭(46)	昭52~53, 平11~13	平14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,27
羊蹄山			
ニセコ			
○北海道駒ヶ岳	昭(39), 平8, 13	平8, 10~22	平14,15,16,17,18,19,20,21,22,24,25,26,27
○恵山	昭(47), 54, 平1, 5, 10		平17,18,19,20,22,24,25,26,27
渡島大島	昭59, 平3		
恐山	昭54, 平1		
○岩木山	昭(46), (48), 59, 平10		平26
八甲田山	昭63, 平6		平25~
十和田	平5		
○秋田焼山	昭60, 平9	平9	平23, 24, 27
八幡平	昭58, 平6		
○岩手山	昭(45), 62, 平5, 8, 9	平7~16	平17~25, 27
○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, 22, 25
○栗駒山	昭59, 平4		平18~
鳴子	平1		平24
肘折			平18
○蔵王山	昭(42), 52, 56, 平2, 7	昭(41), 平4	平17, 23, 25~
○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15~24, 27
○磐梯山	昭(40)	平13, 14	平15~23, 25
沼沢			平17
燧ヶ岳			
○那須岳	昭(38), 平9		平14,15,16,17,18,20,23,24,26,27
高原山			平15
○日光白根山	昭61, 平5		平14,23,26,27
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26	平14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27
○浅間山	昭(40)	平16,20,21,27	平14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28
横岳			
○新潟焼山	昭55, 平1, 8, 9, 10	昭(38~39), 50, 59, 平3, 9, 10	平15, 17,18,20,23,24,25,28
妙高山	平2, 8		平28
弥陀ヶ原	昭59, 平4		平23,24,25,26,27
○焼岳	昭56, 平2, 8	昭44	平15, 18,20,23,25,27
アカダナ山			平15
○乗鞍岳	昭61, 平5		平17,18
○御嶽山	平3, 11	昭54~56, 平19,26	平14, 15, 16, 17,19,23,26,27
○白山	昭63, 平7		平16, 17,20,21,22,23,24,25,27
○富士山	昭57, 63, 平6	昭62~	平13,17,22,23,24,25,27
○箱根山	昭60, 平6	平27	平16, 18,19,20,25,27,28
○伊豆東部火山群		平1~2, 5, 7, 8~	平14, 15, 16,17,22,23
○伊豆大島		昭61	平14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28
利島			
○新島	昭56, 平4		平25,27
○神津島	昭60, 平4		平25,27,28
○三宅島	昭51, 58, 平10~13	昭(38), 58~平8, 12~13,20,21,22	平14~15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28
御蔵島			
○八丈島	昭57, 平7		平23,24,28
○青ヶ島	昭59, 平7		平23,24,28
伊豆鳥島		昭(40), (41), (42)	

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）
西之島		昭(48), 49	平25,26
○硫黄島		昭(43)	平20,21,22,23,24,25,26,27,28
三瓶山			平24
阿武火山群			平18,26
○鶴見岳・伽藍岳	昭54, 61, 平4, 7		平17,19,24,25,27
由布岳			平27
○九重山	昭57, 63, 平5	平7~8	平14,15,16,17,18,20,22,23,25,26,27,28
○阿蘇山			平14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28
○雲仙岳	昭(45), 59, 平2	昭59, 平2~8	平14,15,16,17,18,19,20,22,24,25,27
福江火山群			平19
○霧島山	昭(47)	平3~4, 15~	平14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28
米丸・住吉池			平20
○桜島	昭(40)	昭(43), (47), 平18	平14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28
池田・山川			平20
開闢岳	昭56, 平1, 6		平20
○薩摩硫黄島	昭60, 平4, 9~13	昭63, 平14~	平14,15,16,17,18,19,20,22,23,24,25,26,27
○口永良部島	昭50, 58, 平2, 8	昭55, 平11~	平14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28
口之島			平19,25
中之島	昭61, 平5, 11~13		平18,20,26
○諏訪之瀬島	昭55, 63, 平6, 10~11	平12, 13~	平14,15,16,17,18,19,20,25,27
硫黄島			平24,25,26,27,28

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。

## 1 4. 御嶽山に関する火山噴火予知連絡会の活動経過

2014年(平成26年)		
9月27日	御嶽山で噴火。火砕流が南西方向に3km以上流下。噴煙は火口上約7,000mと推定。	
9月27日	噴火警戒レベル1 →3	27日11時52分頃、御嶽山で噴火。火口から4km程度の範囲で大きな噴石等に警戒。
9月28日	拡大幹事会	27日11時52分頃に火砕流を伴う噴火が発生。その後も火山活動が高まった状態。今後も噴火が発生する可能性。
9月28日	噴火警戒レベル3 切替	27日の噴火以降、山頂火口からの噴煙活動が活発な状態。引き続き火口から4km程度の範囲で大きな噴石と火砕流に警戒。
10月23日	第130回連絡会	火山活動には低下傾向がみられるものの、今後噴気活動や地震活動等が活発化する場合には、火口周辺に大きな噴石を飛散させ、火砕流を伴うような噴火が発生する可能性。 御嶽山総合観測班を設置。
2015年(平成27年)		
1月19日	拡大幹事会	火山活動は引き続き低下。現状で2014年9月27日と同程度ないし上回る規模の噴火が発生する可能性は低くなっている。火口列からの噴煙活動や地震活動は続いており、今後も小規模な噴火が発生する可能性。
1月19日	噴火警戒レベル3 切替	火山活動は低下。引き続き火口から概ね3kmの範囲で大きな噴石と火砕流に警戒。
2月24日	第131回連絡会	火山活動は低下してきており、2014年9月27日と同程度ないし上回る規模の噴火が発生する可能性は低くなっている。火口列からの噴煙活動や地震活動が続いており、今後も小規模な噴火が発生する可能性。
3月31日	噴火警戒レベル3 切替	火山活動は低下。火口から概ね2kmの範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石と火砕流に警戒。地獄谷方向では火口から概ね2.5kmまで火砕流に警戒。
6月15日	第132回連絡会	火山活動は低下した状態が継続。噴煙活動や地震活動は続いており、今後も火口周辺に影響を与える小規模な噴火が発生する可能性。
6月26日	噴火警戒レベル3 →2	火山活動は低下。火口から概ね1kmの範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒。
10月21日	第133回連絡会	火山活動が低下した状態が続いている。火口列からの噴煙活動や地震活動は続いており、今後も小規模な噴火が発生する可能性。
2016年(平成28年)		
2月17日	第134回連絡会	火山活動は緩やかな低下傾向が続いている。火口列からの噴煙活動や地震活動が続いていることから、今後も小規模な噴火が発生する可能性。
6月14日	第135回連絡会	火口列からの噴煙活動や地震活動が続いていることから、今後も小規模な噴火が発生する可能性。
10月4日	第136回連絡会	火口列からの噴煙活動や地震活動が続いていることから、今後も小規模な噴火が発生する可能性。

## 15. 口永良部島に関する火山噴火予知連絡会の活動経過

2014年(平成26年)		
8月3日		3日12時24分に新岳で噴火。噴石が山頂火口から約1kmの範囲に飛散し、火砕流が新岳山頂火口の南西側から西側にかけてと東側に流下した。
8月3日	噴火警戒レベル1 →3	3日12時24分頃噴火。今後、噴火活動がさらに活発となる可能性。火口から概ね2kmの範囲で大きな噴石に警戒。
8月7日	噴火警戒レベル3 切替	3日の噴火の火山灰分析の結果、マグマが直接関与していた可能性。今後、マグマが関与した噴火が発生の場合、火砕流の可能性。火口から概ね2kmの範囲で大きな噴石に警戒。向江浜地区から新岳の南西にかけて、火口から海岸までの範囲では火砕流に警戒。
8月8日	拡大幹事会	3日12時24分頃の噴火はマグマが関与したと考えられる。その後も火山活動が高まった状態。今後も噴火が発生し、火砕流を伴う可能性。
10月23日	第130回連絡会	噴煙活動等が継続しており、今後も8月3日と同程度の噴火が発生する可能性。
2015年(平成27年)		
2月24日	第131回連絡会	火山活動は活発な状態が継続。火山ガス観測や地殻変動観測では、今後、火山活動がさらに高まる可能性があることを示す変化。火山活動の推移を注意深く見守る必要。
5月29日		29日09時59分に爆発的噴火。
5月29日	噴火警戒レベル3 →5	29日09時59分に爆発的噴火。火砕流が向江浜付近で海岸に達する。火砕流の到達が予想される屋久島町口永良部島居住地域では厳重な警戒(避難等の対応)。
5月30日	拡大幹事会	29日09時59分に火砕流を伴う爆発的噴火発生。この噴火はマグマ水蒸気噴火であったと考えられる。今後も同程度の噴火が発生する可能性。 口永良部島総合観測班設置。
6月15日	第132回連絡会	火山活動は活発な状態継続。今後も5月29日と同程度の噴火が発生する可能性。
6月18日		18日12時17分頃、16時31分頃噴火。
6月19日		19日09時43分噴火。
8月21日	拡大幹事会	(第132回火山噴火予知連絡会の評価から変更なし)
10月21日	第133回連絡会	5月29日と同程度の噴火が発生する可能性は低くなっているものの、引き続き噴火の可能性があり火砕流に警戒が必要。新岳火口から概ね2kmの範囲、及び火砕流の流下による影響が及ぶと予想される新岳火口の西側の概ね2.5kmの範囲では、厳重な警戒(避難等の対応)。
10月21日	噴火警戒レベル5 切替	火山活動が高まる傾向はみられないことから、5月29日と同程度の噴火が発生する可能性は低い。火口から概ね2kmの範囲及び火砕流の流下による影響が及ぶと予想される新岳火口の西側の概ね2.5km範囲で、厳重な警戒(避難等の対応)。
2016年(平成28年)		
2月17日	第134回連絡会	引き続き噴火の可能性があり、噴火に伴う大きな噴石及び火砕流に警戒。
6月14日	第135回連絡会	2015年5月29日の噴火前から続いていた島の膨張状態が収縮に転じる。 2015年5月29日と同程度の噴火が発生する可能性は更に低下。火口から概ね2kmの範囲で、大きな噴石及び火砕流に警戒。向江浜地区から新岳の南西にかけての火口から海岸までの範囲では、火砕流に警戒。
6月14日	噴火警戒レベル5 →3	火山活動は低下。新岳火口から概ね2kmの範囲では、大きな噴石及び火砕流に警戒。向江浜地区から新岳の南西にかけての火口から海岸までの範囲では、火砕流に警戒。
10月4日	第136回連絡会	2015年5月29日と同程度の噴火が発生する可能性は低くなっているものの、火山性地震や火山性微動が時々観測されており、火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、2014年8月3日の噴火前より多い状態で経過していることから、引き続き噴火が発生する可能性。

## 16. 桜島に関する火山噴火予知連絡会の活動経過

2012年(平成24年)		
2月29日	第122回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
3月12日	噴火警戒レベル3切替	大きな噴石2合目まで到達。火口から2kmを超えた居住地域近くまで警戒。
3月21日	噴火警戒レベル3切替	その後、大きな噴石が2合目まで飛散する爆発的噴火の発生なし。警戒範囲を火口から2kmまで縮小。
6月26日	第123回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
10月24日	第124回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
2013年(平成25年)		
3月12日	第125回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
6月18日	第126回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
10月22日	第127回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
2014年(平成26年)		
2月25日	第128回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
6月3日	第129回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
10月23日	第130回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
2015年(平成27年)		
2月24日	第131回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
6月15日	第132回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
8月15日	噴火警戒レベル3→4	島内を震源とする地震多発。傾斜計及び伸縮計で山体膨張を示す急激な地殻変動。火口から3km以内の鹿児島市有村町および古里町で嚴重な警戒。
8月21日	拡大幹事会	貫入したマグマがさらに火口近くまで上昇していることを示す兆候なし。現時点では、規模の大きな噴火が発生する可能性は8月15日時点に比べて低下。
9月1日	噴火警戒レベル4→3	南岳の地下に貫入したマグマの浅部への上昇は停止。警戒範囲を火口から概ね3km以内から、概ね2km以内の範囲に縮小。
10月21日	第133回連絡会	マグマの浅部への上昇は停止し、新たなマグマの貫入も認められない。噴火活動は7月以降低調な活動。
11月25日	噴火警戒レベル3→2	昭和火口では、9月17日以降爆発的噴火は発生なく、火山活動が低下。火口から概ね1kmの範囲で大きな噴石に警戒。
2016年(平成28年)		
2月5日	噴火警戒レベル2→3	昭和火口では、2月5日に爆発的噴火発生。火口から概ね2kmの範囲で大きな噴石及び火砕流に警戒。
2月17日	第134回連絡会	時々噴火が発生。今後も活発な噴火活動が継続する可能性。
6月14日	第135回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。
10月4日	第136回連絡会	昭和火口では、6月から7月にかけて噴火が時々発生したが、7月27日以降はごく小規模な噴火も観測されていない。7月26日の噴火では噴煙が火口縁上5,000mに達した。

## 17. 阿蘇山に関する火山噴火予知連絡会の活動経過

2013年(平成25年)		
9月25日	噴火警戒レベル1 →2	中岳第一火口の火山活動は高まっており、火口から概ね1kmの範囲に大きな噴石を飛散させる噴火が発生する可能性があるとの判断。
10月11日	噴火警戒レベル2 →1	火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められなくなったとの判断。
10月22日	第127回連絡会	中岳第一火口では、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められないが、火口内では土砂や火山灰の噴出する可能性。
12月27日	噴火警戒レベル1 →2	中岳第一火口の火山活動は高まっており、火口から概ね1kmの範囲に大きな噴石を飛散させる噴火が発生する可能性があるとの判断。
2014年(平成26年)		
2月25日	第128回連絡会	1月13日ごく小規模な噴火が発生。中岳第一火口から概ね1kmの範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒。
3月12日	噴火警戒レベル2 →1	中岳第一火口の火山活動は低下し、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められなくなったとの判断。
6月3日	第129回連絡会	1月13日から2月19日までごく小規模の噴火が時々発生したが、それ以降は噴火の発生はない。
8月30日	噴火警戒レベル1 →2	8月30日に噴火を確認。中岳第一火口の火山活動は高まった状態になっているとの判断。
10月23日	第130回連絡会	8月下旬から孤立型微動や火山性地震が次第に増加し、火口内の熱活動も高まった状態で経過。
2015年(平成27年)		
2月24日	第131回連絡会	火山性微動の振幅が次第に大きくなり、中岳第一火口の熱活動も高まった中で、2014年11月25日からマグマ噴火が始まり、11月26日以降は連続的に噴火が発生し、火山性微動は振幅の大きな状態で継続するなど、活発な火山活動が継続。11月27日以降、ストロンボリ式噴火を時々観測。
6月15日	第132回連絡会	2014年11月25日から始まったマグマ噴火は、2015年5月21日までは断続的に続いていたことを確認。
9月14日	噴火警戒レベル2 →3	9月14日に噴火が発生。火口から弾道を描いて飛散する大きな噴石を確認。今後も同程度の噴火が発生する可能性があるとの判断。上空からの観測で、小規模な火砕流が中岳第一火口から南東に約1.3km、北東に約1.0kmまで流下したのを確認。
10月21日	第133回連絡会	活発な火山活動が続いており、今後も9月14日と同程度の噴火が発生する可能性。
11月24日	噴火警戒レベル3 →2	火口から1kmを超える範囲に影響を及ぼす噴火が発生する可能性は低くなったとの判断。
2016年(平成28年)		
2月17日	第134回連絡会	2015年9月14日に発生した連続的な噴火は、10月23日まで続いた。10月23日に小規模な噴火が2回発生。火山性微動の振幅の増大は10月23日の噴火以降、概ね小さい状態となり、火山ガス(二酸化硫黄)の放出量も減少。時々小規模な噴火が発生しており、火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生する可能性。
6月14日	第135回連絡会	時々小規模な噴火が発生しており、火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生する可能性。
10月4日	第136回連絡会	火山性微動の振幅は概ねやや大きい状態で経過したが、9月には少しずつ減少。火山ガス(二酸化硫黄)放出量が多い状態が継続。火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生する可能性。
10月8日	噴火警戒レベル2 →3	中岳第一火口では、10月8日に爆発的噴火発生。1kmを超える広い範囲に噴石が飛散。気象衛星で海拔高度11,000mの噴煙を観測。

# 18. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の個別課題一覧(機関順)

機関名	研究課題	研究課題名	担当者名
(研)情報通信研究機構 北海道大学	0101	先端リモートセンシング技術による地震及び火山の災害把握技術の開発	浦塚清峰
	1001	地質および物質科学的データに基づく低頻度大規模火山現象およびその準備過程の研究	中川 光弘
	1002	北海道沖低頻度大規模地震の総合的理解とそのモニタリングへの基礎的研究	谷岡 勇市郎
	1003	多項目観測に基づく火山熱水系の構造の時空間変化の把握と異常現象の検知	橋本 武志
	1004	噴火履歴及び観測事例に基づく噴火事象系統樹の試作	中川 光弘
	1005	津波浸水域の即時予測手法開発のための研究	谷岡 勇市郎
	1006	地理空間情報の総合的活用による災害に対する社会的脆弱性克服のための基礎研究	谷岡 勇市郎
	1007	地殻変動等多項目観測データ全国リアルタイム流通一元化解析システムの開発	高橋 浩晃
	1008	Lバンド航空機SARによる革新的火山観測手法の開発	村上 亮
	1009	準リアルタイム火山情報表示システムの開発	大島 弘光
弘前大学 東北大学	1101	地殻流体と地震活動の関係及び過去地震の災害誘因の解明	小菅正裕
	1201	スラブ内地震の発生メカニズムの解明	東 龍介
	1202	蔵王山周辺の総合観測	三浦 哲
	1203	地殻応答による断層への応力載荷過程の解明と予測	松澤 暢
	1204	地震断層すべり物理モデルの構築	松澤 暢
	1205	岩石組織に基づく火道浅部プロセスの推定手法の開発	中村 美千彦
	1206	地震活動の時空間パターンと断層および地震サイクルとの関係	遠田 晋次
	1207	地震に先行する大気中ラドン濃度変動に関する観測	長濱 裕幸
	1208	観測事例及び理論予測に基づく噴火事象系統樹の分岐条件の検討	西村 太志
	1209	トランジェント現象リアルタイムモニタリングのための複合測地データ利用の高度化	太田 雄策
東京大学理学系研究科	1210	海溝軸近傍で観測可能な海底地殻変動観測技術の開発	木戸 元之
	1401	地殻流体の連続化学観測にもついた地殻の状態評価システムの開発	角森史昭
	1402	地震発生場の階層性を考慮した地震活動予測	井出哲
東京大学地震研究所	1403	噴火推移モニタリングのための火山ガス観測装置の開発	森 俊哉
	1501	地震・火山災害の関連史資料に基づく低頻度大規模災害の調査	佐竹健治
	1502	揮発性成分定量による活火山爆発力ポテンシャル評価とマグマ溜まり深度の再決定	安田 敦
	1503	日本海溝・相模トラフプレート境界で起こる多様なすべり現象の包括的モデル構築	篠原雅尚
	1504	内陸地震発生の理解と予測に向けて	飯高 隆
	1505	日本列島基本構造モデルの構築	石野 真哉 佐藤 比呂士
	1506	小型絶対重力計を用いた火山監視技術の開発	新谷昌人
	1507	次世代プレート境界地震発生モデル構築のための実験的・理論的研究	中谷正生
	1508	地球物理・地球化学統合多項目観測および比較研究によるマグマ噴火を主体とする火山の定量化とモデル化	大湊隆雄
	1509	プレート境界すべり現象モニタリングに基づくプレート間カップリングの解明	小原 一成
	1510	相似地震再来特性の理解に基づく地殻活動モニタリング手法の構築	五十嵐俊博
	1511	地震活動に基づく地震発生予測検証実験	鶴岡 弘
	1512	地震活動パラメータと地震発生場の応力の間に成り立つ定量的関係式	波多野恭弘
	1513	歴史時代に発生した地震・火山などの災害に関する多角的な研究	佐竹健治
	1514	首都圏に被害を及ぼす地震の解明およびその被害の実像	酒井慎一
	1515	堆積平野・堆積盆地における地震災害発生機構の解明	三宅弘恵
	1516	広帯域・高解像度強震動シミュレーションに基づく大地震の強震動評価の高度化	古村孝志
	1517	地震動・津波誘因の長期予測情報コミュニケーション	頼継一起
	1518	データ流通網の高度化	鶴岡 弘
	1519	研究成果共有システムの構築	鶴岡 弘
1520	衛星赤外画像による噴火推移の観測と類型化に関する研究	金子隆之	
1521	海底での地震・地殻変動観測に向けた観測技術の高度化	塩原 肇	
1522	光技術を利用した大深度ポアホール用地震地殻変動観測装置の開発	新谷昌人	
1523	素粒子ミュオンを用いた火山透視技術の可用化プロジェクト	田中宏幸	
1524	日・米・NZ国際協力によるスロースリップでのプレート境界面断層すべりメカニズムの解明	望月 公廣	
東京工業大学	1601	水蒸気爆発場の物理・化学状態の把握と火山流体の挙動	野上 健治
	1602	海底火山活動の評価手法開発に関する研究	野上 健治
名古屋大学	1701	古文書解読による南海トラフ巨大歴史地震像の解明	山中佳子
	1702	地表地震断層および活断層の地表形状・変位量データにもとづく直下型大地震の規模・頻度予測手法の高度化 -LiDAR等の高解像度DEMを用いた検討	鈴木康弘
	1703	南海トラフ域における巨大地震断層域の力学・変形特性の把握	山岡 耕春
	1704	地震・津波被害に対する地域社会の脆弱性測定に基づくボトムアップ型コミュニティ防災・減災に関する文理融合的研究	黒田由彦
	1705	精密制御震源システムの標準化と、ポアホール・海域への設置に関する研究	山岡 耕春
京都大学理学研究科	1706	火山災害情報およびその伝達方法のあり方	田所 敬一
	1801	地震サイクルシミュレーションの高度化	平原 和朗
	1802	水蒸気噴火後の火山活動推移予測のための総合的研究 ?御嶽・口永良部・阿蘇?	大倉 敬宏
京都大学防災研究所	1803	実観測データに基づく断層面の摩擦パラメータと地殻活動の状態推定のためのデータ同化手法の構築	宮崎 真一
	1901	史料の収集・翻刻・解析による過去の大地震および自然災害の調査	加納靖之
	1902	近代観測以降の大噴火時の観測データの整理と低頻度大規模噴火予知に寄与する情報の抽出	中道治久
	1903	プレート境界巨大地震の広帯域震源過程に関する研究	岩田知孝
	1904	南海トラフ巨大地震の予測高度化を目指すフィリピン海スラブ周辺域の構造研究	澁谷拓郎
	1905	日本列島変動の基本場解明:地殻とマントルにおける物性、温度、応力、流動一変形	飯尾能久
	1906	注水実験による内陸地震の震源断層の詳細な構造と回復過程の研究	西上 欽也
	1907	横ずれ型の内陸地震発生の物理モデルの構築	飯尾能久
	1908	桜島火山におけるマグマ活動発展過程の研究	井口正人
	1909	焼岳火山の噴火準備過程の研究	大見士朗
	1910	短スパン伸縮計等を活用した西南日本における短期的SSEの観測解析手法の高度化	西村卓也
	1911	プレート境界巨大地震等の広帯域強震動予測に関する研究	関口春子
	1912	強震動によって発生する地すべり現象の発生ポテンシャル評価と事前予測手法の高度化	千木良雅弘
1913	桜島火山におけるマグマ活動発展過程の研究 -火山灰拡散即時予測	井口正人	

機関名	研究課題	研究課題名	担当者名
	1914	桜島火山におけるマグマ活動発展過程の研究－地域との連携	井口正人
	1915	歴史記録の電子化	飯尾能久
鳥取大学	2001	自治体震度計を用いた地震速報の高度化	香川 敏生
高知大学	2101	四国前弧域から中央構造線北方にかけての観測高度化による地震発生場の研究	大久保 慎人
九州大学	2201	地震・火山相互作用下の内陸地震・火山噴火発生場解明およびモデル化の研究	松本 聡
鹿児島大学	2301	海域と島嶼域における地震・地殻変動観測による南西諸島北部のプレート境界域テクトニクスの観測研究	八木原 寛
立命館大学	2401	南アフリカ金鉱山の地震発生場における応力・強度・ひずみ変化の現位置計測	小笠 原宏
	2402	大規模地震・破壊に先行する極微小な前震活動の発生様式の特徴の解明	川方 裕則
東海大学	2501	電磁気的地震先行現象の観測と統計評価による他種の先行現象との比較	長尾年恭
東京大学史料編纂所	2601	文献史料による歴史地震に関する情報の収集とデータベースの構築・公開	佐藤孝之
新潟大学	2701	日本海沿岸地域を中心とした地震・火山噴火災害関連史料の収集と分析	矢田 俊文
	2702	過去の災害事例に基づく減災科学に係る研究	田村 圭子
東京大学大気海洋研究所	2801	津波地震を励起する浅部プレート境界断層の実態解明と物性変動モニタリング	朴進午
	2802	地球物理・化学的探査による海底火山および海底熱水活動の調査	佐野 有司
(研)防災科学技術研究所	3001	巨大地震による潜在的ハザードの把握に関する研究	山下太
	3002	基盤地震観測等データのモニタリングによる地殻活動の理解と予測技術の開発	松澤孝紀
	3003	噴火予測システムの開発に関する研究	藤田英輔
	3004	基盤的地震・火山観測網の整備・維持及び超大容量の地震・火山観測データの効率的流通システムの構築	松原 誠
	3005	火山活動把握のためのリモートセンシング観測・解析技術に関する研究	小澤拓
(研)海洋研究開発機構	4001	先端的掘削技術を活用した総合海洋掘削科学の推進	山田 泰広
	4002	海域地震発生帯研究開発	小平 秀一
(研)産業技術総合研究所	5001	津波浸水履歴情報の整備	穴倉正展
	5002	活断層データベースの整備	吾妻 崇
	5003	地質調査に基づく火山活動履歴調査とデータベース整備	石塚吉浩
	5004	海溝型巨大地震の履歴とメカニズム解明	穴倉正展
	5005	地震時変位量に基づく連動型古地震像復元手法の研究	近藤久雄
	5006	火山性流体と噴出物の解析に基づく噴火推移過程のモデル化	篠原宏志
	5007	地下水・地殻変動観測による地震予測精度の向上	松本則夫
	5008	高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究	今西和俊
	5009	アジア太平洋地域地震・火山ハザード情報整備	宝田晋治
国土地理院	6001	内陸の地殻活動の発生・準備過程の解明	矢来博司
	6002	火山地域のマグマ供給系のモデリング	矢来博司
	6003	プレート境界面上の滑りと固着の時空間変化の広域的な把握	矢来博司
	6004	GNSSを用いた震源メカニズム即時推定技術の開発	矢来博司
	6005	GNSS連続観測 (GEONET)	矢来博司
	6006	地形地殻変動観測	矢来博司
	6007	物理測地観測	矢来博司
	6008	宇宙測地技術による地殻変動監視	矢来博司
	6009	火山基本図・火山土地条件図整備	矢来博司
	6010	都市圏活断層図整備	矢来博司
	6011	地殻活動データベース整備・更新	矢来博司
	6012	GNSS観測・解析技術の高度化	矢来博司
	6013	SAR観測・解析技術の高度化	矢来博司
気象庁	7001	火山現象に関する基礎データの蓄積と活用	中村 政道
	7002	自己浮上式海底地震計観測による宮城県沖の地震活動	中村 浩二
	7003	地殻変動観測による火山活動評価・予測の高度化に関する研究	山本 哲也
	7004	火山活動に伴う地殻変動の把握及び評価	木村 一洋
	7005	地球電磁気的手法による火山活動監視の高度化	山崎 明
	7006	地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究	小林 昭夫
	7007	陸上電磁場観測における津波生成磁場の検知	山崎 明
	7008	緊急地震速報の予測手法の高度化に関する研究	干場 充之
	7009	海溝沿い巨大地震の地震像の即時的把握に関する研究	勝間田 明男
	7010	大規模噴火時の火山現象の即時把握及び予測技術の高度化に関する研究	徳本 哲男
	7011	津波の予測手法の高度化に関する研究	山本 剛靖
	7012	地震・津波・火山防災情報の改善に係る知見・成果の共有	高橋 賢一
	7013	火山活動の総合判断	宮村 淳一
	7014	地震観測、地殻変動観測	中村 浩二
	7015	潮位観測	中舘 明
	7016	地磁気精密観測	山崎 貴之
	7017	全国における火山観測の強化	宮村 淳一
	7018	地殻活動・火山活動のための地磁気基準観測、全磁力精密観測のデータベース化	山崎 貴之
	7019	全国地震カタログの作成	高濱 聡
	7020	防災・減災に関する知識の普及啓発	高橋 賢一
海上保安庁	8001	海底地殻変動観測	石川 直史
	8002	海洋測地の推進	長岡 継
	8003	海域火山観測	小野 智三
	8004	地殻変動監視観測	長岡 継
	8005	験潮	増田 貴仁
	8006	海域における地形・活断層調査	福山 一郎
鹿児島大学	9001	海域と島嶼域における地震・地殻変動観測による南西諸島北部のプレート境界域テクトニクスの観測研究	八木原 寛
立命館大学	9101	日本海沿岸域における過去最大級津波の復元	川上源太郎
	9102	地球科学的総合調査による火山のモニタリングと熱水系のモデル化	高橋 良
立命館大学	9201	富士山における地下水観測	内山 高
	9202	富士山の噴火事象系統樹の高精度化のための基礎研究	吉本 充宏

9. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の個別課題一覧(建議項目Ⅱ)

建議項目区分	研究課題	研究課題名	担当者名	
1-(1)-ア	2601	文献史料による歴史地震に関する情報の収集とデータベースの構築・公開	佐藤孝之	
	2701	日本海沿岸地域を中心とした地震・火山噴火災害関連史料の収集と分析	矢田 俊文	
	1901	史料の収集・翻刻・解析による過去の大地震および自然災害の調査	加納靖之	
	7001	火山現象に関する基礎データの蓄積と活用	中村 政道	
	1501	地震・火山災害の関連史料に基づく低頻度大規模災害の調査	佐竹健治	
1-(1)-イ	9001	宮城県沖プレート境界の多項目・高精度モニタリングによる大地震発生過程の解明	小池伸彦	
1-(1)-ウ	1502	東南海・南海地域および日本海溝・千島海溝周辺の地殻活動モニタリングの高度化	安田 敦	
	5001	東海地方における地殻活動モニタリングの高度化	穴倉正展	
	5002	駿河-南海トラフ周辺における多項目統合モニタリング	吾妻 崇	
	5003	南海トラフにおける巨大地震発生の予測高度化を目指した複合的モニタリング手法の開発	石塚吉浩	
	4001	四国から紀伊半島にかけての前弧域周辺の応力場の時空間変化	山田 泰広	
	9101	日本海沿岸域における過去最大級津波の復元	川上源太郎	
1-(2)-ア	1001	地質および物質科学的データに基づく低頻度大規模火山現象およびその準備過程の研究	中川 光弘	
	1701	古文書解読による南海トラフ巨大歴史地震像の解明	山中佳子	
	1902	近代観測以降の大噴火時の観測データの整理と低頻度大規模噴火予知に寄与する情報の抽出	中道治久	
	5004	海溝型巨大地震の履歴とメカニズム解明	穴倉正展	
	5005	地震時変位量に基づく運動型古地震像復元手法の研究	近藤久雄	
	1002	北海道沖低頻度大規模地震の総合的理解とそのモニタリングへの基礎的研究	谷岡 勇市郎	
1-(2)-イ	1503	日本海溝・相模トラフプレート境界で起こる多様なすべり現象の包括的モデル構築	篠原雅尚	
	1903	プレート境界巨大地震の広帯域震源過程に関する研究	岩田知孝	
	7002	自己浮上式海底地震計観測による宮城県沖の地震活動	中村 浩二	
	8001	海底地殻変動観測	石川 直史	
1-(3)-ア	1904	南海トラフ巨大地震の予測高度化を目指したフィリピン海スラブ周辺域の構造研究	澁谷拓郎	
	2301	海域と島嶼域における地震・地殻変動観測による南西諸島北部のプレート境界域テクトニクスの観測研究	八木原 寛	
	2801	津波地震を励起する浅部プレート境界断層の実態解明と物性変動モニタリング	朴進午	
	3001	巨大地震による潜在的ハザードの把握に関する研究	山下太	
	4002	海域地震発生帯研究開発	小平 秀一	
	8002	海洋測地の推進	長岡 継	
1-(3)-イ	1201	スラブ内地震の発生メカニズムの解明	東 龍介	
1-(3)-ウ	1101	地殻流体と地震活動の関係及び過去地震の災害誘因の解明	小菅 正裕	
	1202	蔵王山周辺の総合観測	三浦 哲	
	1203	地殻応答による断層への応力載荷過程の解明と予測	松澤 暢	
	1401	地殻流体の連続化学観測にもとづいた地殻の状態評価システムの開発	角森史昭	
	1504	内陸地震発生の理解と予測に向けて	飯高 隆	
	1505	日本列島基本構造モデルの構築	岩崎 貴哉 佐藤 比呂志	
	1506	小型絶対重力計を用いた火山監視技術の開発	新谷昌人	
	1905	日本列島変動の基本場解明:地殻とマントルにおける物性、温度、応力、流動-変形	飯尾能久	
	1906	注水実験による内陸地震の震源断層の詳細な構造と回復過程の研究	西上欽也	
	1907	横ずれ型の内陸地震発生の物理モデルの構築	飯尾能久	
	2101	四国前弧域から中央構造線北方にかけての観測高度化による地震発生場の研究	大久保 慎人	
	2201	地震・火山相互作用下の内陸地震・火山噴火発生場解明およびモデル化の研究	松本 聡	
	6001	内陸の地殻活動の発生・準備過程の解明	矢来博司	
	1-(4)-イ	1204	地震断層すべり物理モデルの構築	松澤 暢
		1507	次世代プレート境界地震発生モデル構築のための実験的・理論的研究	中谷正生
1801		地震サイクルシミュレーションの高度化	平原 和朗	
1-(5)-ア	1205	岩石組織に基づく火道浅部プロセスの推定手法の開発	中村 美千彦	
	1908	桜島火山におけるマグマ活動発展過程の研究	井口正人	
	6002	火山地域のマグマ供給系のモデリング	矢来博司	
	7003	地殻変動観測による火山活動評価・予測の高度化に関する研究	山本 哲也	
	7004	火山活動に伴う地殻変動の把握及び評価	木村 一洋	
	8003	海域火山観測	小野 智三	
	8004	地殻変動監視観測	長岡 継	
	1508	地球物理・地球化学統合多項目観測および比較研究によるマグマ噴火を主体とする火山の定量化とモデル化	大湊隆雄	
	2802	地球物理・化学的探査による海底火山および海底熱水活動の調査	佐野 有司	
	5006	火山性流体と噴出物の解析に基づく噴火推移過程のモデル化	篠原宏志	
	9102	地球科学的総合調査による火山のモニタリングと熱水系のモデル化	高橋 良	
	1-(5)-イ	1003	多項目観測に基づく火山熱水系の構造の時空間変化の把握と異常現象の検知	橋本 武志
1601		水蒸気爆発場の物理・化学状態の把握と火山流体の挙動	野上 健治	
1602		海底火山活動の評価手法開発に関する研究	野上 健治	
1802		水蒸気噴火後の火山活動推移予測のための総合的研究 ?御嶽・口永良部・阿蘇?	大倉 敬宏	
1909		焼岳火山の噴火準備過程の研究	大見士朗	
7005		地球電磁気的手法による火山活動監視の高度化	山崎 明	
2-(1)		1702	地表地震断層および活断層の地表形状・変位量データにもとづく直下型大地震の規模・頻度予測手法の高度化 -LiDAR等の高解像度DEMを用いた検討	鈴木康弘
2-(2)-ア	1803	実観測データに基づく断層面の摩擦パラメータと地殻活動の状態推定のためのデータ同化手法の	宮崎 真一	
	1509	プレート境界すべり現象モニタリングに基づくプレート間カップリングの解明	小原 一成	
	1510	相似地震再来特性の理解に基づく地殻活動モニタリング手法の構築	五十嵐俊博	
	1703	南海トラフ域における巨大地震断層域の力学・変形特性の把握	山岡 耕春	
	1910	短スパン伸縮計等を活用した西南日本における短期的SSEの観測解析手法の高度化	西村卓也	
	5007	地下水・地殻変動観測による地震予測精度の向上	松本則夫	
	6003	プレート境界面上の滑りと固着の時空間変化の広域的な把握	矢来博司	
	7006	地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究	小林 昭夫	
	3002	基盤地震観測等データのモニタリングによる地殻活動の理解と予測技術の開発	松澤孝紀	

建議項目区分	研究課題	研究課題名	担当者名	
2-(2)-イ	2401	南アフリカ金鉱山の地震発生場における応力・強度・ひずみ変化の現位置計測	小笠 原宏	
	5008	高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究	今西和俊	
2-(2)-ウ	1206	地震活動の時空間パターンと断層および地震サイクルとの関係	遠田 晋次	
	1402	地震発生場の階層性を考慮した地震活動予測	井出 哲	
	1512	地震活動ハ?ラメターと地震発生場の応力の間に成り立つ定量的関係式	波多野恭弘	
	1511	地震活動に基づく地震発生予測検証実験	鶴岡 弘	
2-(3)	1207	地震に先行する大気中ラドン濃度変動に関する観測	長濱 裕幸	
	2402	大規模地震・破壊に先行する極微小な前震活動の発生様式の特徴の解明	川方 裕則	
	2501	電磁気的地震先行現象の観測と統計評価による他種の先行現象との比較	長尾年恭	
2-(4)	1004	噴火履歴及び観測事例に基づく噴火事象系統樹の試作	中川 光弘	
	1208	観測事例及び理論予測に基づく噴火事象系統樹の分岐条件の検討	西村 太志	
	3003	噴火予測システムの開発に関する研究	藤田英輔	
	9202	富士山の噴火事象系統樹の高精度化のための基礎研究	吉本 充宏	
3-(1)	1513	歴史時代に発生した地震・火山などの災害に関する多角的な研究	佐竹健治	
	2702	過去の災害事例に基づく減災科学に係る研究	田村 圭子	
3-(2)	1514	首都圏に被害を及ぼす地震の解明およびその被害の実像	酒井慎一	
	1515	堆積平野・堆積盆地における地震災害発生機構の解明	三宅弘恵	
	1704	地震・津波被害に対する地域社会の脆弱性測定に基づくボトムアップ型コミュニティ防災・減災に関する文理融合的研究	黒田由彦	
3-(3)	1516	広帯域・高解像度強震動シミュレーションに基づく大地震の強震動評価の高度化	古村孝志	
	1911	プレート境界巨大地震等の広帯域強震動予測に関する研究	関口春子	
	1912	強震動によって発生する地すべり現象の発生ポテンシャル評価と事前予測手法の高度化	千木良雅弘	
3-(4)	1005	津波浸水域の即時予測手法開発のための研究	谷岡 勇市郎	
	1209	トランジェント現象リアルタイムモニタリングのための複合測地データ利用の高度化	太田 雄策	
	1913	桜島火山におけるマグマ活動発展過程の研究ー火山灰拡散即時予測	井口正人	
	2001	自治体震度計を用いた地震速報の高度化	香川 敬生	
	6004	GNSSを用いた震源メカニズム即時推定技術の開発	矢来博司	
	7007	陸上電磁場観測における津波生成磁場の検知	山崎 明	
	7008	緊急地震速報の予測手法の高度化に関する研究	干場 充之	
	7009	海溝沿い巨大地震の地震像の即時的把握に関する研究	勝間田 明男	
	7010	大規模噴火時の火山現象の即時把握及び予測技術の高度化に関する研究	徳本 哲男	
	7011	津波の予測手法の高度化に関する研究	山本 剛晴	
3-(5)	1517	地震動・津波誘因の長期予測情報コミュニケーション	縦横一起	
	1006	地理空間情報の総合的活用による災害に対する社会的脆弱性克服のための基礎研究	谷岡 勇市郎	
	1914	桜島火山におけるマグマ活動発展過程の研究ー地域との連携	井口正人	
	7012	地震・津波・火山防災情報の改善に係る知見・成果の共有	高橋 賢一	
4-(1)	7013	火山活動の総合判断	宮村 淳一	
4-(2)-ア	1518	データ流通網の高度化	鶴岡 弘	
	6005	GNSS連続観測(GEONET)	矢来博司	
	6006	地形地殻変動観測	矢来博司	
	6007	物理測地観測	矢来博司	
	6008	宇宙測地技術による地殻変動監視	矢来博司	
	7014	地震観測、地殻変動観測	中村 浩二	
	7015	潮位観測	中館 明	
	7016	地磁気精密観測	山崎 貴之	
	7017	全国における火山観測の強化	宮村 淳一	
	8005	験潮	増田 貴仁	
	8006	海域における地形・活断層調査	福山 一郎	
	9201	富士山における地下水観測	内山 高	
	1007	地殻変動等多項目観測データ全国リアルタイム流通一元化解析システムの開発	高橋 浩晃	
	3004	基盤的地震・火山観測網の整備・維持及び超大容量の地震・火山観測データの効率的流通システムの構築	松原 誠	
	4-(2)-イ	1519	研究成果共有システムの構築	鶴岡 弘
		1915	歴史記録の電子化	飯尾能久
		5009	アジア太平洋地域地震・火山ハザード情報整備	宝田晋治
6009		火山基本図・火山土地条件図整備	矢来博司	
6010		都市圏活断層図整備	矢来博司	
6011		地殻活動データベース整備・更新	矢来博司	
7018		地殻活動・火山活動のための地磁気基準観測、全磁力精密観測のデータベース化	山崎 貴之	
7019		全国地震カタログの作成	高濱 聡	
0101		先端リモートセンシング技術による地震及び火山の災害把握技術の開発	浦塚清峰	
4-(2)-ウ	1008	Lバンド航空機SARIによる革新的火山観測手法の開発	村上 亮	
	1210	海溝軸近傍で観測可能な海底地殻変動観測技術の開発	木戸 元之	
	1403	噴火推移モニタリングのための火山ガス観測装置の開発	森 俊哉	
	1520	衛星赤外画像による噴火推移の観測と類型化に関する研究	金子隆之	
	1521	海底での地震・地殻変動観測に向けた観測技術の高度化	塩原 肇	
	1522	光技術を利用した大深度ポアホール用地震地殻変動観測装置の開発	新谷昌人	
	1523	素粒子ミュオンを用いた火山透視技術の可視化プロジェクト	田中宏幸	
	1705	精密制御震源システムの標準化と、ポアホール・海域への設置に関する研究	山岡 耕春	
	3005	火山活動把握のためのリモートセンシング観測・解析技術に関する研究	小澤拓	
	6012	GNSS観測・解析技術の高度化	矢来博司	
	6013	SAR観測・解析技術の高度化	矢来博司	
	4-(5)	1009	準リアルタイム火山情報表示システムの開発	大島 弘光
		1706	火山災害情報およびその伝達方法のあり方	田所 敬一
7020		防災・減災に関する知識の普及啓発	高橋 賢一	
4-(6)	1524	日・米・NZ国際協力によるスロースリップでのプレート境界面断層滑りメカニズムの解明	望月 公廣	

## 20. 東京大学地震研究所（共同利用・共同研究拠点）の地震・火山噴火の解明と予測に関する公募研究実施課題一覧

年度	研究課題名	研究代表者	共同研究者数
平成 21	地震火山現象に関する統合データベースの構築	大見士朗 京大防災研	3名
平成 21 ～23	3次元比抵抗構造解析による東北日本前弧ひずみ集中帯の地殻内流体の不均質分布の解明	小川康雄 東工大火山流体	4名
平成 21 ～23	岩木山の噴火履歴とマグマ発達過程の解明に関する研究	伴 雅雄 山形大理	3名
平成 21 ～23	衛星による地震関連電離圏擾乱の検証とメカニズムの解明	鴨川 仁 学芸大物理	2名
平成 21 ～23	花崗岩のトランジェントな载荷・除荷にともなって生成される電場・磁場の観測	加納靖之 京大防災研	2名
平成 21 ～23	活動火口に形成された強酸性火口湖における水温モニタリングシステムの開発(3)	寺田暁彦 東工大火山流体	3名
平成 21 ～23	地震発生先行過程に伴うラドン放出・電磁放射と地殻変形	長濱裕幸 東北大	4名
平成 21 ～23	透過弾性波を用いた岩石の破壊過程のイメージング	川方裕則 立命館大	2名
平成 21 ～23	マイクロアスペリティーでの力学現象の解明	増田俊明 静岡大理	2名
平成 21 ～23	雌阿寒岳過去 1000 年間の噴火履歴と噴火推移予測	和田恵治 北海道教育大	3名
平成 22	地震に関連する大気擾乱の検証と発生メカニズムの検討	山本 勲 岡山理科大	3名
平成 22 ～24	火山水蒸気爆発機構解明の新展開	植木貞人 東北地震火山	2名
平成 22 ～23	臨界現象の概念に基づいた大地震前における臨界点の検知	上田誠也 地震研（名誉）	2名
平成 23 ～24	活動的火山における火口近傍観測用自走式センサー「ほむら」の開発	金子克哉 京大人間環境	3名
平成 24 ～25	那須岳のマグマ進化過程の解明に関する研究	伴 雅雄 山形大理	3名
平成 24 ～25	マイクロアスペリティーでの鉱物溶融現象の解明	増田俊明 静岡大理	2名
平成 24	ライダー技術の火山噴気/噴煙観測への応用	寺田暁彦 東工大火山流体	1名
平成 25 ～27	十勝岳と雌阿寒岳における噴火推移の高分解能な解析とマグマ供給系	和田恵治 北海道教育大	3名
平成 25	模擬断層ガウジの動的破壊過程に関する実験的研究	平内健一 静岡大理	3名
平成 25	草津白根火山・本白根火砕丘における過去 3000 年間の活動履歴解明	吉本充宏 北海道大理	6名
平成 25	大規模水蒸気爆発の前駆現象の研究	中道治久 名古屋大環境	2名
平成 26	伊豆大島テフラの自然残留磁化の基礎研究	望月伸竜 熊本大先端機構	3名
平成 26 ～27	火山ガス観測による箱根山の熱水系構造解明と群発地震発生予測	大場 武 東海大理	2名

年度	研究課題名	研究代表者	共同研究者数
平成 26	那須岳、最新活動期の噴火推移詳細解析に関する研究	伴 雅雄 山形大理	3 名
平成 26	草津白根火山の過去 5000 年間の活動履歴の解明	吉本充宏 山梨県富士山科学研	5 名
平成 26	史料にもとづく北海道渡島大島火山寛保噴火による山体崩壊とマグマ活動に関する研究	津久井雅志 千葉大理	1 名
平成 26 ～27	東北地方太平洋沿岸地域における歴史災害資料の収集と分析	蛭名裕一 東北大災害科学 国際研	5 名
平成 26	東アジア地震史料の研究—そのデータベース化と災異思想の研究—	小嶋茂稔 東京学芸大教育	9 名
平成 26	模擬断層ガウジの動的破壊過程に対する法線応力依存性	平内健一 静岡大理	3 名
平成 26 ～27	公的研究機関以外が所有する計測データを用いた地下水の地震先行現象調査	織原義明 東京学芸大教育	1 名
平成 26 ～27	臨界現象の物理を背景としたナチュラルタイム概念による地震活動度解析	上田誠也 東大地震研	3 名
平成 27	北海道太平洋岸の潟湖周辺の多点掘削に基づく巨大津波による砂州形成過程の理解	知北和久 北海道大理	2 名
平成 27	蔵王山、五色岳活動期のマグマ進化過程解明に関する研究	伴 雅雄 山形大理	1 名
平成 27	サンゴからなる津波石の骨格調査に基づく南西諸島周辺の津波履歴の解明	渡邊 剛 北海道大理	2 名
平成 27	短波長不均質構造推定による地震動即時予測高度化へ向けた試験的研究	志藤あずさ 九大理	4 名
平成 27	古地震のウェブを目指して	林 晋 京都大文	4 名

## 2 1. 東京大学地震研究所・京都大学防災研究所 拠点間連携共同研究実施課題一覧

### 課題募集型研究

年度	研究課題名	研究代表者	担当教員
平成 26	災害ハザード情報を社会機能の強靱化につなげるための要件の分析―首都直下地震想定における企業セクターの災害ハザード情報の活用実態と減災策の分析―	田中淳 東京大学情報学 環総合防災情報 研究センター	矢守克也 平田直
平成 26	青ヶ島天明噴火の推移の高分解能化と、離島の噴火災害減災に関する研究	津久井雅志 千葉大学理学研 究科	井口正人 中田節也
平成 26	築堤記録が無い場合池堤体構造の可視化と地震時危険度評価に関する研究	古谷元 富山県立大	王功輝 堀宗朗
平成 26	高密度年代測定および地中レーダーを用いた北海道における古津波履歴復元の高度化	菅原大助 東北大災害科学	牧紀夫 森田裕一
平成 26-27	地震時土砂災害および社会的影響の発生機構と減災に関する研究	福岡 浩 新潟大災害・復興 科学研究所	林 春男 古村 孝志
平成 26-27	残存性能モニタリングと広域余震ハザードに基づく被災建物健全性の時間変化予測	倉田 真宏 京大防災研	倉田 真宏 楠 浩一
平成 26-27	地震動の空間変動特性評価のための表層地盤の不均質構造のモデル化に関する研究	山中 浩明 東工大	川瀬 博 瀬瀬 一起
平成 26-27	画像データによる降灰情報収集システムの開発	常松 佳恵 富士山研	中田 節也 井口 正人
平成 26-27	地域の生き残りを可能にする事前復興計画策定手法の開発 ―津波シミュレーションの利用と復興モニタリング―	牧 紀男 京大防災研	牧 紀男 市村 強
平成 26-27	先駆的研究者のオーラルヒストリーから探る地震・火山分野の人材育成モデル	林 能成 関西大	橋本 学 栗田 敬
平成 26-27	琵琶湖疏水の耐震性を考える―琵琶湖西岸断層帯が活動した場合の地殻変動と強震動の影響―	飛田 哲男 京大防災研	飛田 哲男 市村 強
平成 26-27	活断層と建物被害の情報に基づく歴史被害地震の断層モデル構築に関する研究	松島 信一 京大防災研	松島 信一 市村 強
平成 27	地理情報システムおよび地表面露出年代法を用いた地震火山活動に伴う大規模斜面崩壊の発生場および時空間的発生頻度の評価	松四 雄騎 京大防災研	松四 雄騎 森田 裕一
平成 27	地震及び津波による建物倒壊に伴う人的被害の発生機構解明並びに評価手法の提案	岡田 成幸 北大	川瀬 博 飯高 隆
平成 27	絵図史料に基づく歴史地形の復元と歴史災害の分析	蝦名 裕一 東北災害科学	西山 昭仁 加納 靖之
平成 27	拡散波動場理論に基づく地下構造探査手法のミャンマーへの応用に関する研究	川瀬 博 京大防災研	市村 強 川瀬 博

参加者募集型研究

年度	研究課題名	研究代表者
平成 26-27	巨大地震のリスク評価の精度向上に関する新パラダイムの構築～南海トラフ巨大地震にともなう災害誘因・素因の相互依存性を考慮して～	川瀬 博 森田 裕一
平成 27	経時変化を考慮した地震災害リスク評価手法の構築に関する研究	松島 信一 京大防災研
平成 27	巨大地震リスク評価のための都市モデルの構築と高分解能の災害・被害予測の試行	堀 宗朗 東大地震研

## 22. 国際共同研究一覧

日本側機関	相手側機関(相手国)	研究課題	協定・覚書名	実施年度
北海道大学	アラスカ大学(アメリカ) University of Alaska	教育研究交流。北太平洋地域の地震及び火山活動に関する学術共同研究。	学術協力協定	平成13年～
北海道大学大学院理学研究院	ロシア科学アカデミー本部 Russian Academy of Sciences	ロシア極東地域での地震及び火山噴火研究分野での学術共同研究と防災への利用。	覚書交換による地震火山分野の研究・学術協力 Geodynamics Project of Far East 日露科学技術協力、日露防災プログラムの一部を含む。	平成22年～30年
北海道大学大学院理学研究院	ロシア科学アカデミー地球物理調査所サハリン管区地震観測所	サハリン管区地震観測所の管轄する地震観測点における広帯域および高感度地震観測の実施および運用。	覚書交換によるサハリン管区管轄区域における地震観測における研究協力	平成22年～25年
北海道大学大学院理学研究院	ロシア国立極東総合大学 Far Eastern National University	測地学・地震・火山研究分野での教育研究協力。	覚書交換による地球科学分野の研究学術協力	平成22年～25年
北海道大学・東北大学・名古屋大学・	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	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	平成11年10月～14年9月
東北大学	米国地質調査所 U. S. Geological Survey	スラブ内地震に関する共同研究		平成15年～
東北大学	アラスカ大学(米国) University of Alaska	沈み込み帯における地震・火山活動ならびに氷床後退に伴う地殻隆起に関する共同研究	大学間学術交流協定	平成15年～
東北大学	カリフォルニア大学バークレー校(米国) University of California, Berkeley	プレート境界滑りの時空間変化に関する共同研究	大学間学術交流協定	平成23年～
東北大学	ビクトリア大学(カナダ) University of Victoria	東北地方太平洋沖地震に関する共同研究		平成24年～
東北大学	ヴィットヴァーターランド大学(南アフリカ共和国) University of the Witwatersrand	金鉱山における小地震の発生過程に関する共同研究	部局間学術交流協定準備中	平成18年～
東北大学	地質・核科学研究所(ニュージーランド) Institute of Geological and Nuclear Sciences Limited	沈み込み帯における地震・火山テクニクスに関する共同研究	部局間学術交流協定 (協定締結は平成19年度)	平成17年～
東京大学地震研究所	地震学研究連合(アメリカ) Incorporated Research Institutions for Seismology	海底ケーブルを利用した地球物理学研究	海底ケーブルに関する日米共同研究の協定	平成13年～23年
東京大学地震研究所	インドネシア気象地球物理学庁 Bureau of Meteorology and Geophysics, The Republic of Indonesia	インドネシアにおける地震観測に関する共同研究	インドネシアにおける地球物理学観測に関する覚書	平成14年～19年
東京大学地震研究所	中国地震局地質研究所 Institute of Geology, Seismological Bureau of China	学術交流	学術協力協定	平成10年～30年
東京大学地震研究所	ウッズホール海洋研究所(アメリカ) Wood Hole Oceanographic Institution	学術交流	学術協力協定	平成16年～26年

日本側機関	相手側機関（相手国）	研究課題	協定・覚書名	実施年度
東京大学地震研究所	ロシア科学アカデミー応用数学研究所 Institute of Applied Mathematics, Russian Academy of Science.	西太平洋及び東アジアにおける地球科学研究の国際共同研究	学術協力協定	平成17年～26年
東京大学地震研究所	モンゴル科学アカデミー天文地球物理研究センター Research Center for Astronomy and Geophysics, Mongolian Academy of Sciences	宇宙測地及びGPS観測に関する共同研究	学術協力協定	平成17年～22年
東京大学地震研究所	ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋研究所 The Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences	GPS観測による地球ダイナミクス研究	ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋研究所との共同研究に関する合意書	平成17年～22年
東京大学地震研究所	中国科学院研究生院地球科学学院 College of Earth Science, Graduate University of Chinese Academy of Sciences	学術交流	中国科学院研究生院地球科学院と東京大学地震研究所との間における相互協力に関する覚書	平成16年～
東京大学地震研究所	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	学術協力協定	平成17年度～23年度
東京大学地震研究所	南カリフォルニア地震センター Southern California Earthquake Center	地震発生確率に関する研究	学術協力協定	平成18年～28年
東京大学地震研究所	アイランドエコノミック&エンバイロメンタル社 Island Economic & Environmental Co.	地磁気観測による地球内部構造に関する研究	東京大学地震研究所とアイランドエコノミック&エンバイロメンタル社との間のマジュロにおける長期地磁気観測の実施に関する覚書	平成18年～23年
東京大学地震研究所	ベトナム国立自然科学技術センター地球物理研究所 The Institute of Geophysics, Vietnamese Academy of Science and Technology, Socialist Republic of Vietnam	ベトナムにおける広帯域地震観測に関する研究	地球物理学分野に関する覚書	平成18年～23年
東京大学地震研究所	タイ王国マヒドール大学理学部 Faculty of Science, Mahidol University, Thailand	地磁気観測による地球内部構造研究	タイ王国マヒドール大学理学部とのカンチャナブリ地方における地磁気観測点の設置と長期共同観測の実施に関する協定	平成18年～23年
東京大学地震研究所	リオデジャネイロ州立大学科学技術センター（ブラジル） Universidade do Estado do Rio de Janeiro Centro de Tecnologia e Ciências	学術交流	学術協力協定	平成18年～23年
東京大学地震研究所	ロシア基礎科学財団 Russian Foundation for Basic Research	アジア-太平洋海陸遷移地域における地磁気変動に関する共同研究	学術協力協定	平成19～20年度
東京大学地震研究所	インドネシア科学院 Indonesian Institute of Sciences	ジャワ島西部並びにアチェにおけるGPSを用いた地殻変動の研究	学術協力協定	平成19～20年度

日本側機関	相手側機関（相手国）	研究課題	協定・覚書名	実施年度
東京大学地震研究所	インドネシア科学院 Indonesian Institute of Sciences	強震動シミュレーションとその地盤工学的解釈に関する研究		平成19～20年度
東京大学地震研究所	中国地震局地質研究所 Institute of Geology, Seismological Bureau of China	地球電磁気観測による	学術協力協定	平成20年～25年
東京大学地震研究所	インド科学技術庁 Department of Science and Technology	アンダマン諸島における古地震調査	学術協力協定	平成20年度
東京大学地震研究所	西ブルターニュ大学ヨーロッパ海洋研究所(フランス) The University of Western Brittany, European Institute of Marine	学術交流	学術協力協定	平成22年～27年
東京大学地震研究所	中国地震局国際合作司	学術交流	学術協力協定	平成17年～27年
東京大学地震研究所	国立科学研究センター(フランス) Centre National de la Recherche Scientifique	非晶質系の非線形力学応答	学術協力協定	平成22年度
東京大学地震研究所	スペイン国立研究協議会 Jaume Almera地球科学研究所 The Institute of the Earth Sciences Jaume Almera of the Spanish National Research Council	地震波構造探査とテクトニクスに関する研究	東京大学地震研究所とスペイン国立研究協議会Jaume Almera地球科学研究所間の共同研究についての包括的基本合意	平成22年～
東京大学地震研究所	パリ地球物理研究所(フランス) Institute of physics of earth of Paris	学術交流	学術協力協定	平成23年～28年
東京大学地震研究所	ロシア基礎科学財団 Russian Foundation for Basic Research	アジア大陸東北部における上部マントル電機伝導度に関する日露共同研究	学術協力協定	平成23年度
東京大学地震研究所	アラスカ大学フェアバンクス校(アメリカ), 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	学術協力協定	平成11年度～16年度
東京大学地震研究所	フランス外務省 Ministère des Affaires Etrangères et Européennes in France	大気・惑星の地震学：地震後の電離層擾乱から惑星の内部構造まで	学術協力協定	平成19年度
東京大学地震研究所	バンドン工科大学(インドネシア)	学術交流	東京大学とバンドン工科大学との間における学術交流に関する協定書	平成18～28年度
東京大学地震研究所	パリ第7・ディドロ大学(フランス)	教員、研究員、学生の交換、共同研究教育プロジェクトを行うことによって、双方の研究や教育の資源を共有し、その発展を目指す。	パリ第7・ディドロ大学(フランス)との学術交流に関する協定書	平成20～30年度
東京大学地震研究所	オーストラリア国立大学(オーストラリア)	学術交流	東京大学とオーストラリア国立大学との間における学術交流に関する協定書	平成20年～30年
東京大学地震研究所	西ブルターニュ大学ヨーロッパ海洋研究所(フランス)	学術交流、若手研究者育成、海域における地球科学に関する共同研究	西ブルターニュ大学ヨーロッパ海洋研究所と東京大学地震研究所の研究および教育における協力に関する協定	平成21～31年度
東京大学地震研究所	リヨン大学(フランス)	研究交流および学生交流	リヨン大学との学術交流協定	平成24～29年度
東京大学地震研究所	コレージュ・ド・フランス(フランス)	学術交流	コレージュ・ド・フランスとの学術交流協定	平成24～29年度

日本側機関	相手側機関(相手国)	研究課題	協定・覚書名	実施年度
東京大学地震研究所	チリ大学 (チリ)	天文学、地球科学、地震学、気象学、海洋学研究者による人的交流と共同研究	チリ大学との学術交流協定	平成24～29年度
東京大学地震研究所	アメリカ地質調査所 (USGS) (アメリカ)	地球科学分野での、科学的・技術的協力	アメリカ合衆国内務省アメリカ地質調査所と日本国東京大学地震研究所の地球科学についての協力協定書	平成24年度～
東京大学地震研究所	イルディス工科大学土木工学部(トルコ)	地震工学の新しい分野である計算地震工学において、最新の研究成果に関する情報交換を行うために研究者交流を実施する。	東京大学地震研究所とイルディス工科大学土木工学部との間における学術交流に関する協定書	平成25～30年度
東京大学地震研究所	マヒドン大学(タイ)	学術交流、若手研究者育成、東南アジアにおける地球科学に関する共同研究	東京大学地震研究所とマヒドン大学理学部との学術交流に関する覚書	平成25～30年度
東京大学地震研究所	フィレンツェ大学地球科学科(イタリア)	学術交流の促進	東京大学地震研究所とフィレンツェ大学地球科学科の地球科学における技術・科学協力に関する覚書	平成25～30年度
東京大学地震研究所	国立地球物理学火山研究所(イタリア)		イタリア国立地球物理学火山研究機構との国際交流基本合意	平成26
東京大学地震研究所	ハンガリー科学アカデミーウィグナー物理学研究所(ハンガリー)	学術交流、若手研究者育成、素粒子を用いた地球等の透視に関する共同研究	東京大学地震研究所とハンガリー科学アカデミーウィグナー物理学研究所との学術交流協定	平成27～32年度
東京大学地震研究所	ネパール科学技術院(ネパール)	2015年のゴルカ地震の余震観測を共同で実施することにより、構造地質学的側面から今回の地震を理解する。	東京大学地震研究所とネパール科学技術院との間における学術交流に関する協定書	平成27～32年度(自動更新)
東京大学地震研究所	トリブヴァン大学トリチャンドラ校(ネパール)	2015年のゴルカ地震の余震観測を共同で実施することにより、構造地質学的側面から今回の地震を理解する。	東京大学地震研究所とトリブヴァン大学トリチャンドラ校との間における学術交流に関する協定書	平成27～32年度(自動更新)
東京大学地震研究所	イタリア国立地球物理学火山研究所(イタリア)	地震学・火山学・素粒子を用いた地球観測分野等における共同研究・教育の伸展をはかる。	東京大学とイタリア国立地球物理学火山研究所との学術交流に関する協定書	平成28～33年度(自動更新)
東京大学地震研究所	ロシア科学アカデミーP. P. Shirshov海洋研究所(ロシア)		日本海及び西太平洋における地球科学的研究の国際共同研究協定に関する覚書	平成6年度～
東京大学地震研究所	インド工科大学ハイデラバード校等(インド)	地震災害の軽減と気象観測基盤の構築「自然災害の減災と復旧のための情報ネットワークに関する研究」	SATREPS 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム	平成22～26年度
東京大学地震研究所	南アフリカ共和国科学産業技術研究所評議会等(南アフリカ)	高感度・高精度の微小破壊(AE)観測により、被害地震の震源断層を事前にとらえ、断層極近傍の高感度歪観測で較正することで、採掘進行に伴う応力変化の数値予測精度を向上する。また、断層直近での動的応力計測により、強震動の生成機構を解明する。	SATREPS 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム	平成23～25年度
東京大学地震研究所	国立地球物理学火山学研究所(イタリア)	地震活動予測モデルについてイタリア国立地球物理学火山学研究所の研究者との議論を深め、日伊の予測モデルの改善についての共同研究を進行。		平成22年度～
東京大学地震研究所	インドネシア科学院等(インドネシア)	インドネシアにおける地震火山の総合防災策	SATREPS 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム	平成23～24年度
東京大学地震研究所	GNS Science、ピクトリア大学、カリフォルニア大学(ニュージーランド、アメリカ)	SAHKE プロジェクト(Seismic Array Hikurangi Experiment) ニュージーランド北島南部のプレート・地殻構造を地震波を用いて明らかにする国際共同プロジェクトで、ニュージーランド・日本・米国が参加している。		平成24～25年度
東京大学地震研究所	南カリフォルニア大学、パデュー大学(アメリカ)	2011年東北地方太平洋沖地震後の地殻変動について、3次元有限要素法を用いた数値実験を行い、応力伝播を明らかにする。		平成24～25年度
東京大学地震研究所	ボアジチ大学 カンディリ地震観測研究所(トルコ)	マルマラ海域の地震・津波災害軽減とトルコの防災教育(研究課題3) 地震特性評価及び被害予測	SATREPS 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム	平成25～27年度

日本側機関	相手側機関(相手国)	研究課題	協定・覚書名	実施年度
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 대기への拡散放出 Global diffuse carbon dioxide emission to the atmosphere by subaerial volcanism	学術協力協定	平成16年度～
東京大学大気海洋研究所	テキサス大学オーステイン校 地球物理研究所 (アメリカ) The University of Texas at Austin, Institute for Geophysics	南海トラフ地震発生帯の構造と物性に関する研究 (Seismic imaging and physical property estimation along the Nankai seismogenic zone)		平成27年～
東京工業大学火山流体研究センター	INVOLCAN (スペイン)	海底火山活動の評価手法の開発に関する研究		平成26-30年度
東京工業大学火山流体研究センター・海洋開発機構・京都大学	ボアジチ大学 (トルコ)	科研費基盤A: 北アナトリア断層西部地震空白域における比抵抗不均質構造と断層活動に関する研究	学術協力協定	平成19年-21年度
東京工業大学火山流体研究センター	GNS Scinece (ニュージーランド)	ヒ克蘭ギ沈み込み帯の電気伝導度分布はプレート間の摩擦を意味するか	JSPS二国間型交流事業共同研究	平成27-28年度
東京大学工学系研究科・東京工業大学社会理工学院・理学院	イスタンブール工科大学・ボアジチ大学・中東工科大学 (トルコ)	エネルギーシステムと都市のリジリエンス工学日土協働教育システム	JSPS大学の世界展開力強化事業	平成27-31年度
東京工業大学火山流体研究センター	ユタ大学 (アメリカ)	エレバス火山の溶岩湖とマグマ発生システムの解明 NSF-USAP: Unraveling the magmatic processes responsible for phonolitic volcanism using the Mount Erebus lava lake and magmatic system	アメリカ国立科学財団南極観測計画	平成27年度
東京工業大学火山流体研究センター	GNS Scinece (ニュージーランド)	エレバス火山の溶岩湖とマグマ発生システムの解明 NZ Marsden Fund: Unraveling the magmatic processes responsible for phonolitic volcanism using the Mount Erebus lava lake and magmatic system	ニュージーランド王立協会マースデン基金	平成26-28年度
名古屋大学	フィリピン火山・地震研究所(フィリピン) Philippine Institute of Volcanology and Seismology	フィリピン地震火山監視強化と防災情報の利活用推進 (タール火山とマヨン火山におけるリアルタイムGPS観測) Enhancement of Earthquake and Volcano Monitoring and Effective Utilization of Disaster Mitigation Information in the Philippines	JST-JICAのODA事業であり、協定書は本研究の代表者である防災科学技術研究所が提携する	平成21年4月～平成24年
名古屋大学環境学研究科	アラスカ大学地球物理学研究所(アメリカ) Geophysical Institute, University of Alaska	「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	学術協力協定	平成14年～19年
名古屋大学環境学研究科	バンドン工科大学土木工学部(インドネシア) Faculty of Civil Engineering and Planning, Institut Teknologi Bandung	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	学術協力協定	平成15年～20年
名古屋大学環境学研究科	シアクラ大学理学部(インドネシア) Faculty of Basic Science, Syiah Kuala University	2004年スマトラ沖地震津波の発生過程とスマトラ断層における歪み蓄積過程の解明 Research on rupture process of the 2004 Sumatra Earthquake and strain accumulation process of Sumatra Fault	学術協力協定	平成17年～22年
名古屋大学環境学研究科	フィリピン大学ディリマン校 University of the Philippines, Diliman	フィリピン断層における巨大地震発生ポテンシャルの解明 Research on potential of earthquake occurrence along Philippine Fault	学術協力協定	平成18年～23年

日本側機関	相手側機関（相手国）	研究課題	協定・覚書名	実施年度
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	協定書なし	平成16年4月～18年3月
名古屋大学環境学研究科	モンゴル国立大学 National University of Mongolia モンゴル危機管理庁 National Emergency Management Agency	レジリエンス共同研究センターを拠点としたモンゴルの活断層および地震防災に関する研究 Research on active faults and disaster reduction in Mongolia, based on Cooperative Center of Resilience Research.	学術協力協定	平成27年度～32年度
京都大学防災研究所	南カリフォルニア地震センター Southern California Earthquake Center	地震の発生過程の解明	学術協力協定	平成18年～23年
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	学術協力協定	平成5年～
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	火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に関する総合的研究 Integrated study on mitigation of multimodal disasters caused by ejection of volcanic products	SATREPS	平成25年度～30年度
京都大学理学研究科	米国地質調査所（アメリカ） U.S. Geological Survey	火山活動に伴う電磁場の発生機構ー阿蘇とロングバレーの比較研究ー Transient Electromagnetic Field Generation on Active Volcanoes Geneva ー A Comparative Study of Long Valley and Aso Volcanic Calderas -		平成13年度～15年度
京都大学理学研究科	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ー 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 ー A comparative study of White Island and Japanese volcanoes		平成15年度～17年度
京都大学理学研究科	台湾中央研究院地球化学研究所（台湾）	台湾大屯火山群と九州の火山活動の比較研究 Comparative study on volcanic activity of Tatun Volcanic Group and Kyushu Volcanoes	協定書なし（科研費、国際）	平成21年度～26年度
京都大学理学研究科	国立台湾大学（台湾）	台湾と九州の火山・地熱活動に関する比較研究と教育 Comparative study and education on volcanic and geothermal activity of Taiwan and Kyushu	大学間学術交流協定	平成26年度～
京都大学理学研究科	フィリピン火山・地震研究所（フィリピン） Philippine Institute of Volcanology and Seismology	フィリピン地震火山監視強化と防災情報の利活用推進（タール火山とマヨン火山におけるリアルタイムGPS観測） Enhancement of Earthquake and Volcano Monitoring and Effective Utilization of Disaster Mitigation Information in the Philippines	JST-JICAのODA事業（SATREPS）であり、協定書は本研究の代表者である防災科学技術研究所が提携する	平成24年度～平成26年度
京都大学理学研究科	フィリピン火山・地震研究所（フィリピン） Philippine Institute of Volcanology and Seismology	フィリピン地震火山監視強化と防災情報の利活用推進（地震ポテンシャル評価） Enhancement of Earthquake and Volcano Monitoring and Effective Utilization of Disaster Mitigation Information in the Philippines	JST-JICAのODA事業（SATREPS）であり、協定書は本研究の代表者である防災科学技術研究所が提携する	平成24年度～平成26年度

日本側機関	相手側機関（相手国）	研究課題	協定・覚書名	実施年度
立命館大学	科学産業研究所（南アフリカ） Council for Scientific and Industrial Research	鉱山での地震被害低減のための観測研究	研究協力協定 （JST-JICA地球規模課題対応国際科学技術協力のJICA-南ア政府間の覚え書きの下での日本と南アフリカの代表研究機関の間で交わしたもの） Collaborative Research Agreement	平成22年～27年
立命館大学	地球科学研究所（南アフリカ） Council for Geoscience	ICDP 南アフリカ大深度金鉱山での地震発生場（M2.0-5.5）の掘削計画の推進のための観測地震学的研究協力	研究協力に関する機関間の覚え書き（CGSが所有する国立地表強震観測網のデータをICDP震源掘削計画のために使用し、共同研究を行うためのもの）	平成27年～
立命館大学総合科学技術研究機構	ウィットワータースランド大学地球科学部（南アフリカ） University of the Witwatersrand	ICDP 南アフリカ大深度金鉱山での地震発生場（M2.0-5.5）の掘削計画の推進	研究協力協定（ICDP震源掘削計画推進のためのもの）	平成27年～
防災科学技術研究所	米国スクリッps海洋研究所 Scripps Inst. of Oceanography, University of California San Diego	地殻活動・プレート運動の研究 Study on crustal deformation and plate motion	日米地球環境リエゾン会合	平成10年～
防災科学技術研究所	米国地質調査所 U. S. Geological Survey	掘削による活断層の水力学的調査研究 Hydro-Mechanical Investigation of Active Faults through Drilling	日米地球環境リエゾン会合	平成10年～
防災科学技術研究所	イタリア国立地球物理学研究所 National Inst. of Geophysics (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)	経験則に基づく地震予知手法の開発研究 Earthquake Warning Algorithms based on Empirical Formulas	日伊科技協定	平成10年～
防災科学技術研究所	ドイツ、ポツダム地球科学研究センター GeoForschungs Zentrum Potsdam	深層ボーリングを利用した地殻の研究 Study on the Earth's Crust using Deep Boreholes	日独科技協定	平成10年～
防災科学技術研究所	インドネシア気象地球物理庁 Bureau of Meteorology and Geophysics, Indonesia	地震観測網の運用とデータ交換 Joint Seismic Network Operation and Data Exchange	覚書交換による研究協力	平成13年～
防災科学技術研究所	韓国気象庁 Korea Meteorological Administration	地震観測データ交換 Arrangement on Seismological Data Exchange Between KMA and NIED	覚書交換による研究協力	平成15年～18年
防災科学技術研究所	カナダ地質調査所 Pacific Geoscience Centre, Geological Survey of Canada	沈み込み帯に発生する深部低周波微動及びスロースリップに関する比較研究 Research for deep low-frequency tremor and slow slip in subduction zones	日加環境パネル	平成16年～
防災科学技術研究所	アメリカ地震学連合 Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS)	地震観測データ交換 Collaboration in seismology and geoscience	覚書交換による研究協力	平成16年～23年
防災科学技術研究所	イタリア国立地球物理学火山学研究所 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia	地震危険度評価手法と南イタリア シンリーへの適用 Methods for seismic hazard estimates and applications to Sicily, South Italy	日伊科技協定（エグゼクティブプログラム）	平成17年～20年
防災科学技術研究所	韓国地質資源研究院 Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources	韓国地質資源研究院と防災科学技術研究所とのMOU Memorandum of Understanding between Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources and National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention	覚書交換による研究協力	平成18年～

日本側機関	相手側機関（相手国）	研究課題	協定・覚書名	実施年度
防災科学技術研究所	フィリピン火山地震研究所（フィリピン） Philippine Institute of Volcanology and Seismology	フィリピン地震火山監視能力強化と防災情報の利活用推進 Enhancement of Earthquake and Volcano Monitoring and Effective Utilization of Disaster Mitigation Information in the Philippines	覚書交換による研究協力	平成21年度～
防災科学技術研究所	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	覚書交換による研究協力	平成15年度～
防災科学技術研究所	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	日伊科技協定（エグゼクティブプログラム）	平成17年度～平成22年度
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	日米地球環境リエゾン会合	平成12年度～
防災科学技術研究所	GEM Foundation（イタリア）	日本におけるハザード評価手法についての技術協力	協定書なし	平成24年度～
防災科学技術研究所	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 of Italy (INGV)	データ・知見交換等による連携強化 Promoting research cooperation on seismological study, including data exchange, laboratory experiments and hazard mitigation. ・Promoting research cooperation on volcanological study, including data exchange, laboratory experiments and hazard mitigation. ・Promoting research cooperation on environment study, including data exchange, and laboratory experiments and hazard mitigation. ・Promoting personnel exchanges and cooperated staff-training	覚書交換による研究協力	平成25年度～平成28年度
防災科学技術研究所	バジリカータ大学、イタリア Università degli Studi della Basilicata, (UNIBAS)	1) 高精度なレーダ等の観測データを用いた洪水・浸水予測モデルの開発、 2) 水文・水力学的研究における研究協力の推進（データ交換、実験、及びモデルの共有を含む）、 3) 洪水警戒システムを進展させるための新しいイニシアティブの推進、 4) 人材交流の推進とスタッフトレーニングに関する協力、及び5) リスクコミュニケーションにおける研究協力の推進等について相互に協力する	覚書交換による研究協力	平成27年度～平成29年度
防災科学技術研究所	ネバダ大学リノ校（アメリカ） University of Nevada	日米共同研究による免震技術評価実験	覚書交換による研究協力	平成23年度～平成24年度
防災科学技術研究所	カリフォルニア大学ロサンゼルス校（UCLA） （アメリカ）	E-ディフェンスによるコンクリート系建物実験のブランド解析	覚書交換による研究協力	平成23年度
防災科学技術研究所	マレーシア理科大学 Universiti Sains Malaysia (USM)（マレーシア）	マレーシアにおける地すべり災害および水害による被災低減に関する研究	覚書交換による研究協力	平成23年度～
防災科学技術研究所	ブリストル大学（イギリス）	波形再現性の定量的評価手法と高再現性実現のための実験手法の研究 Experimental methodologies for high-accuracy reproduction of random seismic waves and their quantitative evaluation	（共同研究） Collaborative Research Proposal Between NIED and Professor D P Stoten, ACTLab, University of Bristol, UK	平成26年度～平成27年度
防災科学技術研究所	ブータン	ブータンヒマラヤのサイスマテクトニクスの研究	協定書なし	平成26年度～平成30年度
防災科学技術研究所	ブータン	開発途上国のニーズに踏まえた防災に関する研究	協定書なし	平成26年度～平成30年度

日本側機関	相手側機関（相手国）	研究課題	協定・覚書名	実施年度
防災科学技術研究所	フランス	2011年東北地方太平洋沖地震による東日本の地殻構造の地震波速度変化と地殻変動	協定書なし	平成26年度～平成30年度
海洋研究開発機構	パリ地球物理研究所 (IPGP) (フランス) Institut de Physique du Globe de Paris	仏領ポリネシア地域における海底火山活動の地質学的・地球化学的研究に係る調査プロジェクト	IPGPとの間の研究協力に関する実施取り決め Implementing Arrangement concerning Research Project of Geological and Geochemical Study of The Submarine Volcanism in French Polynesia between The Institute for Research on Earth Evolution of JAMSTEC and The Institut de Physique du Globe de Paris, on behalf of the UMR 6538 Universite de Bretagne Occidentale-CNRS	平成18年～
海洋研究開発機構	フランス原子力庁パタマイ測候所他	仏領ポリネシア・ホットスポット周辺における海底地球物理学的観測プロジェクト	仏領ポリネシア・ホットスポット周辺における海底地球物理学的観測プロジェクトに関する実施取り決め Implementing Arrangement concerning Research Project of Seafloor Geophysical Observation near Society Hot Spot Region in French Polynesia	平成20年～
海洋研究開発機構	ベトナム国立自然科学技術センター地球物理研究所 (IGP) Institute of Geophysics, Vietnamese Academy of Science and Technology, Socialist Republic of Vietnam	西太平洋地球物理ネットワークに関する研究協力	IGPとの間の地球物理観測に関する実施取り決め Implementing Agreement between Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC and on Joint Geophysical Observation in Vietnam	平成20年～平成25年
海洋研究開発機構	ベトナム社会主義国ベトナム科学技術アカデミー地球物理研究所 Institute of Geophysics, Vietnamese Academy of Science and Technology, Socialist Republic of Vietnam	地球物理観測に関する共同研究	独立行政法人海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域とベトナム社会主義共和国ベトナム科学技術アカデミー地球物理研究所との間のベトナムにおける共同地球物理観測に関する実施取り決め Implementing Agreement between Institute for Research on Earth Evolution, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan and Institute of Geophysics, Vietnamese Academy of Science and Technology, Socialist Republic of Vietnam on Joint Geophysical Observation in Vietnam	平成25年～平成28年
海洋研究開発機構	イタリア国立地質火山研究所 (INGV/RM2) ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA	海洋及び海底観測の研究開発にかかる研究協力	INGV/RM2 との研究協力に関する覚書 MEMORANDUM OF UNDERSTANDING (MOU) BETWEEN ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (INGV/RM2) and JAMSTEC/DONET	平成20年～平成26年
海洋研究開発機構	フィリピン火山地震研究所 (PHIVOLCS) Philippine Institute of Volcanology and Seismology, Department of Science and Technology, Republic of the Philippines	西太平洋地球物理ネットワークに関する研究協力	PHIVOLCSとの間の地球物理観測に関する実施取り決め Implementing Agreement between Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC and Philippine Institute of Volcanology and Seismology, Department of Science and Technology, Republic of the Philippines on Joint Geophysical Observation in the Philippines	平成21年～平成24年
海洋研究開発機構	中国国家地震局・地震科学研究所 (IES/CEA)	地震観測、地震学マッピング、データ分析、震源構造、地殻変動、対流モデリング、マントル進化等に関する研究協力	IES/CEAとの研究協力に関する実施取り決め Implementing Agreement between Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC and Institute of Earthquake Science, China Earthquake Administration	平成21年～平成24年

日本側機関	相手側機関（相手国）	研究課題	協定・覚書名	実施年度
海洋研究開発機構	マヒドン大学 理学部 (タイ) Faculty of Science, Mahidol University, Kingdom of Thailand	西太平洋地球物理ネットワークに関する研究協力	タイ王国マヒドン大学理学部との間の地球物理観測に関する実施取決め Implementing Agreement between Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC and Faculty of Science, Mahidol University, Kingdom of Thailand on Joint Geophysical Observation in Thailand	平成21年～平成25年
海洋研究開発機構	マヒドン大学 理学部 (タイ) Faculty of Science, Mahidol University, Kingdom of Thailand	地球物理観測に関する国際共同研究	独立行政法人海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域とタイ王国マヒドン大学理学部のタイにおける共同地球物理観測に関する実施取決め Implementing Agreement Between Institute for Research on Earth Evolution, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan And Faculty of Science, Mahidol University, Kingdom of Thailand On Joint Geophysical Observation in Thailand	平成25年～平成30年
海洋研究開発機構	トンガ王国 国土調査天然資源省 (MLSNRE) Ministry of Lands, Survey, Natural Resources and Environment, Kingdom of Tonga	西太平洋地球物理ネットワークに関する研究協力	MLSNREとの間の地球物理観測に関する実施取決め Implementing Agreement between Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC and Ministry of Lands, Survey, Natural Resources and Environment, Kingdom of Tonga on Joint Geophysical Observation in Tonga	平成21年～平成25年
海洋研究開発機構	トンガ王国 国土環境気候変動資源省 Ministry of Lands, Environment, Climate Change and Natural Resources, Kingdom of Tonga	地球物理観測に関する国際共同研究	独立行政法人海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域とトンガ王国国土環境気候変動資源省のトンガにおける共同地球物理観測に関する実施取決め Implementing Agreement Between Institute for Research on Earth Evolution, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan And Ministry of Lands, Environment, Climate Change and Natural Resources, Kingdom of Tonga On Joint Geophysical Observation in Tonga	平成25年～平成30年
海洋研究開発機構	インドネシア気象気候地球物理庁 (BMKG) Meteorological Climatological and Geophysical Agency	西太平洋地球物理ネットワークに関する研究協力	BMKGとの間の地球物理観測に関する実施取決め Implementing Agreement between Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC and Meteorological Climatological and Geophysical Agency, Republic of Indonesia on Joint Geophysical Observation in Indonesia	平成21年～平成26年
海洋研究開発機構	台湾中央気象局 (CWB/MACHO) CENTRAL WEATHER BUREAU, Taiwan	海洋及び海底観測の研究開発にかかる研究協力	CWB/MACHOとの研究協力に関する覚書 MEMORANDUM OF UNDERSTANDING (MOU) BETWEEN CENTRAL WEATHER BUREAU, Taiwan (CWB/MACHO) AND JAPAN AGENCY FOR MARINE-EARTH SCIENCE AND TECHNOLOGY (JAMSTEC/DONET), Japan	平成21年～平成26年
海洋研究開発機構	パラオ共和国 パラオ・コミュニティカレッジ(PCC) Palau Community College	西太平洋地球物理ネットワークに関する研究協力	PCCとの間の地球物理観測に関する実施取決め Implementing Agreement between Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC and Palau Community College (PCC), the Republic of Palau on Joint Geophysical Observation in Palau	平成22年～平成27年

日本側機関	相手側機関（相手国）	研究課題	協定・覚書名	実施年度
海洋研究開発機構	パラオ短期大学 Palau Community College, the Republic of Palau	地球物理観測に関する国際共同研究	国立研究開発法人海洋研究開発機構 とパラオ共和国パラオ短期大学との 間のパラオ共和国における共同地球 物理観測に関する実施取決め Implementing Agreement between Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan and Palau Community College, the Republic of Palau on Joint Geophysical Observation in Palau	平成27年～平 成32年
海洋研究開発機構	インドネシア科学研究所 ジオテクノロジー研究セ ンター(RCG/LIPI) Research Center for Geotechnology of the Indonesian Institute of Sciences	サンギヘ弧における地殻進化に関する 研究協力	RCG/LIPIとの間の研究協力に関する 実施取決め Implementing Agreement between Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC and Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences on reseach collaboration on the evolution of Sangihe arc	平成22年～平 成26年
海洋研究開発機構	パリ地球物理研究所 (IPGP) Institut de Physique du Globe de Paris	地球内部の構造、ダイナミクス、岩 石、地球化学などの分野についての研 究協力	IPGPとの間の研究協力に関する実施 取決め Implementing Agreement between Institute for Research on Earth Evolution, Independent Administrative Institution, JAMSTEC and Institut de Physique du Globe de Paris	平成23年～平 成24年
海洋研究開発機構	韓国資源研究所 地震研 究センター (KIGAM) Korea Earthquake Research Center, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources	西太平洋地球物理ネットワークに関す る研究協力	KIGAMとの間の地球物理観測に関す る実施取決め Implementing Agreement between Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC and Korea Earthquake Research Center, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Republic of Korea on Joint Geophysical Observation in Korea	平成21年～平 成22年
海洋研究開発機構	韓国地質資源研究院 Korea Earthquake Research Center, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Republic of Korea	地球物理観測に関する国際共同研究	独立行政法人海洋研究開発機構地震 津波観測研究開発センターと韓国地 質資源研究院地震研究センターとの 間の地球物理観測に関する共同研究 契約の締結について Cooperative Research Agreement between Research and Development Center for Earthquake and Tsunami, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan and Korea Earthquake Research Center, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Republic of Korea on Joint Geophysical Observation in Korea	平成26年～平 成31年
海洋研究開発機構	カナダ地質調査所 太平 洋地球科学センター (PGC/GSC) the Pacific Geoscience Center, the Geological Survey of Canada	日本とカナダ・カスカディアの地震発 生帯比較研究にかかる共同研究	PGC/GSCとの間の研究協力に関する 実施取決め Collaborative Research Agreement between the Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC and the Pacific Geoscience Center, the Geological Survey of Canada on Comparative Studies of the Japan and Cascadia Subduction Zones	平成22年～平 成27年

日本側機関	相手側機関（相手国）	研究課題	協定・覚書名	実施年度
海洋研究開発機構	カナダ天然資源省 地球科学統括部 THE EARTH SCIENCES SECTOR OF THE DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES OF CANADA	カナダ・北部カスカディア沈み込み帯の地震活動と構造に関する共同プロジェクト	カナダ天然資源省地球科学統括部と海洋研究開発機構との間のカナダ北部カスカディア沈み込み帯の地震活動と構造に関する共同プロジェクトの実施取り決め IMPLEMENTING ARRANGEMENT BETWEEN THE EARTH SCIENCES SECTOR OF THE DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES OF CANADA AND THE JAPAN AGENCY FOR MARINE-EARTH SCIENCE AND TECHNOLOGY CONCERNING A COOPERATIVE PROJECT ON SEISMICITY AND STRUCTURE OF THE NORTHERN CASCADIA SUBDUCTION ZONE	平成25年～平成29年
海洋研究開発機構	ボアジチ大学カンデリ地震観測研究所(トルコ) Earthquake Engineering Bogazici Univ., Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute	マルマラ海域の地震・津波災害軽減とトルコの防災教育	海洋研究開発機構（JAMSTEC）とカンディリ地震観測所（KOERI）との間の「マルマラ海域の地震・津波災害軽減とトルコの防災教育」に関する共同研究に関わる合意文書 COLLABORATIVE RESEARCH AGREEMENT FOR EARTHQUAKE AND TSUNAMI DISASTER MITIGATION IN THE MARMARA REGION AND DISASTER EDUCATION IN TURKEY BETWEEN JAPAN AGENCY FOR MARINE - EARTH SCIENCE AND TECHNOLOGY (JAMSTEC) AND KANDILLI OBSERVATORY AND EARTHQUAKE RESEARCH INSTITUTE (KOERI)	平成25年～平成30年
海洋研究開発機構	GEOMARヘルムホルツセンターキール海洋研究所 GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel	超深海 OBS を用いた海洋プレート構造研究	GEOMARヘルムホルツセンターキール海洋研究所と海洋研究開発機構の共同研究契約 Cooperative Research Agreement between GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel of Germany and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology of Japan	平成26年～平成29年
海洋研究開発機構	ジョセフ・フーリエ大学(フランス) University Joseph Fourier (UJF)	波形インバージョン解析による地殻構造研究の高度化	フランスのジョセフ・フーリエ大学グルノーブル第 I 大学および日本の海洋研究開発機構との間の共同研究契約書 Cooperative Research Agreement between University Joseph Fourier Grenoble 1 of France and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology of Japan	平成26年～平成29年
海洋研究開発機構	ノルウェー国立科学技術大学 Norwegian University of Science	東北沖地震発生前後のタイムラプス地震探査的な解析による地殻構造研究	ノルウェー科学技術大学と海洋研究開発機構の共同研究契約 Cooperative Research Agreement between Norwegian University of Science and Technology and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	平成26年～平成29年
海洋研究開発機構	ハワイ大学（アメリカ）	環太平洋域の沈み込み帯、リソスフェア形成およびプレートダイナミクスに関する共同研究	独立行政法人海洋研究開発機構とハワイ大学マノア校との間の覚書(MOU) Memorandum of Understanding between the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology and the University of Hawai'i at Manoa	平成27年～平成31年
海洋研究開発機構	オーストラリア国立大学地球科学研究所	オーストラリア国立大学地球科学研究所との覚書	オーストラリア国立大学地球科学研究所との覚書	平成6年～
産業技術総合研究所	米国地質調査所（アメリカ） United States Geological Survey	地震に関する共同研究	米国地質調査所と産総研地質調査総合センターとの間の地球科学に関する研究協力協定	平成23年度～
産業技術総合研究所	ニュージーランド地質・核科学研究所 New Zealand Institute of Geological and Nuclear Sciences	沈み込み帯の地震および活断層に関する研究	ニュージーランド地質・核科学研究所と産総研地質調査総合センターとの間の地球科学に関する研究協力についての覚書	平成23年度～

日本側機関	相手側機関（相手国）	研究課題	協定・覚書名	実施年度
産業技術総合研究所	トルコ鉱物資源調査総局 The General Directorate of Mineral Research and Exploration of the Republic of Turkey	北アナトリア断層系東部および東アナトリア断層系の古地震学的研究に関する研究	産総研地質調査総合センターとトルコ鉱物資源開発調査総局（MTA）との研究協力覚書	平成27年度～
産業技術総合研究所	国立成功大学防災研究センター（台湾） Disaster Prevention Research Center, National Cheng Kung University	台湾において地下水・地球化学観測を行ない、そのデータと地震・地殻変動とを比較することで地震予知研究を行なう。	国立成功大学防災研究センター（台湾）と産総研活断層・地震研究センターとの間の台湾における水文学的・地球化学的手法による地震予知研究についての研究協力覚書	平成27年度～
産業技術総合研究所	国立地球物理火山研究所（イタリア）INGV	イタリアおよび日本において火山噴煙の合同観測を行い、観測手法の高度化およびマグマ脱ガス過程に関する研究を行う。	イタリア地球物理火山研究所と産総研地質調査総合センターとの研究協力覚書	平成26年度～
国土地理院	IVS(International VLBI Service for Geodesy and Astrometry/国際VLBI事業)	地球回転監視、地球基準座標系(ITRF)、プレート運動決定等を目的として国際VLBI観測、相関処理、解析を実施。	国際VLBI事業設立規約 International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS) Terms of Reference	平成10年～
国土地理院	キリバス共和国、ニュージーランド領クック諸島	アジア太平洋地域の地殻変動の監視および測地基準座標系の構築を進めるため現地機関との協定に基づきGNSSの観測を実施。	アジア太平洋地域の地殻変動監視（国際共同観測事業）	平成18年～
国土地理院	IGS(International GNSS Service/国際GNSS事業)	衛星測位システムに関する観測情報の共有や精密な軌道情報の決定等のため、観測データの提供や地域データセンター・準解析センターとしての業務を実施。	国際GNSS事業設立規約 International GNSS Service (IGS) Terms of Reference	平成6年～
国土地理院	アジア太平洋地域56カ国	共同キャンペーン観測（GPS等）による測地網の結合やプレート運動等の監視のための基礎的情報を交換を実施。	PCGIAP (Permanent Committee on GIS Infrastructure for Asia and Pacific /アジア太平洋GIS基盤常置委員会)	平成7年～
国土地理院	パリ地球物理学研究所（フランス） Institut de Physique du Globe de Paris	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め実施。	包括的研究協力 The GSI-IPGP COOPERATION SCHEME	平成18年度～27年度
気象庁	国際地震センター ISC	気象庁データの提供 ISCカタログの受領 国外地震の解析、資料作成への活用	気象庁長官からISC評議会議長への参加表明	昭和47年度～
気象庁	（外務省を介して） 包括的核実験禁止条約機構 CTBTO	地震観測への協力 NDC-1の地震観測に関する指導 防災業務への地震観測データの活用	（外務書との文書） CTBT国内運用体制の立ち上げに際する協力依頼	平成14年度～
気象庁	中国地震局 China Earthquake Administration of People's Republic of China 韓国気象庁 Korea Meteorological Administration	地震災害軽減に関する協力 地震波形データの交換（韓国）	地震災害軽減に関する中国地震局、気象庁、韓国気象庁による第1回長官会合覚書 Minutes of the First Tripartite Meeting on Earthquake Disaster Mitigation among China Earthquake Administration of People's Republic of China, Japan Meteorological Agency of Japan and Korea Meteorological Administration of the Republic of Korea	平成16年度～
気象庁	米国地質調査所とIRIS連合 USGS, IRIS	地震観測データの交換 地震データの防災業務への活用	米国地質調査所とIRISとの権利証明 Department of the Interior, Geological Survey and The IRIS Consortium: Certificate of Title	平成2年度～
気象庁	ナポリ大学を始めとする全23機関	早期警報と地震ダメージ・ポテンシャルの迅速評価に関する研究 意志決定のための戦略と手段に関する研究	欧州緊急地震速報プロジェクト（REAKT） Real Time Earthquake Risk Reduction	平成23年～25年

日本側機関	相手側機関（相手国）	研究課題	協定・覚書名	実施年度
海上保安庁海洋情報部	国際レーザー測距事業 International Laser Ranging Service	地球回転パラメータの決定、地球基準座標系（ITRF）特に地球重心の決定、地球観測衛星等種々の衛星の精密軌道決定、重力場モデル構築に係るデータを得るため、世界各国のレーザー局と共同で人工衛星によるレーザー測距観測を行う。	国際レーザー測距事業設立規約 International Laser Ranging Service (ILRS) Terms of Reference	平成10年度～
山梨県富士山科学研究所	ガジヤマダ大学（インドネシア）Universitas Gadjah Mada	学術交流	包括連携協定	平成26年～

### 2.3. 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画における予算及び機構定員整備状況（平成21～25年度）

〔単位：百万円〕

研究開発局	文 部 科 学 省		経 済 産 業 省		国 土 交 通 省		総 務 省	
	防災科学技術研究所 (注1)	海洋研究開発機構 (H25のみ)	国立大学法人等 2,513 (注2)	産業技術総合研究所 3,938	海上保安庁 946	気象庁 8,253	国土地理院 16,242	情報通信研究機構 運営費交付金の内数
14,134	72,376	14,086 (H25のみ)	2,513 (注2)	3,938	946	8,253	16,242	運営費交付金の内数
	<p>〔改組〕 観測・予測研究領域 地震・火山防災研究 ユニット</p> <p>〔整備〕 基盤的な高精度地震 火山観測研究 地殻活動の観測予測 技術開発 火山活動の観測予測 技術開発 (平成23年度)</p>	<p>・地震津波・防災研 究プロジェクト ・地球内部ダイナミ クス領域地球内部ダ イナミクス基礎研究 プログラム ・地球深部探査セン ター ・地球内部ダイナミ クス領域固体地球動 学的過程研究プログラ ム (平成25年度)</p>	<p>〔新設〕 東京 高エネルギー素 粒子地球物理学 センター (H22) 巨大地震津波災 害予測センター (H24)</p> <p>〔改組〕 名古屋 環境学研究所附 属地震火山研究 センター (H24)</p>	<p>〔新設〕 活断層・地震研究 センター</p>	<p>〔新設〕 海洋防災調査室 (平成25年度)</p>	<p>〔新設〕 火山防災情報企画官 火山防災情報調整官（札幌、仙台、福 岡） 地震津波防災対策室 地震津波監視システム企画調整官 地震動予測モデル開発推進官 地震津波火山防災情報調整官（東京、鹿 嶋、新潟、名古屋、広島、高松、鹿 嶋）</p> <p>〔整備〕 東南海・南海地震監視・評価 GPS波浪計活用 定観測施設強化 遠地津波と津波防災対策支援 (本庁、札幌、仙台、大塚、福岡、沖 縄)</p> <p>長周期地震動 大深度地震計活用 火山活動監視（本庁、札幌、仙台、福 岡） 陸域観測技術衛星監視・解析 火山灰予測情報</p>	<p>〔新設〕 防災推進室 防災管理係 地殻情報調査係 機動観測係</p> <p>〔廃止〕 地殻活動調査係 特定観測係</p>	<p>〔改組〕 電磁波計測研究所 センシングシス テム研究室</p>
予算								
機構定員								

注1 防災科学技術研究所は本計画を推進するため以外の地震・火山研究を含む。

注2 国立大学法人等は、直接的に本計画を推進するために使われる特別経費（特別研究経費）と補正予算を計上した。（従来は、施設整備費や装置維持費の間接的な経費も含まれていたが、法人化以降はこれらの経費は他の経費と一括して運営費交付金として配分されるようになり、その用途は大学独自の判断のできることとなったため、本計画に関連する経費のみを正確に算出することが不可能である。）

23. 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画における予算及び機構定員整備状況（平成26～28年）（注1）

〔単位：百万円〕

	文部科学省		経済産業省	国土交通省		総務省	山梨県富士山科学研究所	道総研地質研究所		
	研究開発局	防災科学技術研究所 (注2)		海洋研究開発機構	国立大学法人等				産業技術総合研究所	海上保安庁
予算	7,389	16,407	15,376	2,070 (注3)	1,511	187	12,947	3,105	21(平成27年のみ)	49
機構定員			・地震津波海域観測研究開発センター ・海洋観測科学研究所開発センター	[新設] 活断層・火山研究部門	[新設] 火山防災情報調整室 地震津波研究部 火山研究部 施設活動監視技術開発推進官 火山機動観測管理官 火山監視・警報センター	[新設] 火山情報活用推進官 電子基準点課 [廃止] 機動観測課				

注1 予算は平成27年度分まで。機構定員は平成28年4月1日まで記載。

注2 防災科学技術研究所は本計画を推進するため以外の地震・火山研究を含む。

注3 国立大学法人等は、直接的に本計画を推進するために使われる特別経費（特別研究経費）と補正予算を計上した。（従来は、施設整備費や装置維持費の間接的な経費も含まれていたが、法人化以降はこれらの経費は他の経費と一括して運営費交付金として配分されるようになり、その用途は大学独自の判断でできることとなったため、本計画に関連する経費のみを正確に算出することが不可能である。）

## 23-1. 予算及び機構定員整備状況の推移（地震）

〔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		
		研究開発局	防災科学技術研究所（注1）	国立大学等	工業技術院地質調査所	工業技術院計量研究所	海上保安庁	気象庁	国土地理院	通信総合研究所	
昭和40543年度	予算	-	-	444	4	-	49	344	307	-	
	機構定員		〔整備〕 第2研究部 （地震防災研究室）	〔新設〕 北海道 （浦河地震観測所） 東北 （秋田地殻変動観測所、本荘地震観測所、三陸地殻変動観測所） 東京 （弥彦地殻変動観測所、地震活動研究部門、地震予知観測センター、柏崎微小地震観測所、白木微小地震観測所、強震計観測センター、地盤動力学研究部門） 名古屋 （犬山微小地震観測所、犬山地殻変動観測所） 京都 （上宝地殻変動観測所、地震予知計測研究部門、逢坂山地震観測所、耐震基礎研究部門、屯鶴峰地殻変動観測所） 高知 （高知地震観測所） 〔整備〕 東北 （青葉山地震観測所） 東京 （筑波地震観測所、津波高潮研究部門、堂平微小地震観測所、岩石学研究部門、地震予知観測センター） 名古屋 （犬山地震観測所） 京都 （阿武山地震観測所）		〔改組〕 地質情報研究部門地質調査情報センター		〔整備〕 地震観測 （大阪）	〔新設〕 水沢測地観測所		
昭和44548年度	予算	-	572	867	84	-	61	1,487	937	-	
	機構定員			〔新設〕 北海道 （襟裳岬地殻変動観測所、札幌地震観測所） 東北 （北上地震観測所） 東京 （富士川地殻変動観測所、八ヶ岳地磁気観測所） 名古屋 （高山地震観測所、三河地殻変動観測所） 京都 （逢坂山地殻変動観測所、北陸微小地震観測所、徳島地震観測所、防災科学資料センター、地震予知観測地域センター、微小地震研究部門） 〔整備〕 北海道 （浦河極微小地震移動観測班） 東北 （青葉山地震観測所） 東京 （地球物理研究施設極微小地震移動班） 名古屋 （犬山地震観測所） 京都 （鳥取微小地震観測所） 高知 （高知地震観測所）			〔整備〕 地震観測施設 （札幌、仙台、父島、福岡、沖縄）	〔新設〕 地殻活動調査室 〔整備〕 計算係 解析係 計測係			
		科学技術庁		文部省	通商産業省		運輸省	建設省	郵政省		
		研究開発局	防災科学技術研究所（注1）	海洋技術センター	国立大学等	工業技術院地質調査所	工業技術院計量研究所	海上保安庁	気象庁	国土地理院	通信総合研究所
昭和49553年度	予算	9	1,882	-	3,023	288	46	55	4,255	3,274	-
	機構定員		〔新設〕 第2研究部 （首都圏地震予知研究室、地震地下水研究室、地震活動研究室、地殻変動研究室） 〔改組〕 第2研究部 （総合地震予知研究室）		〔新設〕 北海道 （地震予知観測地域センター） 東北 （地震予知観測センター） 東京 （地殻化学実験施設） 名古屋 （地震予知観測地域センター） 京都 （宮崎地殻変動観測所） 〔整備〕 北海道 （札幌地震観測所） 東北 （地震予知観測センター） 名古屋 （地震予知観測地域センター）	〔新設〕 地震地質課 地震物性課 地震化学課		〔新設〕 地震予知情報室 〔整備〕 地震活動検測センター 地殻岩石歪観測網 地震常時監視 地震防災業務	〔新設〕 地殻調査部 地殻変動解析室 〔整備〕 特定観測係 機器開発係		

	科学技術庁			文部省	通商産業省		運輸省	建設省	郵政省		
	研究開発局	防災科学技術研究所(注1)	海洋技術センター	国立大学等	工業技術院地質調査所	工業技術院計量研究所	海上保安庁	気象庁	国土地理院	通信総合研究所	
昭和54～58年度	予算	29	6,258	130	8,574	840	20	379	5,327	8,443	1,098
	機構定員		〔新設〕 第2研究部 (地殻力学研究室)  〔整備〕 第2研究部 (地殻変動研究室, 地震活動研究室, 地表力学研究室)	〔新設〕 北海道 (海底地震観測施設) 弘前 (地震火山観測所) 東京 (地震予知観測情報センター, 地球テクトニクス研究部門)  〔整備〕 北海道 (地震予知観測地域センター) 東北 (地震予知観測センター) 東京 (地殻化学実験施設, 地震予知観測情報センター) 京都 (地震予知観測センター, 上宝地殻変動観測所, 鳥取微小地震観測所) 高知 (高知地震観測所)				〔新設〕 地震予知情報課  〔整備〕 地殻岩石歪観測網 海底地震常時監視 (本庁, 御前崎, 気象研) 地震予知研究 (気象研) 地震防災業務 (津, 甲府, 長野, 熊谷, 水戸, 岐阜) 東海地震予知のための常時監視 群列地震観測 地震津波監視 (仙台, 札幌, 大阪) 地震業務全国中枢強化 直下型地震予知研究 (気象研) 府県地震業務 (室蘭, 福島, 長野)			
昭和59～63年度	予算	25	4,503		8,540	732		126	5,186	8,071	3,072
	機構定員		〔新設〕 第2研究部 (地震前兆解析研究室)  〔整備〕 第2研究部 (地震活動研究室)	〔新設〕 東京 (信越地震観測所)  〔改組〕 東北 (地震予知・噴火予知観測センター) 九州 (島原地震火山観測所)  〔整備〕 北海道 (海底地震観測施設) 東京 (地殻化学実験施設) 名古屋 (地震予知観測地域センター)				〔新設〕 地震火山部  〔整備〕 地震業務 直下型地震予知研究 (気象研) 地震津波監視 地震津波監視 (札幌, 仙台, 大阪, 福岡, 沖縄) 地震常時監視 海底地震観測 (勝浦) 全国地震津波業務 地震火山管理業務 国際地震津波業務 地震総合監視 地震測器機能標準化 地震機動観測 府県地震業務 (釧路, 盛岡, 秋田, 山形, 新潟, 彦根, 奈良, 京都, 神戸, 松江, 下関, 松山, 大分, 宮崎)		〔整備〕 海岸昇降情報係	
平成元～5年度	予算	25	9,177		9,502	620		129	6,947	8,115	2,063
	機構定員		〔新設〕 地震予知研究センター (直下型地震予知研究室, 海溝型地震予知研究室)  〔改組〕 地圏地球科学技術研究部 (地震・噴火予知研究調査官, 地球化学研究室)  〔整備〕 第2研究部 (地殻変動研究室)	〔新設〕 東京 (地球ダイナミクス研究部門)  〔改組〕 東北 (日本海地域地震火山観測所, 三陸地域地震火山観測所) 名古屋 (地震火山観測地域センター) 京都 (地震予知研究センター) 鹿児島 (南西島弧地震火山観測所)  〔整備〕 北海道 (地震予知観測地域センター) 東京 (地殻化学実験施設, 地震予知観測情報センター) 名古屋 (地震火山観測地域センター) 九州 (島原地震火山観測所)				〔新設〕 地震火山課(福岡)  〔整備〕 強震計データ解析 地震予知資料解析 震度計計測 地震予知技術 地震津波業務 発震機構解析 地殻活動調査 地震津波監視 (札幌, 大阪, 福岡, 沖縄) 府県地震業務 (旭川, 函館, 青森, 富山, 金沢, 福井, 鳥取, 佐賀, 長崎, 熊本, 石垣島)		〔整備〕 連続監視係	

	科学技術庁			文部省	通商産業省	運輸省	建設省	郵政省	
	研究開発局	防災科学技術研究所(注1)		国立大学等	工業技術院 地質調査所	海上保安庁	気象庁	国土地理院	通信総合 研究所
平成6510年度	予算	22,884	13,868	11,983	1,725	502	10,747	9,186	7,756
	機 構 定 員	〔新設〕 地震調査研究 課 〔改組〕 地震調査研究センター (直下型地震調査研究室、海 溝型地震調査研究室、第1地 震前兆解析研究室)	〔新設〕 地震調査研究センター (第2地震前兆解析研究室) 〔改組〕 地震調査研究センター (直下型地震調査研究室、海 溝型地震調査研究室、第1地 震前兆解析研究室)	〔改組〕 東北 (地震・噴火予知研究観測センター) 東京 (地震研究所 共同利用研究所への改組) 京都 (防災研究所 共同利用研究所への改組) 北海道 (地震火山研究観測センター) 〔整備〕 弘前 (地震火山観測所) 東京 (地殻化学実験施設)	〔新設〕 活断層・地震予 知特別研究室 地殻地質部 (活断層研究 室、地震物性研 究室、変動解析 研究室)	〔整備〕 海洋調査研究 地殻変動監視 精密海底反射 強度観測・解 析	〔新設〕 地震情報企画官 地震情報官 (札幌、仙台、大阪、福 岡) 地震火山課 (札幌、仙台、大阪、沖 縄) 〔整備〕 津波波高予測 地震機動観測 全国地震活動情報 関係機関データ集中・監 視 (本庁、札幌、仙台、大 阪、福岡) 府県地震業務 (網走、稚内、徳島) 管区地震防災 (札幌) 震度情報提供 (本庁、札幌、仙台、大 阪、福岡、沖縄) 量的津波予報提供 (本庁、札幌、仙台、大 阪、福岡、沖縄) 東海地震予知業務	〔新設〕 測地観測センター 地理地殻活動研究 センター 地殻情報管理官 (東北、中部、近 畿) 〔整備〕 地震調査官 情報管理係	〔新設〕 時空技術研究室 第六研究チーム 〔改組〕 時空計測研究室 時空技術研究室
平成11515年度	予算	6,921 (注2)	24,796	9,517	2,358	1,470	12,201	14,283	304 (注4)
	機 構 定 員		〔新設〕 防災研究データセンター (基盤的地震観測データ室)	〔改組〕 名古屋 (地震火山観測研究センター) 九州 (地震火山観測研究センター)		〔整備〕 海洋調査研究 地殻変動監視 精密海底反射 強度観測・解 析	〔整備〕 評価解析官 量的津波予報提供 (札幌、仙台、大阪、福 岡、沖縄) 関係機関データ集中・監 視 (札幌、仙台、大阪、福 岡) 東海地震予知業務 府県地震業務 (鹿児島)	〔新設〕 地殻情報管理官 (北海道)	
	(注3)	文 部 科 学 省			経済産業省	国 土 交 通 省			総 務 省
	研究開発局	防災科学技術研究所(注1)※	国立大学等	産業技術総合 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	〔改組〕 地震・防災研 究課	〔新設〕 防災研究情報センター 固体地球研究部門 防災基礎科学技術研究部門 特定プロジェクトセンター 地震防災フロンティア研究セ ンター	〔改組〕 名古屋 (地震火山・防災研究センター)	〔新設〕 活断層研究セン ター地球科学情報 研究部門 海洋資源環境研 究部門 成果普及部門地 質調査情報部	〔改組〕 海洋情報部 〔整備〕 海底地殻変動 観測担当	〔整備〕 関係機関データ集中・監 視 (本庁) 府県地震業務 (高知) 長期評価情報の管理 面的震度分布情報提供体 制の強化 東南海・南海地震観測体 制の整備	〔新設〕 地殻情報管理官 (九州、四国) 防災調整係	〔新設〕 精密測位技術グ ループ 宇宙電波応用グ ループ 〔改組〕 第六研究チーム 宇宙電波応用研 究室	
	研究開発局	防災科学技術 研究所	海洋研究開発 機構(注5)	国立大学法人等 (注6)	産業技術総合 研究所	海上保安庁	気象庁	国土地理院	情報通信研究 機構(注6)
平成16520年度	予算	21,250	20,824	1,829 (注7)	7,098	360	17,294	13,270	運営費交付金 の内数
	機 構 定 員		〔改組〕 地震研究部 地震観測デー タセンター		〔改組〕 地質情報研究部 門地質調査情報 センター	〔整備〕 第二、三、四 管区海洋調査 官	〔新設〕 即時地震情報調整官 国際地震津波情報調整官 津波予測モデル開発推進 官 〔整備〕 危機管理に即応した地震 情報提供 北西太平洋津波情報セン ター 東南海・南海地震津波予 報 東海地震危機管理(名古屋・静岡) 緊急地震速報提供管区地 震津波防災業務(仙台、 大阪、福岡、沖縄) 日本海溝・千島海溝地震 観測 国際地震津波情報 震源破壊過程解析 東海地震予知強化 首都圏大規模地震防災 震度情報提供(本庁、札 幌、福岡)	〔新設〕 地殻活動調査係 地殻活動監視係 海岸昇降監視係 火山活動監視係 地球変動観測係 地殻情報管理官 (中国) 防災情報管理官 (北海道、東北、 北陸、中部、近 畿、中国、四国、 九州) 防災課(関東) 防災企画係(関 東) 防災情報係(関 東) 活断層情報係 〔廃止〕 地殻情報管理官 (北海道、東北、 中部、近畿、中 国、四国、九州)	〔新設〕 電磁波計測研究 センター電波計 測グループ

注1 防災科学技術研究所は本計画を推進するため以外の地震研究予算額を含む。

注2 研究開発局は、平成10年以前は本計画に係る事業の経費も計上していたのだが、平成11年度以降から集計方法を変更し、本計画に係る事業のみを計上した。

注3 平成13年1月6日に省庁再編が行われ、また、同年4月1日には一部機関(※)が独立行政法人化した。

注4 情報通信研究機構は、独立行政法人化により予算額が「運営交付金の一部」として支給されたため、平成12年度までの額。

注5 海洋研究開発機構については、平成16年度から参加。

注6 平成16年度から、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7 国立大学法人では、平成16年の法人化以降は、直接的に本計画を推進するために使われる特別経費(特別研究経費)のみを計上した。(従来は、施設整備費や装置維持費の間接的な経費も含まれていたが、法人化以降はこれらの経費は他の経費と一緒に運営費交付金として配分されるようになり、その使途は大学独自の判断でできることとなったため、本計画に関連する経費のみを正確に算出することが不可能である。)

## 23-2. 予算及び機構定員整備状況の推移（火山）

〔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	
		防災科学技術研究所（注1）	国立大学等	工業技術院 地質調査所	海上保安庁	気象庁	国土地理院	通信総合研究所
昭和49～53年度	予算	-	890	22	63	647	-	-
	機構定員		〔新設〕 北海道 （地震予知観測地域センター、有珠火山観測所） 東京 （地殻化学実験施設） 〔整備〕 北海道 （札幌地震観測所） 東北 （地震予知観測センター） 京都 （桜島火山観測所） 九州 （島原火山観測所）			〔新設〕 火山室 〔整備〕 火山活動解析 火山研究 （気象研） 常時火山観測		
昭和54～58年度	予算	98	1,716	147	5	883	121	-
	機構定員	〔整備〕 地震防災研究室	〔新設〕 弘前 （地震火山観測所） 〔整備〕 北海道 （有珠火山観測所） 東北 （地震予知観測センター） 東京 （浅間山火山観測所、地殻化学実験施設） 京都 （火山活動研究センター、桜島火山観測所）	〔新設〕 火山地質課		〔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）		
昭和59～63年度	予算	166	1,754	86	5	725	101	152
	機構定員	〔整備〕 地震防災研究室	〔新設〕 東京工業大学 （草津白根地震火山観測所） 〔改組〕 東北 （地震予知・噴火予知観測センター） 東京 （伊豆大島火山観測所） 九州 （島原火山観測所） 〔整備〕 北海道 （有珠火山観測所） 東京 （地殻化学実験施設）			〔新設〕 地震火山部 〔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）		
平成元～5年度	予算	349	1,993	96	7	1,049	157	176
	機構定員	〔新設〕 火山噴火予知研究室	〔新設〕 鹿児島 （南西島弧地震火山観測所） 〔改組〕 東北 （日本海地域地震火山観測所、三陸地域地震火山観測所） 名古屋 （地震火山観測地域センター） 〔整備〕 東京 （地殻化学実験施設） 東京工業 （草津白根地震火山観測所） 名古屋 （地震火山観測地域センター） 九州 （島原地震火山観測所）		〔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	
		防災科学技術研究所(注1)	国立大学等	工業技術院 地質調査所	海上保安庁	気象庁	国土地理院 通信総合研究所	
平成6510年度	予算	1,005	2,710	110	11	1,967	116	357
	機構定員	〔整備〕 火山噴火調査研究室	〔改組〕 北海道 (地震火山研究観測センター) 東北 (地震・噴火予知研究観測センター) 東京 (地震研究所 共同利用研究所への改組) 京都 (防災研究所 共同利用研究所への改組) 〔整備〕 弘前 (地震火山観測所) 東京 (地殻化学実験施設) 東京工業 (草津白根地震火山観測所) 鹿児島 (南西島孤地震火山観測所)	〔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 測地観測センター 地理地殻活動研究センター 〔廃止〕 火山基本図係	
平成11515年度	予算	1,063	1,365	596	517	4,134	228	276 (注3)
	機構定員		〔改組〕 東京工業 (火山流体研究センター) 名古屋 (地震火山観測研究センター) 九州 (地震火山観測研究センター)					
	(注2)	文部科学省		経済産業省	国土交通省			総務省
	機構定員	防災科学技術研究所(注1)※	国立大学等	産業技術総合研究所※	海上保安庁 火山調査官	気象庁 〔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)	国土地理院 〔新設〕 防災企画官 地殻情報管理官 (九州、四国) 火山観測係	通信総合研究所※
	防災科学技術研究所(注1)	海洋研究開発機構(注4)	国立大学法人等(注5)	産業技術総合研究所	海上保安庁	気象庁	国土地理院	情報通信研究機構(注5)
平成16520年度	予算	1,195	308(注6)	205	9	2,962	261	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)) 火山防災研究部 (平成18年度)				〔新設〕 火山活動評価解析官 〔整備〕 即時的被害予測 三宅島火山防災 管区火山防災(本庁、札幌、仙台、福岡) 火山噴火予知強化 (本庁、札幌)	〔新設〕 地殻活動調査係 地殻活動監視係 海岸昇降監視係 火山活動監視係 地球変動観測係 地殻情報管理官(中国) 防災情報管理官(北海道、東北、北陸、中部、近畿、中国、四国、九州) 防災課(関東) 防災企画係(関東) 防災情報係(関東) 活断層情報係 〔廃止〕 地殻情報管理官(北海道、東北、中部、近畿、中国、四国、九州)	

注1 防災科学技術研究所は本計画を推進するため以外の火山研究予算額を含む。

注2 平成13年1月6日に省庁再編が行われ、また、同年4月1日には一部機関(※)が独立行政法人化した。

注3 情報通信研究機構は、独立行政法人化により予算額が「運営交付金の一部」として支給されたため、平成12年度までの額。

注4 海洋研究開発機構については、平成16年度から参加。

注5 平成16年度から、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6 国立大学法人では、平成16年の法人化以降は、直接的に本計画を推進するために使われる特別経費(特別研究経費)のみを計上した。(従来は、施設整備費や装置維持費の間接的な経費も含まれていたが、法人化以降はこれらの経費は他の経費と一括して運営費交付金として配分されるようになり、その使途は大学独自の判断でできることとなったため、本計画に関連する経費のみを正確に算出することが不可能である。)

## 2.4. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」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	査読の有無	最も関連の深い項目	次に関連の深い項目	概要説明
<b>1. 地震・火山現象の解明のための研究</b>									
<b>(1) 地震・火山現象に関する史料、考古データ、地質データ等の収集と整理</b>									
横原雅浩	2016	歴史学における地震災害の研究の今後について	学術会議叢書(地震災害の軽減と学術・教育)	22	205-216		1(1)ア	1(1)イ	前近代の地震・火山噴火研究のために必要かつ貢献可能な文献史料、考古資料研究の方法について論じた。
津久井雅志	2011	淡路火山天明噴火：遠隔地の史料から明らかにした降灰分布と活動推移	火山	56	65-87	○	1(1)ア	1(2)ア	
加納靖之、服部健太郎、中西一郎、岩間研治、植草直之介、五島敏芳、福岡浩、安国良一、渡辺周平	2014	京都大学に所蔵されている自然災害史料の解説と画像化—弘化四年善光寺地震と天明三年淡路山噴火—	京都大学防災研究所年報	57B	102-105		1(1)ア	1(2)ア	
弘瀬冬樹、中西一郎	2015	1854年安政南海地震による愛媛県高岡藩(高岡町)での地震動・津波被害・地下水位変化—庄屋史料と歴史資料の比較から分かる庄屋史料の有用性と地震変動推定の可能性—	地震 第2輯	68	107-124	○	1(1)ア	1(2)ア	「断回文書」にある「嘉永七甲寅年大地震記録」の原本コピーにより、安政南海地震時の香川県高岡町での地震動の推移、地震に伴って発生したその他の自然現象と被害を詳しく検討した。
原直史	2014	宝永地震における大坂市中の被害情報について	災害・復興と資料	4	1-11		1(1)ア	2(1)ア	
津久井雅志編著	2012	青ヶ島噴火史料集			114pp		1(1)ア	2(4)	青ヶ島の1780-85年噴火(「天明噴火」)の噴火記録を一次資料に当たり収集、古文書の専門家の協力を得て翻刻、整理し、噴火の推移、災害対応記録をまとめた。これをもとに青ヶ島火山の噴火シナリオを作成した。
津久井雅志	2011	淡路火山天明噴火：遠隔地の史料から明らかにした降灰分布と活動推移	火山	56	65-87	○	1(1)ア	1(1)ア	淡路火山(天明噴火)について、遠方の文献史料(文書記録)をもとに、従来の研究よりも高い分解能で、推移・噴出物分布を明らかにした。
山中佳子	2013	南海トラフ地震に向けて—古文書的重要性とその依存—	名古屋大学文学部資料室紀要	21	221-239		1(1)ア		
矢田俊文	2016	一八五八年飛越地震の史料と家屋倒壊率—飛騨国を事例として—	災害・復興と資料	7	1-30		1(1)ア		本稿では、家屋倒壊率を導き出すことができる一つの文書に広域の村ごとの家数、世帯数、世帯数・死者数が記された史料「飛騨国村々大地震(家屋倒壊出)」を原本に基づいて翻刻をしてみた。また、研究史の検討により、「(全戸戸数) + 0.5 x (半戸戸数)」を全戸数で除したものをパーセントで示し、これを家屋被害率とすることの問題点を明確にし、現段階では、家屋倒壊率は家屋全壊率とするのが妥当であることを提言した。
<b>イ. 考古データの収集・集成と分析</b>									
新藤真由、岡崎友厚、矢田俊文、坂上和弘、米田崇子、ハレオ、ラボAMS年代測定グループ	2016	新潟県南魚沼市田井町(福原寺)跡地調査報告—文政11年(1828)三条地震震源復原のための考古学・歴史学的研究—	災害・復興と資料	8	48-72, 37-48		1(1)イ	1(1)ア	近年専ら注目されている1828年三条地震の震源(特に震源域)について、考古学・歴史学の両立場から検討を行った。特に、魚沼市田井町福原寺の調査を実施し、考古学分野では試掘の結果、同寺の本堂が19世紀前半には現在のような位置・規模ではなかったことを明らかにした。歴史学の分野では、これまで知られていなかった「福原寺記録」を翻刻し、震源域とみられる地域の被災状況とその後の復興プロセスを明らかにした。
小池伸彦、村田泰輔	2016	考古学における地震災害研究の今後	地震災害の軽減と学術・教育(学術会議叢書)	22	169-204		1(1)イ		考古学的な地震災害研究の現状と課題について論ずるとともに、考古資料および文献史料から見た過去の地震・火山災害に関する情報の収集とデータベース構築・公開事業について解説した。
村田泰輔	2016	考古資料から抽出される災害情報とそのデータ化	人間文化研究情報誌「災害共創」研究報告集	6	41-77		1(1)イ		
<b>ウ. 地質データ等の収集と整理</b>									
The 2011 Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group	2011	Nationwide field survey of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake tsunami	Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B2 (Coastal Engineering)	67	63-66	○	1(1)ウ	1(2)ア	

発表年	著者名	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連性の深い項目	次に関連性の深い項目	概要説明
2014	Yasuda, A.	A new technique using FT-IR micro-reflectance spectroscopy for measurement of water concentrations in melt inclusions	Earth, Planets and Space	66	doi:10.1186/1880-5981-66-34	○	1(1)ウ	1(5)ア	
2012	Ishibe, T., and Shimazaki, K.	Characteristic Earthquake Model and Seismicity around Late Quaternary Active Faults in Japan	Bulletin of Seismological Society of America	102	1041-1058	○	1(1)ウ	2(1)	
2013	中野俊、西来邦章、宝田晋治、皇住英夫、石塚吉治、伊藤晴一、川辺利久、及川謙樹、古川竜太、下町徳夫、石塚治、山元孝広、岸本清行	日本の火山(第3版)	産業技術総合研究所地質調査総合センター	200万 分の1 地質編 集、11 no. 11	29p		1(1)ウ	2(4)	日本列島の過去260万年間の火山活動を示した。現時点における最高精度の火山分布図である。2009年の国際地質科学連合による時代区分の定義変更(第四紀の下限が約180万年前から約260万年前に変更)に対応しており、日本の第四紀火山の火山数は「日本の火山(第2版)J」(1981年刊行)の302から今回の456へと大幅に増えた。
2011	宮本富士雄・吉岡敬和	産総研の活断層データベース	月刊地球	33	759-769		1(1)ウ	4(2)イ	ロシアの海州において、北海道大学とロシア科学アカデミー極東支那との共同研究として津波堆積物調査を実施した。キョトベイでは、10世紀に陥下した8-加字フラが見つかかり、その下位に2層の津波堆積物と考えられる砂層が検出された。20世紀の被害地盤を超える規模の津波が日本海で繰り返り起きていたことを示す物証が見つかったことになる。
2015	Ganzy, L. A., N. G. Razjigaeva, Y. Nishimura, T. A. Grebennikova, V. M. Kaistrenko, A. O. Gorbunov, K. A. Arslanov, S. B. Ghernov, and Y. A. Naumov	Deposits of Historical and Paleotsunami on the Coast of Eastern Primorye	Russian Journal of Pacific Geology	9	64-79	○	1(1)ウ	4(6)	
<b>(2) 低頻度大規模地震・火山現象の解明</b>									
<b>ア. 史料、考古データ、地質データ及び近代的観測データ等に基づく低頻度大規模地震・火山現象の解明</b>									
2016	Tokada, Y., K. Katsumata, H. Katao, M. Kosuga, Y. Ito, and T. Sagiya	Stress accumulation process in and around the Aokigawa fault, central Japan, estimated from focal mechanism analysis.	Tectonophysics		doi:10.1016/j.tecto.2016.05.013	○	1(2)ア	1(1)イ	合同観測で得られた駒津川断層付近のメカニズム解を詳細に解析して応力場の空間変化を明らかにした。得られた応力場は、断層の深部すべりおよび断層端の剛からの応力産生を反映していると考えられる。
2012	Sawai, Y., Namegaya, Y., Satake, K., Okamura, Y., and Shishikura, M.	Challenges of anticipating the 2011 Tohoku earthquake and tsunami using coastal geology	Geophysical Research Letters	39	doi:10.1029/2012GL05	○	1(2)ア	1(1)ウ	仙台・石巻平野および福島県北部、茨城県北部での津波堆積物調査とその分布に基づいた津波シミュレーションから869年貞観地震による津波浸水域と断層モデルを導き、結果的に2011年東北地方太平洋沖地震による津波とほぼ同規模であった。
2014	Namegaya, Y. and K. Satake	Reexamination of the AD 869 Jogan earthquake size from tsunami deposit distribution, simulated flow depth, and velocity	Geophysical Research Letters	41	2297-2303	○	1(2)ア	1(1)ウ	2011年東北地方太平洋沖地震による仙台・石巻平野での津波堆積物の分布限界とそこでの浸水深子午に基づき、869年貞観地震の断層モデルの再評価を行った結果、少なくとも6m、6以上であることがわかった。
2014	Fanigawa, K., Y. Sawai, M. Shishikura, Y. Namegaya, and D. Matsumoto	Geological evidence for an unusually large tsunami on the Pacific coast of Amomri, northern Japan	Journal of Quaternary Science	29	200-208	○	1(2)ア	1(1)ウ	青森県通村での津波堆積物調査の結果、この地域で従来知られていなかった17世紀頃の年代を示す津波堆積物を発見した。これは予備の運動型巨大地震あるいは1611年豊後三陸地震などとの関連性が指摘できる。
2014	中川光弘・長谷川 健・松本亜希子	北海道東部、阿寒～屈斜路火山群の成り立ち-小型カルデラが爆発した大カルデラの形成	科学	84	97-102		1(2)ア	1(5)ア	北海道東部のカルデラ火山について総括し、中～大規模噴火を長期にわたり繰り返してきたカルデラ火山群であると結論づけた。
2015	Hasegawa, T. and M. Nakagawa	Large scale explosive eruptions of Akan volcano, eastern Hokkaido, Japan: A geological and petrological case study for establishing tephro-stratigraphy and chronology around a caldera cluster	Quaternary International	397	doi:10.1016/j.quaint.2015.07.058	○	1(2)ア	1(5)ア	北海道東部の阿寒火山について、テフラ層序を確立し、それらの噴出物の岩石学的特徴を明らかにした。その結果、阿寒火山は150万年前以前から爆発的噴火を繰り返し、40万年前からは間接する屈斜路火山の活動と並行していたことがわかった。そして150万年間の長期にわたる高精度の階層図を提示した。
2015	Razjigaeva, M. G., A. Matsumoto, and M. Nakagawa	Age, source and distribution of Holocene tephra in the southern Kurile Islands. Evaluation of Holocene eruptive activities in the southern Kurile arc.	Quaternary International	397	doi:10.1016/j.quaint.2015.07.070	○	1(2)ア	1(5)ア	南千島の火山活動を北方四島地域のテフラクロノロジーの手法により求めた。その結果、全新世では活動度は低減し、北海道の方が爆発的噴火の頻度が高かったことがわかった。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連性の深い項目	次に関連性の深い項目	概要説明
Hasegawa, T. A., Matsumoto, and M. Nakagawa	2016	Evolution of the 120 ka caldera-forming eruption of Kitcharo volcano, eastern Hokkaido, Japan: Geological and petrologic evidence for multiple vent systems and rapid generation of pyroclastic flow	Journal of Volcanology and Geothermical Research	321	58-72	○	1(2)ア	1(5)ア	北海道東部の屈斜路火山で最大規模のカルデラ形成噴火である12万年前のK64噴火について、噴火推移と噴出物の物質科学的解析を行った。その結果、噴火初期から複数のマフックマクグマの重入が起り、そのため複数火口からの同時噴火に移行したため、噴煙柱が不安定となり火砕流が発生したことが明らかにされた。
浜口博之・植木真人・中道治久	2014	1888年磐梯山水蒸気爆発に関するノート—(3)1888年の水蒸気爆発論者に潜むシレンマ—	火山	59	287-298	○	1(2)ア		明治21年磐梯山噴火は最大級の水蒸気爆発であった。以来100余年が経過したがこの爆発のメカニズムは未解明である。なぜ長期間にわたり研究が停滞した状態のまま経過したのかその要因を考察した。往時の研究者と対話する資料から論文等を読み、その背景をたどり「磐梯山のシレンマ」と名づけた状況が明らかとなった。シレンマの根拠に關する仮定を吟味すると、19世紀初頭の西欧でのマクグマの中の水の由来に關する歴史的論争が我が国の研究者に深く影響していることが判明した。
鈴木康弘	2014	活断層の定義および位置精度に關する留意点	活断層研究	41	11-18	○	1(2)ア		
<b>イ. プレート境界巨大地震</b>									
Uchida, N. and T. Matsuzawa	2013	Pre- and post-seismic slow slip surrounding the 2011 Tohoku-oki earthquake rupture	Earth and Planetary Science Letters	374	81-91	○	1(2)イ		M9の東北地方太平洋沖地震前後の約30年にわたる非地震性すべりの時間間変化を推定し、震源域周辺で本震前の3年程度に固着が弱い状態であったこと、本震後に地震時すべり域ですべりが停止し、周囲で大きな余効すべりが発生したことを明らかにした。これらは、地震時すべり域内外での摩擦特性の違いや、本震によるすべり域での応力解放を裏付けていると考えられる。
Sato, T., S. Hiratauka, and J. Mori	2013	Precursory seismic activity surrounding the high-slip patches of the 2011 Mw 9.0 Tohoku-Oki Earthquake	Bulletin of Seismological Society of America	103	3104-3114	○	1(2)イ	1(3)ア	2011年東北地方太平洋沖地震の南北2つの大すべり域の周囲には、3つの顕著な活動域が存在する。前震活動とそれ以外の活動の間には、南方大すべり域を囲む地震活動の様式に大きな違いがある。前震活動は、先行して発生した一連の地震により南方大すべり域の強度が低下した状態で活動であったため、南方大すべり域の破壊に至って東北沖地震の発生につながったと推測した。
Watanabe, S., M. Sato, M. Fujita, T. Ishikawa, Y. Yokota, N. Ujihara, and A. Asada	2014	Evidence of viscoelastic deformation following the 2011 Tohoku-oki earthquake revealed from seafloor geodetic observation	Geophysical Research Letters	41	5789-5796	○	1(2)イ	4(2)ア	海底地殻変動観測の結果からわかる、東北沖地震後の複雑な地殻変動について明らかにするとともに、その主原因が粘弾性緩和にあることについて初めて指摘した。
Yokota, Y., T. Ishikawa, S. Watanabe, T. Tachiro, and A. Asada	2016	Seafloor geodetic constraints on interplate coupling of the Nankai Trough megathrust zone	Nature		doi:10.1038/nature17632	○	1(2)イ	4(2)ア	海底地殻変動観測によって明らかになった南海トラフ海底面の移動量から、プレート境界のすべり外通過速度の分布を推定した。結果として、内閣府による南海トラフ巨大地震の想定震源域の全体は正のすべり外通過速度を持っていることがわかった。また、すべり外通過速度の低い領域はVIFEの分布と整合的であり、周辺に海山の沈み込みもあることから、これらの現象とプレート境界のすべり外通過速度は物理的相関を持つことが初めて示された。
<b>(3) 地震・火山噴火の発生場の解明</b>									
<b>ア. プレート境界地震</b>									
Zhao, D., Z. Huang, N. Umino, A. Hasegawa, and H. Kanamori	2011	Structural heterogeneity in the megathrust zone and mechanism of the 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw 9.0)	Geophysical Research Letters	38	doi:10.1029/2011GL048408	○	1(3)ア	1(2)イ	2011年東北地方太平洋沖地震の滑り量の大きかった領域のすく上盤側では、周囲よりも地震波速度が遅いことを明らかにした。
Mitsui, Y., Y. Ito, and Y. Fukuhata	2012	A scenario for the generation process of the 2011 Tohoku earthquake based on dynamic rupture simulation: role of stress concentration and thermal fluid	Earth, Planets and Space	64	1177-1187	○	1(3)ア	1(2)イ	Thermal pressurization (TP) を組み込んだ数値シミュレーションにより、東北地方太平洋沖地震のすべり分布を再現することに成功した。地震前に周囲で発生したM7クラスの地震による、震源付近への応力集中により、TPが突如として動的弱体化を起こったことが大すべりの原因であることが推定された。
Ohka, Y., R. Hirno, D. Inazu, M. Ohzono, Y. Ito, M. Mochizuki, T. Iruma, J. Nakajima, Y. Osada, K. Suzuki, H. Fujimoto, K. Tachibana, T. Demachi, and S. Miura	2012	Geodetic constraints on afterslip characteristics following the March 9, 2011, Sanriku-oki earthquake, Japan	Geophysical Research Letters	39	doi:10.1029/2012GL052430	○	1(3)ア	1(2)イ	2011年東北地方太平洋沖地震の最大前震の地震時すべりと地震後余効すべりを衛星GNSSと海底水位計データをもとに推定した。その結果、地震時すべりと地震後余効すべりは構造的な位置関係に推定され、余効すべりは地震時すべりの南東側でのすべりが最大となり、そのすべりの南側は構造的に隣接していたことを明らかにし、最大前震の余効すべりがGNSS観測に大きな影響を与えた可能性について測地学的な側面から指摘した。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連性の深い業績の項目	次に関連性の深い業績の項目	概要説明
Yamamoto, Y., R. Hirno, and M. Shinohara	2011	Mantle wedge structure in the Miyagi Prefecture forearc region, central northeastern Japan arc, and its relation to corner-flow pattern and interplate coupling	Journal of Geophysical Research	116	doi:10.1029/2011JB008470	○	1(3)ア	1(3)ウ	
Yamagishi, S., S. Miyazaki, K. Hirahara, and Y. Fukahata	2015	Afterslip and viscoelastic relaxation following the 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw 9.0) inferred from inland GPS and seafloor GPS/Acoustic data	Geophysical Research Letters	42	66-73	○	1(3)ア	1(3)ウ	
Sugioaka, H., T. Okamoto, T. Nakamura, Y. Ishihara, A. Ito, K. Ohana, M. Kinoshita, K. Nakahigashi, M. Shinohara, and Y. Fukao	2012	Tsunamisemic potential of the shallow subduction plate boundary inferred from slow seismic slip	Nature Geoscience	5	414-418, doi:10.1038/NGE01466	○	1(3)ア	1(4)ア 2(1) 2(2)ア ウ 4(2)ウ 4(6)	
Chester, F.M., C. Rowe, K. Ujiie, J. Kirkpatrik, C. Regalia, F. Remitti, J.C. Moore, V. Toy, M. Wilson-Schwelb, S. Bose, J. Kameda, J.J. Mori, E.E. Brodsky, N. Eguchi, S. Toozko, Expedition 343 and 343J Scientists	2013	Structure and Composition of the Plate-Boundary Slip Zone for the 2011 Tohoku-oki Earthquake	Science	342	1208-1211	○	1(3)ア	1(4)ア 2(1) 2(2)ア ウ 4(2)ウ 4(6)	
Ujiie, K., H. Tanaka, T. Saito, A. Tsutsumi, J. J. Mori, J. Kameda, E. E. Brodsky, F. M. Chester, N. Eguchi, S. Toozko, Expedition 343 and 343J Scientists	2013	Low Coseismic Shear Stress on the Tohoku-oki Megathrust Determined from Laboratory Experiments	Science	342	1211-1214	○	1(3)ア	1(4)ア 2(1) 2(2)ア ウ 4(2)ウ 4(6)	
Obana, K., S. Kodaira, Y. Nakamura, T. Sato, G. Fujie, T. Takahashi, and Y. Yamamoto	2013	Aftershocks of the December 7, 2012 Intraplate doublet near the Japan Trench	Earth, Planets and Space	66	24, doi:10.1186/1880-5981-66-24	○	1(3)ア	1(4)ア 2(2)イウ	
Ide, S., A. Baltay, and G. C. Beroza	2011	Shallow dynamic overshoot and energetic deep rupture in the 2011 Mw 9.0 Tohoku-oki earthquake	Science	332	1426-1429	○	1(3)ア	1(4)イ	東北沖巨大地震の破壊プロセスを明らかにした論文。この地震が約2分ほど続いた4つのステージからなる階層的な破壊だったことを示した。他にも断層近傍での大すべり、深部での高周波動、初期破壊過程、応力場が反転するほどのすべりが起こったことなどを指摘し、この地震の地震波エネルギーを推定している。
Uchida, N., I. Matsuzawa, W. L. Ellsworth, K. Imnishi, K. Shimamura, and A. Hasegawa	2012	Source parameters of microearthquakes on an interplate asperity off Kamatashi, NE Japan over two earthquake cycles	Geophysical Journal International	189	999-1014	○	1(3)ア	1(4)イ	岩手県釜石沖の繰り返し地震のアスペリティにおいて2つの地震サイクルにわたる小地震の活動を調べた。地震の震源位置、断層サイズ、すべり量を正確に求めることで、アスペリティは階層構造をなし、その活動は2つのサイクルで非常によく似ていることがわかった。また、地震時すべり域内外での地震活動の違い、地震トリガリング現象などから小地震の活動がアスペリティの状況を推定するための重要な情報を与えることが示された。
Iinuma, T., R. Hirno, M. Kido, D. Inazu, Y. Osada, Y. Ito, M. Ohzono, H. Tsushima, S. Suzuki, H. Fujimoto, and S. Miura	2012	Coseismic slip distribution of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (Mw 9.0) refined by means of seafloor geodetic data	Journal of Geophysical Research	117	doi:10.1029/2012JB009186	○	1(3)ア	1(4)イ 1(2)イ	海陸の観測により2011年東北地方太平洋沖地震の滑り量分布を高信頼精度で推定し、プレート境界が50m以上滑ったことを明らかにした。
Yamashita, Y., H. Yakiwara, Y. Asano, H. Shimizu, K. Uchida, S. Hirano, K. Uwakoshi, H. Miyasachi, M. Nakamoto, M. Fukui, M. Kamazono, H. Kanehara, T. Yamada, M. Shinohara, and K. Obara	2015	Migrating tremor off southern Kyushu as evidence for slow slip of a shallow subduction interface	Science	348	doi:10.1126/science.1242424	○	1(3)ア	2(2)ア	九州東方で実施された海底地震観測によって、南海トラフ近傍のプレート境界浅部で発生する「低速波運動」の移動経路を含む詳細な活動特性を初めて明らかにした。その結果、日向灘のプレートの境界深部で「スロースリップ」が発生している可能性が高いことを示した。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連性の深い項目	次に関連性の深い項目	概要説明
Ito, Y., R. Hirno, M. Kido, H. Fujimoto, Y. Osada, D. Inazu, Y. Ohca, T. Iinuma, M. Ohzono, S. Miura, M. Mishima, K. Suzuki, T. Taji, and J. Ashi	2013	Episodic slow slip events in the Japan subduction zone before the 2011 Tohoku-Oki earthquake	Tectonophysics	600	14-26	○	1(3)ア	2(2)ア, 2(3), 1(2)イ	2011年東北地方太平洋沖地震の発生前の2月からスローイベントが発生し、それが3月9日の前震をトリガし、その前震の余効滑りが本震をトリガしたことを明らかにした。
Obana, K., G. Fujie, T. Takahashi, Y. Yamamoto, Y. Nakamura, S. Kodaira, N. Takahashi, Y. Kameda, and M. Shinohara	2012	Normal-faulting earthquakes beneath the outer slope of the Japan Trench after the 2011 Tohoku earthquake: Implications for the stress regime in the incoming Pacific plate	Geophysical Research Letters	39	doi:10.1029/2011GL050399	○	1(3)ア		
Heise, W., T. G. Caldwell, E. A. Bertrand, G. J. Hill, S. L. Bennie, and Y. Ogawa	2013	Changes in electrical resistivity track changes in tectonic plate coupling	Geophysical Research Letters	40	5029-5033	○	1(3)ア		プレート間の力学的なカップリングの強弱とプレート間の流体の有無に關してニューゼーランド北島で観測を行い、流体がカップリングを支配する可能性を示唆した。
<b>イ. 海洋プレート内部の地震</b>									
Nakajima, J., S. Hada, E. Hayami, N. Uchida, A. Hasegawa, S. Yoshioka, T. Matsuzaawa, and N. Umino	2013	Seismic attenuation beneath northeastern Japan: Constraints on mantle dynamics and arc magmatism	Journal of Geophysical Research	118	5838-5855	○	1(3)イ	1(3)ウ	
Wada, I., J. He, A. Hasegawa, and J. Nakajima	2015	Mantle wedge flow pattern and thermal structure in northeast Japan: Effects of oblique subduction and 3-D slab geometry	Earth and Planetary Science Letters	426	76-88	○	1(3)イ	1(3)ウ	
Shiina, T., J. Nakajima, G. Toyokuni, and T. Matsuzaawa	2014	Guided wave observations and evidence for the low-velocity subducting crust beneath Hokkaido, northern Japan	Earth, Planets and Space	66	doi:10.1186/1880-5981-66-69	○	1(3)イ	1(4)ア	
Nakajima, J., A. Hasegawa, and S. Kita	2011	Seismic evidence for reactivation of a buried hydrated fault in the Pacific slab by the 2011 M9.0 Tohoku earthquake	Geophysical Research Letters	38	doi:10.1029/2011GL048432	○	1(3)イ	1(4)イ	
Kubota, T., R. Hirno, D. Inozu, Y. Ito, and T. Iinuma	2015	Complicated rupture process of the Mw 7.0 intraslab strike-slip earthquake in the Tohoku region on 10 July 2011 revealed by near-field pressure records	Geophysical Research Letters	42	9733-9739	○	1(3)イ	1(4)イ	
<b>ウ. 内陸地震と火山噴火</b>									
Hata, M. and Uyeshima, M.	2015	Temperature and melt fraction distributions in a mantle wedge determined from the electrical conductivity structure: Application to one non-volcanic and two volcanic regions in the Kyushu subduction zone, Japan	Geophysical Research Letters	42	doi:10.1002/2015GL063308	○	1(3)ウ	1(2)ア	
Kusuda, G., H. Iwamori, H. Nakamura, K. Kazahaya, and N. Morikawa	2014	Arima hot spring waters as a deep-seated brine from subducting slab	Earth, Planets and Space	66	doi:10.1186/1880-5981-66-119	○	1(3)ウ	1(3)ア	有馬型温泉水の主成分および同位体組成分析と同時に、汲み込むスラブ由来流体の硫酸-水素同位体比をシミュレーションによって初めて評価した。その結果、有馬型温泉水がスラブに直接由来することが高い確度で実証された。
Shikakura, Y., Y. Fukuhata, and K. Hirahara	2014	Long-term changes in the Coulomb failure function on inland active faults in southwest Japan due to east-west compression and interplate earthquakes	Journal of Geophysical Research	119	502-518	○	1(3)ウ	1(3)ア	

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連の深い項目	次に関連の深い項目	概要説明
Okada, T., T. Matcuzawa, N. Umino, K. Yoshida, A. Hasegawa, H. Takahashi, T. Yamada, M. Kosuga, T. Takeda, A. Kato, T. Igarashi, K. Obara, S. Sakai, A. Saiga, T. Iidaka, T. Iwasaki, N. Hirata, N. Tsunuma, Y. Yamazaki, T. Terakawa, H. Nakamichi, T. Okuda, S. Horikawa, H. Katoo, T. Miura, A. Kubo, T. Matsushima, K. Goto, and H. Miyamachi	2015	Hypocenter migration and crustal seismic velocity distribution observed for the inland earthquake swarms induced by the 2011 Tohoku-Oki earthquake in NE Japan: implications for crustal fluid distribution and crustal permeability	Geofluids	15	293-309	○	1(3)ウ	1(3)ア	
Ohzono, M., Y. Ohta, T. Iinuma, S. Miura, and J. Mito	2012	Geotectonic evidence of viscoelastic relaxation after the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake	Earth, Planets and Space	64	759-764	○	1(3)ウ	1(4)ア	2008年岩手・宮城内陸地震にもともなう粘弾性緩和をGNSSデータに基いて検出し、そのモデル化を行い、地震の厚さとその下の粘弾性層の粘性率を明らかにした。
Kita, S., J. Nakajima, A. Hasegawa, T. Okada, K. Katsumata, Y. Asano, and T. Kimura	2014	Detailed seismic attenuation structure beneath Hokkaido, northeastern Japan: Arc-arc collision process, arc magmatism and seismotectonics	Journal of Geophysical Research	119	6485-6511	○	1(3)ウ	1(4)ア	
Ichiki, M., Y. Ogawa, T. Kaida, T. Koyama, M. Uyeshima, T. Denachi, S. Hirahara, Y. Honkura, W. Kanda, T. Kono, M. Matsushima, T. Nakayama, S. Suzuki, and H. Toh	2015	Electrical image of subduction zone beneath northeastern Japan	Journal of Geophysical Research	120	doi:10.1002/2015JB012028	○	1(3)ウ	1(4)ア 2(2)イ	東北日本の日本海側噴火帯火山体へのマグマ供給系の電気伝導構造を明らかにし、初めて最上部マントルと地殻内で火山前線から背弧側に向かうマグマ供給経路を明らかにした。推定した構造は東北日本のマントル・地殻のレオロジー構造モデル構築の為に地殻深部構造と並んで必須の基礎データとしての役割を担い、地殻歪・絶対応力分布と変動の推定が可能となる。
Kato, A., A. Saiga, T. Takeda, T. Iwasaki, and T. Matcuzawa	2014	Non-volcanic seismic swarm and fluid transportation driven by subduction of the Philippine Sea slab beneath the Kii Peninsula, Japan	Earth, Planets and Space	66	doi:10.1186/1860-5981-66-86	○	1(3)ウ	1(4)イ	
Tarakawa, T., A. Kato, Y. Yamazaki, Y. Maeda, S. Horikawa, K. Matsuhiro, and T. Okuda	2016	Monitoring eruption activity using temporal stress changes at Mount Dntake volcano	Nature Communications		doi:10.1038/ncomms10797	○	1(3)ウ	1(5)イ	2014年御嶽山噴火前後の山頂直下の局所応力場の時間変化を調べ、観測されたサブクリフトルと広域応力場から期待される理論的リベクトルの角度差(ミスフィット角)は2014年9月の噴火直前約2週間は断崖を大きく超える傾向にあったが、噴火後に急激に断崖以下に減少したことがわかった。このことは、御嶽山が噴火前に東西方向に大きな断崖を引き起こしたこと、および噴火直後に山体が広域断崖場に支配されて収縮したことに対応していると考えられる。
Takada, Y. and Y. Fukushima	2013	Volcanic subsidence triggered by the 2011 Tohoku earthquake in Japan	Nature Geoscience	6	637-641 doi:10.1038/NGEO1857	○	1(3)ウ	2(2)イ	
Matsumoto, S., S. Nakao, T. Dhkura, M. Miyazaki, H. Shimizu, Y. Abe, H. Inoue, M. Nakamoto, S. Yoshikawa, and Y. Yamashita	2015	Spatial heterogeneities in tectonic stress in Kyushu, Japan and their relation to a major shear zone	Earth, Planets and Space	67	doi:10.1186/s40623-015-0342-8	○	1(3)ウ	2(2)イ	九州地方において、機動的な地震観測を行い、九州地方における応力場の特性とテクトニクスの意味を示した。
Yoshida, K., A. Hasegawa, T. Okada, and T. Iinuma	2014	Changes in the stress field after the 2008 M7.2 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake in northeastern Japan	Journal of Geophysical Research	119	9016-9030	○	1(3)ウ	2(2)イ 1(4)イ	岩手・宮城内陸地震の前後の応力場の回転から、同地域の差応力が小さいことを明らかにした。
Iidaka, T. and K. Obara	2013	Shear-wave splitting in a region with newly activated seismicity after the 2011 Tohoku earthquake	Earth, Planets and Space	65	1059-1064	○	1(3)ウ		
Kosuga, M.	2014	Seismic activity near the Moriyoshi-zan volcano in Akita Prefecture, northeastern Japan: implications for geofluid migration and a midcrustal geofluid reservoir	Earth, Planets and Space	66	66-77	○	1(3)ウ		

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連の深い業績の項目	次に関連の深い業績の項目	概要説明
Aizawa, K., H. Sumino, M. Uyeshima, Y. Yamaya, H. Hase, H. A. Takahashi, M. Takahashi, K. Kazahaya, Masao OHNO, T. Rung-Arunwan, and Y. Ogawa	2016	Gas pathways and remotely triggered earthquakes beneath Mount Fuji, Japan	Geology	44	doi:10.1130/G37313.1	○	1(3)ウ		富士山周辺での広帯域地震と、温泉・水蒸気ガスの同位体比測定により、深さ数km <sup>2</sup> 10 kmで、周辺より低比抵抗の領域が火口を中心に北-南方向に伸びていること、その近傍でマグマ性ガスの寄与が大きいことが示され、高温・高圧な火山性流体の通路と解釈された。火山性流体の通路では東北太平洋沖地震後に地震が増加しており、ガスや、ガスを多く含む流体の上昇が地震発生に寄与しているというモデルが提案された。
<b>(4) 地震現象のモデル化</b>									
<b>ア. 構造共通モデルの構築</b>									
Li, X., D. Zhao, and S. Li	2013	Seismic heterogeneity and anisotropy of the southern Kuril arc: Insight into megathrust earthquakes	Geophysical Journal International	194	1069-1090	○	1(4)ア	1(3)ウ	
Mito, J., B. Shibazaki, Y. Ito, T. Iinuma, M. Onozono, T. Matsumoto, and T. Okada	2013	Two-dimensional viscosity structure of the northeastern Japan islands arc-trench system	Geophysical Research Letters	40	doi:10.1002/rgl.50906	○	1(4)ア	1(3)ウ	
Ito, T. and M. Simons	2011	Probing asthenospheric density, temperature and elastic moduli below the Western United States	Science	322-6032	847-851	○	1(4)ア		
Ishiki, M., Y. Ogawa, T. Kaide, T. Koyama, M. Uyeshima, T. Demachi, S. Hirahara, Y. Honkura, W. Kanda, T. Kono, M. Matsushima, T. Nakayama, S. Suzuki, and H. Toh	2015	Electrical image of subduction zone beneath northeastern Japan	Journal of Geophysical Research	120	7937-7965	○	1(4)ア		長崎県観測点を面的に20km格子で配置することによって、東北日本弧のマントルウェッジの3次元比抵抗構造を明らかにした。プレートから上昇するメルトは火山フロントに向かうが一帯は帯域側に反り走り帯域側の火山の地下に至ることがわかった。これらは島弧の3次元的なダイナミクスモデルを構築する上で重要な制約条件となる。
<b>イ. 断層滑りと破壊の物理モデルの構築</b>									
Hashimoto, C., A. Noda, and M. Matsu'ura	2012	The Mw 9.0 northeast Japan earthquake: total rupture of a basement asperity	Geophysical Journal International	189	1-5	○	1(4)イ	1(2)イ	
Honkura, Y., N. Oshiman, M. Matsushima, S. Barile, M. K. Turner, S. B. Tank, C. Zerik, and E. T. Gfitter	2013	Rapid changes in the electrical state of the 1999 Izmit earthquake rupture zone, Numerical simulation of the Kamaishi repeating earthquake sequence: Change in magnitude due to the 2011 Tohoku-oki earthquake	Nature Communications	4	2116, doi:10.1038/ncomms3116	○	1(4)イ	1(3)ウ	Izmit地震の直前に震源域の比抵抗が減少することを広帯域観測データから示した。流体が震源域に移動して、地震をトリガーしたと推定された。
Yoshida, S., N. Kato, and J. Fukuda	2015	Large nucleation before large earthquakes is sometimes skipped due to cascade-up - implications from a rate and state simulation of faults with hierarchical asperities	Tectonophysics	651	44-57	○	1(4)イ	2(2)ア	
Noda, H., M. Nakatani, and T. Hori	2013	Quasi-static slip patch growth to 20 m on a geological fault inferred from acoustic emissions in a South African gold mine	Journal of Geophysical Research	118	doi:10.1002/jgrb.50211	○	1(4)イ	2(3)	
Maai, M., M. Nakatani, T. Kogure, S. Knabule, T. Masakata, L. Ribeiro, J. Philipp, S. Noriuchi, K. Otsuki, K. Miyakawa, A. Watanabe, H. Moriya, O. Murakami, Y. Yabe, H. Kawakata, N. Yoshimitsu, A. Ward, R. Durrheim, and H. Ogasawara	2015	Olivine crystals align during diffusion creep of Earth's upper mantle	Journal of Geophysical Research	120	1692-1707	○	1(4)イ	2(3)	
Miyazaki, T., S. Sueyoshi, K., and Hiraga, T.	2013	Scale dependence of rock friction at high work rate	Nature	502	321-326	○	1(4)イ		
Yamashita, F., E. Fukuyama, K. Mizoguchi, S. Takizawa, S. Xu, H. Kawakata	2015	Scale dependence of rock friction at high work rate	Nature	528	254-257	○	1(4)イ		

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連の深い項目	次に関連の深い項目	概要説明
Hatanô, T., Ô. Narfetu, and P. Shebalin	2015	Common dependence on stress for the statistics of granular avalanches and earthquakes	Scientific Reports	5	12280	○	1(4)イ		
<b>(5) 火山現象のモデル化</b>									
<b>ア. マグマ噴火を主体とする火山</b>									
Koyama, T., T. Kaneko, T. Ohminato, T. Yanagisawa, A. Watanabe, and M. Takeo	2013	An aeromagnetic survey of Shimmoe-dake volcano, Kirishima, Japan, after the 2011 eruption using an unmanned autonomous helicopter	Earth, Planets and Space	65	657-666	○	1(5)ア	1(3)ウ	霧島新燃岳において2011年噴火活動後に空中磁気測量を繰り返し実施した。その結果、火口内に滞留したマグマが冷却し帯磁していく時間変化を明確に捉えることに成功した。
Iohihara, M., Takeo, M., Yokoo, A., Ohkawa, J., and Ohminato, T.	2012	Monitoring volcanic activity using correlation patterns between infrasound and ground motion	Geophysical Research Letters	39	doi:10.1029/2011GL050542	○	1(5)ア	1(5)イ	同じ観測所に設置された地震計と空撮計のデータの相互相関を取ることにより、空撮の検出を行い、噴火の質的変化の把握に有用であることを示した。
Kameda, M., M. Ichihara, S. Shimanuki, W. Okabe, and T. Shida	2013	Delayed brittle-like fragmentation of vesicular magma analogue by decompression	Journal of Volcanology and Geothermal Research	258	113-125	○	1(5)ア	1(5)イ	マグマ破砕を模擬する室内実験を通じ、火道内でのマグマ破砕に伴う波動放出過程について示唆を与えた。
Kazahaya, R., Y. Aoki, and H. Shinohara	2015	Budget of shallow magma plumbing system at Asama volcano, Japan, revealed by ground deformation and volcanic gas studies	Journal of Geophysical Research	120	doi:10.1002/2014JB011715	○	1(5)ア	1(5)イ	
Matsumoto, A., M. Nakagawa, M. Miyasaka, and M. Iguchi	2013	Temporal variations of the petrological features of the juvenile materials since 2006 from Showa crater, Sakurajima volcano, Kyushu, Japan	Bulletin of Volcanological Society of Japan	58	191-212	○	1(5)ア	2(4)	2006年6月～2010年9月の様島火山昭和火口噴出物(主に火山灰)の岩石学的特徴を明らかにし、火山活動との関連を検討した。その結果、(1)昭和火口噴出物は4期に区分され、その区分が火山活動の変化と調和的であること、(2)特に2006年9月以降、噴出マグマ中の苦鉄質マグマの影響が増大するとともに火山活動が活発化しており、苦鉄質マグマが現在の活動を支配している可能性があること、が明らかになった。このように、噴出物の岩石学的特徴の時間変化を捉えることは、噴火活動を理解する上で非常に有益な情報を得ることができるといえる。
Suzuki, Y., A. Yasuda, N. Hokanishi, T. Kaneko, S. Nakada and T. Fujii	2013	Synruptive deep magma transfer and shallow magma remobilization during the 2011 eruption of Shimmoe-dake, Japan—Constraints from melt inclusions and phase equilibria experiments	Journal of Volcanology and Geothermal Research	257	184-204	○	1(5)ア	2(4)	
Otsuki, S., M. Nakamura, S. Okumura, and O. Sasaki	2015	Interfacial tension-driven relaxation of magma foam: An experimental study	Journal of Geophysical Research	120	7403-7424	○	1(5)ア	2(4)	ブルカノ式噴火を起こす火山の火道上部の温度・水蒸気圧条件を再現し、空山岩質マグマの表面張力による組織緩和実験をはじめ系統的に行った。遷移度の高い複雑な泡組織を持つた安山岩質軽石は、1000℃ではわずか数分で組織緩和し、高所的にマグマが球状(滴状)となり、その空間が連結して巨視的な脱ガスが起こる可能性を明らかにした。これにより、噴発圧力を蓄積する「ガス溜まりの産」が形成されるメカニズムを提案した。
Kawaguchi, R. and T. Nishimura	2015	Numerical investigation of temporal changes in volcanic deformation caused by a gas slug ascent in the conduit	Journal of Volcanology and Geothermal Research	302	doi:10.1016/j.jvolgeores.2015.06.002	○	1(5)ア	2(4)	
Iguchi, M., T. Tamaguri, Y. Ohta, S. Ueki, and S. Nakao	2013	Numerical investigation of temporal changes in volcanic deformation caused by a gas slug ascent in the conduit	Bulletin of Volcanological Society of Japan	58	115-135	○	1(5)ア		2006年に噴火活動を再開した霧島の昭和火口の噴火活動は2009年以降、爆発回数が増えている。昭和火口における爆発の特性を、長期的地殻変動特性と爆発直前の変動パターンから調べた。
Aizawa, K., T. Koyama, H. Hase, M. Uyashima, W. Kanda, M. Utsusei, R. Yoshimura, Y. Yamaya, T. Hashimoto, K. Yamazaki, S. Konatsu, A. Watanabe, K. Miyakawa, and Y. Ogawa	2014	Numerical investigation of temporal changes in volcanic deformation caused by a gas slug ascent in the conduit	Journal of Geophysical Research	119	198-215, doi:10.1002/2013JB010682	○	1(5)ア		広帯帯型噴火により霧島火山山下の3次元元比抵抗構造を推定した。2011年新燃岳噴火と同期した収縮方源と新燃岳火口の間に斜め鉛直に伸びる低比抵抗体が推定されその一部がマグマの通路として機能したことが示唆された。収縮力源はマグマ溜まりと、言うよりむしろその下の巨大なマグマ溜まりから上昇流入を受けている領域であることが示唆された。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連性の深い業績の項目	次に関連性の深い業績の項目	概要説明
Lacanna, G., M. Ichihara, M. Iwakuni, M. Takeo, M. Iguchi, and M. Rippepe	2014	Numerical investigation of temporal changes in volcanic deformation caused by a gas slug ascent in the conduit	Journal of Geophysical Research	119	2988-3005 doi:10.1002/2013JB010827	○	1(5)7		
Tanaka, H., Kusunaga, T., and Shinohara, H.	2014	Numerical investigation of temporal changes in volcanic deformation caused by a gas slug ascent in the conduit	Nature Communications	5	doi:10.1038/ncomms43	○	1(5)7		
Yokoo, A., Y. Suzuki, and M. Iguchi	2014	Numerical investigation of temporal changes in volcanic deformation caused by a gas slug ascent in the conduit	Seismological Research Letters	85	1212-1222 doi:10.1785/SR20130047	○	1(5)7		
Sano, Y., T. Kagoshima, N. Takahata, Y. Michio, E. Rouilleau, D. L. Pinti, and T. P. Fischer	2015	Numerical investigation of temporal changes in volcanic deformation caused by a gas slug ascent in the conduit	Scientific Reports	5	doi:10.1038/srep13069	○	1(5)7		2014年の棚田山噴火のメカニズムを、火山周辺の温泉水に溶存する希ガスをを用いて調べ、噴火前から温泉水のヘリウム同位体比に異常があったことを明らかにした。
Murase, M., F. Kineta, Y. Yamenaka, S. Horikawa, K. Matsuhira, T. Matsushima, H. Mori, T. Ohkura, S. Yoshikawa, R. Miyajima, H. Inoue, T. Mishima, T. Soroda, K. Uchida, K. Yamamoto, and H. Nakamichi	2016	Numerical investigation of temporal changes in volcanic deformation caused by a gas slug ascent in the conduit	Earth, Planets and Space	68	doi:10.1186/s40623-016-0388-4	○	1(5)7		
Hotta, K., M. Iguchi, and T. Tameguri	2016	Numerical investigation of temporal changes in volcanic deformation caused by a gas slug ascent in the conduit	Earth, Planets and Space	68	doi:10.1186/s40623-016-0450-0	○	1(5)7		2015年8月15日に桜島で発生した急速な地殻変動を解析し、昭和火口付近の直下1km深さのダイク貫入であるとしました。これを従来の北岳を中心とする地殻変動と比較し、既存のマグマ供給系とは異なる場所へのマグマの貫入であるとしました。
Hotta, K., M. Iguchi, T. Ohkura, and K. Yamamoto	2016	Numerical investigation of temporal changes in volcanic deformation caused by a gas slug ascent in the conduit	Journal of Volcanology and Geothermal Research	310	12-25	○	1(5)7		桜島の地殻変動観測から3つの圧力源を決定し、火口から噴出される火山灰量を考慮することにより、圧力源の間のマグマ移動速度を推定した。そのうえで、桜島へのマグマ供給として2-3年おきのマグマ供給増加の繰り返しと北岳下のマグマ蓄積の重要性を示した。
Teutsui, T., M. Iguchi, T. Tameguri, and H. Nakamichi	2016	Numerical investigation of temporal changes in volcanic deformation caused by a gas slug ascent in the conduit	Journal of Volcanology and Geothermal Research	315	1-14 doi:10.1016/j.jvolgeores.2016.02.008	○	1(5)7		桜島における反射法探査の繰り返し観測から、北岳付近において地殻反折強度が変化していること、反折強度の変化はその後の噴火活動活性化からマグマの貫入に対応することを見出し、反折強度の変化は低速度層の速度変化と解釈した。
<b>イ 熱水系の卓越する火山</b>									
Tarada, A., T. Hashimoto, and T. Kagiyama	2012	A water flow model of the active crater lake at Aso volcano, Japan: Fluctuations of magmatic gas and groundwater fluxes from the underlying hydrothermal system	Bulletin of Volcanology	74	641-655	○	1(5)イ	1(3)ウ	新たに開発した数値モデルを観測データを用いて、火口湖底から噴出する火山性流体の質量流量およびエンタルピーを10%程度の高精度で見積もる方法を開発した。本手法を阿蘇火山に適用した結果、火山性流体が高温火山ガス噴出前に関係して変動していることや、地下水量が季節的に桁の変動を示すことが明らかとなった。このように、通常の熱観測では不可能な高精度測定を可能としたことで、火口湖は「たんに凹地にお湯が溜まっている」存在ではなく、熱水系の一部であることや、火口湖観測結果に基づき活動予測を行える可能性を示した。
Yamaya et al.	2013	A large hydrothermal reservoir beneath Taal Volcano (Philippines) revealed by magnetotelluric resistivity survey: 2D resistivity modeling	Bulletin of Volcanology	75	doi:10.1007/s00445-013-0729-y	○	1(5)イ	1(5)ア	
Shirohara, H., S. Yoshikawa, and Y. Miyabuchi	2015	De-gassing activity of a volcanic crater lake: Volcanic plume measurements at the Yudamari crater lake, Aso volcano, Japan	Volcanic lakes (Advances in Volcanology)		201-217 doi:10.1007/978-3-642-36833-2_8	○	1(5)イ	1(5)ア	
Mori, T. et al.	2016	Volcanic plume measurements using a UAV for the 2014 Mt. Ontake eruption	Earth, Planets and Space	68	doi:10.1186/s40623-016-0418-0	○	1(5)イ	4(2)ア	

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連の深い項目	次に関連の深い項目	概要説明
Ohba, T., Y. Daite, T. Sawa, M. Taira, and Y. Kakiue	2011	Seismic changes in the chemical composition of volcanic gases from the Owakudani geothermal area on Hakone volcano, Japan	Bulletin of Volcanology	73	457-469	○	(5)イ		
Shirohara, H., J. Hirabayashi, K. Nogami, and M. Iguchi	2011	Evolution of volcanic gas composition during repeated culmination of volcanic activity at Kuchinoerabujima volcano, Japan	Journal of Volcanology and Geothermal Research	202	107-116	○	(5)イ		
Takahashi, K. and Fujii, I.	2014	Long-term thermal activity revealed by magnetic measurements at Kusatsu-Shirane volcano, Japan	Journal of Volcanology and Geothermal Research	285	180-194	○	(5)イ		草津白根山における長期にわたる地磁気観測結果から、1982-83年の噴火時期と、1988-91年の火山性地震が活発化した時期の熱液起源を推定した。また、1986-2012年に海水による冷却が原因と考えられる酸化が観測された。これらの記録やモデルと、地質学・地球化学のデータから、1992年以降、深部からの熱液流量が減少し、1996年以降に岩石の冷却による酸化が始まったと考えられる。
Takahashi, R., T. Shibata, Y. Murayama, T. Ogino, and N. Okazaki	2015	Temporal changes in thermal waters related to volcanic activity of Tokachidake Volcano, Japan: implications for forecasting future eruptions	Bulletin of Volcanology	77	doi:10.1007/s00445-014-0887-6	○	(5)イ		十勝岳周辺の温泉において、30年近くにわたって継続的に行っている地球化学的観測についてまとめ、火山活動の変化に伴う温泉成分や水温などの変化の要因について議論した。十勝岳では火山活動が活発化すると、マグマ性濃縮熱水の影響を持つ深部熱水が一部の温泉に供給され、成分や温度の変化を引き起こしていることが明らかとなった。したがって、十勝岳では温泉観測は火山活動を把握する上で非常に重要である。
Maeda, Y., A. Kato, T. Terakawa, Y. Yamane, S. Horikawa, K. Matsuhiro, and T. Okuda	2015	Source mechanism of a VLP event immediately before the 2014 eruption of Mt. Ontake, Japan	Earth, Planets and Space	67	1-7	○	(5)イ		
Kato, A., T. Terakawa, Y. Yamane, Y. Maeda, S. Horikawa, K. Matsuhiro, and T. Okuda	2015	Preparatory and precursory processes leading up to the 2014 phreatic eruption of Mount Ontake, Japan	Earth, Planets and Space	67	doi:10.1186/s40623-015-0288-x	○	(5)イ		
Aoyama, H. and H. Oshima	2015	Precursory tilt changes of small phreatic eruptions of Meakan-dake volcano, Hokkaido, Japan, in November 2008	Earth, Planets and Space	67	doi:10.1186/s40623-015-0289-9	○	(5)イ		
Miyami, Y., T. Imura, S. Hayashi, and T. Ohba	2016	Mineralogical study on volcanic ash of the eruption on September 27, 2014 at Ontake volcano, central Japan: correlation with porphyry copper systems	Earth, Planets and Space	68	67-71 doi:10.1186/s40623-016-0440-2	○	(5)イ		御嶽山2014年噴火噴出物を物質科学的に精析し熱水系卓越火山である御嶽山の熱水系の構造を推定するとともに、噴火の深度・温度条件を推定した。火山灰粒子の熱水変質鉱物組成とその相違を観察を行った結果、同火山熱水系は銅鉱床地帯で構築された熱水系モデルと合致した。これにより、火山灰の供給深度を2~3kmと推定した。
<b>2. 地震・火山噴火の予測のための研究</b>									
<b>(1) 地震発生長期評価手法の高度化</b>									
YukiTake, Y., Takeeda, T., and Yoshida, A.	2015	The applicability of frictional reactivation theory to active faults in Japan based on slip tendency analysis	Earth and Planetary Science Letters	411	188-198	○	2(1)	1(3)ウ	内陸の活断層と現在の応力場との関係を調べ、多くの断層が応力場に対して最適な面であることを確かめた。また一部の断層は応力場に対してきつな面ではなく、地殻流体の寄与などが示唆される。
Okada, S., D. Ishimura, Y. Niwa, and S. Toda	2015	The first surface-rupturing earthquake in 20 years on a HERR active fault is not 'characteristic': The 2014 Mw6.2 Naganohara event along the northern Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line	Seismological Research Letters	86	1287-1300	○	2(1)	1(4)イ	
<b>(2) モニタリングによる地震活動予測</b>									
<b>ア. プレート境界滑りの時空間発展</b>									

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連の深い項目	次に関連の深い項目	概要説明
Kato, A. and S. Nakagawa	2014	Multiple slow-slip events during a foreshock sequence of the 2014 Iquique, Chile Mw 8.1 earthquake	Geophysical Research Letters	41	5420-5427 doi:10.1002/2014GL061138	○	2(2)ア	1(2)イ	2014年4月にチリ北部で発生したM8.1の地震前に発生した地震活動を、テンプルプレート地震と類似した地震および繰り返し地震を新たに検出することにより解析した。その結果、本震発生2週間前から見られた顕著な前震活動中に、繰り返し地震の活発化が確認され、前震による地震性すべりに加えて、非地震性すべりがプレート境界面上で同時に進行していたことが明らかとなった。
Mavromatis, A., P. Segall, N. Uchida, and K. Johnson	2015	Long-term acceleration of aseismic slip preceding the Mw 9 Tohoku-oki earthquake. Constraints from repeating earthquakes	Geophysical Research Letters	42	9717-9725	○	2(2)フ	1(2)イ	東北地方太平洋沖地震前のプレート境界における過渡的なすべり速度変化を、繰り返し地震の再発間隔の変化と測地データを基に調査した。
Burgmann, R., N. Uchida, Y. Hu, and T. Matsuza	2016	Tohoku rupture reloaded?	Nature Geoscience	9	183-184	○	2(2)フ	1(2)イ	2011年東北沖地震前後の震源域周辺のb値の時間変化と、同地域でのメカニズムタイプの時間変化の関係を調べた。東北沖地震後、震源域周辺では正断層型地震が卓越するようになり、逆断層型地震が卓越している東北地方太平洋沖地震前と大きく異なる。震源域周辺の地震の発生場所は時間的に変化しているため、b値の時間変化を応力変化と結びつけることは、現段階では慎重になる必要があると考えられる。
Uchida, N., T. Iriuma, R. M. Nadeau, R. Burgmann, and R. Hino	2016	Periodic slow slip triggers megathrust zone earthquakes in northeastern Japan	Science	351	488-492	○	2(2)フ	1(2)イ	北浦通～関東地方の沖合のプレート境界断層の広い範囲で、周期的なスロースリップが発生していることを相対地震および地殻変動データから発見した。このスロースリップは、地域によって異なり、1～6年の発生間隔を持つ場所が多かった。また、その発生に同期してその地域でのM4以上の規模の大きな地震の活動が活発化しており、東北地方太平洋沖地震が発生した時期にも、三陸沖ではスリップが発生していた。
Kato, A., J. Fukuda, T. Kumazawa, and S. Nakagawa	2016	Accelerated nucleation of the 2014 Iquique, Chile Mw 8.2 Earthquake	Scientific Reports	6	24792 doi:10.1038/srep24792	○	2(2)フ	1(2)イ	2014年4月にチリ北部で発生したIquique地震 (M8.2) の発生に至るまでの地震活動解析をおこなったところ、本震発生の約270日前から、地震活動度、繰り返し地震から推定される非地震性すべり量、EIASモデルのbackground rateが間欠的に増加し始め、その増分も時間とともに大きくなり、本震発生に至ったことが明らかとなった。
Nakata, R., T. Horii, M. Hyodo, and K. Ariyoshi	2016	Possible scenarios for occurrence of M7 interplate earthquakes prior to and following the 2011 Tohoku-oki earthquake based on numerical simulation.	Scientific Reports	6	25704 doi:10.1038/srep25704	○	2(2)フ	1(2)イ	東北地方太平洋沖地震の地震サイクルをモデル化すべく、岩手沖～茨城沖までを含む浅み込みプレート境界面に断層構成則を適用し、宮城沖地震や福島沖地震などのM7クラスの地震を含む層間すべりを構築した。その結果、実際の地震活動の特徴を再現することに成功し、東北地方太平洋沖地震後の宮城沖地震の再発間隔が平均値から期待されるよりも短くなる可能性を見出した。
Tanaka, Y., A. Kato, T. Sugano, G. Fu, X. Zhang, M. Furuya, M. Sun, S. Okubo, S. Matsumoto, M. Honda, Y. Sugawara, I. Usuda, M. Kusaka, and M. Toshihara	2011	Gravity changes observed between 2004 and 2009 near the Tokai slow-slip area and prospects for detecting fluid flow during future slow-slip events	Earth, Planets and Space	62	905-913	○	2(2)フ	1(3)ア	2000年秋頃から発生した長期的スロースリップに伴い、スロースリップ震源域から高圧流体がプレート境界に沿って上昇した可能性を絶対・相対重力観測により世界で初めて報告した。流体移動は断層強度の変化をもたらし、これをモニタリングすることで、スロースリップの発生時期が近づいているかどうかの予測精度を向上させることができる。
Suito, H., T. Nishimura, M. Tobita, T. Imakiire, and S. Ozawa	2011	Interplate fault slip along the Japan Trench before the occurrence of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake as inferred from GPS data	Earth, Planets and Space	63	615-619	○	2(2)フ	1(3)ア	東北地方太平洋沖地震発生前に日本海溝沿いで連続して発生したM7クラスの地震に関して、本震後の余効変動を検出し、地震後のモーメント係数が地震時のものよりかなり大きかったことを示した。この結果は、地震後の滑りは地震時のものよりも小さいという概念とは異なることから、一連のM7クラスの地震と地震後の滑りは、巨大地震発生前の前兆的なシグナルを含んでいたことを示すのではないかと、という可能性を指摘した。
Yarai, H. and S. Ozawa	2013	Quasi-periodic slow slip events in the afterslip area of the 1996 Iiyaga-nada earthquakes, Japan	Journal of Geophysical Research	118	2512-2527	○	2(2)フ	1(3)ア	日向灘のスロースリップの解析から、1996年の日向灘地震のアフタースリップ領域でスロースリップが発生してきたことが明らかになった。
Tanaka, Y., T. Hasegawa, H. Tsuruoka, Y. Klemann, and Z. Martinec	2014	Spectral-finite element approach to post-seismic relaxation in a spherical compressible Earth: application to gravity changes due to the 2004 Sumatra-Andaman earthquake	Geophysical Journal International	200	299-321 doi:10.1093/gji/fgu391	○	2(2)フ	1(3)ア	プレート境界型の海溝型巨大地震に伴って、地震後も継続する広域な重力場の変動が発生することが人工衛星重力観測により明らかになっている。そのような重力場変動を正確に算出するための新しい手法を開発した。この手法を用いて、衛星重力観測による地震後変動のメカニズムである粘弾性緩和や余効すべりの寄与を推定できることを示した(2016年国際測地学会ポスター発表対象論文)。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連の深い項目	次に関連の深い項目	概要説明
Ar iyoshi K., N. Uchiida, T. Matsuzawa, R. Hino, A. Hasegawa, T. Hori, and Y. Kaneda	2015	A trial estimation of frictional properties, focusing on aperiodicity off Kamaishi just after the 2011 Tohoku earthquake	Geophysical Research Letters	41	8325-8334, doi:10.1002/2014GL061872	○	2(2)ア	1(3)ア	釜石沖の繰り返し地震活動が、東北地方太平洋沖地震後から頻発し、発生間隔のみならず規模や震源域の空間分布も前らと顕著に異なっており、速度状態依存摩擦構成に基づく数値シミュレーションによって再現することに成功した。
Annoura, S., K. Obara, and T. Maeda	2016	Total energy of deep low-frequency tremor in the Nankai subduction zone, southwest Japan	Geophysical Research Letters	42	2562-2567, doi:10.1002/2016GL067780	○	2(2)ア	1(3)ア	微動活動特性の定量的評価を行うため、微動活動が活発な時間帯における検出の取り違いがしを減らす新たな微動活動の検出方法を開発し、西日本で2004年から11年間に発生した微動活動を地殻深部観測システムで記録したところ、プレートとの流し込み速度の空間変化と調和的であること、四国西部で非常に大きなエネルギーが集中していること、震後水運長期的SSS発生域延伸で2010年と2014年に定常時に比べて2-3倍程度に活発化していることが明らかになった。
Takagi, R., K. Obara, and T. Maeda	2016	Slow slip event within a gap between tremor and locked zones in the Nankai subduction zone	Geophysical Research Letters	43	doi:10.1002/2015GL066987	○	2(2)ア	1(3)ア	国土地理院のGPS観測網GEONETで捉えられた長期的な地殻変動に注目し、震後水運の長期的SSS発生後に、プレート同層域と深部低周波微動発生域の間をすべりが震後水運から東へ向かって移動していき、空白域において小規模な長期的SSSが数年間継続したことが明らかになった。またこのSSSの東への移動に伴い、空白域における小規模なSSSの深部側の微動活動が活発化し、それも同様に東側に徐々に伝播していったことが分かった。
Chao, K. and K. Obara	2016	Triggered tectonic tremor in various types of fault systems of Japan following the 2012 Mw6.6 Sumatra earthquake	Journal of Geophysical Research	121	doi:10.1002/2015JB012566	○	2(2)ア	1(3)ア	2012年4月に発生したMw6.6スマトラ地震の震源域が日本列島を通過した際に、西日本でのフィリピン海プレート境界以外を含めた全国的な調査を実施し、新たに関東地方北西部、九州西部の八代海などでも誘発微動を検出した。これらに誘発微動は関東平野北西部断層帯、糸田川・日奈久断層帯の八代海海底下断層帯が存続し、また微動の発生深度は約20 kmで下部地殻に相当することから、活断層の深部延長部におけるスロースリップと考えられる。
Nishimura, T., T. Matsuzawa, and K. Obara	2013	Detection of short-term slow slip events along the Nankai Trough, southwest Japan using GNSS data	Journal of Geophysical Research	118	3112-3125	○	2(2)ア		GNSSデータを用いて、南海トラフ沿いに発生する短期的SSSを検出する客観的手法を初めて提案し、短期的SSSの時空間分布を明らかにすることにも、微動の発生域と比較してSSSの発生域が浅部にまでしみ出していることを指摘した。
Kobayashi, A.	2014	A long-term slow slip event from 1996 to 1997 in the Kii Channel, Japan	Earth, Planets and Space	66	9	○	2(2)ア		1996年から1997年にかけて紀伊水道において長期的スロースリップが発生していたことを明らかにした。すべりの規模はMw6.7相当で、継続期間は1年から1年半である。その規模は東海や震後水運のものよりやや小さい。
Nishimura, T.	2014	Short-term slow slip events along the Ryukyu Trench, southwestern Japan, observed by continuous GNSS	Progress in Earth and Planetary Science	1	doi:10.1186/e-0645-014-0022-5	○	2(2)ア		GNSSデータを用いて、南西諸島海溝沿いに発生する短期的SSSの時空間分布を明らかにした。南西諸島の短期的SSSは発生深度が10-60km程度の様々な深さに発生しており、いくつものクラスタを一をなしている。南海トラフとは分布の特徴が異なることを示した。
Tanaka, S.	2012	Tidal triggering of earthquakes prior to the 2011 Tohoku-Oki earthquake (Mw9.1)	Geophysical Research Letters	39	doi:10.1029/2012GL051179	○	2(2)アイウ	1(3)アイウ	2011年東北地方太平洋沖地震の数年前から地球潮汐と地震発生との高い相関関係が、本震震源域北東部で見られた。
Matsuzawa, T., B. Shibasaki, K. Obara, and H. Hirose	2013	Comprehensive model of short- and long-term slow slip events in the Shikoku region of Japan, incorporating a realistic plate configuration	Geophysical Research Letters	40	5125-5130	○	2(2)アイウ	1(3)アイウ	四国地域の流し込み帯において現実的なプレート形状を取り入れた数値シミュレーションを実施し、長期的及び短期的スロースリップイベント、そして短期的スロースリップイベントのセグメントを再現することに成功した。
Matsuzawa, T., Y. Asano, and K. Obara	2015	Very low frequency earthquakes off the Pacific coast of Tohoku, Japan	Geophysical Research Letters	42	4318-4325	○	2(2)アイウ	1(3)アイウ	東北地方太平洋沖の日本海溝より、超低周波地震を発見した。東北地方太平洋沖地震の主震震源域では地震前のみ検出され、その北東部、南東部では地震後に活発化した様子が明らかになった。
Asano, Y., K. Obara, T. Matsuzawa, H. Hirose, and Y. Ito	2015	Possible shallow slow slip events in Hyuga-nada, Nankai subduction zone, inferred from migration of very-low frequency earthquakes.	Geophysical Research Letters	42	doi:10.1002/2014GL062165	○	2(2)アイウ	1(3)アイウ	日向灘において150km以上に及ぶ浅部超低周波地震のマイグレーション現象を検出した。浅部でもスロースリップイベントが発生している可能性を示唆している。

イ 地震ひずみ・応力の変動

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連の深い項目	次に関連の深い項目	概要説明
Iokai, K. and Y. Tanioka	2016	Re-estimated fault model of the 17th century great earthquake off Hokkaido using tsunami deposit data	Earth and Planetary Science Letters	433	133-138	○	2(2)イ	2(3)ア	これまでに調査された17世紀北海道沖巨大津波による津波堆積物発見地点を全て説明する断層モデルを推定した。海溝近傍のフレート境界で25mのすべりが必要であることが分かった。17世紀北海道沖巨大津波が2011年東北地方太平洋沖地震と同じようなすべり量分布であったことが確認された。
木村一洋・齋木直裕・菅沼一成・長谷川浩・早川	2015	タンクモデルによる体積ひずみ計データの降水中補正について	鉱業時報	78	83-158	○	2(2)イ	4(2)ウ	タンクモデルによる体積ひずみデータの降水中補正に適用可能な汎用的なタンク形状を推定した。定めた調査期間の体積ひずみ計データの24時間隔差の総対値の和を目的関数と定義し、SCE-UA法で目的関数の実地的な最小値を求めた。その結果、3段階のタンクモデルを提案することができた。本稿で提案した降水中補正は、これまでの降水中補正によって生じていた降水中の緩和的な変化を改善することに成功した。本稿で定義した目的関数に基づけば、タンクモデルによる降水中補正は、これまでの降水中補正よりも2倍以上の改善効果があった。
Ogasawara, H., M. Nakatani, R. J. Durrheim, M. Naoi, Y. Yabe, H. Moriya, G. F. Hofmann, C. Stander, D. P. Roberts, P. de Bruin, J. Oelofse, H. Kato, A. Golewicz, D. Birch, D. Ngobeni, A. Milev, T. Kiyame, T. Sakoh, S. Horiiuchi, H. Kawakata, O. Murakami, N. Yoshimitsu, A. K. Ward, J. Wrenand, P. Lenezan, H. Y. Imaz, S. Mingsdi, P. S. Piper, T. N. Clements, S. Nakao, M. Okubo, H. Ishii, and A. V. Visser	2014	Observational studies of the rock mass response to mining in highly stressed gold mines in South Africa	Proc. 7th Int. Congr. Deep and High Stress Mining, Sudbury, Canada, 16-18 September 2014, M. Hudyma and Y. Potvin (eds), Australian Centre for Geomechanics		123-137	○	2(2)イ	4(6)	JST-JICA SATREPS(2009-2015)と科研費(2009-2013)などによって、南アフリカ金山(地下1~3km)の地震発生場に、80本以上総延長2.8km以上の孔を掘削し、微小破壊や歪計を高感度で観測し、断層通過波や破壊前線部震動も観測する総合観測網、高い応力でも確実に測定できる様にした技術改良、金山地区の増進立地地震観測網の増強などの成果の概観。
<b>ウ. 地震活動評価に基づく地震発生予測・検証実験</b>									
Hirose, F. and K. Maeda	2011	Earthquake forecast models for inland Japan based on the G-R law and the modified G-R law	Earth, Planets and Space	63	239-260	○	2(2)ウ		日本内陸の地震を予測するために、地震の規模と頻度の関係をグーテンベルグ・リヒターの法則(G-R則)と改良G-R則を用いたMGRモデルを作成した。本モデルには、余震の減衰や地震の最低限発生率の考えも取り入れていた。改良G-R則を用いることで過大予測を避けることができ、G-R則単体のモデルに比べて予測の成績は概して良い。
Tsuruoka, H., N. Hirata, D. Schorlemmer, F. Euchner, K. Z. Menjo, and T. H. Jordan	2012	GSEP Testing Center and the first results of the earthquake forecast testing experiment in Japan	Earth, Planets and Space	64	661-671	○	2(2)ウ		日本における地震活動予測検証実験の第一回の結果を報告した。
Menjo, K. Z., H. Tsuruoka, S. Yokoi, Y. Ogata, G. Falcone, N. Hirata, Y. Ishigaki, T. H. Jordan, K. Kasahara, K. Obara, D. Schorlemmer, K. Shiomi, and J. Zhuang	2012	Predictability study on the aftershock sequence following the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku, Japan, earthquakes: First results	Geophysical Journal International	191	653-658	○	2(2)ウ		2011東北地方太平洋沖地震の余震に対する1日予測実験の結果の検証を行った。
Menjo, K. Z., S. Sakai, A. Kato, H. Tsuruoka, and N. Hirata	2013	Time-dependent earthquake probability calculations for southern Kanto after the 2011 M9.0 Tohoku earthquake	Geophysical Journal International	193	doi:10.1093/gji/egt009	○	2(2)ウ		2011東北地方太平洋沖地震後の関東地域における今後の地震活動の予測を行った。
<b>(3) 先行現象に基づく地震活動予測</b>									
Heki, K. and Y. Enomoto	2015	Mw dependence of the preseismic ionospheric electron enhancements	Journal of Geophysical Research	120	7006-7020	○	2(3)		Mwが大きいほど地震に先行する電離層異常の振幅が大きくなることを明らかにした。
Katsunata, K.	2015	A Long-Term Seismic Quiescence before the 2004 Sumatra (Mw 9.1) Earthquake	Bulletin of Seismological Society of America	106	167-176	○	2(3)	1(2)イ	
Yabe, Y., M. Nakatani, M. Naoi, J. Philipp, G. Janssen, I. Watanabe, I. Katsura, H. Kawakata, D. George, and H. Ogasawara	2015	Nucleation process of an M2 earthquake in a deep gold mine in South Africa inferred from on-fault foreshock activity	Journal of Geophysical Research	120	5574-5594	○	2(3)	1(4)イ	

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連の深い項目	次に関連の深い項目	概要説明
Doi, I. and H. Kawakata	2012	A non-accelerating foreshock sequence followed by a short period of quiescence for a large inland earthquake	Geophysical Research Letters	39	doi:10.1029/2012GL051779	○	2 (3)		収束はカタログに基づいて研究されてきた前震に關して、連続地震波形記録を用いて探索をおこなった。2004年岩手宮城内陸地震において、本震の直前に、本震と同様に相対し場所と規模が小さい前震が発生していることが示された。また、この前震活動は本震に向かって加速的な活動度の高まりを示さず、本震直前に静穏化を示すものであった。
Takeuchi, A. and T. Nagao	2013	Activation of hole charge carriers and generation of electromotive force in gabbro blocks subjected to non-uniform loading	Journal of Geophysical Research	118	915-925	○	2 (3)		電磁誘導発生メカニズムに關する新しい仮説である Positive hole theory をポットロップ法によりその現象の存在証明を行った。
<b>(4) 事象系統樹の高度化による火山噴火予測</b>									
Takebe, Y. and M. Ban	2015	Evolution of magma feeding system in Kumanodake agglutinate activity, Zao volcano, northeastern Japan.	Journal of Volcanology and Geothermal Research	304	62-74	○	2 (4)	1 (1) ア	藤王山、熊野岳火砕岩について、地質調査を基に系統的に試料を採取し、噴出物の岩石学的な特徴の時間変化を詳細に明らかにし、その変化をもとらした地下のマagma供給系の配置及び進行したプロセスを説明した。
安井真也	2015	降下火砕堆積物からみた淺間前掛火山の大規模噴火	火山	60	211-240	○	2 (4)	1 (1) ア	東北地方太平洋沖地震による富士山マagma溜まりにおける応力変化を数値シミュレーションした。
Fujita, E., T. Kozono, H. Ueda, Y. Kohno, S. Yoshitoka, N. Toda, A. Kikuchi, and Y. Ida	2013	Stress field change around the Mount Fuji volcano magma system caused by the Tohoku megathrust earthquake	Bulletin of Volcanology	75	1-14		2 (4)	4 (2) ウ	
<b>3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究</b>									
<b>(1) 地震・火山噴火の災害事例の研究</b>									
西山昭仁	2015	『新番所日記』にみる日光東照宮での地震対応	災害・復興と資料	6	19-25		3 (1)	1 (1) ア	日光東照宮の社寮御書所で書き記された日記である『新番所日記』には、日々の式次第や有感地震だけでなく、被害地震が発生した際の対応についても記されている。日光東照宮での地震対応には、東照宮内部での対応もみられるものの、多くは江戸の幕府や町士との関係に基づいたものであり、徳川家康を祀る幕府の重要施設としての特徴が如実に現れている。
KIMURA, R., INOBUCHI, M., TAMURA, K., and HAYASHI, H.	2015	Comparison Between the Life Recovery Processes After the Mid-Niigata Earthquake and the Chetsu-oki Earthquake - Results of a Random Sampled Social Survey Using the Life Recovery Calendar and GIS-based Spatiotemporal Analysis	Journal of Disaster Research	Vol. 10, No. 2	196-203	○	3 (1)		新潟県中越地震および新潟県中越沖地震の復興過程を明らかにするために、被災者への質問紙調査およびGISを用いた空間分析などを行った。その結果、新潟県中越地震はより広域かつ長期にわたって住民への被災の影響が及んでいること、被災者の主観的評価としては住宅再建・経済再建に大きな遅れが見られることがわかった。
<b>(2) 地震・火山噴火の災害発生機構の解明</b>									
Takai, N., M. Shigefuji, S. Rajauru, S. Biju-kochhen, M. Ichiyangal, M. R. Dhital, and T. Sasagani	2016	Strong ground motion in the Katmandu Valley during the 2015 Borkha, Nepal, earthquake	Earth, Planets and Space	68	doi:10.1186/s40623-016-0383-7	○	3 (2)	3 (3)	
Denolle, M., H. Miyake, S. Nakagawa, N. Hirata, and G. C. Beroza	2014	Long-period seismic amplification in the Kanto Basin from the ambient seismic field	Geophysical Research Letters	41	2319-2325	○	3 (2)		
<b>(3) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化</b>									
Maeda, T., T. Furumura, S. Noguchi, S. Takemura, S. Sakai, M. Shinohara, K. Iwai, and S.-J. Lee	2013	Seismic and tsunami wave propagation of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake as inferred from the tsunami-coupled finite difference simulation	Bulletin of Seismological Society of America	103	1456-1472 doi:10.1785/B1520120118	○	3 (3)	1 (2) イ	
Iguchi, M., Sirono, T., Nishimura, M., Hendrasto, U., Rosadi, T., Okura, H., Triastuty, A., Basuki, A., Loewman, S., Maryanto, K., Ishihara, M., Yoshimoto, S., Nakada, and N. Hokanishi	2012	Methods for eruption prediction and hazard evaluation at Indonesian volcanoes	Journal of Disaster Research	7	26-36	○	3 (3)	1 (3) ウ	

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連の深い課題の項目	次に関連の深い課題の項目	概要説明
Kamata, T. and I. Doi,	2015	Observations and Seismic Response Analysis of Urban Landslide Induced by the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake	Engineering Geology for Society and Territory	5	805-809	○	3(3)	3(1)	
石田勇介・野口竜也・香川敬生	2013	鳥取平野における地震動評価のための3次元地盤構造モデルの構築	土木学会論文集A1	69	821-828	○	3(3)	3(4)	
Maeda, T., T. Furumura, S. Sakai, and M. Shinohara	2011	Significant tsunami observed at the ocean-bottom pressure gauges at 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake	Earth, Planets and Space	63	803-808	○	3(3)	4(2)ウ	
<b>(4) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化</b>									
Hoshiyama, M. and S. Aoki	2015	Numerical Shake Prediction for Earthquake Early Warning: Data assimilation, Real-Time Shake Mapping, and Simulation of Wave Propagation	Bulletin of Seismological Society of America	105	1324-1338	○	3(4)		(震源位置とマウニチュアードから行うのではなく) 現時点での波動場をデータ同化で推定し、リアルタイムShake-mapを求め、そこから、波動伝播のシミュレーションで未来の波動場を予測する方法を述べている。天気の観測予報と近い考え方をやる。いわば、図1の観測予報である。この方法を、2011年東北地方太平洋沖地震や、2004年新潟県中越地震に適用した結果とともに示している。
溜清功史・森崎健・上野寛・東田直也	2016	ベイズ推定を用いた一元化震源のための自動震源推定手法	録震時報	79	1-13	○	3(4)		自動震源の法実用向上を目的として、ベイズ推定を利用し、検測時刻と最大振幅を用いて総合的に処理を行う自動震源計算手法を開発した。本手法による自動震源の決定率は、内陸の浅い地震については約100%、海域及び深い地震については、M1以上で約80%である。さらに、東北地方太平洋沖地震の余震域など、一元化震源では決定されない震源を多数決定することができた。また、本手法は地震発生時に、被害よりも被害よりも余震域の広がりがや地震活動の推移を把握でき、地震活動の準リアルタイムな把握に資すると考えられる。
Ohta, Y., T. Kobayashi, H. Tsushima, S. Miura, R. Hino, T. Takasu, H. Fujimoto, T. Iinuma, K. Tachibana, T. Demachi, T. Sato, M. Ohzono, and N. Ubrino	2012	Quasi real-time fault model estimation for near-field tsunami forecasting based on RTK-GPS analysis: Application to the 2011 Tohoku-Oki earthquake (Mw 9.0)	Journal of Geophysical Research	117	doi:10.1029/2011JB008750	○	3(4)	1(2)イ	リアルタイムGNSSデータによる永久変位場を用いて超巨大地震の地震規模を即時推定するRAPIDと呼ばれるアルゴリズムを開発した。それを2011年東北地方太平洋沖地震に対して適用した結果、地震発生から約5分以内にMw8.7という実際に近い地震規模及びその断層面の広がりを推定できることを示し、さらにそれが近地津波予測に有効であることを示した。本論文の成果は国土地理院が開発しているリアルタイム地殻変動監視システムREGARDの中核技術として採用され、実際の地殻変動監視に役わったことである。
Tsushima, H., R. Hino, Y. Ohta, T. Iinuma, and S. Miura	2014	RFISH/RAPID: Rapid improvement of near-field tsunami forecasting based on offshore tsunami data by incorporating onshore GNSS data	Geophysical Research Letters	41	3290-3297	○	3(4)		沖合津波データの詳細解析により初期水位分布を求め沿岸での津波を予測する手法(RFISH)について、沖合で津波がまだ十分に観測されていない地震発生直後の津波予測精度を向上させため、リアルタイムGNSS観測データ解析を融合した手法(RFISH/RAPID)を開発した。東北地方太平洋沖地震への事後適用により、各地点が獨立し、津波予測性能が向上することを裏証した。
Guonan, A. R., Y. Fanrioka, B. T. Moolines, and H. Tsushima	2014	A Methodology for Near-field Tsunami Inundation Forecasting: Application to the 2011 Tohoku Tsunami	Journal of Geophysical Research	119	B186-8206	○	3(4)		沖合津波データの詳細解析により初期水位分布を求め沿岸での津波を予測する手法(RFISH/RAPID)について、沖合で津波がまだ十分に観測されていない地震発生直後の津波予測精度を向上させため、リアルタイムGNSS観測データ解析を融合した手法(RFISH/RAPID)を開発した。東北地方太平洋沖地震への事後適用により、各地点が獨立し、津波予測性能が向上することを裏証した。
Ohta, Y. and M. Iguchi	2015	Advective diffusion of volcanic plume captured by dense GNSS network around Sakurajima volcano: a case study of the vulcanian eruption on July 24, 2012	Earth Planets and Space	67	doi:10.1186/s40623-015-0024-x	○	3(4)		火山噴火を通過する波長の長いGNSS観測からの津波に伝播遅延が生じていることを発見し、伝播遅延が生じている観測点と観測を越える距離の交差する点が火山噴火に対応していることを発見した。さらに、10位相遅延をSNRデータと比較した。2012年7月24日の噴火では、SNRの減少と10位相遅延の増大が両方とも検出された伝播遅延はついでに、それらが異なる性質を秘知している可能性が高いことが推測できた。
<b>(5) 地震・火山噴火の災害軽減のための情報の高度化</b>									

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連性の深い課題の項目	次に関連性の深い課題の項目	概要説明
Yukutake, Y., H. Ito, R. Honda, M. Harada, T. Tanada, and A. Yoshida	2011	Fluid-induced swarm earthquake sequence revealed by precisely determined hypocenters and focal mechanisms in the 2009 activity at Hekone volcano, Japan	Journal of Geophysical Research	116	doi:10.1029/2010JB008036	○	3(5)	1(3)ウ	
新塚雄基	2016	火山収縮速、モデルと予測	火山	61	399-427	○	3(5)	3(4)	
最上龍之介・橋本健一	2015	積雪寒冷地における保雪国の津波集団避難—北海道釧路市における認可保雪圏を事例に—	地理学評論	88	571-590	○	3(5)	4(5)	積雪寒冷地における津波避難の課題を、施設運営の側面と、避難行動の側面から季節差を考慮して分析し、解決のための提案を行った。
玉置直也・多々納祐一	2014	降下火山灰による道路機能障害評価とその復旧順序決定法の提案	自然災害科学	33	165-175	○	3(5)		2011年豊島新燃岳における噴火データをもとに、道路の途切れ率に関する機能的パラシリアイ曲線を作成した。道路整備順序を定式化することで、降灰時の復旧過程及び復旧日数を分析することを可能にする手法を示した。
神崎一紀・木本聖子	2015	ラウライ地震裁判—災害科学の不定性と科学者の責任—	科学技術社会論研究	11	50-67	○	3(5)		
<b>4. 研究を推進するための体制の整備</b>									
<b>(1) 推進体制の整備</b>									
Yauno, S., K. Chinozo, K. Saeguchi, H. Sato, S. Matsushima, M. Shigeo, T. Takai, T. Kanno, H. Yamanaka, and H. Kawase	2015	Detailed spatial variation of short-period earthquake ground motion in the vicinity of Tachikawa-fault.	Proceedings of 12th SEGJ International Symposium - Geophysical Imaging and Interpretation-		6	○	4(1)		この全議論文では、立川断層帯近傍で実施した地震動の高密度共同観測の結果が説明されている。断層付近では4 Hz以上の周波数帯域ではS波の振幅に顕著な差異が生じ、断層近傍の地盤の不連続性によると考えられる。さらに、10Hzではコヒーレンスも低下することを示した。
Wang, G., G. Furuya, F. Zhang, J. Doi, N. Watanabe, A. Waki, and H. Marui	2016	Layered internal structure and breaching risk assessment of the Higeashi-Ikazezawa landslide dam in Niigata, Japan	Geomorphology	267	48-58	○	4(1)		天然ダムは古い時代に築造されたため地体と同様に内部構造が不明であり、的確な破壊の危険性評価が未だに整備できていない。本論文では、高精度表面測距装置と移動レーザ探査を併用し、断面分布から詳細な天然ダム地体の内部構造の解明を実施した。そして、この結果から天然ダムの堤防特性や基礎構造、および崩壊誘発機構が生じやすい内部構造を考察するとともに、国内外の天然ダムの事例を交えた地体の安定性評価を実施した。
Ichimura, T., K. Fujita, P. E. Quimay, M. Horii, T. Sakanoue, R. Hamanaka, F. Ito, and I. Suetsomi	2016	Comprehensive Seismic Response Analysis for Estimating the Seismic Behavior of Buried Pipelines Enhanced by Three-Dimensional Dynamic Finite Element Analysis of Ground Motion and Soil Amplification	Journal of Pressure Vessel Technology	138	doi:10.1115/1.4033250	○	4(1)		
<b>(2) 研究基盤の開発・整備</b>									
<b>ア. 観測基盤の整備</b>									
平岡憲文・横川正憲・橋本盛行・村山盛行・武山峰典	2012	次世代衛星携帯電話を利用したGPS火山変動リモート観測装置 (REGMOS-Hybrid) の開発	測地学会誌	57	173-180	○	4(2)ア		従来のGPS火山変動リモート観測装置を見直して発電効率を向上させ、データ取得部を多機能化してGPSのほか多項目の観測を可能とし、増大したデータ量を高速伝送通信により監視局に送り、複数のプロローチによる地震・火山活動の監視を可能とした新しいGPS火山変動リモート観測装置 (REGMOS-Hybrid) を開発した。
Kobayashi, T., M. Tohitsu, T. Nishimura, A. Suzuki, Y. Noguchi, and M. Yamanaka	2011	Crustal deformation map for the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, detected by InSAR analysis combined with GEOMET data	Earth, Planets and Space	63	621-625	○	4(2)ア	1(3)ウ 1(5)ア 2(2)ア 4(6)	
Nishimura, T.	2011	Back-arc spreading of the northern Izu-Ogasawara (Bonin) Islands arc clarified by GPS data	Tectonophysics	512	60-67	4(2)ア		1(3)ウ 1(5)ア 2(2)ア 4(6)	

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連性の深い課題の項目	次に関連性の深い課題の項目	概要説明
水藤尚・西村卓也・小林知勝・小沢謙三郎・飛田幹男・今松登哲郎	2012	2011年(平成23年)東北地方太平洋沖地震に伴う地震時および地震後の地殻変動と断層モデル	地震 第2期	65	95-121	○	4(2)ア	1(3)ウ 1(5)ア 2(2)ア 4(6)	湖地観測から得られた東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動と断層モデル、地震後に観測されている系列変動とその発生メカニズムの推定結果について、既存の公表成果と著者らの独自の観測結果を交えてレビューを行った。さらに、地震発生前の地殻変動、湖地観測に基づくプレート間滑りの収支の評価、過去数十年間の湖地観測による地殻変動、地殻変動研究からの防災・減災への貢献等について議論した。
地震火山部火山課	2014	全国47火山への火山観測施設の整備	地震時報	77	241-310	○	4(2)ア		今後監視・観測体制の存続が必要であるとして火山噴火予知連絡会が選定した全国47火山を対象に気象庁が平成21-22年に実施した火山観測施設の整備事業について、その概要を報告している。
溜湖 功史・山田 真澄・WU Stephen	2014	緊急地震速報のための同時多発地震を識別する 震源推定手法	地震 第2期	67	41-55	○	4(2)ア		先験的な情報と物理量が異なる複数の観測値を統合的に扱うことのできるベイズ推定を用いて、震源をリアルタイムで推定する手法を開発した。また、振幅値とトリガ力していない観測点の情報を利用することで、ほぼ同時刻に発生した複数の地震を適切に分離することが可能となった。本手法は、従来の緊急地震速報と同じ観測値を入力として用いているため、既存の枠組みの範囲内でも、緊急地震速報の精度を改善できることが示された。
<b>イ. 地震・火山現象のデータベースとデータ流通</b>									
宝田善治・J. Bandibas・O. Prambada	2015	日本及び世界の火山データベースの現状と展望	火山	60	125-142	○	4(2)イ		
Takarada, S., Y. Shikawa, T. Maruyama, M. Yoshimi, D. Matsumoto, R. Furukawa, Y. Teraoka, J. C. Bandibas, Y. Kuwahara, T. Azuma, A. Takada, K. Okumura, N. Kozumi, E. Tsukuda, R. U. Solidum, A. S. Dasg, M. Ganulogan, S. Hidayati, S. Andrestuti, Sunartoyo, X. Li, H. P. Nguyen, and C. Lin	2016	Eastern Asia Earthquake and Volcanic Hazards Information Map	Geologica Survey of Japan, AIST			○	4(2)イ		産業技術総合研究所地質調査総合センターのG-EVER推進チームが中核となり、アジア各国の地質調査機関のメンバーと共に作成した災害情報図である。東アジアの地震と火山の分布、活断層、深発と浅発域の分布、主要地震の犠牲者、津波災害、火山の分布、カルデラ、降下火砕物と大規模火砕流、主要火山における犠牲者について取りまとめている。
<b>ウ. 観測・解析技術の開発</b>									
Kameko, T., Koyama, T., Yasuda, A., Takeo, M., Yanagisawa, T., Kajiwara, K. and Honda, Y.	2011	Low-altitude remote sensing of volcanoes using an unmanned autonomous helicopter: an example of aeromagnetic observation at Izu-Oshima volcano, JAPAN	International Journal of Remote Sensing	32	1491-1504	○	4(2)ウ	1(1)ウ	
Shirohara, M., T. Kanazawa, T. Yamada, Y. Machida, T. Shirbo, and S. Sakai	2014	New compact ocean bottom cabled seismometer system deployed in the Japan Sea	Marine Geophysical Research	35	231-242 doi:10.1007/s1001-013-9197-1	○	4(2)ウ	1(2)イ	
Terada, Y., T. Kato, T. Nagai, S. Koshimura, N. Imada, H. Sakaue, and K. Tadokoro	2015	Recent Developments of GPS Tsunami Meter for a Far Offshore Observations	Springer Berlin Heidelberg		doi:10.1007/1345_2015_15	○	4(2)ウ	1(2)イ	
Fujimoto, H., M. Kido, Y. Osada, K. Tadokoro, T. Okuda, Y. Matsumoto, and K. Kurihara	2011	Long-Term stability of acoustic benchmarks deployed on thick sediment for GPS/acoustic seafloor positioning	Accretionary Prisms and Convergent Margin Tectonics in the Northwest Pacific Basin, Modern Approaches in Solid Earth Sciences (Ogawa, Y., R. Anna and Y. Dilek eds., Springer Science+Business Media B.V.)	8	263-272 doi:10.1007/978-90-481-8885-7	○	4(2)ウ	1(3)ア	

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連の深い業績の項目	次に関連の深い業績の項目	概要説明
Inazu, D. and R. Hirno	2012	Temperature correction and usefulness of ocean-bottom pressure data from cabled seafloor observatories around Japan for analysis of tsunamis, ocean tides, and low-frequency geophysical phenomena	Earth, Planets and Space	63	1133-1149	○	4(2)ウ	1(3)ア	
Inazu, D., R. Hirno, and H. Fujimoto	2012	A global barotropic model driven by synoptic atmospheric disturbances for detecting seafloor vertical displacements from in situ ocean bottom pressure measurements	Marine Geophysical Research	33	127-148	○	4(2)ウ	1(3)ア	
Takamori, A., A. Araya, W. Morii, S. Teiada, T. Uchiyama, and M. Ohashi	2014	A 100-m Fabry? Perot cavity with Automatic Alignment Controls for Long-term Observations of Earth's Strain	Technologies	2	129-142	○	4(2)ウ	1(3)ア	
Mishiyama, R., Y. Tanaka, S. Okubo, H. Oshumi, H. K. M. Tanaka, and T. Maekawa, I	2014	Integrated processing of muon radiography and gravity anomaly data toward the realization of high-resolution 3-D density structural analysis of volcanoes: Case study of Showa-Shinzan (lava dome, Usu, Japan)	Journal of Geophysical Research			○	4(2)ウ	1(3)ウ	
Munekane, H.	2013	Sub-daily noise in horizontal GPS kinematic time series due to thermal tilt of GPS monuments	Journal of Geodesy	87	393-401	○	4(2)ウ	1(3)ウ 1(5)ア 3(4)	キネマティックGPS解析と傾斜計記録を組み合わせ、電子基準点の1日以下の周期待における水平位置変動を見積もった。その結果、水平位置誤差のパターンはモジュールの熱変形によく説明できること、木まきは、平均振幅で2.3mm程度であるが季節的な変動が大きいこと、スペクトルは51、52分帯が卓越することなどが分かった。
金子修之・大澤陸雄・小山崇夫・武尾実・渡邊篤志・嶋野岳人・柳澤孝典・青木陽介・安田敏・本多薫明	2011	自律型無人ヘリにより撮影した新燃岳の火山口およびその周辺域	火山	56	171-173	○	4(2)ウ	1(5)ア	福島新燃岳において2011年噴火活動後に火山口内および周辺域において無人ヘリコプターを用いて空撮を行った。その結果、噴火の火山口や火山口縁に堆積した火山噴出物、また火砕流の跡などを検出することに成功した。
Mori, T., I. Hashimoto, A. Terada, M. Yoshimoto, R. Kazahaya, H. Shinohara, and R. Tanaka	2016	Volcanic plume measurements using a UAV for the 2014 Mt. Ontake eruption	Earth, Planets and Space	68	doi:10.1186/s40623-016-0418-0	○	4(2)ウ	1(5)イ	2014年御嶽山の噴火に対して、UAVを用いた火山噴煙の委実し、御嶽山噴火活動を観測した論文。ドローンタイプのUAVを用いて噴煙中の火山ガス組成や二酸化硫黄放出率を測定するため、装置の軽量化・自動化などを行った。また、噴煙活動に対するマクマ性流体の動きの推移について明らかにした。
Ozawa, T. and E. Fujita	2013	Local deformations around volcanoes associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake	Journal of Geophysical Research	118	1-16 doi:10.1029/2011JB008129	○	4(2)ウ	2(4)	PALSARデータを用いたSAR干渉解析により、東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動を調査し、東北地方の火山周辺に局所的な地殻変動が生じていたことを明らかにした。このような地殻変動は、火山下に存在するマグマだまりのような委実な物理的現象に伴う伸長変動が集中したことによって生じたことを有限要素法を用いて推測した。
Miyase, Y., T. Ozawa, T. Kozono, and M. Shimada	2014	Long-term lava extrusion after the 2011 Shirmedake eruption detected by DInSAR observations	Geophysical Research Letters	41	2014GL060829 doi:10.1002/2014GL060829	○	4(2)ウ	2(4)	SAR干渉法解析によって、2011年1月霧高山新燃岳の噴火に伴って火山口内に噴出し蓄積した溶岩の表面が、噴火活動停止後も隆起を続けていることを明らかにした。また、赤外線乱反射SAR干渉法により火山周辺の局所的な地殻変動を検出し、火山口直下法部に存在する法部ソースの存在と、深部ソースからのマグマの移動の可能性を示した。
Sato, M., M. Fujita, Y. Matsumoto, H. Saito, T. Ishikawa, and T. Asakusa	2013	Improvement of GPS/acoustic seafloor positioning precision through controlling the ship's track line	Journal of Geodesy	87	825-842	○	4(2)ウ	4(2)ア	深海底面から船基観測に切り替わった海底地殻変動観測の観測精度の向上について詳細を行った。
石川直史	2016	海底地殻変動観測の統計的な側面評価手法	海洋情報部研究報告	53	45-46	○	4(2)ウ	4(2)ア	海底地殻変動観測において得られた観測データから統計的に適切な時系列を導出する方法について示した。
Takamori, A., A. Bertolini, R. DeSalvo, A. Araya, T. Kanazawa, and M. Shinohara	2011	Novel compact tiltmeter for ocean bottom and other frontier observations	Measurement Science and Technology	22	doi:10.1088/0957-0233/22/11/115902	○	4(2)ウ		

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	最も関連性の深い業績の項目	次に関連性の深い業績の項目	概要説明
Shiobara, H., T. Kanazawa, and T. Issa	2012	New Step for Broadband Seismic Observation on the Sea Floor: BB0BS-NX	IEEE Journal of Oceanic Engineering		doi:10.1109/JOE.2012.2222792	○	4(2)ウ		
宮岡一樹・横田崇	2012	地震変動検出のためのスタッキング手法の開発	地震 第2輯	65	205-218	○	4(2)ウ		ひずみ計の多点の波形状データをスタッキングすることによってSN比を大きくし、プレート境界面上で発生するすべりの後知能力を向上させる手法を開発した。この方法を東海地震型震源域に適用しSN比が2.3倍に向上すること、従来と比較して検出精度が0.3程度小さくなるすべりが検出可能になることを示した。
Katsumata, A., H. Ueno, S. Aoki, Y. Yoshida, and S. Barrientos	2013	Rapid magnitude determination from near amplitudes at local stations.	Earth, Planets and Space	65	843-853	○	4(2)ウ		津波警報に用いられることを想定した早期マグニチュード決定法を考案した。速度あるいは変位の地盤変動の最大値から経験的にマグニチュードを求め、100秒までの初期の地震波を使うことによりMwクラスの地震に対してはもともと、早期に地震の規模推定が可能である。
Ishimoto, T., T. Koyama, T. Kaneko, T. Ohminato, T. Yanagisawa, M. Yoshimoto, and E. Suzuki	2013	Aeromagnetic survey using an unmanned autonomous helicopter over Tarumae Volcano, northern Japan	Exploration Geophysics		doi.org/10.1071/EG02087	○	4(2)ウ		
Tanaka, H. K. M., Kusagawa, T., and Shinohara, H.	2014	Radiographic visualization of magma dynamics in an erupting volcano	Nature Communications	5	3381	○	4(2)ウ		
<b>(3) 関連研究分野との連携の強化</b>									
Katayama T. 他23名	2016	Diffuse Seismicity in Seismic Hazard Assessment for Site Evaluation of Nuclear Installations	IAEA Safety Report Series	89	ISBN-978-92-0-101716-1	○	4(3)	4(4)	
細故真・飯山かほり・石田孝暉・藤田航平・山崎義弘・市村強・Wijeratime Lalith・盛川仁・堀宗朗・山田哲・坂田弘安・山中清明・廣瀬社	2015	統合地震シミュレーション(IES)の仮想構想モデルを導入するMSSモデルとその応用に関する基礎研究	日本地震工学会論文集	15	295-305	○	4(3)		
<b>(4) 研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成</b>									
※該当なし									
<b>(5) 社会との共通理解の醸成と災害教育</b>									
飯尾航久・矢守克也・岩堀卓弥・城下英行	2012	東北地方太平洋沖地震と地震防災に関する最先端の研究	物理教育	60	28-34	○	4(5)	4(4)	阿武山観測所におけるサイトエンジニアリング計画と満点計画を活用した防災教育プログラムについて、防災教育に関する意味について考察し、一般住民の方々の参加型の取り組みの重要性を示した。
萬年一剛・浦尚子・吉本充宏・及川輝樹	2016	日本火山学会による新山形向けパンフレット「安全に火山を楽しむために」の発行	火山	61	259-262		4(5)		
地震火山部管理課地震津波防災対策室	2016	地震解説業務の見直しについて	地震時報	79	63-81	○	4(5)		1990年代以降、地方気象台における地震津波業務は、地震解説資料の作成・提供等の業務に移行したが、その間、情報通信技術の進展や、地方公共団体における防災対応の見直し等があった。そこで、地方公共団体を対象としたニーズ調査結果等をもとに、地震解説資料の添削版の新設や資料の充実等を図るとともに、地方気象台台支隊連携の整備・拡充等を実施するなど、地震解説業務を大きく見直した。
<b>(6) 国際共同研究・国際協力</b>									
Wallace, L., S. C. Webb, Y. Ito, K. Mochizuki, R. Hino, S. Henrys, S. R. Schwartz, and A. F. Sheehan	2016	Slow slip near the trench at the Hikurangi subduction zone, New Zealand	Scientia	352	701-704	○	4(6)	1(3)ア	NZ北島沖合いのトランギニシ込み帯において、2014年5月から2015年6月にかけて、日・米・NZの3国共同で大規模海域地球物理学観測を行い、2014年9月から10月に発生したスロースリップの観測に成功した。陸域GPS観測記録に海底地震上下変動観測記録を合わせて解析した結果、スロースリップにおいて海底軸の二つ、近傍まで断層すべりが発生することを、世界で始めて明らかにした。
Bralvik, A., J. I. Faleide, R. Mjelde, E. Flueh, and Y. Murai	2014	Magmatic development of the outer Voring margin from seismic data	Journal of Geophysical Research	119	6733-6755	○	4(6)		

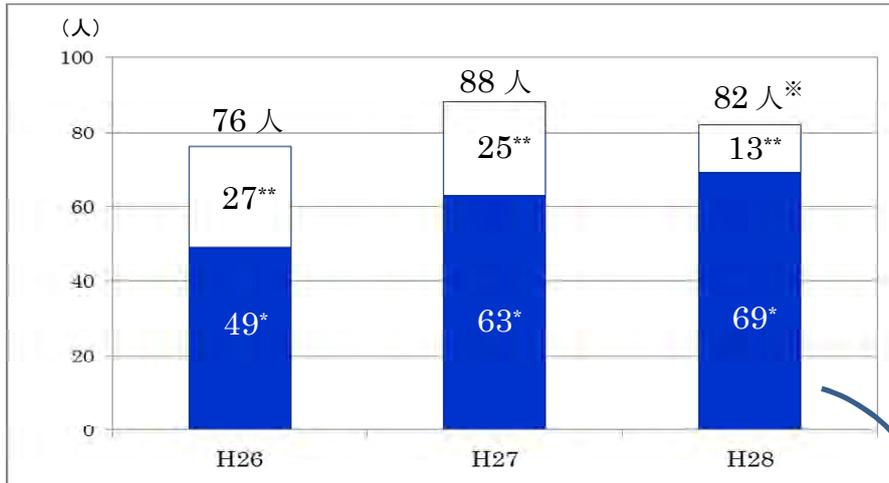
25. 国際協力機構 火山学総合コース検収印受け入れ人数(火山学のみ)

	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	計	
アルゼンチン	1	1		1																				3	
インドネシア			2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	28	
エクアドル	1		2			1																		4	
エルサルバドル													1	1		1								3	
カメルーン				1	1												1							3	
グアテマラ	1			1																				2	
コスタリカ	1	1								1						1								1	
コロンビア				1	1	1	1		1									1						6	
コンゴ																					1	1	1	3	
ザイール		1				1																		2	
ソロモン	1	1																						2	
タンザニア		1			1																	1		1	
中国																								1	
チリ						1																		1	
トルコ																		1						1	
ニカラグア	1	1	1			1					1													5	
バヌアツ																							1	1	
バプアニューギニア	1	1																						2	
フィリピン		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1		1	1	19	
ペルー			1	1	1	1				1				1	2						1				9
メキシコ		1						1																2	
計	7	9	7	3	7	7	4	4	4	4	2	3	3	4	4	3	3	4	4	2	2	5	4	103	

## 26. 関連分野の研究者数

### ○関連分野の研究者総数

実施機関に所属する関連分野の研究者  
+ 公募研究に参加している実施機関の研究者 の総数



※実施機関における、観測研究計画に関連した、新規の分野融合による研究者数

(大学院生を含む)。

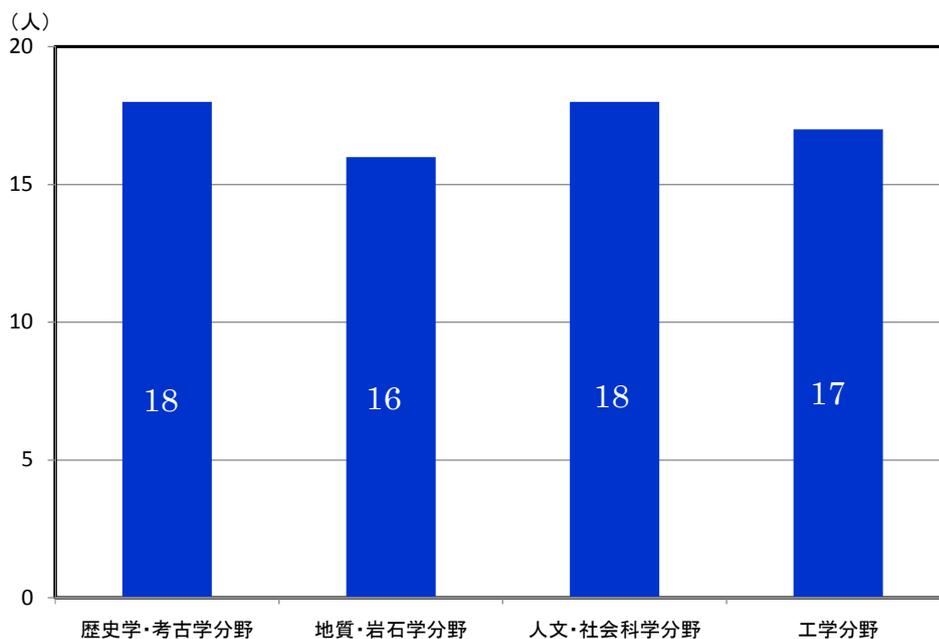
その他、実施機関以外の公募研究参加者が23名。

\* 実施機関に所属する関連分野の研究者

\*\* 公募研究に参加している研究者

### ○分野別の研究者数

実施機関に所属する関連分野の研究者 69 人の分野別研究者



## 27. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」に関連した主なシンポジウム、セミナー等の開催状況

### 【平成28年度】

#### ○熊本地震シンポジウム

日時：平成28年10月26日（水）9:45～16:45

場所：熊本市国際交流会館6Fホール

主催：東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会

共催：熊本大学大学院自然科学研究科附属減災型社会研究教育センター

参加人数：97名

#### ○シンポジウム「南海トラフ巨大地震の予測に向けた観測と研究」

日時：平成28年9月30日（金）10:20～18:00

場所：東京大学武田先端知ビル内・武田ホール

主催：東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会

共催：日本地震学会

参加人数：188名

### 【平成27年度】

#### ○「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」平成27年度成果報告シンポジウム

日時：平成28年3月14日（月）10:30～3月16日（水）12:00

場所：東京大学 武田先端知ビル 5F 武田ホール・ホワイエ

主催：「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」成果報告シンポジウム実行委員会

共催：東京大学地震研究所，京都大学防災研究所，地震・火山噴火予知研究協議会

後援：文部科学省，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地質調査総合センター，国土地理院，気象庁，海上保安庁，日本地震学会，日本火山学会，日本測地学会

参加人数：288名

#### ○シンポジウム「災害の歴史から何を学ぶか？(1) 検証！天明浅間山噴火」

日時：平成27年11月21日（土）13:30～17:30

場所：東京大学地震研究所 第1会議室

主催：東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会企画部

### 【平成26年度】

#### ○「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」平成26年度成果報告シンポジウム

日時：平成27年3月2日（月）10:20～3月3日（火）17:40

場所：東京大学武田先端知ビル 5F 武田ホール・ホワイエ

主催：「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」成果報告シンポジウム実行委員会

共催：地震研究所，防災研究所，地震・火山噴火予知研究協議会

後援：文部科学省，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地質調査総合センター，国土地理院，気象庁，海上保安庁，日本地震学会，日本火山学会，日本測地学会

参加人数：272名

○特別セミナー「1914年桜島噴火災害に学ぶ ～地震学・火山学が減災に貢献できること～」

日時：平成27年1月30日（土）13:30～15:30

場所：東京大学地震研究所 第1会議室

主催：東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会

参加人数：72名

○緊急研究集会「水蒸気爆発の準備過程およびマグマ噴火への移行プロセスの解明」

日時：平成26年10月29日（水）10:30～17:00

場所：名古屋大学環境総合館 3F 講義室2

主催：東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会企画部

○地震・火山科学と総合防災学の両共同研究拠点主催研究集会「南海トラフ巨大地震の災害リスク評価ー社会の影響から地震発生まで振り返り，評価の不確実性と影響について考えるー」

日時：平成26年10月6日（月）～10月7日（火）

場所：東京大学地震研究所第1会議室

主催：東京大学地震研究所・京都大学防災研究所

共催：地震・火山噴火予知研究協議会，自然災害研究協議会

参加人数：91名

○研究集会「史料・考古・地質データ等に基づく地震・火山噴火現象の解明」

日時：平成26年9月6日（土）10:00～17:30

場所：東京大学地震研究所1号館2階セミナー室

主催：東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会企画部

【平成25年度】

○平成25年度「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」成果報告シンポジウム

日時：平成26年3月12日（水）10:10～3月14日（金）13:00

場所：東京大学武田先端知ビル 5F 武田ホール・ホワイエ

主催：「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」成果報告シンポジウム実行委員会

共催：地震・火山噴火予知研究協議会

後援：文部科学省

参加人数：253名

**【平成 24 年度】**

○平成 24 年度「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」成果報告シンポジウム

日時：平成 25 年 3 月 6 日（木）19：45～3 月 8 日（金）13：00

場所：東京大学武田先端知ビル 5F 武田ホール・ホワイエ

主催：「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」成果報告シンポジウム実行委員会

共催：地震・火山噴火予知研究協議会

後援：文部科学省

参加人数：267 名

○地震及び火山噴火研究の将来構想シンポジウム

日時：平成 24 年 7 月 5 日（木）～7 月 6 日（金）

場所：東京大学鉄門記念講堂

主催：地震及び火山噴火研究の将来構想シンポジウム実行委員会

共催：地震・火山噴火予知研究協議会

参加人数：259 名

## 28. 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 実施機関

総務省	国立研究開発法人情報通信研究機構	
文部科学省	国立大学法人等 北海道大学大学院理学研究院 弘前大学大学院理工学研究科 東北大学大学院理学研究科 秋田大学大学院工学資源学研究科 東京大学大学院理学系研究科 東京大学地震研究所（共同利用・共同研究拠点） 東京大学大気海洋研究所 東京大学史料編纂所 東京工業大学火山流体研究センター 新潟大学災害・復興科学研究所 名古屋大学大学院環境学研究科 京都大学大学院理学研究科 京都大学防災研究所（共同利用・共同研究拠点） 鳥取大学大学院工学研究科 高知大学理学部 九州大学大学院理学研究院 鹿児島大学大学院理工学研究科 立命館大学総合科学技術研究機構 東海大学海洋研究所	
	国立研究開発法人防災科学技術研究所	
	国立研究開発法人海洋研究開発機構	
	独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所	
	経済産業省	国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター
	国土交通省	国土地理院
		気象庁
海上保安庁		
都道府県	地方独立行政法人北海道立総合研究機構環境・地質研究本部 地質研究所	
	山梨県富士山科学研究所	

## 29. 第8期科学技術・学術審議会 測地学分科会 委員名簿

(50音順)

### (委員) 2名

- 清水 洋 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター長 教授  
◎平田 直 東京大学地震研究所地震予知研究センター長 教授

### (臨時委員) 10名

- 今給黎 哲郎 国土地理院 地理空間情報国際標準分析官  
榎原 雅治 東京大学史料編纂所 教授  
久家 慶子 京都大学大学院理学研究科 准教授  
上垣内 修 気象庁地震火山部 部長  
棚田 俊收 国立研究開発法人防災科学技術研究所 火山防災研究部門長  
田村 圭子 新潟大学危機管理室 教授  
中田 節也 東京大学地震研究所 教授  
仲西 理子 海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター 技術研究員  
日置 幸介 北海道大学大学院理学研究院 教授  
松澤 暢 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター  
センター長・教授

◎：分科会長 ○：分科会長代理

### 30. 第8期科学技術・学術審議会 測地学分科会 地震火山部会 委員名簿

(50音順)

#### (委員) 2名

- ◎ 清水 洋 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター長 教授  
○ 平田 直 東京大学地震研究所地震予知研究センター長 教授

#### (臨時委員) 11名

- 井口 正人 京都大学防災研究所附属火山活動研究センター長 教授  
石川 直史 海上保安庁 海洋情報部 技術・国際課 火山調査官  
浦塚 清峰 国立研究開発法人情報通信研究機構電磁波研究所 統括  
小原 一成 東京大学地震研究所所長 教授  
関口 涉次 国立研究開発法人防災科学技術研究所地震津波防災研究部門  
総括主任研究員  
仲西 理子 国立研究開発法人海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター  
技術研究員  
中村 浩二 気象庁地震火山部管理課 地震情報企画官  
松澤 暢 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター  
センター長・教授  
山岡 耕春 名古屋大学大学院環境学研究科 教授  
山元 孝広 国立研究開発法人産業技術総合研究所活断層・火山研究部門 総括研究主幹  
矢来 博司 国土地理院地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室長

#### (専門委員) 8名

- 市原 美恵 東京大学地震研究所 准教授  
加藤 尚之 東京大学地震研究所 教授  
関口 春子 京都大学防災研究所 准教授  
西村 太志 東北大学大学院理学研究科 教授  
三宅 弘恵 東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター 准教授  
宮澤 理稔 京都大学防災研究所 准教授  
森岡 千穂 松山大学人文学部社会学科 准教授  
山中 佳子 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授

◎ : 部会長 ○ : 部会長代理

### 3 1. 第 8 期科学技術・学術審議会 測地学分科会 地震火山部会 地震火山観測研究レビュー委員会 委員名簿

(50音順)

#### (委員) 2名

清水 洋 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター長 教授  
平田 直 東京大学地震研究所地震予知研究センター長 教授

#### (臨時委員) 6名

榎原 雅治 東京大学史料編纂所 教授  
棚田 俊收 国立研究開発法人防災科学技術研究所 火山防災研究部門長  
田村 圭子 新潟大学危機管理室 教授  
仲西 理子 国立研究開発法人海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター  
技術研究員  
中村 浩二 気象庁地震火山部管理課 地震情報企画官  
矢来 博司 国土地理院地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室長

#### (専門委員) 11名

市原 美恵 東京大学地震研究所 准教授  
◎ 加藤 尚之 東京大学地震研究所 教授  
木村 玲欧 兵庫県立大学環境人間学科 准教授  
宍倉 正展 国立研究開発法人産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門  
海溝型地震履歴研究グループ グループ長  
関口 春子 京都大学防災研究所 准教授  
中川 光弘 北海道大学大学院理学研究院 教授  
西澤 あずさ 海上保安庁海洋情報部技術・国際課 海洋研究室長  
○ 西村 太志 東北大学大学院理学研究科 教授  
橋本 武志 北海道大学大学院理学研究院 教授  
三宅 弘恵 東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター 准教授  
山中 佳子 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授

◎ : 主査 ○主査代理

### 32. 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の実施状況等のレビューに関する審議状況

平成27年

10月22日 地震火山部会（第23回）

平成28年

2月16日 地震火山観測研究レビュー委員会（第1回）

3月30日 地震火山観測研究レビュー委員会（第2回）

4月18日 地震火山部会（第24回）

8月5日 地震火山観測研究レビュー委員会（第3回）

9月7日 地震火山部会（第25回）

10月21日 地震火山観測研究レビュー委員会（第4回）

12月19日 地震火山観測研究レビュー委員会（第5回）

平成29年

1月16日 測地学分科会（第35回）／地震火山部会（第26回）