

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」の
実施状況等のレビュー報告書

令和4年2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（第2次）」の基本的な考え方	1
1.	地震火山観測研究計画のこれまでの経緯	1
2.	現行計画の基本的な考え方	3
III.	重要な地震及び火山現象に関する観測研究の成果	4
1.	主な地震	4
2.	主な火山噴火	9
IV.	災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）の実施状況と今後への課題	1 1
1.	地震・火山現象の解明のための研究	1 1
(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解析	1 1
(2)	低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明	1 4
(3)	地震発生過程の解明とモデル化	1 6
(4)	火山現象の解明とモデル化	1 9
(5)	地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化	2 1
2.	地震・火山噴火の予測のための研究	2 5
(1)	地震発生の新たな長期予測	2 5
(2)	地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測	2 8
(3)	先行現象に基づく地震発生の確率予測	3 1
(4)	中長期的な火山活動の評価	3 2
(5)	火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測	3 4
3.	地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究	3 6
(1)	地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化	3 6
(2)	地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化	4 0
(3)	地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究	4 3
4.	地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究	4 4
(1)	地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明	4 4
(2)	地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究	4 5
5.	研究を推進するための体制の整備	4 7
(1)	推進体制の整備	4 7
(2)	分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制	4 9
(3)	研究基盤の開発・整備	5 2
(4)	関連研究分野との連携強化	5 7
(5)	国際共同研究・国際協力	5 7
(6)	社会との共通理解の醸成と災害教育	5 8
(7)	次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成	5 9
V.	総括的評価	6 0
1.	現行計画策定までの経過	6 0
2.	現行計画の成果と課題	6 1
2. 1	地震・火山現象の解明のための研究	6 1
2. 2	地震・火山噴火の予測のための研究	6 3
2. 3	地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究	6 4
2. 4	地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究	6 5

2. 5	分野横断で取り組む総合的研究	6 5
3.	計画推進体制の評価と課題	6 6
4.	現行計画の総括的評価と今後の展望	7 0
4. 1	第1次計画に対する外部評価への対応	7 0
4. 2	現行計画で強化あるいは新たに開始した研究	7 2
4. 3	中長期的展望に挙げられた項目の現行計画での進捗	7 3
4. 4	観測研究計画の今後の方向性	7 4
5.	まとめ	7 6

[用語解説]	7 7
--------	-----

[参考資料]	1 0 7
--------	-------

1.	地震関係観測点数一覧	
2.	全国の活火山(111 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.	草津白根山(本白根山)に関する火山噴火予知連絡会の活動経過	
15.	西之島に関する火山噴火予知連絡会の活動経過	
16.	霧島山(新燃岳・硫黄山)に関する火山噴火予知連絡会の活動経過	
17.	桜島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(第2次)」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(第2次)」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.	地震火山観測研究計画に関する論文及び報告書	
25.	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	
26.	地震火山観測研究計画に関連したアウトリーチ活動	
27.	「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」実施機関	
28.	第11期科学技術・学術審議会測地学分科会委員名簿	
29.	第11期科学技術・学術審議会測地学分科会地震火山観測研究計画部会委員名簿	
30.	「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」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]

概要	2 2 7
要旨	2 2 9
付属資料	2 4 0
図 1. 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第 2 次）	
図 2. 地震・火山研究に関する建議一覧	
図 3. 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第 2 次）の実施体制	
図 4. 現行計画で強化,あるいは新たに開始した研究（1）	
図 5. 現行計画で強化,あるいは新たに開始した研究（2）	
図 6. 東北地方太平洋沖地震の震源域周辺の地震活動	
図 7. 2016 年熊本地震に伴う複雑な断層運動	
図 8. 草津白根山（本白根山）の噴火前後の傾斜変動	
図 9. 安政東海・南海地震後の有感地震の発生状況	
図 10. 1454 年享徳地震の復元	
図 11. 南海地震の固着域周辺のスロースリップ活動	
図 12. 南海トラフ沿いで検出された浅部 SSE	
図 13. 南海トラフ沿いプレート境界の滑りと固着	
図 14. プレート境界の滑り速度変化と地震発生との比較	
図 15. 東北地方太平洋沿岸域の沈降メカニズム	
図 16. 「階層的地震破壊」の実例検討	
図 17. 応力場と大地震の滑り	
図 18. 地震活動度の変化と応力・間隙流体圧	
図 19. マグマの組成と噴火規模の関係を解明	
図 20. 草津白根山の熱水系の解明	
図 21. 基本構造モデルの構築	
図 22. 南海トラフ沿いの地震の発生予測研究	
図 23. 測地観測データに基づく内陸地震長期評価手法の開発	
図 24. 多項目観測による火山噴火予測	
図 25. 火山活発化指数（VUI）と観測量の対応付け	
図 26. 活動的火山における噴火事象系統樹の試作	
図 27. 桜島のマグマ供給系解明と噴火分岐条件の定量化	
図 28. 2003 年と 1952 年の十勝沖地震の震源過程の違い	
図 29. 地震動即時予測の精度向上	
図 30. 長周期地震動の即時予測実験	
図 31. 津波即時予測の高度化	
図 32. 研究分野横断型のリスク評価	
図 33. 桜島における避難シミュレーション	
図 34. 複合災害を想定して避難行動実験	
図 35. 災害に対する社会的脆弱性克服のための研究	
図 36. 日本海溝海底地震津波観測網（S-net）の整備	

I. はじめに

1. 背景

日本列島はプレート沈み込み帯に位置することから、有史以前から何度も大地震や火山噴火に見舞われてきた。これらの大地震や火山噴火は、豊かな国土や気候をもたらした一方、多くの人命を奪い、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軽減し、国民の生命・財産を守るためには、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、災害誘因*の予測や災害発生の仕組みの理解も進め、得られた知見を災害軽減に役立てるための方策を探りつつ対策を立てる必要がある。地震・火山噴火現象は、永続する地殻活動*を背景とし、その結果として生じる短期的・急激な現象である。そのため、地殻活動の長期的・多角的な観測と蓄積されたデータに基づく地震・火山噴火のメカニズムの解明が、将来の地震・火山噴火の発生や災害誘因の発生の予測の鍵となる。さらに、災害発生メカニズムの解明の研究、地震・火山噴火災害の履歴や将来予測といった知見が有効活用されるためには、社会の防災リテラシー*の向上に資する研究も不可欠である。

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、それぞれ複数回の計画として実施された。平成21年度からは、背景となる地球科学的条件の共通性に鑑みて地震予知と火山噴火予知の計画が統合された。これらの観測研究計画等によって、地震及び地殻変動*の全国的な稠密観測網、活動的火山における高密度多項目観測網が構築され、多様な地震・火山噴火現象が捉えられ、様々な地殻活動や地殻*構造との関連に関する理解が進んだ。

平成26年度から実施された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」では、平成23年の東日本大震災の発生を踏まえた方針転換を行った。その結果、地震・火山噴火の発生予測を目指す研究を継続しつつ、研究対象を地震・火山噴火による災害誘因の予測にまで広げた上で組織的・体系的に進めることとなった。新たな方針の下で進められた観測研究計画に対する外部評価（平成29年7月）では、災害軽減への貢献を重視する方針への転換が適切であったと評価され、これに基づく研究をさらに推進することが求められた。この外部評価を受けて科学技術・学術審議会は、前観測研究計画の方針を踏襲しつつ、地震学・火山学と関連研究分野間の連携をより一層強化し災害の軽減につなげることを目指した「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）の推進について」を平成31年1月に建議し、平成31年度に新たな計画が開始される運びとなった。

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（第2次）」（以下「現行計画」という。）について、研究対象を災害誘因の予測へ広げた前観測研究計画の方針を一層進展させた方向性が適切であったか、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、今後の観測研究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（以下「測地学分科会」という。）では、観測研究計画の進捗状況を把握し、毎年度の成果を取りまとめてきた。

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、現行計画の基本的な考え方をまとめる。III章では、近年発生し現行計画で扱った重要な地震と火山噴火に関する研究成果を取りまとめる。IV章では、現行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する。また、研究を推進するための体制の整備状況について述べる。V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（第2次）」の基本的な考え方

1. 地震火山観測研究計画のこれまでの経緯

我が国における地震や火山噴火について、その発生場所、規模、時期を精度良く予測することを目指し、昭和40年から地震予知計画が、また昭和49年からは火山噴火予知計画が、複数回の

5か年計画として推進された。

地震予知計画については、高感度の地震観測点や地殻変動観測点の整備とデータ蓄積が進んだ。これにより地震現象の理解は大きく進展したものの、地震の前兆現象に関しては複雑性や多様性を把握する段階に留まっていた。第7次計画（平成6～10年度）中に発生した平成7年の阪神・淡路大震災を契機にそれまでの研究成果の総括が行われ、前兆現象の捕捉のみに基づく地震予知には限界があると結論づけられた。これを受けてそれまでの方針を転換し、平成11年度からは地震発生の物理過程の解明とモデル化に基づいて地殻活動の推移予測を目指す「地震予知のための新たな観測研究計画」を開始した。なお、平成7年には地震調査研究推進本部*（以下「地震本部」という。）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。地震本部が平成11年にまとめた「地震調査研究の推進について―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―」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。

火山噴火予知計画については、複数回の5か年計画として平成20年までに第7次計画まで実施された。活動的火山における高密度・高感度の多項目観測網整備が進み、マグマ*供給系・熱水系*のモデル化やマグマの上昇・脱ガスなどの噴火過程に関する理解が進展した。また、観測体制が整備された火山においては噴火時期をある程度予測できるようになった。しかしながら、観測点が十分に整備された火山は少なく、火山活動の詳細な把握や噴火発生前の的確な情報発信ができる火山は限定されていた。平成12年の有珠山と三宅島の噴火は過去の噴火の経験則に基づいて噴火前の情報発信に成功した事例であるが、噴火現象を説明する物理・化学モデルはまだ部分的にしか確立しておらず、噴火様式*や規模あるいは推移について正確に予測することはできていなかった。

地震と火山噴火は海洋プレートが日本列島下に沈み込むという共通の地球科学的条件の下で発生するものであり、観測研究手法に共通する部分が多く、研究者の中には両者を同時に手掛ける者も多い。地震・火山活動の把握に必要な観測網とデータを有効活用しつつ、地震・火山現象の相互作用や物理過程の理解を深化させるため、平成21年度からは地震予知と火山噴火予知の計画を統合し、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」を開始した。

以上のような長年にわたる観測研究により、地震・火山観測体制の整備が進み、地震や火山噴火の発生機構などの理解は大きく進んだものの、信頼性の高い予測は簡単ではないことが次第に明らかになった。地震現象については、大地震の規模や一定期間内に発生する確率を予測する長期評価*には大きな不確実性が伴い、大地震の短期的な発生予測は実現されていない。火山現象についても、経験則がある程度成立する場合以外は、噴火の規模や様式・推移の予測は依然として困難な状況であった。

このような状況下で、平成23年には東北地方太平洋沖地震が発生し、死者・行方不明者が約2万人にのぼるなど大きな被害をもたらされた。それまでの観測研究計画では、このような超巨大地震の発生はある程度検討され、津波などの災害を誘発する自然の外力である災害誘因に関する研究も行われていたが、結果的には十分でなかったと言わざるを得なかった。この反省を踏まえ、5か年計画途中の平成24年11月に計画内容の部分的見直しを建議し、平成26年度から始まる次の5か年計画において抜本的な見直しを行うこととした。平成24年10月にまとめられた「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の外部評価では、地震や火山噴火に関する観測研究への社会的な要請自体は極めて強いとされたが、それまでの観測研究計画では社会の防災・減災に十分に貢献できておらず、国民の命を守る実用科学としての地震・火山観測研究の推進、低頻度大規模な地震及び火山噴火の研究の充実、観測研究計画の中長期的なロードマップの提示、社会要請を踏まえた研究と社会への関わり方の改善などが求められた。また、「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）では、地震・火山学分野だけでなく防災科学分野や人文・社会科学分野を含めた総合的かつ学際的研究の必要性が指摘された。これらの指摘を受けて観測研究計画の抜本的な見直しを行い、平成26年度から「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」（以下「第1次計画」という。）を実施した。

第1次計画では従来の地震・火山噴火の予測を目指す研究に加え、地震・火山噴火による災害誘因予測の研究も行い、災害科学の一端を担う形で計画を推進するという大きな方針転換を行った。災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学分野の研究者、近代観測以前の地震・火山噴火の解明のために歴史学・考古学分野の研究者が新たに参加し、従来からの地震学・火山学研究者との連携により、地震・火山現象の理解に加え、地震・火山噴火による災害を知り、研究

成果を災害の軽減につなげることを目指した。また、関連研究分野間の組織的な連携が進められ、観測研究計画の企画・調整を行うために東京大学地震研究所に設置された地震・火山噴火予知研究協議会*（以下「予知研究協議会」という。）には、従来の大学に加え平成 28 年度から行政機関や国立研究開発法人など観測研究計画に参加する全ての機関が参加し、より強い連携の下で計画を推進する体制が整った。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、総合的な研究を実施し、地震・火山に関する理学的研究成果を災害軽減につなげるための手法開発等の研究を異なる分野の研究者が連携して取り組んだ。

方針転換後の 5 か年計画においては、地震・火山現象の解明と予測のための研究で着実に研究成果が得られていることに加え、新たに取り組み始めた災害誘因予測の研究においても、地震や火山噴火の発生直後に状況を実時間で把握し、即時予測*に役立てるための研究が進展した。平成 26 年 9 月に発生した御嶽山噴火では、噴火後に詳細なデータ解析が行われ、比較的規模が小さい噴火であっても直前予測ができる可能性が示された。また、火山災害情報のあり方に関して住民への調査を行うなど、文理融合研究が実施された。平成 28 年 4 月の熊本地震に関しては、地震現象の解明研究のみではなく地震による災害に関する研究が行われた。

なお、御嶽山噴火は噴火規模としては特段に大きくはなかったが、死者行方不明 63 人という戦後最大の火山災害となり、突発的に発生する水蒸気噴火*は大被害をもたらす可能性があるにもかかわらず研究が十分に進んでいない点が指摘された。そのため、平成 26 年 11 月に「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」がまとめられ、今後の火山観測研究の体制や方向性、戦略が検討された。

このように、東北地方太平洋沖地震への反省を踏まえた見直しを行い、大きな方針転換の下に実施した最初の 5 か年計画である第 1 次計画に関して、平成 29 年 1 月にレビュー報告書が出され、それに基づいて平成 29 年 7 月に外部評価がまとめられた。外部評価では、防災・減災に貢献するための基本となる地震・火山現象に関する基礎的知見を生み出し、社会的波及効果の期待できる研究成果もあらわれてきており、災害の軽減に貢献する方向へ方針転換したことは適切と評価され、災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究をより一層推進していく必要があるとされた。一方で、災害軽減を一層強く意識することや研究者間のさらなる連携強化、社会のニーズの把握など今後改善すべき点も指摘された。以上を踏まえ、次の 5 か年計画は、外部評価の指摘を盛り込みつつ転換後の方針を継続することとなり、重点課題の設定・分野横断型の総合的研究の拡充・防災リテラシー向上の研究の追加などによる改善を加えた上で、平成 31 年度から「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第 2 次）」として現行計画が開始された。

2. 現行計画の基本的な考え方

現行計画は、第 1 次計画に引き続き、地震・火山噴火現象を理解し、それらの発生や推移の予測を目指す研究、及び地震・火山噴火による災害誘因の予測に関する研究を継続しつつ、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの関連研究分野の研究者が協働して実施する。現行計画では、従来から行われている地震学・火山学的研究分野と新たに参画した災害や防災に関連する研究分野間の連携をより一層強化することを目指す。また、地震・火山現象の根本的理解とそれらの発生予測に加え、地震動、津波とその浸水域、斜面崩壊、降灰、火砕流*や溶岩*噴出などの災害誘因の予測、災害情報の活用に関する研究を実施する。発信する情報を有効な防災対策につなげるため、地震・火山噴火現象や関連する災害誘因に対する国民の基本的な理解を深めることに新たに取り組む。また、参画機関の増加や成果の多様化に対応できるよう実施体制の整備を進める。

以上の方針に基づき、現行計画では以下の 5 つの実施項目を柱として研究を推進する。（1）「地震・火山現象の解明のための研究」では、地震・火山現象の根本的な理解を深め、低頻度大規模現象を含む多様な地震・火山現象の特性を把握し、それらが発生する仕組みや発生する場を解明する。（2）「地震・火山噴火の予測のための研究」では、多様な観測データ、地震・火山噴火の活動履歴や物理・化学過程の数理モデルに基づき、地震・火山噴火の発生予測手法や活動の推移予測手法を開発する。（3）「地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究」では、地震・火山噴火の解明・予測研究の成果を災害軽減に結びつけるために、地震や火山噴火がもたらす災害誘因を事前または発生直後に高精度に予測する手法の開発を進める。同時に、災害誘因予測を災害情報につなげる研究にも取り組む。（4）「地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究」は現行計画から新たに加えられた実施項目であり、地震や火山噴火による災害

は日奈久断層帯北部に沿ったほぼ鉛直な断層面上の右横ずれ滑りで特徴づけられる。一方、4月16日の地震(M7.3)では、主な破壊は布田川断層帯沿いの断層面上で起こっており、正断層*成分を含む右横ずれ滑りで特徴づけられる。また、大きく滑った場所の浅部延長は地表断層が出現した場所と対応する。

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20 cm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98 cm移動するなどの地殻変動が観測されている。地球観測衛星「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35 km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。

だいち2号が観測したSAR画像の解析結果には、布田川断層帯や日奈久断層帯に沿った大規模な位相の不連続や断層変位に伴う広域的な弾性*変形のほか、小さな地表変位を示す線状の位相不連続が多数確認された。これらは地表付近での小規模な断層運動と対応しており、一部は既知の活断層*と一致する。こうした地表断層は地震波を励起しておらず、地震に誘発され、受動的に動いた断層が大部分であると考えられる。

GNSS観測から、地震発生直後から60日間程度は急激な余効変動*が続いたが、その後はゆっくりとした変動が2021年9月現在に至るまで継続していることが明らかにされた。また、布田川断層帯と日奈久断層帯の境界付近で大きな余効滑り*が推定されている。SAR観測からは、布田川断層周辺における隆起や西向きの変位、布田川断層と出ノ口断層の間に挟まれた局所的な沈降など、複雑な空間分布を持つ余効変動が明らかにされた。

震源域*の詳細な地震波速度構造を3次元トモグラフィ*により調査した結果、地震時の滑り分布との対比から、大滑り域は比較的高速度領域に対応することが示唆された。また、広帯域MT観測*により震源域を含む九州中部の比抵抗構造が詳しく調査され、本震*後に活発化した熊本県から大分県に至る地震活動は、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。

地震発生前の稠密観測データを用いて震源域の応力場を推定し、布田川断層帯、日奈久断層帯の断層面に働くせん断応力の方向を求めたところ、4月16日のM7.3の地震で観測された複雑な滑り方向と調和的であることがわかった。これは不均質な応力場を反映して大地震の破壊が進むことを初めて観測から示したものであり、今後の強震動予測の高度化に資する。一方、本震の破壊の西端は熊本市地下、東端は阿蘇火山直下に確認された低比抵抗の火山性構造付近で停止しており、破壊の進展が火山によって影響を受けていることが示唆された。

一連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こともわかった。

4月16日のM7.3の地震により震度7を記録した益城町における強震動の特徴を調査したところ、木造家屋に大きな被害をもたらす周期1~2秒の地震動成分が大きかったことがわかった。この周期1~2秒の地震動成分は過去に震度7を記録した平成7年(1995年)兵庫県南部地震や、平成16年(2004年)新潟県中越地震の記録と同程度かそれ以上であった。また、西原村では、長大構造物に被害を与える周期3秒程度が卓越する長周期速度パルスが観測され、深さ数kmまでの断層面の浅い部分における時定数の長い滑りが原因であることがわかった。なお、熊本と阿蘇地方において長周期地震動階級(最大ランク)が平成25年の運用開始後、初めて発表された。

また、この地震を契機に、研究者と国・地方の行政機関、ステークホルダーが連携して、地震・火山観測の準リアルタイムデータを表示するシステムを阿蘇火山博物館に設置するとともに、ジオパークガイドの養成、修学旅行生向け学習プログラムの作成を通して防災リテラシーの向上を図る方策を展開している。

2) 平成28年(2016年)カイクウラ地震(ニュージーランド) M7.8

2016年カイクウラ地震(ニュージーランド)は、多数の異なる形状、滑り方向の断層が連動し

事例に基づく災害発生機構の解明を行うとともに、地震・火山噴火現象に関する社会の共通理解を促すための効果的な手法の確立を目指す。(5)「研究を推進するための体制の整備」では、参加機関や研究分野間の連携を強化し、研究を総合的・効率的に推進する体制を整備する。観測網、データ流通網、データベース、解析ソフトウェアなどの研究基盤を整備・拡充するとともに、新たな観測・解析技術の開発、国際共同研究の推進、社会との共通理解の醸成と災害教育、研究者・技術者などの人材の育成を組織的に行う。

上記5つの柱の下で実施する様々な研究の中でも、将来的に社会実装され災害軽減への貢献が強く期待される地震発生の新たな長期予測、地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測、火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測の3つについては新たに重点的な研究として設定した上で実施する。また、南海トラフ沿いの巨大地震、首都直下地震、千島海溝沿いの巨大地震、桜島大規模火山噴火、高リスク小規模火山噴火の5つについては、地震学・火山学的な見地のみならず災害科学的な重要性も鑑みて、複数の実施項目を横断する総合的な研究として推進し、専門分野の枠を超えた学際連携を一層推し進めることを目指す。総合的な研究は第1次計画でも分野横断型の研究として実施されていたが、現行計画においてはそれを拡充して実施する。

Ⅲ. 重要な地震及び火山現象に関する観測研究の成果

1. 主な地震

本節では、近年発生した地震のうち、平成28年度以降に地震発生過程の解明・地震発生予測の研究を進める上で意義深い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28年(2016年)熊本地震 M6.5, M7.3

2016年熊本地震は、地震本部で長期評価が行われていた日奈久断層帯、布田川断層帯付近で発生した地震であり、日奈久断層帯で発生したM^{6.5}の地震の約28時間後に、隣接する布田川断層帯でM7.3の地震が発生したという特徴を有する。以前より観測データが充実している地域で発生した地震であり、地殻変動、強震動^{*}、地震波速度構造、比抵抗^{*}構造、応力場^{*}など多角的な観点から分析がなされ、相互に比較されることで地震発生場の理解が大幅に進んだ。

この地震に関連する一連の地震活動をまとめると以下の通りである。

2016年4月14日熊本県熊本地方の深さ11 km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。発震機構^{*}は北北西-南南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層^{*}型である。その約28時間後の4月16日には深さ12 km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。発震機構は南北方向に張力軸を持つ横ずれ断層型である。熊本県益城町では二度も震度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、大分県中部など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の地震(最大震度6強)、4月16日のM5.8の地震(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249人、負傷者2,790人、住家全壊8,674棟、住家半壊34,563棟、住家一部破損162,312棟などの被害が生じた(平成29年度消防白書)。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)。

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-万年山断層帯が存在している。4月14日の地震(M6.5)は、主に日奈久断層帯の高野-白旗区間の活動、4月16日の地震(M7.3)は、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。地震調査委員会^{*}は平成25年に、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、今後30年以内の地震発生確率はほぼ0~0.9%(やや高い)と評価していた。また、日奈久断層帯(高野-白旗区間)については、活動時にM6.8程度の地震が発生する可能性があり、今後30年以内の地震発生確率は不明との評価であった。

現行計画に関連し以下の主な成果が得られた。まず、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28 km、日奈久断層帯の高野-白旗区間沿いで長さ約6 kmにわたる地表地震断層^{*}が明らかにされた。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2.2 m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。強震記録^{*}を用いた震源過程^{*}解析によると、4月14日の地震(M6.5)

一つの大きな地震となったもので、活断層帯で将来起こり得る地震の規模や範囲を考える際に大きな影響を与える知見をもたらした。

2016年11月14日、ニュージーランド南島北部の東海岸沿いの地殻内深さ約15 kmでMw7.8の地震が発生した。強い揺れに加えて、最大遡上高*6.9 mの津波がグースベイにおいて地震発生後の10分以内に観察されたものの、津波自体の被害は小さかった。少なくとも21個の既知の活断層セグメントと未知の断層セグメントに対応する地表地震断層が観察され、上下・水平方向の地表変位量の最大値は約12 mにも及んだ。震源域周辺の広い範囲で約10,000箇所¹⁾の土砂崩れが生じ、一部では土砂が河川の流れを堰き止めて天然ダムが出現した。

発震機構は、東西方向に圧力軸を持つ逆断層*型と横ずれ型の混合タイプであり、大きな非ダブルカップル*成分を持っていた。断層滑りは震源域の南南東の端から開始し、多数(少なくとも21枚)の断層を破壊しながら、約2分間にわたって北北東へ伝播した。複数の断層が破壊するとても複雑な震源過程であった。破壊域全体の走向方向の長さは約180 kmにわたり、地震時の滑り量分布は不均質に富んでおり、破壊開始点から北北東方向へ約120 km離れた領域で約25 mの最大滑り量が推定された(GNS Science, ニュージーランド)。様々な幾何形状・滑り方向・断層間の相互作用の強さを有する多数の断層が一つの地震として動いたことは、長期評価などで仮定される地震シナリオ策定において複数断層の連動破壊を取り入れる重要性を提示している。

地震発生後に、現地の共同研究者の協力のもと臨時地震観測網を震源域に展開し、高精度な震源*決定や応力場・地震波速度構造推定、低周波微動*の検出等の研究を実施した。応力場と断層形状を基に断層の地震前の滑りやすさを評価したところ、破壊開始点・断層間の接合部・大滑り域では断層が滑りやすく、複数の断層が連動することで破壊域が拡大したことが推察される。

今回の地震発生直後から、北島のヒ克蘭ギ沈み込み帯の広い範囲において複数のスロースリップ*が誘発された。北島北部沖の浅い短期的なスロースリップ(深さ15 km以浅)に加えて、北島南部では長期的なスロースリップが深さ約30 kmで発生した。また、スロースリップとプレート境界地震*の発生可能性に関する確率予測研究がGNS Scienceを中心に実施され、これは南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会等の議論において参考となる内容である。

GNS Scienceは本地震発生後に地震活動の今後の見通しを示す地震発生確率予測マップを公開した。より大きな地震の発生可能性も考慮した確率の提示は、国内における大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方を検討する上で参考となる。

3) 平成30年(2018年)大阪府北部の地震 M6.1

この地震はM6程度の中規模地震だが、大都市域の直下で発生したため震度5強以上の地域内の人口が比較的多く、その影響は社会の広範囲に及んだ。そのため、大都市の災害を考える上での経験や知見が得られた。また、逆断層と横ずれ断層が同時に活動した地震であり、活断層が複雑に分布する地域での連動破壊の可能性を考えるうえで重要な知見をもたらした。

この地震に関連する一連の地震活動をまとめると以下の通りである。

2018年6月18日7時58分、大阪府北部の深さ約13 kmでM6.1の地震が発生した。この地震により大阪府の複数地点で最大震度6弱を観測し、死者6人、負傷者443人、住家全壊18棟、住家半壊517棟などの被害が生じた(平成30年度消防白書)。地震発生直後から、稠密な地震観測網が震源域に設置され波形データが取得された。強震動記録解析と地震活動解析を実施したところ、破壊は北北西-南南東走向の東側傾斜(約45度)の逆断層で最初に生じ、約0.3秒後に東北東-西南西走向の高角傾斜の横ずれ断層に乗り移り、その後は同時に断層運動が起きていたことが明らかになった。今回の地震は、有馬-高槻断層帯の数km南側に平行して存在する微小地震の線状配列の東の延長で発生した。横ずれ断層はこの線状配列の走向と整合的で、かつ、地表に明瞭な痕跡は現れていないため伏在断層の一部(伊丹断層の東部延長)が活動したと考えられる。一方、最初に動いた逆断層と、近傍にあり同様に東傾斜する上町断層帯の深部延長との詳細な関係は不明であるが、この地震が上町断層帯に与えた応力変化を計算したところ、断層運動を促進する方向に応力変化を引き起こしたことがわかった。水平圧縮応力場が卓越する地域においては、逆断層と横ずれ断層が同時に活動することで、ひとつの地震になる場合があることが示された。地震の長期評価やハザード評価において2つのタイプの断層の連動破壊も考慮することが今後必要である。

この地震では、北東から南西方向に分布する震度5強以上の強い揺れに加えて、複雑な後続波が観測された。大阪平野の3次元地震波速度構造モデルを用いた強震動シミュレーション*を行っ

たところ、堆積層内の多重反射波や、盆地端部及び平野下の活断層における基盤段差構造によって生じる表面波が複雑な後続波の要因になったことが示された。これは地盤の地震動応答に関する知見をもたらし、地震動の事前評価手法や即時予測手法の高度化につながる成果である。この地震による人的被害は、倒壊したブロック塀やタンス等の下敷きになるなどが原因で死者6人であった。大きな加速度が観測されたにもかかわらず、建物の構造的被害が少なかった。これは強震動の卓越振動数が3 Hz程度と建物の固有振動数よりも有意に高く共振がほとんど起きなかったためと推定される。一方、屋根瓦など一部損壊の被害が多数生じた。大都市域の直下で発生した地震であったため、震度5強以上の地域内人口が比較的多く、公共交通機関の運転見合わせやライフラインの停止及び復旧遅延など広い範囲に影響が及んだ。例えM6程度の地震であっても、都市部では広い範囲において日常生活に支障を来すことが明らかとなった。M6の地震が発生する頻度は、M7以上の大地震が発生する頻度と比べて約10倍高く、早期ライフライン復旧のための点検・修理方法を検討することは喫緊の課題である。

4) 平成30年(2018年)北海道胆振東部地震 M6.7

2018年北海道胆振東部地震では深さ37 kmという内陸部のやや深い場所で起こった中規模地震にもかかわらず、広域で被害が発生した。日本列島に広く分布する降下火砕堆積物*の大規模な崩壊が引き起こされ、震源から約50 km離れた札幌市内で谷埋め盛土の宅地液状化*が発生するなど、多様な災害が顕著に表れた。震央*は地震本部で長期評価されていた石狩低地東縁断層帯付近であったが、余震*分布や地殻変動により推定された断層形状は想定されていたものとは異なっており、活断層の長期評価の不確実性の問題を提起した。

この地震は、2018年9月6日3時7分に北海道胆振地方中東部で発生し、北海道厚真町で震度7、安平町、むかわ町で震度6強の強い揺れを観測した。この地震により、厚真町を中心に同時多発斜面崩壊が発生し多数の人的被害が出たが、その崩壊面積は明治以降の地震災害の中で最大であった。地震動や斜面崩壊による発電設備の停止を発端として、北海道全域が一斉停電となる「ブラックアウト」が我が国で初めて発生し、生活や産業に大きな影響が出た。震源から約60 km離れた札幌市清田区の宅地では、谷埋め盛土の液状化が発生し多数の住宅が全半壊となった。この地震により、死者44人(関連死含む)、負傷者785人、住家全壊491棟、住家半壊1,816棟などの被害が生じた(総務省消防庁)。

現行計画に関連し以下の主な成果が得られた。緊急的な合同余震観測によって詳細な余震分布が得られ、東北東-西南西方向に圧力軸をもつ逆断層型の発震機構解と調和的な高角な東傾斜の面上に分布し、深さは約15 kmから約40 kmにわたることが明らかにされた。これは、震源域直上にある主要活断層の石狩低地東縁断層帯の形状とは一致しない。SAR干渉画像解析やGNSS観測では、震源断層の運動による広域的な地殻変動に加え、震源断層の動きには直接関係しない局所的なリニアメント状の地表変動が検出された。微動*観測による地盤構造探査や強震計による余震観測が行われ、建物被害が多かったむかわ町市街の強震動の生成には浅部地盤構造による地震波の増幅が影響していたことが明らかにされた。同時多発斜面災害の現地調査から、発生域が数千年前以降の降下火砕物が厚く堆積する地域に一致し、滑り面となった降下火砕物最下部には粘土化した鉱物が見られるとともに、滑り面付近の土層が常に高い含水量を有することが明らかにされた。また、被害シナリオを明らかにするアンケート調査が実施され、室内の家具配置密度と人的被害の関係性が明らかにされた。

5) 令和元年(2019年)山形県沖の地震 M6.7

この地震はひずみ集中帯*で発生した地震であり、今後、同様の地域で発生する地震の震源特性を考える上で有用な知見をもたらした。

2019年6月18日22時22分頃、山形県酒田市沖の深さ約14 kmを震源とするM6.7の地震が発生した。この地震により、新潟県村上市で震度6強を観測し、負傷者43人、住家半壊28棟などの被害が生じた(総務省消防庁)。発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、これまでに日本海東縁部で起きてきた内陸地震*と類似する。今回の地震の震源域は日本海東縁部の海域に位置する。日本海東縁部には、ひずみ集中帯と呼ばれる活構造が存在しており、今回の地震はこの構造の一部が関係していると考えられる。

海域の震源に対して精密な余震分布を求めめるために、地震発生直後から陸域の海岸線付近ではテレメータ*による臨時地震観測点を設置するとともに、海域においては係留ブイ方式を用いた海

底地震計を設置して連続波形データを取得した。これらの波形データを解析することで、余震の震源を高い精度で推定した。余震は主に深さ約 2 km から 12 km に分布し、陸の観測点のみを用いた気象庁震源と比べて全体的に 5 km 程度浅くなる。また、これらの余震は傾斜角 40 度程度で南東に傾斜する面状分布を示し、本震の破壊開始点は面状分布の下端に位置し、今回の地震は震源域深部から浅部に向けて破壊が伝播したと考えられる。日本海沿岸の断層は日本海形成時の影響を受けており、地下構造探査などにより、北西傾斜の断層が多く確認されているが、今回のように南東傾斜の断層による地震も発生する。日本海沿岸で発生する地震を考察する上で、震源断層面の正確な推定は重要である。

地震活動を表す数理モデルの 1 つである HIST-ETAS モデル*を本地震と 1964 年新潟地震の発生域とその周辺の地震活動に適用し、地震活動度を表すモデルパラメータの空間分布を推定した。その結果と日本海東縁部の活構造分布を比較したところ、2 つの地震の震源域は、定常的な地震活動度とひずみ速度の高い領域に位置することが明らかになった。また、本地震の発生直後から地震活動域が時間とともに拡大することが確認され、流体の寄与が示唆された。

6) 令和 3 年 (2021 年) 福島県沖の地震 M7.3

2011 年東北地方太平洋沖地震から 10 年が経過しようとしている時期に発生した、この周辺では約 4 年ぶりとなる M7 クラスの地震であった。さらにこの地震後には 50~80 km 程度離れた宮城県沖のプレート境界*で M6.9 と M6.8 の地震が立て続けに発生している。巨大地震後に発生する様々な現象の理解と、今後の長期間にわたるハザードについて評価が重要である。

2021 年 2 月 13 日 23 時 7 分に福島県沖の深さ 55 km で M7.3 の地震が発生した。宮城県及び福島県で最大震度 6 強を観測し、死者 1 人、負傷者 186 人、住家全壊 69 棟、住家半壊 729 棟などの被害が生じた (2021 年 3 月 29 日 17 時 00 分現在、総務省消防庁)。この地震により、宮城県石巻港で 22 cm など、宮城県及び福島県で津波が観測された。また、GNSS 観測により福島県で 2 cm 弱の西、もしくは南西方向への変位が観測された。

発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層で、震源位置と合わせて考えると、沈み込む太平洋プレート内で発生した地震である。その後の地震活動は、北東-南西走向の長さ約 40 km、南東傾斜の面に分布しており、発震機構解のひとつの節面*と調和的である。破壊開始点は震源断層の北東端で、滑りの大きい領域はその南西側に位置していた。断層の南西端は太平洋プレート上面付近に達していたと考えられ、その周辺で発生した翌 14 日の M5.2 の地震、15 日の M5.5 の地震はプレート境界で発生した地震であった。また断層の北東端に近いプレート境界でも 5 月 14 日に M6.3 の地震が発生した。

現行計画のこれまでの研究から、東北地方太平洋沖地震の余震活動は、本震時に大きく滑った領域では低調である一方、その周辺領域、とりわけ沿岸域付近では高い状態であることが指摘されている。これは、本震時の滑りとその後の余効滑り、粘弾性*緩和による応力の再分配の影響と考えられる。巨大地震後の地殻活動の理解と今後の地震活動の予測研究のため、現行計画のもとで観測、研究を続けることが必要である。加えて、陸域に近いプレート内で発生する地震による強震動の事前評価及びハザード評価の高度化が求められる。

7) 令和 3 年 (2021 年) 宮城県沖の地震 M6.9

この地震は 2011 年東北地方太平洋沖地震の滑り域の深部端付近で発生しており、同地震から 10 年経過した今日でも、それに伴う応力変化の影響が強く残っていることを示唆している。もともと宮城県沖では M7 クラスの地震が、個々の特徴は異なるものの繰り返し発生している。近年大地震によって破壊されていないプレート境界では、宮城県沖で発生することが想定されている地震を含めた大地震の発生に関し、特に注視すべき状況が続いている。

2021 年 3 月 20 日 18 時 7 分に宮城県沖の深さ 59 km で発生した M6.9 の地震である。宮城県で最大震度 5 強を観測したほか、負傷者 11 人、住家一部破損 2 棟などの被害が生じた (総務省消防庁)。発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、沈み込む太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。その後の地震活動は、東西約 30 km、南北約 30 km の領域に分布した。

陸域、海域の観測網を用いた詳細な調査によると、破壊開始点は震源断層の北端で、滑りの大きい領域は、破壊開始点よりもやや浅い場所とその南側に位置していた。また、GNSS 観測により宮城県で 2 cm 強の東方向への変位が観測された。この地震の発生域は、1978 年宮城県沖地震

(M7.4)の発生域の西側と一部重なっていると考えられる。2021年5月1日には3月20日の地震の南東約40kmでM6.8の地震が発生したが、これら2つの地震の破壊域を合わせても1978年宮城県沖地震や2005年宮城県沖の地震(M7.2)の震源域全体には及んでいないことがわかった。

2. 主な火山噴火

本節では、平成28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) 草津白根山(本白根山)

2018年1月23日に本白根山鏡池の北側で新火口列を生じる噴火が起こり、近くのスキー場で噴石による人的被害も発生した。従来、草津白根山では歴史時代に水蒸気噴火を繰り返してきた湯釜火口周辺からの噴火を想定した多項目高密度の観測網が敷かれていたが、2018年の噴火は、その観測網の外側(湯釜火口から約2km南)で発生した。この噴火に先立ち、本白根山を対象とした地質調査が行われており、最新のマグマ噴火は1500年前であったことが判明するなど、活動史の更新が進められていたが、当時は本白根山に特化した観測体制は敷かれていなかった。この噴火を受けて、気象庁は草津白根山の噴火警戒レベルを白根山(湯釜付近)と本白根山に分けて発表することになった。歴史時代に限っても、噴火地点(火口)が複数存在する火山は多い。この噴火は、そうした火山における災害軽減の方策について課題を投げかけ、現行計画で「高リスク小規模火山噴火」総合研究グループが設けられた背景の一部にもなった。

噴火の実態は、既存の観測網で捉えられたデータと噴火後の現地調査により明らかになった。噴火により観測網の伝送・電源系統が被害を受けたが、本観測研究計画や2016年度の国立大学法人設備整備費補助金等により複数の系統を整備していたため、観測が中断せず貴重なデータを得ることができた。また、湯釜周辺で多項目観測を長期間維持していたことで、隣接する本白根山の突発的な噴火や噴火前の活動状況について、以下のように重要な科学的知見が得られた。

本白根火砕丘*付近では、年に2~3回程度の地震活動が観測されていたものの、2018年の噴火に先行する顕著な現象は認められず、噴火の3か月前に実施した空中赤外観測にも、噴火地点周辺の地表面温度に異常はなかった。空振計の記録から、噴火は10時2分10秒に発生したと推定された。湯釜火口周辺の5カ所に設置された傾斜計*は、噴火の約2分前から湯釜南方の隆起を捉え、噴火発生を機に沈降に転じた。この地盤変動*は、新火口列直下の鉛直割れ目が噴火前後で開閉したとするモデルでよく説明された。噴出物の全岩化学組成*分析と野外調査から、この噴火では鏡池北火砕丘と同じ成分をもつ岩塊が約3.6万トン放出されたことがわかった。火山灰*に付着した水溶性成分の分析から、この噴火にはマグマ起源の高温の火山ガス*が関与したと考えられた。

現行計画では詳細な地質調査やトレンチ調査*にも取り組んできた。本白根火砕丘群及び白根火砕丘群の活動年代が明らかになり、主要テフラ*の層序*や年代、物質科学的データをもとに完新世の噴火履歴と噴火様式が解明・整理された。また、噴火発生場の理解のため広帯域MT探査を行い、深さ10km程度までの3次元比抵抗構造を明らかにしたことで、深部マグマ溜まり*から供給されるマグマ性流体の上昇経路のモデルを提示することができた。さらに、噴火に関する情報の内容、伝達、理解に関する課題を分析するため、噴火から約2年後、草津白根山近傍の草津温泉スキー場の利用者を対象としたアンケート調査を実施した。2018年1月の噴火を「はっきりおぼえている」グループとそうではないグループでは、前者の方が火山活動や噴火現象に対する理解度や知識量が顕著に高いことが明らかとなった。利用者の理解度や知識量の違いを意識した情報の内容を検討すべきであることがわかった。

2) 霧島山(新燃岳・硫黄山)

2008年から小規模な噴火が続いた新燃岳は、2011年1月に約300年ぶりに本格的なマグマ噴火を起こした。その後活動は休止したが、2017年10月から2018年3月まで再びマグマ噴火が発生した。また、新燃岳の北西約5kmに位置する硫黄山でも活動が活発化し、2018年4月にごく小規模な水蒸気噴火が発生した。霧島山は、噴火様式の変化や活動の消長を多項目観測で捉えることができる場となっており、現行計画の重点的研究の一つである「火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測」を進める上でも重要である。

現行計画などによる新燃岳の継続的な観測により、2011年から2018年の噴火までの火山活動の推移が詳細に捉えられた。2011年9月の噴火以降、火口内のごく微小な隆起沈降現象や溶岩冷却

過程を検知することができた。2017年2月から、噴火に先行した新燃岳北西深部のマグマ溜まりの膨張や10月9日の火口直下浅部への流体移動を示す微弱な傾斜変動と火山性微動*の検知に成功した。小規模噴火の発生や爆発的噴火、溶岩流出に伴う山体変形も記録された。また、2017年10月の噴火発生から2018年の噴火に向けて微弱な連続微動の振幅が次第に増加する現象が捉えられた。これらの観測記録は、火山活動推移モデル構築に資する基礎データとなる。そのほか、火口内の状況把握を目的として、航空機搭載型 SAR (Pi-SAR2) による観測や、日本と欧州の人工衛星データを用いることで時間分解能を高めた SAR 干渉解析を行い、火口内の膨張源を推定した。また、2018年3月に繰り返し発生した爆発的噴火に伴う傾斜変動データの解析により、爆発の約30分前から始まる地下浅部の膨張、爆発直前10分前からの若干の収縮を経て、噴火発生に至ることがわかった。火道*内での発泡や増減圧などの定量的理解につながる成果といえる。

物質科学的研究では、火山灰の磁性の違いから、マグマ水蒸気爆発*とマグマ噴火*を判別することに成功した。この研究を発展させると、火山灰の分析に基づいて噴火様式を簡単に判定できるようになる可能性がある。そのほか、新燃岳2011年噴火の石質岩片試料を観察・分析したところ、ナノライトと呼ばれる微細な結晶が火道内のマグマの液相部分に晶出することで、マグマの粘性が増加して破碎しやすくなっていたことがわかった。これにより、ナノライトの晶出が溶岩ドーム*の爆発を起こす要因である可能性が示された。

一方、硫黄山についても2018年の水蒸気噴火*に関連して各種の観測研究が行われた。噴火前からの継続的な火山ガス組成の採取・分析によって、噴気に含まれるマグマ起源成分の比率が噴火前に高まり、噴火後は低下したことが明らかにされた。大部分の噴気組成は熱水系卓越型に分類されるが、活動活発期の噴気組成にはマグマの関与が認められた。同位体比分析の結果、硫黄山の火山ガスの放出源は地下水ではなく主にマグマであることがわかった。また、この噴火はごく小規模な水蒸気噴火であったが、だいち2号と航空機搭載の合成開口レーダーによる観測データを併用した SAR 干渉解析により、噴火前の局所的な地盤膨張を明瞭に捉えることに成功した。これらはいずれも火山活動推移モデルの構築に大きく貢献する成果である。

3) 西之島

2013年の噴火以降、休止期を挟みながら噴火活動を継続している西之島は、東京の南約1,000 km に位置する火山島である。溶岩流や火山灰の噴出により陸地を拡大しているが、火山島の噴火活動の監視技術の向上及び災害リスクの評価を念頭に、現行計画により観測研究を進めている。

観測船を用いる観測としては、海底地震計や海底磁力計の設置、ドローンによる地形観察や火山噴出物採取を行った。2019年9月には、一時的に噴火活動が低下した機会を捉えて上陸し、広帯域地震計や空振計を島内に設置した。得られたデータは衛星回線経由で伝送し、揺れの方向の変化から震動源の時空間分布の推定や、低周波数側に变化する卓越周波数の検出を行った。

離島であることから人工衛星を用いた観測解析も進めている。SAR 干渉解析では西之島の地形変化を検出し、火山灰や溶岩流による陸地の拡大現象を把握することに成功した。2017年の西之島噴火を対象に、ひまわり8号の1.6 μm 画像での熱異常と噴出率の回帰式を求めた。類似の噴火活動を示すラウン火山(インドネシア)の2015年噴火に適用し、その有用性を確認するとともに、2019年12月に始まった西之島4期噴火の最初期の噴出率を推定した。その結果、推定された噴出率 $0.50 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ は、だいち2号画像を利用した地形的方法により求められた噴出率とよく一致することがわかり、衛星を利用した熱異常測定により噴出率を推定できることを示した。

4) 桜島

2016年8月から2017年2月まで噴火がなかった桜島は、2017年3月下旬に南岳山頂火口で、同年4月から10月に昭和火口で噴火が発生した。昭和火口は2018年の4回の噴火以降、噴火活動を停止した。一方、南岳山頂火口は、2017年10月末から噴火活動が再開し、2018年から噴火活動は活発となり、2020年3月から6月にかけて噴出規模の大きな噴火の頻度が増加した。2020年6月4日2時59分の爆発により火山岩塊が火口より約3 km を超えた地点まで飛散した。この噴火では、気象庁の一般気象レーダーや京都大学防災研究所の X バンド MP レーダーの解析から、噴煙高度が火口上 6,000~8,000 m に達していると推定された。このように、噴火地点や噴火様式を変化させながらも活発な噴火活動を続ける桜島は、現行計画においても重要な多くの成果が得られ、重点的な研究である火山活動推移モデルの構築に大きく貢献した。また、総合的研究の対象となっており、分野横断型研究としても大きな成果を生んでいる。

昭和火口では、2017年4月以降に噴火の頻発・溶岩噴泉活動・ブルカノ式噴火頻発と噴火様式の変遷が見られた。これらの異なる様式の噴火現象のいずれにおいても、南岳下のマグマ溜まりの膨張が先行することが検知され、地盤変動観測から推定されるマグマ溜まりの膨張速度とこれらの噴火様式に関連性があることが改めて裏付けられた。2017年10月末には噴火活動が昭和火口から南岳山頂火口に移ったが、両者とも低結晶度の噴出物粒子が増加したことから、昭和火口と南岳山頂火口の両火口へのマグマ上昇が連動していたことが推察される。また、長期的な広域GNSS観測により、始良カルデラ下のマグマ溜まりが膨張収縮を繰り返しながら体積増加を続けていたことが知られているが2017年以降は鈍化していることが明らかとなった。また、桜島と近接する霧島山のGNSSデータを統合した時間依存インバージョン^{*}解析からは、桜島と始良カルデラでの体積膨張、霧島山での2018年噴火発生時及びその前後の膨張・収縮源の位置と大きさが推定された。

2006年から2018年に桜島昭和火口で発生した火砕流をとまなう噴火47例中27例で顕著な前駆的地震が発生していること、噴火前の膨張レートが減少もしくは停止する際に前駆的地震が多く発生すること、また火砕流を伴う噴火は噴火後の収縮量が大きいことなどを明らかにした。

宇宙線(ミュオン^{*})を利用した高解像度の火山浅部透視技術により、南岳のB火口直下の低密度領域が昭和火口直下の低密度領域より大きいことを明らかにした。桜島の黒神地区において小型船舶レーダーを用いた観測を開始し、2019年11月の火砕流噴煙の流下パターンや堆積を明瞭に捉えることに成功した。Multi-GAS^{*}やセスナ機による火山ガス組成観測から、SO₂/H₂S比は1～1000の範囲で大きく変動していること、その比が1～30の変動範囲では爆発頻度と相関がある一方、30を超えるのは火山灰放出時に限られることがわかった。また、二酸化硫黄可視化モニタリング装置を一新し、桜島で可視化測定を実施した。

IV. 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)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解析

あ. 目的

地震・火山現象に係る過去の事象、特に近代観測の開始以前のもの理解するためには、文献史料、考古資料、地質・地形調査から得られる情報を活用する必要がある。これは、地震・火山現象の現在の状況の把握並びに将来の活動推移の予測に資するものである。膨大な文献史料の中から、信頼できる地震・火山活動関連史料、10万冊以上に及ぶ考古遺跡の調査報告書から抽出できる地震・火山現象に関連する遺物や災害痕跡などの資料、活断層の位置、形状、過去の活動履歴・地震規模に関する情報、地震に伴う地質学的な痕跡や津波堆積物^{*}、活動的火山の噴火堆積物^{*}、海底火山や海洋底の地質・岩石学的データなどが対象となる。それぞれについて多くの資料を収集するとともに、同定、識別や分析を高度化し、信頼性や精度を高める。その上で得られた資料を整理してデータベース化を進める。

い. 実施状況

ア. 史料の収集とデータベース化

大学は、既刊の地震史料集(『大日本地震史料』や『新収日本地震史料』など既刊の地震史料集35冊)の全文テキストデータベースを構築し史料の検索機能を強化し、部分的な校訂作業を通してデータの正確性を向上させた。史料中に現れる地名に位置情報を与えることを試みた。また、既刊の地震史料集に収録されていない地震・火山関連史料を収集した。

大学は、史料に記述された地震・火山現象に関連する言語表現が、どのような自然現象を捉えたものであるのか、1855年安政江戸地震の際の蕨宿の被害を記した史料等の比較検討によって確定し、地震・火山活動の規模や態様の推定のための指標として検討した。また、史料から検出できる家屋倒壊率を震度推定として適切に活用する方法について前近代の各種の事例をもとに検討した。

大学は、近世・近代の村絵図、国絵図、地籍図等から得られる地理情報を分析して、地形の歴史の変遷を考察した。それによって、過去の地震災害の実態解明を進めた。

イ. 考古データの収集・集成と分析

奈良文化財研究所は、全都道府県の既存考古データを網羅するとともに、災害痕跡考古資料の収集とデータベース作成・公開事業を拡充した。南海トラフ沿いの巨大地震や桜島火山などを念頭に、特定地域の災害考古資料の収集と災害履歴の再構築・分析を実施した。

大学は、災害痕跡考古データベースと、既刊の地震史料集のデータベースを統合して検索することが可能なシステムの構築を進めた。

ウ. 地質データ等の収集・集成と分析

産業技術総合研究所は、地形・地質調査により、全国の活断層のセグメント区分の見直しや活動評価を進め、熊本地震後の調査などの最新知見に基づいて活断層データベースを整備・更新した。複数セグメントにわたる連動型地震の履歴を解明し、地震の発生頻度や地震規模、破壊の多様性を明らかにした。

国土地理院は、熊本地震後の地形調査などの最新知見に基づいて都市圏活断層図を更新した。

大学及び海洋研究開発機構は、津波堆積物の認定・対比手法の確立や、年代決定手法の改良を進め、津波をもたらした海溝型巨大地震の発生履歴とその規模の解明を進めた。同時に、既存の津波堆積物データの再検討に加え、国内外での堆積物調査を実施した。

産業技術総合研究所は、津波堆積物等の調査結果に基づき、津波による浸水履歴データベースを整備・更新した。

大学は、過去の噴火に関し、噴火の規模や継続時間、爆発性、噴火活動の推移を評価する上で重要となる噴出量等の基礎データを収集・整理した。特に、火山噴出物を用いて岩石・鉱物学的解析を行い、マグマ溜まりの深度や温度、含水量等の情報を得た。

産業技術総合研究所は、火山防災のために監視・観測体制の充実が必要な火山を対象として火山地質図の整備を推進した。また、全国の火山を対象として、噴出量や歴史記録を含めた噴火年代等の基礎的な地質情報を収集した火山データベースを整備・更新した。さらに、火山噴出物から噴火年代を高分解能で推定する年代測定手法を開発した。

う. 成果

ア. 史料の収集とデータベース化

既刊の地震史料集の全文テキスト化を行い、テキストデータベースとして公開した。冊子体である史料集を効率的にテキストデータ化し使い易いデータとするため、OCRや文書の構造化など情報技術を活用した。より正確なデータとするため、部分的に史料の校訂も実施した。また、全国数十か所の藩庁や有力者による日記史料を調査して有感地震の記事を収集し、「日記史料有感地震データベース」として公開した。さらに、日本の有史以来明治5年までの24,361件の地震を1行1地震として整理した「日本歴史地震総表2020」をウェブから検索できるシステムを構築し公開した。

新たな地震関連史資料の収集にも努めた。新出史料と既刊の地震史料を組み合わせ、歴史学的な手法や地震学的な知見を活用した分析を行い、過去の地震に関してより正確、あるいは、信頼性の高い描像を得た。例えば、中世の史料である『三国一覧合運図』の龍谷大学本と東山文庫本、及び『大唐日本王代年代記』が同時代史料であることを確認し、1361年から1585年までの30件の地震記事が信頼できることを明らかにした。1596年文禄豊後地震について、別府湾に津波被害をもたらした地震が発生したのは閏7月9日であることがわかった。有感地震の分析から、1854年東海・南海地震前後の全国の地震活動の変化を検出した。1891年濃尾地震、1933年昭和三陸地震など、明治期以降の地震に関しても分析を行った。また、1847年2月15日に越後高田で、1855年8月16日に米子で発生したとされてきた地震被害などいくつかのイベントについて、実際には発生していなかったことを確認した。

震度の距離減衰式の再現性を検証したうえで、史料に表われる有感地震のデータから歴史地震の震源を推定する手法を開発した。市民参加型翻刻プラットフォーム「みんなで翻刻」のシステムを改良して地震史料の翻刻を進めた。

イ. 考古データの収集・集成と分析

全国の埋蔵文化財発掘調査報告書に記載されている、災害痕跡に関する記載を収集し、発掘調査地点ごとに災害痕跡データを整理した。また、各地の遺跡発掘現場において、液状化や地滑り等の地震痕跡等の地層資料を採取し、災害発生時期を推定するため遺跡の年代を示す考古

資料と照合して、整理・分析を進めた。火山噴火についても、九州の約4,000遺跡の情報に基づいて、降灰範囲だけでなく、噴火に先行する液化化や噴砂など、様々な災害痕跡を集成した。

収集・整理したデータを格納する災害痕跡 GIS*データベースを構築した。データベース項目やデータ入力、表示のインターフェイスを設計し、データの入力作業を実施した。このデータベースと既刊地震史料集のテキストデータベースを連携して相互に検索できるようなシステムを開発した。

考古データをもとに被災エリアの可視化や災害発生時期の特定を試みた。奈良盆地において、遺跡で確認された地震痕跡が5世紀後半、7世紀後半～末、8世紀後半～9世紀半ばに集中している可能性及び奈良盆地東縁断層と生駒断層周辺の遺跡で確認された地震痕跡が9世紀～11世紀、15世紀～16世紀、17世紀～18世紀に集中しており、史料に記述のある9世紀以降の地震に対応している可能性を明らかにした。三陸海岸の海浜遺跡が縄文後期前葉と縄文中期に中絶・衰退しており、これらの時期に巨大津波が発生していた可能性を示した。桜島噴火について、鹿児島湾を中心に遺跡の分布とそれぞれの成立時期の情報をまとめ、史料に残る近世以降の桜島噴火情報や、発掘調査で検出される降下火山灰、火山弾等の火山噴火に伴う被災痕跡を集成してデータベース化を進めた。

ウ. 地質データ等の収集・集成と分析

布田川断層系と日奈久断層系の合流部に近い御船町高木でトレンチ調査を実施し、2016年熊本地震の明瞭な痕跡が残っていないこと、それ以前の2回のイベントの変位の様式が熊本地震とは異なることを明らかにした。

活断層データベースに地形陰影図や航空写真等を表示させる機能を追加し、活断層と地形や構造物などとの関係を認識しやすくした。

1993年北海道南西沖地震の津波堆積物が認められるロシア沿海州のバレンティン湾周辺や、1994年北海道東方沖地震の津波が最も高かった国後島北東部の海岸での調査から、歴史時代の津波痕跡の候補を発見した。津波の痕跡が保存される条件を明らかにするため、2011年東北地方太平洋沖地震津波で青森県三沢市の海岸に形成された津波堆積物を分析し、堆積物分布の限界はイベント発生後に海側に後退することを明らかにした。17世紀千島海溝の超巨大地震の津波浸水計算に必要な古地形の復元を行った。

富士山の爆発的噴火の噴出物解析によって、御殿場岩屑なだれ以降の数百年間にわたり石基*の斜長石量の急減やガラス量の急増が続いたことを明らかにし、山体崩壊によって荷重が減りマグマが上昇しやすくなっていた可能性を示した。また、高温かつ低含水率のマグマは溶岩流噴火を起こしやすく、低温かつ高含水率のマグマは爆発的噴火をする傾向があることがわかった。20世紀の伊豆大島山頂噴火の文献データを再整理したところ、マグマ噴出量の大きな噴火ほど含まれる斜長石量が少ないことがわかり、噴火規模予測の指標として斜長石量が使え可能性が示された。浅間山・西之島・諏訪之瀬島の岩石試料を分析し、マグマ溜まりの深度や状態を検討した。浅間山の1783年天明噴火では3つのマグマが海拔0m付近で混合し短時間で噴火に至った可能性のあることがわかった。

火山地質図の作成及びその基礎となる調査を進めた。「日本の火山データベース」については、択捉島と富士山の完新世噴火イベントのデータを作成・公開し、重要火山の火口図作成を進めた。20万分の1スケールの「日本火山図」公開のためビューアー開発とデータ作成を行い、約440の火山データの公開を進めた。

エ. 今後の展望

史料、考古、地質データの蓄積は着実に進んでいる。史料の収集とデータベース化については、既刊の地震・火山関連史料集のデジタルテキスト化が完了し、データベースとして公開された。災害痕跡考古データベースも着実に整備が進んでいる。活断層や津波堆積物、噴火履歴に関するデータベースは地図情報としても重要な位置を占め、ハザードマップの作成などにも資するものである。新たな史料の収集、史料の校訂や史料の正当性の検討を今後も継続し、信頼性を確保しつつ過去の地震や火山噴火に関する知見を蓄積していくことが重要である。『新収日本地震史料』以降は除外されてきた全国の噴火史料の集成とデータベース化も必要となろう。これらの新規に収集整理される史料も、構築済のデータベースに追加していくことが必要である。構築済のデータベースや史資料を長期にわたって保存していくための方策も検討を要する。研究だけでなく、広く社会にも活用され得るデータベースであるため、オープンデータとしての利便性も考慮すべ

きである。

整備された各種のデータベースや、外部の関連するデータベースを活用して、地震学や火山学、人文・社会科学の最新の知見や視点に基づいて、過去の地震・火山噴火事象を分析していくことが求められる。これまでに知られている被害地震について、史料の再検討等により震源や被害分布が更新される例も出てきており、今後もより正確な情報に更新していく努力を続ける必要がある。また、無被害の地震の分析により、本震・余震系列や、各地域の過去の地震活動の推移を明らかにできる可能性がみえてきた。史料の空間的な分布の偏りや、内容の信頼性に基づいて、過去の地震データに関しても誤差や精度つきの情報とすることで、地球物理学的な手法で扱いやすくなることも必要である。

観測研究計画が、地震学、火山学、地質学と、歴史学、考古学との共同研究を推進するきっかけとなり、上記のような多様な成果が得られてきた。現行計画で実施する研究として、歴史地震、古地震のデータを増やし、より信頼性の高い情報を提供することで、災害軽減に貢献しているということを、今後さらに示していく必要がある。たとえば、史資料から過去の事実を明らかにするだけでなく、得られたデータに自然科学的な予測手法を適用することで将来予測に資するような手法を検討していかなければならない。データの蓄積や研究を通じて、自然科学と人文・社会科学の幅広い協働関係を醸成し、研究を進めていくことが重要である。そのためには、多分野の研究者が集まる本観測研究計画の利点をより強化するため、データや成果の交換及び相互利用の機会を増やすとともに、関連する研究分野の研究者との交流を深め、異なるアイデアや視点を持つ研究者との協働の機会を増やすことが求められる。

(2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明

あ. 目的

低頻度で大規模な地震・火山噴火現象の発生履歴、規模、場所を解明するために、史料・考古データ、地質データ等の分析や、近代的な観測データと対比・統合から、過去の地震・火山噴火現象の定量的な理解を進める。特に、東北地方太平洋沖地震の震源域、南海トラフ沿い及び千島海溝沿いの巨大地震に関する研究を実施する。カルデラ噴火*を含む低頻度・大規模噴火現象に関して、噴火準備段階からの活動の推移・履歴を把握するとともに、噴火の発生場所や発生時等の推定精度を上げる手法の開発・改良を進める。

い. 実施状況

大学は、北海道太平洋沿岸の津波堆積物の詳細な年代測定や珪藻分析を実施した。外国船航海日誌等を用いて安政東海地震の発生時刻を調査した。史料と気象庁データベースを連結し江戸・東京の過去350年間の有感地震を整理した。安政東海・安政南海地震の前後数年間の日記史料から有感地震を抽出する作業を実施した。日本海溝で詳細な地震カタログ*を作成し、プレート境界面付近の地震活動を解析した。日本海溝、千島海溝、カムチャツカ海溝において、大地震前の地震活動の統計的評価を実施した。絶対重力*測定による東北地方太平洋沖地震の余効的重力変化のモニタリングと、それをモデル化する手法の開発を行った。

産業技術総合研究所は、古文書と津波堆積物データを利用して日本海溝で室町時代に発生が指摘されている巨大地震の調査を実施した。房総半島南部の海岸段丘の分布パターンと離水年代の検討を行った。

海洋開発研究機構は、日向灘の浅部超低周波地震*の震央決定を実施した。南海トラフ地震発生帯で得られた構造探査データの3次元解析と、海底地震観測による房総半島沖の詳細な地下構造調査を実施した。

防災科学技術研究所は、東北地方太平洋沖地震の震源域、南海トラフ沿いや千島海溝沿いにおける地震活動や震源過程の調査を実施した。

産業技術総合研究所と防災科学技術研究所は、南海トラフ周辺地域のひずみ計等のデータを用いた短期的ゆっくり滑り*のモニタリングを行った。

大学は、伊豆大島や霧島山等での火山爆発指数* (VEI) が4～5クラスの大規模噴火を対象として、地質調査や、噴出物に対する物質科学的解析、数値モデル解析を行った。

大学は、カルデラ噴火に至るマグマの蓄積や分化の過程を解明するため、洞爺や屈斜路等のカルデラ火山を対象として、放射非平衡*を利用した年代測定法などを適用した。また、鬼界カルデラ等の海底カルデラを対象として物質科学的研究を進めた。また、1707年富士山宝永噴火に関し

て、古記録などをもとに噴火の被害状況を整理した。

う. 成果

北海道太平洋沿岸の津波堆積物の詳細な年代測定から、12世紀と17世紀のイベントの発生年が十勝地域と根室地域で異なる可能性を示した。また、珪藻分析から10世紀から18世紀までの連続的な地殻上下変動の時系列を明らかにし、17世紀イベントの変動量が12世紀に比べ2倍程度大きかった可能性を示した。室町時代に発生が指摘されていた日本海溝周辺の巨大地震が、1454年享徳地震である可能性が高いことを古文書と津波堆積物から解明した。房総半島南部の海岸段丘の形成年代の間隔がばらつくことを明らかにした。

安政東海地震の発生時刻を外国船の航海日誌から特定し、アメリカ西海岸の驗潮記録から推定される時刻と整合的であることを明らかにした。江戸・東京の過去350年間の有感地震数を整理し、元禄江戸地震や安政江戸地震後の有感地震数の増加等を検出した。安政東海・安政南海地震の発生前に、山陰地方や近畿地方北部で有感地震が増加したこと、地震の約10か月後から西南日本において有感地震が増加したことを明らかにした。

日本海溝沿いで発生する地震の詳細なカタログを作成し、東北地方太平洋沖地震による応力変化とプレート境界面の摩擦状態変化が原因とみられる地震活動の変化を検出した。南海トラフ地震発生帯の地下構造解析を実施し、熊野海盆の付加体内部の変形構造や、プレート境界の構造及び巨大分岐断層周辺の3次元的地質構造と浅部低周波地震*の発生位置の関係を明らかにした。日向灘では、浅部超低周波地震の発生深度が沈み込む海山の影響を受けて変化している可能性が示された。南海トラフ周辺地域のひずみ計等のデータから、短期的ゆっくり滑りの断層モデルを推定した。

東北地方太平洋沖地震による余効的重力変化のモニタリングとして実施された国立天文台水沢VLBI*観測所における絶対重力測定から、2020年まで数年続いてきた絶対重力値の減少が2021年から増加に転じたことが明らかにされた。地球の曲率や水平方向の不均質を考慮した粘弾性変形の計算手法を開発した。

VEI4クラスの伊豆大島の大規模噴火(Y1, Y4)の研究では、噴出物の層序再構築や組織・化学分析が行われ、噴火推移に対応した斑晶*量の増加や、噴出率・噴火様式に対応した石基組織等の変化があることが明らかとなった。この結果は、噴火発生後の噴出物モニタリングが噴火推移・様式の予測において重要であることを示唆する。VEI5クラスの1707年富士山宝永噴火に関して、復興途上の様子を描いた村絵図の分析を行った。GISによるジオリファレンス機能を用いた分析により、火山灰の除去が遅れた土地の面積や地形との関係が明らかになった。

VEI7クラスのカルデラ形成噴火の研究では、7,300年前の鬼界火山噴火について、地質調査に基づき、プリニー式噴火後の静穏期の存在や、カルデラ崩壊に至るまでの詳細な噴火推移が明らかにされた。また、反射法地震探査データに基づき、噴出物の空間分布や総量が見積もられた。摩周火山のカルデラ形成噴火については、噴煙柱形成・崩壊、マグマ水蒸気噴火、カルデラ形成の、3つの異なる噴火フェーズに区分できることがわかった。4万4千年前の支笏カルデラ噴火については、噴出物のU-Th放射非平衡測定が行われ、マグマの由来が明らかにされた。屈斜路カルデラを対象に化学分析とU-Th放射非平衡分析が行われ、マグマの生成に3万年程度要していたことが明らかになった。

山体崩壊については、雲仙岳1792年噴火時の眉山崩壊に関する資料分析や地質調査が実施され、崩壊が眉山山麓付近の岩石中の間隙水圧の上昇によって起こった液状化と、引き続き地滑りとする過去の研究結果を支持する結果が得られた。

え. 今後の展望

低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明には、近年の観測で得られた知見をベースとして、地層や史料に記された事象を読み解く作業が必要となる。史料・考古遺跡や地形・地質に残された記録の網羅的な収集・解読を継続してデータ数を増やすとともに、史料の正当性等の検討や年代測定の精度検討など、品質の評価を継続することが重要である。史料や考古、津波堆積物等のデータは断片的であり、大規模地震・火山噴火現象を復元すると、必然的に多くの不確定性が内包されることになる。復元される大規模現象のばらつきの評価手法を検討するとともに、その結果がハザードやリスク評価にどのような影響を与え得るのかも考慮しながら進めることが必要である。

津波堆積物や海岸段丘の調査から、海溝型巨大地震の規模や発生間隔の多様性が長期間にわたって明らかになりつつある。地震サイクルの多様性を支配する地下構造や物理パラメータの検討を進め、過去の事象の再現を行うとともに、現在観測されているデータの評価にも活用することを目指す必要がある。

史料・考古遺跡・地形・地質などから得られる多様なデータと観測データを組み合わせて、地震ハザード評価に利用する先駆的な取り組みが求められている。過去に発生した巨大地震像の復元とその多様性の評価は、地震発生の長期予測の高度化に直結する重要な課題である。今後は、断片的かつ不確実性を含む先験情報を、将来発生する大規模地震のハザード予測につなげていくスキームの検討が期待される。特にデータの多い南海トラフ沿いや首都圏では、総合研究グループ等で具体的な検討を行うことが望ましい。

大規模噴火については、地質・史料に記録が残る事例について噴火の詳細な推移が明らかになりつつある。今後、斑晶鉱物や石基に記録された物質科学的情報を組み合わせ、マグマの蓄積条件や上昇過程に制約が与えられることが期待される。また、より頻度が高い中小規模噴火との関係や、マグマ組成が異なる事例の間での比較を進め、噴火事象の推移を一般化し、分岐条件について検討する必要がある。

カルデラを形成する規模の噴火については、カルデラ周辺のサンプリング調査・地球物理観測・構造探査が進められており、噴火時の地表面現象や正確な噴火規模、マグマ溜まりの位置など、カルデラ噴火の特徴や火山体の基本的構造が明らかになることが期待される。また、U-Th 放射非平衡等の分析法の確立により、カルデラ火山のマグマ生成プロセスに対する制約が進むことが期待される。今後、他の岩石鉱物学的分析と組み合わせるとともに、対象を拡大することで、カルデラ火山の一般的なマグマ生成と蓄積の時間スケールを明らかにすることが重要である。

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

あ. 目的

断層滑りの多様性、地震時の動的破壊過程*、複雑な断層系における断層間の力学的相互作用、地震活動の階層性等に関する研究を通して地震発生過程の解明を進める。また、地球物理・地球化学的観測、野外観察、海域・陸域の科学掘削、室内実験や数値シミュレーションなどを通して、断層面の摩擦特性*や地殻流体*の挙動等に関する理解を深め、地震断層滑りの物理・化学モデルの構築を行う。

い. 実施状況

ア. 地震発生機構の解明

大学及び防災科学技術研究所は、地震発生場における物理量分布の統計的性質と地震活動の特徴を比較し、大地震発生に至る過程における地震活動変化の特徴を調査した。また、粘弾性媒質中でのプレート境界地震と内陸地震を連成させた地震サイクルシミュレーションを行い、プレート境界地震と内陸地震との力学的相互作用について理解を進めた。

大学、防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構は、プレート境界で発生する様々な時間スケールをもつ滑り現象を明らかにするために、陸域及び海域における長期間の観測を行った。日本海溝沿いでは、東北地方太平洋沖地震発生後のプレート間の固着*状態と、周辺の応力場の時空間変化を調べた。また、南海トラフ沿いでは、モニタリング手法の高度化を進めるとともに、プレート境界周辺の詳細な不均質構造を推定し、多様な滑り現象の発生機構を解明した。

大学及び海洋研究開発機構は、地震・地殻変動観測に基づいて震源分布、地震波速度構造、ひずみ・応力場等を推定するとともに、室内実験や数値シミュレーションに基づいて、複雑な断層系における断層間の相互作用及び連鎖的な動的破壊過程についての理解を深めた。また、地球物理・地球化学的観測や室内実験、数値シミュレーション、野外観察に基づいて、地震発生及び下部地殻・上部マントルのレオロジ*特性に及ぼす流体の影響や地殻流体の存在形態を調べた。

大学は、地震活動の階層性を定量化する手法を開発した。また、世界各地の沈み込み帯を対象とした国際共同研究を推進し、異なる地質学的環境における地震活動の階層性の特徴を調べた。

大学は、鉱山で得られた掘削コア等の分析と、震源のごく近傍で取得された観測データの解析から、応力と地震活動の関係を調べた。

イ. 地震断層滑りのモデル化

大学及び防災科学技術研究所は、各種実験に基づく摩擦構成則*の改良や複数の素過程の相互作用を考慮した断層滑りモデルを構築し、地震発生モデルの高度化を進めた。

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・化学的影響を調べた。また断層周辺の不均質構造と地震断層破壊との力学的相互作用や、断層帯の間隙流体と摩擦滑りとの非線形相互作用を取り入れた定量的な地震発生モデルを構築した。

大学及び海洋研究開発機構は、国内外の海域及び陸域の科学掘削で採取された試料や、地球物理・地球化学的観測、室内実験、数値シミュレーション、野外観察から得られた情報を統合して、断層面の摩擦特性の解明など地震断層滑りの物理・化学モデルの高度化に取り組んだ。応力・速度の変化などの様々な擾乱に対する断層滑りの応答を室内実験や理論により解明し、観測データと比較することで、断層滑りのダイナミクスを明らかにした。摩擦特性が不均質な断層における複雑な滑り及び地震サイクルの複雑性に関する理解を深めた。

産業技術総合研究所は、地質調査に基づいて、岩石のレオロジーの空間的不均質が断層の滑り挙動に与える影響を評価した。また、断層破砕帯の微細構造解析及び室内実験に基づいて、断層の滑り機構・強度や脆性-塑性遷移領域におけるひずみの集中過程を調べた。

う. 成果

ア. 地震発生機構の解明

南海トラフで実施されている海底地殻変動の観測*データを統計的に解析することで、スロースリップ由来と考えられる非定常地殻変動を複数の観測点で検出した。また、房総半島沖で行った海底地震観測データ等による速度構造解析等から、フィリピン海プレート上面の深さが従来のモデルより3~6 km浅く、スロースリップは北米プレートとフィリピン海プレートの地殻同士が接している部分でのみ発生していることを明らかにした。

日本海溝から採取した試料を用いた摩擦実験を実施し、粘土鉱物の含有量と温度により摩擦係数が変化することを明らかにした。また、日本海溝沿いのプレート境界を模した地震サイクルシミュレーションにより、2011年東北地方太平洋沖地震時に日本海溝南部で滑りが沈み込んだ海山で止められ、地震後に顕著な余効滑りが進行した状況を再現することに成功した。

中下部地殻での岩石破壊にともなう水理学パラメータを制約するため、天然のサンプルに見られる岩石と流体が反応して帯状になった部分を詳細に分析することにより流体圧や浸透率*を制約する新たな手法を開発し、破砕された地殻では未破壊地殻に比べて時間~年のスケールで浸透圧が数桁上昇するという結果が得られた。

地震の破壊開始点を精密に震源決定する手法を開発し、破壊開始点の分布はランダムでなく集中する場合があることを発見した。また、カイクウラ地震前後の地震のメカニズム解の解析から、カイクウラ地震前の差応力*は地震時の応力降下量*の大きさと比べて大きいと考えられることがわかった。

イ. 地震断層滑りのモデル化

様々な環境を設定した断層滑りのシミュレーションが実施され、その寄与が調べられた。地球潮汐の影響を取り入れた SSE* 発生サイクルの数値シミュレーション研究により、潮汐は SSE 発生サイクルを安定化させる役割を持つ可能性が示唆された。粗い断層面の影響を見るために実施された断層滑りのシミュレーションでは、地震性高速滑りの発生前に非地震性の遅い滑りが発生することが見出された。一方、粗さが一定以上になると、地震性滑り*を起こせなくなることが示された。また、スロースリップによる载荷が地震をトリガする効果をシミュレーションにより評価したところ、地震の発生サイクルがスロースリップに完全に同期する現象が発生することを確認した。

断層滑りの物理の解明のため、高速せん断実験中の接触点温度分布の直接測定を行った。新技術により、局所的瞬間的発熱(フラッシュヒーティング)によって発生した温度の絶対値を正しく捉えることが可能になり、接触点の最高温度は常圧での試料の融点を越え、2500℃程度まで上昇していることが明らかとなった。

日本海溝沈み込み帯深部に分布すると考えられる、変成作用を受けた岩石を試料として摩擦実験を行ったところ、温度 100~300℃の間で a-b 値*が負となることが示された。東北地方太

平洋沖地震の震源域温度が約 160 °C程度と推測されていることから、この岩石の摩擦特性は震源核*形成に関与し得ると考えられることがわかった。さらに、a-b 値が正の温度条件においても、間隙水圧の上昇により a-b 値が負に遷移し、スロー地震*の発生条件が現れることが示唆された。一方で、大型振動台を利用した岩石摩擦実験の結果からは、载荷速度の増加につれて破壊核の臨界サイズが減少し高速な破壊が励起されやすくなることや、断層面の粗さが初期及び主破壊過程に大きく影響することが示された。大型振動台を利用した岩石摩擦実験を実施し、通常的高速破壊イベントに加え、弾性波速度より高速で伝播するゆっくり滑りが発生していることが明らかになった。ガウジを挟んだ実験では、摩擦パラメータは断層長には依存しないものの、滑り距離によって変化することが確認された。

日本海溝から千島海溝南部のM4.5以上の大きな地震に近接するM4以下の小さな地震の波形を網羅的に調査し、多くの大きな地震の波形の始まりの部分が小さな地震と同じであることを発見した。岩石破壊実験から、差応力に対して0.1%程度の微弱な流体圧変動が微小破壊の発生率と有意に相関があることを明らかにした。

断層の不均質性や複数の破壊様式などの条件下でも安定かつ高速に断層滑りの時空間発展をシミュレーション可能とする新たな数値計算手法を開発した。

え. 今後の展望

南海トラフでは、海底地殻変動観測や海底地震観測により、浅部スロースリップが新たに検出されるなど、プレート間の固着状態の推定や滑りの時空間変化の理解が大幅に進展した。今後は、海陸連携の観測を一層強化しつつ、固着状態やスロー地震を含めた地震活動全体のモニタリングを充実させ、沈む込む海洋プレートのブロック運動も考慮しながら、地殻活動の包括的理解を進める必要がある。さらに、シミュレーション研究とも連携しながら、南海トラフ地震発生時の強震動生成域の位置や広がりやを推定することが重要である。日本海溝では、2011年東北地方太平洋沖地震後の余効滑りに関して、観測記録の分析や地震サイクルシミュレーションを基にした研究がなされ成果が得られた。今後は、2011年東北地方太平洋沖地震の理解のために、本震後のプレート境界面の固着状況や地震活動の回復過程、巨大地震へと成長した滑り現象を説明する物理モデルを明らかにしていく必要もある。一方、同様に巨大地震が発生する可能性のある千島海溝においては調査研究が遅れている。千島海溝沿いの地域についても、プレート境界の固着状態を推定するために海底地殻変動観測を継続するとともに、スロースリップ等の滑りのモニタリングが実現されるように研究を推進することが重要である。

海外の沈み込み帯においても観測研究が進み、今後得られる成果を比較検討し、それぞれの地域の特徴の類似・相違点を明らかにしたうえで、現象を普遍的に理解していくことが必要である。ニュージーランドで観測された内陸地震から海溝型地震に至る一連の地震活動を理解するための研究手法や成果は、日本を含む他地域の地震を研究する際に重要である。海域における地殻変動観測では、観測手法の改善による精度の向上も重要な課題であり、現在も改良が進められている。今後も手法の開発を含めた研究を進める必要がある。

地震断層滑りをモデル化するにあたっては、地質調査と岩石変形実験を基に、地震の破壊開始と断層深部の塑性流動や流体との関わりを明らかにするアプローチも重要である。南アフリカの金鉱山においては地震発生深度で地震発生場を直接調べることができるため、岩石力学、地質学、化学的な総合調査を一層進めていくことが重要である。現象の理解を深めるために、観測とシミュレーションの比較研究もなされているが、用いるパラメータにより結果が変わることから、実際の滑りに関して本質的に滑りに影響を及ぼす重要な要素を明らかにしていく必要がある。階層性パラメータが予測可能性に及ぼす影響を明らかにするほか、流体の寄与を考慮した新たな地震断層滑り物理モデルの構築が必要である。多様な滑りイベントが大地震を誘発する可能性について、室内実験、理論研究、数値シミュレーションが連携しながら取り組まなければならない。国内外の様々な地域で観測研究の成果として、内陸地震と地殻内流体の密接な関係が指摘されてきている。また、沈み込み帯における流体の流れも明らかになりつつある。今後は、流体が地震の発生に及ぼす影響を定量化し、得られた成果をもとに現象の理解を予測につなげる研究を進めることが重要である。

(4) 火山現象の解明とモデル化

あ. 目的

噴火の推移や多様性を理解するために火山の深部から浅部で進行する様々な過程や噴火現象を時空間的に定量化する。また、火山現象はマグマの動きや状態の変化に支配されるため、マグマの流動・破碎・脱ガス・結晶化などの各素過程の物理・化学的な実験研究や、数理モデルによる理論解析を進め、マグマ溜まりや火道内過程のモデル化を行う。さらに、噴火様式の分岐条件や噴煙形成の支配因子を定量化し、多くの火山に適用することを念頭に置いて噴火機構モデルの一般化を目指す。

い. 実施状況

ア. 火山現象の定量化と解明

大学及び海洋研究開発機構は、霧島山、阿蘇山、伊豆大島等、海域を含む国内外の活動的な火山や最近噴火した火山を対象に、火山周辺や火口近傍における多項目観測、リモートセンシング観測、噴出物の物質科学分析を行い、噴火発生前、噴火継続中、噴火終息後の火山活動の推移やその多様性を把握した。これらの結果と素過程の理解に基づいて火山活動のモデル化が進められた。また、新たな観測・分析手法の開発や既存の手法の高度化を進展させた。

防災科学技術研究所は、基盤的火山観測網*やリモートセンシング技術等による多項目の火山観測データを活用し、多様な火山現象の発生機構の解明や火山災害過程を把握するための研究開発を進めた。

産業技術総合研究所は、活動的な火山において火山ガス観測を実施し、マグマ性の噴火を繰り返して大量の火山ガス放出を継続している火山において、噴火活動推移の多様性をもたらす火山ガス放出過程のモデル化を行った。マグマ噴火を繰り返す火山を対象として、火山活動履歴に基づく活動推移の類型化を試みた。桜島や霧島山等を対象として、火山灰粒子の岩石・鉱物学的特徴の経時変化と、地球物理・地球化学的観測データを比較することで、爆発的・非爆発的噴火の分岐メカニズムを判断する材料を得た。また、噴火準備段階から噴火に至るまでのマグマ挙動の解明に向けて、噴火履歴に沿った噴出物の岩石・鉱物学的特徴の解明を進めた。特に、大規模カルデラ火山に対して、マグマ供給系の時間発達過程を明らかにし、大規模噴火の準備過程や噴火の開始に関する研究を行った。

イ. マグマ溜まりと火道内過程のモデル化

大学及び防災科学技術研究所は、火道内における気液固混相流マグマの上昇過程（火道流）の数値モデル解析を行い、噴出量・噴出率などの物理パラメータや噴火様式の多様性を検討した。また火道流がもたらす地殻変動観測の数値シミュレーションを実施した。マグマ溜まりや火道内過程を支配するマグマの流動・脱ガス・結晶化などの各素過程に対する物理・化学的な実験を行い、噴火様式を支配するマグマの物質科学的性質を調査した。

う. 成果

ア. 火山現象の定量化と解明

火山周辺や火口近傍における多項目観測により、火山活動の推移を高精度・高時間分解能で捉えられることがあらためて認識された。西之島における2019年のマグマ噴火では、活動の推移とともに地震波の卓越周波数が低周波数側にシフトしたことや、地動軌跡*の変化からマグマ供給系の変化及び圧力源の移動が推定された。西之島では衛星による熱異常観測からマグマ噴出率を推定する手法が適用され、マグマ噴火の推移把握に活かされた。水蒸気噴火については、噴火開始数分前から微動を伴う傾斜変動が発生することが多数の火山で確認され、本白根火山における2019年噴火の傾斜変動は深さ0.5～1 kmに位置する開口クラックにより説明された。また、火山灰に付着した水溶性成分の分析から、高温マグマ起源のガスが水蒸気噴火に関与していることが示唆された。長期的な水蒸気噴火の準備過程として、十勝岳では局所的な地盤の膨張にほぼ同期して、間欠的に消磁*が加速していることがわかった。この特徴は、口永良部島で2014年噴火の10年以上前から観測されていた現象と類似しており、浅部に熱水系をもつ火山の噴火準備過程に共通する現象である可能性が示された。

安全に安定して火山監視を行う観測手法の開発も進んだ。吾妻山の山麓から山頂近くまで敷設されている光ファイバーケーブルを用いたDAS（分散型音響計測システム*）のデータから、火山性地震*の震源決定と浅部地盤構造の推定が行われた。桜島における空中電位の計測からは、

噴火発生時刻より数秒程度遅れて電位差変動が発現することが明らかになった。噴火時に空振波を伴わず空中電界変動のみが観測された事例が半数にのぼることから、空中電位計による観測を加えることで噴火発生の検知レベルの向上が見込まれることが示された。また多眼カメラで構成されるマルチバンド型の赤外カメラの開発が行われ、約 0.5 ppmv の精度で SO₂ ガスを可視化するシステムが実現された。桜島火山では火山ガス組成の連続観測、セスナ機による繰り返し観測の結果を解析し、火山ガス組成の特徴と活動推移に伴う組成の変化を明らかにした。伊豆大島においては位相の不明瞭な火山性地震・微動の震源を決定する手法が開発され、火山性地震に適用した結果、2 km 程度の精度で震源決定できること、振幅法に比べ深さ精度が高いことがわかった。

噴出物の岩石組織をもとにした研究では、浅間山の 18 世紀天明噴火噴出物の気泡組織の解析が行われ、噴煙柱形成時よりも火砕流発生時に気泡数密度が顕著に大きな値を示すことから、マグマの減圧率の大きな変化が事象分岐と関係している可能性が指摘された。水蒸気噴火堆積物に含まれる変質物の分析をもとに、御嶽山では大規模で安定した熱水系が、十勝岳では浅所の不安定な熱水系が発達していることが明らかにされ、それぞれの火山でのマグマ貫入頻度の違いを反映していると解釈された。吾妻山では、約 5,000 年前の吾妻小富士形成噴火の詳細な推移及び様式の違いに対応した斑晶量の違いが明らかとなり、事象分岐条件を判断する材料が得られた。

鬼界アカホヤ、大山、白頭山など歴史時代及び地質時代に発生した大規模噴火の推移について、噴火推移をコンパイルした火山噴火推移データベースの整備作業を行った。阿蘇・屈斜路及び始良カルデラ等において噴出物の層序及び年代測定を実施した。また噴出物の保存が良好な桜島・霧島山で、噴火記録と噴出物の対比・噴出物の岩石学的解析による噴火推移の復元を進めた。

イ. マグマ溜まりと火道内過程のモデル化

伊豆大島 1986 年噴火を主な対象とし、マグマ発泡、上下・横方向へのガス分離（脱ガス）や結晶化を伴う火道内の気液固混相流を数値モデル化し、これまでに観測されている溶岩流出や爆発的噴火などの多様な噴火様式を再現した。岩石学的研究から推定されたマグマ組成、温度、結晶量をパラメータとして用い、火道形状や火道の弾性変形の効果も考慮した現実的なモデリングを行った。

2018 年 3 月に発生した新燃岳噴火の噴出物の時間推移の解析からは、連続的な噴煙活動と溶岩流出が起こった 3 月上旬の噴出物と、それ以降の間欠的な爆発が続いた時期の噴出物に含まれる本質物質の結晶度の違いから、火道内浅部のマグマ上昇と火口内での滞留による結晶化の進行が推測された。噴出物中の鉍物結晶の解析をもとに、桜島の歴史時代のプリニー式噴火のいずれにおいても、マグマが噴火直前に深さ約 10 km のマグマ溜まりから深さ 1～3 km の火道に移動していたことが明らかにされた。これにより、大規模噴火はマグマの上昇開始からごく短時間で噴火を開始する可能性があることがわかった。また、火道浅部での減圧結晶化を模擬した実験が行われ、ナノスケール結晶の晶出条件をもとに、火道浅部においてマグマが経験した圧力、温度、定置時間を制約できる可能性が指摘された。霧島山新燃岳 2011 年噴火の石質岩片を用いた研究では、ナノライトの晶出により石基結晶度が短時間で上昇してメルト粘性が増加し、気泡過剰圧が破砕閾値を超えることで溶岩ドームにおける爆発性の獲得が説明できることがわかった。一方、マグマ上昇に伴い発生する発泡、開放系脱ガス、気泡の再溶解等の再現実験が行われ、これらの過程で生じるマグマ中の揮発性成分（特に拡散が遅い塩素）の濃度分布パターンが明らかにされた。この結果と天然の溶岩に残された不均質な塩素濃度の分析をもとに、溶岩の脱ガス現象に制約が与えられた。

え. 今後の展望

火山周辺や火口近傍における多項目観測により、マグマ噴火直前の膨張収縮過程や、水蒸気噴火直前の微動を伴う傾斜変動、衛星データにより明らかになった深さ 100 m 程度を中心とした極浅部膨張など、多くの火山に共通する現象が抽出されつつある。今後も多項目観測の継続により、多くの火山に共通する現象の抽出に努め、その類似性、相違点を定量化しデータベース化しておくことが有用である。共通する現象が確認された火山では、観測項目と解析手法を共通化した比較研究を推進し、地震学的地下構造、電磁気学的地下構造及び地質学的構造を比較し現象の理解を目指す。物質分析的手法を用いて大規模噴火の直前の深部マグマ溜まりから浅部へのマグマ移

動や、マグマ混合についての比較研究を進め、噴火に先行する現象の時間スケールやマグマ貯留条件の変化を明らかにすることが必要である。数値シミュレーションにおいて、岩脈貫入過程への熱過程の導入や不均質構造の影響を考慮することなど、より現実的な火道内過程のモデリングを行って噴火現象の再現を試み、噴火様式の違いや噴火・噴火未遂の事象分岐を生じさせる物理化学的要因を明らかにすることが必要である。

噴出物の化学分析や組織解析をもとに、マグマの蓄積・上昇の素過程（発泡、脱ガス、結晶化等）とそれに関連する物理化学パラメータ（粘性、揮発性成分量、減圧率等）を推定する試みが進められており、特に火道浅部で発生する現象について、これまでわかっていなかった時間スケール等の物理条件の情報が得られつつある。今後は、得られた推定値を地球物理・地球化学的観測データと照合することや、理論・数値モデルの妥当性の検証への活用を通して、噴火事象の分岐条件の理解と定量化をさらに進めるべきである。

（５）地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

あ. 目的

地質学的環境の特性に応じて、プレート境界域と海洋プレート内部、内陸を含む地殻・マントル内の地震発生域、火山地域に分けて、震源分布、構造、応力場、ひずみ場、流体分布等を観測により明らかにする。特に、プレート境界域においてはスロー地震活動等の滑りの多様性とその巨大地震発生との関連を明らかにし、内陸地震発生域においては、実験・物質科学的知見に基づくレオロジー構造モデルの構築や震源断層への応力載荷過程についての理解を深める。さらに、火山周辺地域に関しては、観測データの解析と物質科学的研究を統合し、熱水系及びマグマ供給系を含む火山体浅部からやや深部までの構造を明らかにする。

地震活動と火山活動の誘発・抑制現象の事例を引き続き蓄積するとともに、地震発生及び火山現象を支配する場の理解に加えて、室内実験、理論モデルを通して地震と火山活動の相互作用に関する研究を推進する。

海域から陸域までを包括した地震波速度・減衰構造、構造境界の分布の精緻化を進めるとともに、比抵抗構造、応力場、変形場などの情報を含めることにより、多くの研究者が利用できる標準的な構造共通モデルをより一層発展させ、地殻活動データ解析や地震発生数値シミュレーション、強震動の事前評価・即時予測手法、火山災害予測手法などの高度化につなげる。

い. 実施状況

ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

大学、海洋研究開発機構及び産業技術総合研究所は、日本周辺及びニュージーランドなどの海外の沈み込み帯において、プレート境界面の形状とプレート境界周辺の地下構造及び応力場並びに通常の地震活動とスロー地震活動の分布等を推定した。

大学及び海洋研究開発機構は、長期孔内観測システムを含む海域における地殻変動観測を推進し、ゆっくり滑りや地震の発生等の地殻活動の現状把握に努めた。日本海溝アウターライズ域*周辺の地震観測と構造探査を実施し、沈み込む前の海洋プレート内の地下構造や震源断層の分布等を推定した。スラブ内地震の震源域における不均質構造を高い空間分解能で推定した。

イ. 内陸地震

大学及び海洋研究開発機構は、東北地方太平洋沖地震後の地震活動・応力場・ひずみ場の時間変化を観測し、地震波速度・減衰構造、比抵抗構造に関する知見及び室内実験・物質科学的研究からの知見に基づいて、レオロジー構造モデルの高度化に関する研究を進めた。

大学は、地震活動及び発震機構解の特徴、電磁気観測の結果に基づいて、内陸地震の発生に及ぼす地殻流体の役割を分析した。

国土地理院は、GNSS・SAR 干渉解析・水準測量による高密度地殻変動観測を実施した。

ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

大学は、草津白根山、蔵王山、御嶽山、伊豆大島、霧島山、雲仙岳で比抵抗構造を推定するMT 法や、自然地震及び雑微動を用いた地震学的解析により地表から深さ 10 km 程度までの地下構造を推定した。

大学及び海洋研究開発機構は、鬼界カルデラを対象に、航走調査と長期海底観測機器の設置、試料採取を行い、カルデラ噴火の噴出量を推定した。

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解

大学は、地震及び活火山の分布や地震学的構造、電磁気学的構造、応力場、温度場、地球化学的特性、数値シミュレーションなどを組み合わせ、地震の発生しやすい領域とマグマなどの地殻流体の生成と蓄積が起きる領域との関係を推定した。また、火山が地震活動や断層の動的破壊過程へ及ぼす影響を推定した。

オ. 構造共通モデルの構築

大学及び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は、日本列島及びその周辺域を対象とする海域から陸域までを包括した地震波速度・減衰構造、構造境界の分布の精緻化を進めるとともに、比抵抗構造や応力場、変形場、震源断層の形状などの情報を含めた構造共通モデルの構築を進めた。

大学は、球体地球における広域粘弾性余効変動モデルの構築に向け、手法開発を行った。

う. 成果

ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

プレート境界地震の発生場に関して、流体の存在を示す低比抵抗層の分布と微動発生位置の比較により、フィリピン海プレートからの脱水が四国西部の深部低周波微動の発生に關与している可能性が示された。種子島東方・奄美大島付近・大隅半島南東沖では、2016年以降に準静的滑りが増加していることが明らかになった。プレート形状、構造、応力場に関しては、四国を東西に横断する27観測点からなる測線下のレシーバー関数*解析に基づきフィリピン海プレートの上面と海洋プレートモホ面*のイメージングに成功したこと、根室沖の海溝軸付近において2011年東北沖地震の浅部の大滑り域と類似した地震波低速度構造が見出されたこと、海底地震計データを用いた解析により1978年宮城県沖地震震源域付近の上盤プレート内(深さ10~40km)の東北沖地震前の水平面内差応力の大きさは15MPa程度と推定されるなどの成果が得られた。その他、2011年東北沖地震主破壊域の北側において、海溝軸陸側海底での地震波構造探査から斜面崩壊痕跡が発見され、津波の波源となった可能性があることもわかった。ヒクラング沈み込み帯では、北部ギズボーン沖に設置した海底地震計のデータ解析及び3次元屈折法地震波構造調査によるP波*速度構造とその方位異方性*構造推定を実施し、海域下プレート境界における低周波地震の発生様式には沈み込むプレートの表面形状が影響している可能性が示された。

海域における地殻変動観測に関しては、海底光ファイバーひずみ計や海底傾斜計、GNSS-音響測距結合方式による観測技術の開発を継続した。掘削孔内の間隙水圧や傾斜計では2020年12月~2021年1月にかけて起こった南海トラフ近傍のスロースリップの検出に成功し、その変動量はトラフ近傍のごく浅い断層での滑りによりモデル化できることが示された。また、海底圧力計観測から、2018年房総沖スロースリップに伴う隆起を検出した。

アウターライズ地震に関しては、三陸沖での構造探査から、多数の海底活断層を高解像度でイメージングすることに成功した。2012年に三陸沖で発生したアウターライズ地震の震源モデルから、せん断強度が大幅に小さいプレート内断層が存在し、東北沖地震に伴う応力変化で2012年の三陸沖地震が誘発された可能性が示された。また、スラブ内地震に関して、海洋プレート内で発生した2018年アンカレッジ地震(Mw7.1)の震源域の上下に顕著な地震波速度の異常域が検出された。M9.0以上の巨大地震が起こった世界中の6つの沈み込み帯の詳細な3次元地震波速度構造を調べ、巨大地震の発生にはスラブ上面付近や上盤プレートの構造と応力場だけでなく、スラブ下のマントル内の不均質構造も影響を及ぼす可能性を指摘した。

イ. 内陸地震

レオロジーモデルの高度化に向けた研究として、中部日本の地殻を温度構造・流体の分布・地質構造によりモデル化し東西圧縮場を仮定することで、新潟から飛騨山脈に至るひずみ集中帯が再現された。このモデルにおける深さ14kmでの応力場と震源の比較から、地震は高応力の脆性領域で発生し、低応力の延性領域では発生しないことが明らかにされた。また、2011年東北沖地震の余効変動データからマントルウエッジ*の高粘性領域の幅を推定し、福島県付近に比べ宮城県付近の方が狭くなっている様子が確認され、地下のレオロジー構造の不均質性に関する情報が得られた。その他にも、精度よく推定された震源に基づく陸地地震活動の下限は、地下温度300度の空間分布と同じ傾向を示すことが明らかになるなど、レオロジーモデル構築に必要な情報が集まりつつある。

内陸地震発生モデルに関しては、地殻流体の役割について重要な成果が得られた。地震メカニズムトモグラフィー法により2016年熊本地震発生前の間隙流体圧*場を推定するとともに、本

震前後の地震活動度の変化における応力と間隙流体圧場の影響を定量的に調べた。その結果、熊本地震による応力増加域のうち、震源断層南側の高圧間隙流体が推定された領域では、地震活動度がより大きく増加する傾向が見られた。また、熊本地震震源域の地震波速度構造と比抵抗探査の結果から、地震時滑りの停止位置が低速度領域や低比抵抗体端部などの流体の存在が示唆される構造的特徴をもつことが明らかになった。その他、北茨城市からいわき市にかけての地震多発地域の地震波反射面が見られる地下 14~16 km では、比抵抗値が低いとともに、流体の割合が大きいことが示された。高温高圧状態における地殻流体の存在形態の解明に向け、 H_2O -NaCl 系流体とカンラン石を用いた高温高圧実験を行い、NaCl が流体の浸透性に影響する鉱物と流体の接触角を引き下げる効果が大きいことが明らかにされた。この結果と東北地方の広域的な比抵抗構造から、東北日本弧の地殻流体供給モデルが提案された。西南日本のひずみ集中帯に関しては、山陰地方の地震帯における地震波トモグラフィにより、鳥取県から山口県にかけての下部地殻で低速度異常が推定され、東部では地震発生層*の下限が浅い領域と良い対応が見られた。

高密度地殻変動観測による成果として、余効滑りと粘弾性変形を分離する手法を導入し、熊本地震について統計的にパラメータ推定を行った結果、粘性係数が時間変化していた可能性が示された。

ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

自然地震や雑微動を用いた地震波速度構造の推定が蔵王山、雲仙岳等で行われた。雲仙岳では地殻変動源及び地震活動から推定される 1990~1995 年噴火時のマグマ上昇経路の下部に地震波低速度領域が推定された。鬼界カルデラにおいては反射法地震探査が実施された。鬼界アカホヤ噴火の噴出物と考えられる堆積層を認定し、堆積層の平面的な広がりや層厚からその総量の見積もりがなされた。

地下の比抵抗構造を推定する MT 観測が、草津白根山、御嶽山、伊豆大島、三宅島、吾妻山、霧島山、雲仙岳、鶴見岳・伽藍岳、鬼界カルデラ等で精力的に行われた。深さ 2 km 程度までの浅部においては厚さ数百 m 程度の低比抵抗層が存在することが明らかになった。草津白根山、霧島山硫黄山では、その下部に地盤変動源や地震活動域が位置することから、低比抵抗層の実体は熱水変質した難透水層であり、その下部の間隙水圧上昇が浅部火山活動の要因であることが示唆された。本白根火山では水蒸気噴火地点の下部で低比抵抗部分が欠損しており、噴火により浅部低比抵抗層が失われたことが示唆された。草津白根山のより深部においては、西方~北方を中心とする領域の深さ 4~5 km 以深に低比抵抗領域が検出され、マグマ溜まりとその上部に形成される高塩濃度の熱水の領域と解釈された。この低比抵抗領域の上部には広域 GNSS 観測から推定された地盤変動源も位置していることがわかった。雲仙岳においては深さ 5 km より深部に高比抵抗領域及びその上部に低比抵抗領域が推定され、両者の境界付近が、1990~1995 年噴火時のマグマの移動経路と一致することがわかった。高比抵抗領域は地震波低速度領域と対応しており、岩石学的研究から推定したメルトの比抵抗値も踏まえて、メルトの存在量が 5 % 以下になっている領域であると解釈された。

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解

火山の存在は、応力状態の局所的な変化や、流体供給による強度低下を引き起こし、その周辺で地震活動を活発化させ、その一方で火山方向に進展する地震の破壊に対してはバリアとなることが示された。2016 年熊本地震震源域周辺での比抵抗構造調査、地震波減衰構造から、熊本市地下と阿蘇火山地下に 2 つの低比抵抗-高散乱減衰領域が推定された。本震で大きく滑った領域は両者の中間に位置しており、熊本市付近にも第四紀火山*が位置していることから、熊本地震の本震は火山性の構造に挟まれた場所で発生した内陸地震であることが推定された。熊本地震の本震及び前震の破壊停止位置が低比抵抗領域の端部に相当することから、高温や流体の存在と関連すると考えられている低比抵抗領域の内側に向かっては破壊が進展しにくいことが示唆された。屈斜路-阿寒地域で行われた比抵抗構造調査と歴史地震との対応関係からも、火山性の構造に挟まれた場所で内陸地震が発生しその最大規模が火山性の構造に規定されていることが示唆された。火山近傍のひずみや応力の局在化については低比抵抗体を低粘性媒質と仮定した数値計算もなされるようになった。数値計算では偏差応力*の絶対値を用いる必要があるが、熊本地震の最大前震前と本震後の 2 期間の偏差応力場は、最大前震と本震の断層近傍で、有意に変化していることが確認され、震源域の深さ約 10 km の応力場の差応力は 15 MPa 程度であることが推定された。御嶽山では 2007 年噴火に伴う火山性地震のメカニズム解の時間変化を調べ、応力場に基づいて噴火の発生を予測できる可能性があることを示した。

現在の火山活動だけではなく、古い火成活動も内陸地震の発生と関連していることが示唆された。九州天草地方にある、活発な地震活動に囲まれた明瞭な地震空白域について調べたところ、地震波速度構造解析からは高速度異常、広帯域 MT 探査からは高比抵抗であること、測地データと地震データを用いた解析からは、過去十年間では周囲と同様の応力が载荷していることが示された。これらのことから、地震空白域の上部地殻に相当する深度に破壊強度が高い深成岩体が存在することが推定された。一方、周辺部は地震により応力が解放される領域であると推定された。

オ. 構造共通モデルの構築

関東地域と中国地域で過去 10 年強の期間に発生した M1.5 以上の地震のメカニズム解を決定し、10 km メッシュの応力マップとしてまとめ、公開した。日本列島基本構造モデル構築の一環として、近年取得された反射法地震探査データ等の統合解析を実施し、日本海及びその沿岸域、東北日本の青森平野や庄内平野、富士川河口断層帯、中央構造線断層系などの断層モデルを推定した。また、プレート境界地震の滑りモデルの高度化を目指して、沈み込み帯構造を含む日本列島の 3 次元速度構造モデルを考慮し、日本海溝と南海トラフのプレート境界面上の単位滑りに対する地表の弾性応答のグリーン関数*ライブラリを整備した。

え. 今後の展望

プレート境界地震については、国際協力による調査観測も精力的に実施し、国内外の沈み込み帯における地震発生場の理解が進んだほか、大津波を引き起こす大規模なアウトライズ地震に関する知見も蓄積された。特にプレート形状、構造、応力場の不均質がスロー地震や巨大地震の発生や多様性にどのように影響を及ぼすかが明らかになりつつある。一方、巨大地震の震源位置や破壊範囲の予測、切迫性評価につなげるためには、臨時観測や日本海溝海底地震津波観測網 (S-net*)、地震・津波監視システム (DONET*) の他、今後敷設される N-net*などの海底観測データも活用し、プレート境界における固着の状況など、地震発生場の時空間分解能をさらに向上させるとともに、近年、開発が進んでいる海底地殻変動の機動的観測技術と連続観測技術の更なる高度化や、光ファイバセンシング技術の改良等、新たな観測窓を広げることが重要である。

国内だけでなく、国外研究機関との協力のもとに海外のプレート境界地震の研究を進め、日本の事例と比較することにより、普遍性や特異性の理解を深める必要がある。海洋プレート内部の地震に関しては、海底付近の堆積物と海水からヘリウム同位体比 ($^3\text{He}/^4\text{He}$) を定期的に測定するなどマントル由来の流体のモニタリングを行い、流体循環が地震発生に与える影響を解明することが課題となる。

内陸地震に関しては、各地域で地震、地殻変動、地球電磁気等の複合的な調査観測が進み、2016 年熊本地震等近年大きな地震が発生した地域において応力载荷過程及び断層の強度低下の解明に資する結果が得られつつある。特に地震発生と密接な関係がある地殻内流体の役割について重要な成果が得られているが、今後は流体の量・圧力・形態等の定量化や応力と流体による強度低下の影響の切り分けが重要な課題となる。また、地震発生予測に不可欠なレオロジーモデルについては、東北地方や中部日本において観測データを説明しうる成果が上がりつつある。引き続き、実験・シミュレーション・地球物理学的観測・野外調査等の総合的な研究体制を維持するとともに、定量的な地震発生評価を目指した研究の取り組みが望まれる。

火山の深さ 2 km 程度までの浅部については、地下比抵抗構造モデリングの高精度化が進み、地震の震源、地盤変動源、熱消磁源の時空間分布との信頼性のある比較検討から、例えば火山性流体の蓄積場所や移動経路モデルが提案されるようになった。その一方で、地震や地盤変動、流体の移動に直接関連すると考えられる亀裂やクラックを構造としてイメージングするにはまだ至っていない。しかしながら、光ファイバケーブルを仮想的な地震計として用いる DAS による超高密度データや、低消費電力かつ軽量の地震や電磁場観測機材の開発により地震学的・電磁気学的微細構造や、その時間変化の検出が視野に入ってきた。今後はテストフィールドを設定し、火山地下の微細構造のイメージングを試みるとともに、水蒸気噴火を引き起こすと考えられる地下水層や難透水性の構造及びそのような構造と地震活動、地盤変動源、熱消磁源との位置関係を調査することが有効であろう。

火山の深さ 2 km より深部については、低比抵抗領域と地震波低速度領域が空間的に一致しない例、GNSS により推定される地盤変動源が両者と空間的に一致していない例が報告され、噴火に寄与する結晶度が低くメルト含有量が高い“動ける”マグマは、構造の異常体の中心部ではなくそ

の端部に位置する可能性が示された。深部に圧力源が推定されている、つまり“動ける”マグマを有する火山を対象に、稠密観測によって高空間解像度の地震学的構造と電磁気学的構造を調べることにより、マグマ蓄積・上昇過程のモデル化を進めることができると期待される。また、大規模噴火の前には、深部から上昇するマグマが浅部に位置する結晶度が高くメルト含有量が低い“動けない”マグマと混合することにより“動ける”マグマとなることが、物質科学的な研究により示唆されている。地震学的構造・電磁気学的構造・噴出物の統合解析によるマグマ溜まりのイメージングに加え、マグマに含まれるメルトの含有量を定量的に推定する手法の開発を行うべきである。

地震発生場に対し、火山は応力場にゆらぎを与え強度不均質を生み出す。2016年熊本地震に関する研究で示唆されたように、火山体構造が断層の滑り方向の変化や破壊の停止に寄与する可能性があり、内陸地震の発生場所や規模評価に直結するため他地域でも検証を進める必要がある。

地殻内流体は活動的火山の近傍だけでなく、第四紀火山の周辺にも存在し得るため、地震・火山相互作用の理解には、広域な視点で調査を行うことが必要である。広域場におけるひずみや応力の数十 km スケールの局在化については、測地データや地震データを用いて定量化できるようになったが、地下構造調査と同様の数 km スケールの空間解像度までは得られていない。M7クラスの地震の発生場所や各地域で起こる地震の最大規模に対する火山の影響評価のためには、広域調査により注目すべき領域を絞り込みつつ、ダウンサイズして断層系と火山の相互作用を見出す必要がある。そのため、数 km スケールの空間解像度を目指した機動的稠密地震観測、電磁気探査、地殻変動観測などを進め、応力場・構造・変形のシステムを詳細に把握することが必須である。また、応力場・構造・変形の3者を包括した数値シミュレーション手法を開発し得られたデータに適用することで、これらの定量的な関係の理解につなげることが望まれる。

構造共通モデルに関しては、日本列島及びその周辺域における応力場や震源断層の形状などの情報整備が進み、一般公開も果たしている。利用促進のための研究集会も開催した。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ため、今後も継続的に整備していくとともに、最新の研究成果を取り込み迅速にアップデートしていく体制が必要である。

2. 地震・火山噴火の予測のための研究

(1) 地震発生新たな長期予測

あ. 目的

近年、海域によってはプレート境界面の固着状況が明らかになり、観測と数値シミュレーションとの対比が可能になりつつある。そこで、海域のプレート境界で発生する巨大地震に関しては、史料・考古データ、地質データで得られる過去の地震の発生履歴や、陸域及び海域で得られている測地データに基づいて、プレート境界での滑りの時空間変化を定量的に把握することで、長期間の滑り遅れ*や地震モーメント*蓄積量を推定し、数値シミュレーション等に基づいて巨大地震の発生を予測する手法を新たに構築する。

内陸地震に関しては、測地データや地震活動データ、数値シミュレーション等に基づく新たな長期予測手法を開発し、現行の活断層の活動履歴に基づく長期評価手法と組み合わせることで長期予測手法の高度化のための研究を進める。また、従来の活断層評価などで想定されてきた内陸地震の震源断層モデルを近年の観測例に基づいて検証する。さらに、物理モデルに立脚した長期予測に向け、プレート境界とプレート内部を一つの力学的システムとして統合し、観測された地殻変動・応力状態を説明可能なレオロジー構造モデルを構築する。

い. 実施状況

ア. 海溝型巨大地震の長期予測

大学は、史料に記述された数百年間の有感地震の記録を活用して、大地震の発生前後の中・小規模の地震活動を抽出するとともに、史料から推定された有感地震記録と、近代的な機器観測による中・小地震データとの比較を行った。

大学及び海洋研究開発機構は、日本列島を含む広範な領域を対象とした3次元のレオロジー構造モデルの構築や、プレート境界面上の詳細な摩擦状態の解明を行った。

大学及び産業技術総合研究所は、津波堆積物や巨礫等の調査を行い、海溝型巨大地震・津波の発生履歴の復元を進めた。

大学、防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構は、超巨大地震や運動型地震などを含めた

地震発生サイクルの数値モデリングを行い、南海トラフにおいて実際の地震発生履歴に類似した発生のパターンを再現できる複数のシナリオを構築した。

海上保安庁及び大学は、海溝沿いの巨大地震想定震源域や海溝軸近傍において、GNSS-音響測距結合方式等による海底地殻変動観測を実施した。

イ. 内陸地震の長期予測

大学は、測地データに基づいてひずみ集中域を特定し、さらに定常的地震活動度や地震の規模別頻度分布などの地震活動データも取り込んで新たな内陸地震の長期予測手法を開発し、予測モデルを試作した。

大学は、従来の活断層評価などで想定されてきた内陸地震の震源断層モデルを、地表地震断層の調査や地震波解析等から推定される震源過程の特徴に基づき検証した。また、内陸地震の長期予測手法の高度化をめざして、プレート境界面の固着状態や、断層セグメントの連鎖的破壊などの観測結果を取り入れた内陸地震の発生モデルの構築に関する研究を推進した。

大学及び防災科学技術研究所は、広域応力場や断層の幾何学的形状、古地震履歴、応力蓄積率などを考慮した物理モデルを構築し、数値シミュレーションを実行することで、動的破壊過程を含む地震の規模や発生時期及びそのばらつきを予測するための手法を検討した。

う. 成果

ア. 海溝型巨大地震の長期予測

日本列島を含む広範な領域を対象とし、沈み込み帯の詳細な構造を取り入れた3次元有限要素モデルが構築され、千島海溝や南海トラフのプレート間固着の進行にともなう北海道地域や九州-西南日本の震源断層における応力蓄積の状況が推定された。

日本海溝・千島海溝域では、プレート境界面上の摩擦状態の詳細な描像を得るためにS-netによる観測記録の解析が行われた。その結果、十勝沖・三陸沖の日本海溝近傍で低周波微動が捉えられ、その詳細な分布域が把握されるとともに、低周波微動発生域は、巨大地震の破壊域、余震域と相補的であることが明らかになった。また、千島海溝域におけるプレート境界での滑りの時空間変化を定量的に把握するために北海道太平洋岸で津波堆積物調査が進められ、1611年慶長三陸津波を含む17世紀の津波イベントによる堆積物のほかに12世紀の津波イベントによる堆積物も発見された。日本海溝については浅部断層試料の物性を考慮した動的地震サイクルシミュレーションを行い、巨大地震の発生頻度、滑り量や長期的摩擦発熱量などの観測データをよく説明する結果を得た。

南海トラフ域では、プレート境界面の固着状態を推定するために想定震源域内の海溝軸近傍においてGNSS-音響測距結合方式等による海底地殻変動観測が継続して実施され、海溝軸近傍での変位速度は、プレート運動モデルによる理論値の3分の2程度の大きさであるとの結果が得られた。また、浅部超低周波地震の多くは、その発震機構が低角逆断層型であり、滑り遅れ速度が大きい領域の周囲かつ地震波速度が遅い領域で活発に発生していることが明らかとなった。海溝型巨大地震の長期予測手法の高度化に資する地震発生モデル構築のため、GNSS観測データからプレート境界の応力蓄積速度分布を推定し、それを境界条件として与えることで動的な破壊シミュレーションが行われた。これをもとに、今後起こりうる海溝型巨大地震の発生シナリオが複数作成された。また、経験的摩擦則とエネルギーバランスに基づいて破壊シナリオの中から実現性の高いものを選択する手法の開発が進められた。過去に発生した大地震の発生前後の中・小規模の地震活動を抽出するために京都で記された日記史料の分析が進められ、1707年宝永地震の発生直後には有感地震の記録は増加するが、宝永地震を挟む前後数年の期間については地震の記録数に顕著な差はみられないことがわかった。伊豆マイクロプレートとフィリピン海プレートの南西端部の境界を明らかにするために海底地形及び浅層地質構造調査が行われ、樫野埼海丘の南東縁基部から北東に延びる撓曲崖が見つかった。この撓曲崖は、伊豆マイクロプレートとフィリピン海プレートの境界に相当する可能性が高いと考えられる。

南西諸島海溝域では、海溝軸近傍におけるプレート境界面の固着状態を明らかにするためにGNSS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測が進められた。その結果、沖縄本島南東沖の海溝軸付近のプレート間に固着域が存在することが明らかになり、当該海域で発生する地震の長期予測に資する情報が得られはじめた。過去数千年にわたる時間スケールでの津波の履歴と規模を時空間的に復元するために、奄美大島から石垣島にかけて巨礫や津波堆積物、隆起珊瑚礁地形の調査が行われ、後期完新世の地震性隆起量の推定や、津波及び地震の最大規模推定が行

われた。

イ. 内陸地震の長期予測

内陸地震の新たな長期予測手法の構築をめざして、測地データから推定されるひずみ速度を用いて西日本及び東日本における内陸地震の発生確率の試算が行われた。GNSS 観測データに基づいた地殻ひずみ速度から変換したモーメント速度と、歴史地震及び近年の地震活動から推定した地震として解放されるモーメント速度をもとに、地震の発生をポアソン過程*と仮定すると、西日本では30年間にM6.0以上の内陸地震が発生する確率は最大4.3%との結果が得られた。東日本でも同様の試算を行い、今後30年間にM6.8以上の内陸地震が発生する確率を計算したところ、日本海東縁から新潟―神戸ひずみ集中帯、南関東・伊豆地方、奥羽脊梁山地沿いの各地で1%を超える高い値を示した。

内陸地震の震源断層モデルを検証・再構築するために、1894年庄内地震の震源断層を含む庄内―新庄盆地や、日本海とその沿岸海域、富士川河口断層帯、中央構造線活断層系、琵琶湖西岸断層帯等で近年取得された反射法地震探査断面について地質構造解釈・変動地形との整合性の考察が行われ、断層モデルが作成された。さらには、2018年大阪府北部の地震についても震源断層モデルが推定された。

プレート境界面の固着による内陸への応力蓄積過程を明らかにするために、日本列島の3次元有限要素モデルに基づいて、測地データから千島海溝沿いと南海トラフ沿いのプレート間固着の進行にともなう内陸の震源断層への応力載荷速度が推定された。九州では、近年発生した3つのM7級の内陸地震を含め、プレート間の固着が進むことで断層破壊を促進する方向に応力が載荷されている断層が多く存在することが明らかになった。また、プレート間の固着による内陸でのせん断ひずみエネルギーの増減分布と地震活動の分布との間には有意な相関があることが示された。

2016年熊本地震や2019年リッジレスト地震(米国)のように、大きな地震が連鎖的に発生するケースの活動推移予測を行うために、既存の地震活動モデルを改良し、応力変化による地震応答の予測手法が構築された。これをリッジレスト地震に適用したところ、震源域周辺の地震活動の推移を的確に説明することができた。また、近傍の主要活断層帯における地質学的な既往の長期評価と組み合わせることにより、より現実的な予測確率と確率利得*が示された。また、2016年熊本地震による地殻内のせん断ひずみエネルギーの変化の空間分布が推定され、せん断ひずみエネルギーの変化量が背景応力の大きさに強く依存することと、せん断ひずみエネルギーが増加した場所で余震が顕著に活発化したことが明らかになった。

動力的断層破壊シミュレーションにおいて、地震発生履歴を反映した応力蓄積率を考慮したモデル化が行われ、大地震の際に他の活断層が連動破壊を起こすために必要な応力蓄積率を定量的に見積ることが可能になった。2016年カイクウラ地震(ニュージーランド)を例に検討したところ、この地震によって連動破壊を起こさなかったホープ断層における応力蓄積率は、古地震データから推定される値を下回っている可能性が示唆された。また、物理モデルと観測データの統合による地震規模を含む動的破壊過程予測手法の開発と検証のために、断層形状と広域応力場を地震活動のデータから拘束して動力的破壊シミュレーションが行われた。2018年北海道胆振東部地震を対象としたシミュレーションの結果、動的破壊過程と滑りの空間分布の大局的な特徴が再現され、動的パラメータが非平面的な断層形状を反映した初期応力分布に強く依存していることが示された。

え. 今後の展望

海溝型巨大地震の長期予測については、日本列島を含む広範な領域を対象とした3次元有限要素モデルの構築、海陸の地震・地殻変動観測データに基づくプレート間の詳細な固着状態の時空間変化や摩擦特性の把握、津波堆積物や史料等の調査による地震・津波の発生履歴の復元など、長期予測に不可欠な知見の蓄積が着実に進んだ。しかし、現状では地震・津波発生履歴の全貌の把握には至っておらず、またプレート間の固着状態の把握が不十分な海域も残されている。固着状態の時間変化の把握も含めて、これらの調査・観測は今後も長期間にわたって継続的に推進することが不可欠である。特に海域の観測網は、沈み込み帯のプレート境界における地殻活動の把握と理解にとって強力な研究基盤であり、長期的に観測を維持しつつ観測空白域をなるべく狭めていくことが今後の課題である。その上で、観測データの積極的活用を今後も進めていく。その際、陸域における観測との連携の一層の強化が必要である。海域観測においては、GNSS-音響測距

結合方式による海底地殻変動など新たな観測手法の継続的開発や観測網を長期的に維持するための体制構築も不可欠である。調査・観測結果の活用の観点では、海溝型巨大地震の長期予測手法の高度化に資する地震の発生シナリオが複数提唱されるなど、海溝型地震の発生モデルの構築が着実に進んでいる。今後は、調査・観測と地震発生数値シミュレーションの融合研究をより強化し、得られた最新の知見に基づいて地震発生モデルを逐次更新していく必要がある。その上で、スロー地震やプレート境界滑りの発生予測実験を進めることが重要である。

内陸地震の長期予測については、震源断層モデルの検証と再構築、プレート境界面の固着にとともなう内陸への応力蓄積源と蓄積状態の解明、断層セグメントの連鎖的破壊と応力蓄積率との関係など、地震発生モデルの構築に資する知見の蓄積が進んだ。しかし、現状では個別の地震や地域に対する知見にとどまっているため、今後は知見の蓄積をより一層進めるとともに普遍性の検証も行うことで、応力蓄積から断層破壊に至るまでの一連のモデル構築を進め、内陸地震の長期予測手法の高度化につなげる必要がある。また、観測データと物理モデルの統合による動力学的破壊シミュレーションも進められている。今後は、シミュレーションを進める過程で観測された現象の再現性等に基づく物理モデルの妥当性の検証と更新、シミュレーションをより精緻化するために必要な観測項目の提案と観測データの取得など、物理モデルとシミュレーション、観測、さらには統計モデルの有機的な連携を深め、長期予測の高度化を実現する必要がある。従来の活断層における地震発生履歴をもとにした手法とは異なり、測地データと歴史地震を含む地震活動データをもとにした長期予測の試行も行われている。このような新たな手法による長期予測を実験的にさらに推進することが重要である。

(2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測

あ. 目的

海陸統合の観測データを活用することでプレート境界の滑りの時空間変化を推定し、物理モデルに基づく数値シミュレーションや数理モデルの構築を通して、中短期の時間スケールでの大地震の発生確率や地震発生可能性の相対的な高まりを評価する手法を構築する。また、地震活動の時空間変化を高精度かつ迅速に把握する手法を高度化するとともに、地震活動データに基づく地震発生予測モデルを用いて地震活動の予測を行い、その予測性能を統計的手法に基づいて評価する。さらに、過去の多様な地震活動や地殻変動等の時間的推移を整理した地震活動事象系統樹を作成し、地震活動予測の新たな手法の開発を進め、高度化につなげる。

い. 実施状況

ア. プレート境界滑りの時空間変化の把握に基づく予測

大学、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、産業技術総合研究所、気象庁及び国土地理院は、日本各地で発生する様々なスロー地震活動を観測し、それらの時空間変化を明らかにすることで、滑り現象の多様性と相互作用の理解を深めた。さらに、繰り返し地震*・微小地震の検出や海底地殻変動観測などプレート境界滑り現象の時空間変化をモニタリングする手法を高度化し、滑り速度が異なる現象間の相互作用を明らかにした。そして、これらの滑り現象のモニタリングと数値シミュレーション等に基づいて、プレート境界大地震の発生可能性の時間的変化を評価する手法の開発を進めた。

大学及び海洋研究開発機構は、測地データや地震活動データ等を用いて、プレート間の固着状態を逐次的にモニターする手法を開発し、固着状態の時空間変化に基づく地震発生予測手法の構築を進めた。

大学及び海洋研究開発機構は、データ同化*手法を地殻変動観測データに適用することで、ゆっくり滑りの時空間発展を予測するために必要なプレート境界面上の摩擦特性を推定した。

気象庁、国土地理院、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、陸域及び海域の地震観測網等から得られるデータを逐次的に解析することで、プレート境界滑りを評価するための地殻活動監視技術の高度化を行った。

イ. 地震活動評価に基づく地震発生予測・検証実験

大学は、地震活動の時空間変化を高精度かつ迅速に把握するための手法の開発を進めた。逐次的に更新される地震活動データに統計モデルを適用することで、地震発生確率の時空間変化を評価する手法を開発した。また、地表の荷重変化や潮汐等の応力擾乱に対する地震活動の応答を評価した。

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（CSEP）に継続して参加した。世界標準の地震発生予測モデルや検証方法の改善、実験方法の改良にも貢献した。

大学は、過去の観測データ・地震の発生履歴・文献史料等を収集し、海溝型巨大地震や内陸大地震の発生前・発生後の地殻活動を整理することで、地震活動事象系統樹の作成を進めている。さらに、大地震発生前後の特徴的な地震活動等の発現頻度等を把握し、地震発生予測手法の高度化に貢献した。

う. 成果

ア. プレート境界滑りの時空間変化の把握に基づく予測

スロー地震と繰り返し地震の検出を中心としたスロースリップのモニタリングに基づくプレート境界滑りの時空間発展の包括的な理解が大幅に進んだ。さらに、物理モデルの構築・予測に関する多数の興味深い成果も得られた。特に、スロー地震の応力载荷により大地震が誘発されたと考えられる観測事例が少しずつ増えるとともに、プレート境界の滑り速度が一時的に速くなると中規模以上の地震が活発化しやすい傾向にあることが明らかになった。深部低周波地震活動を基準にして解析することで、深部で短期的スロースリップが発生している最中に、浅部の固着域においてもわずかな滑りが起きていたことを見出した。微少ながら固着域の中でも滑りが起きていた点は注目すべきであり、応力が固着域へ間欠的に载荷されていると考えられ、スロー地震と固着域の関係性を理解する上で重要な成果である。

S-net や DONET の導入により、日本海溝や南海トラフ沿いの海溝軸付近のプレート境界浅部でも様々な種類のスロー地震が起きていることが次々に発見され、固着域から非固着域への遷移域におけるスロー地震の活動様式に関する理解に大きな進展が見られた。浅部スロー地震は、プレート境界深部と比較して、低周波地震・超低周波地震・スロースリップの伝播などの共通した特徴があるものの、発生領域は海溝軸に沿って不連続に分布し、発生間隔もばらつきが大きいなど、プレート境界浅部では強い不均質性が存在することが示唆される。

南海トラフ沿いの深部スロー地震発生域における低周波地震・超低周波地震・短期的スロースリップの長期的な発生履歴が明らかになり、帯状に分布するスロー地震の活動域の長さや滑り量分布の空間的变化が大きいことがわかってきた。特に、九州沖から四国にかけてのフィリピン海プレート境界域の深部及び浅部において、長距離にわたるスロー地震の移動現象が検出されるとともに、異なる種類のスロー地震の間に相互作用が見られることが明らかになった。また、南西諸島海溝の八重山諸島付近において約6か月周期で繰り返し発生するスロースリップは、ほぼ同じ場所・同じ規模にも関わらずイベントによって始まり方が異なることが明確になった。さらに、日向灘・豊後水道・四国中部・紀伊水道・志摩半島においては、長期的スロースリップが繰り返し同じような領域で発生しているものの滑り量が異なることがあるなど、スロー地震活動の複雑性に関する知見が新たに得られた。

短期的スロースリップが起きている最中に、継続時間が約1時間で規模がMw5.0のスロースリップが発見された。スロー地震の継続時間に関するスケーリング則^{*)}には地震モーメント Mw4 から5、継続時間数百秒から1日にギャップがあったが、そのギャップを埋める現象の存在が示された。また、南海トラフ周辺地域を対象に、3次元地震波速度構造を用いた自動CMT^{*)}解析システムの開発に加えて、S-net データを用いた日本海溝沿いの低周波微動検出の自動処理化を試行している。

地殻変動データと数値シミュレーションとのデータ同化手法の高度化を進め、2011年東北地方太平洋沖地震後の余効滑り発生時や南海トラフ沿いのスロー地震発生時の、プレート境界面上の摩擦構成則パラメータやその時間変化を推定した。プレート境界面の摩擦パラメータだけでなく、マンツルの粘性率・地震前の滑り速度・地震時の滑り分布・モデル誤差に関するパラメータを推定する手法も開発した。

イ. 地震活動評価に基づく地震発生予測・検証実験

本震直後に発生する活発な地震活動時の欠測を埋めるための統計学的手法が複数提案されるとともに、それらの手法を用いた余震活動の推移予測研究が進められた。リアルタイムで得られる自動処理震源データや地震波のエネルギー量の時間変化を用いることで、2018年大阪府北部の地震や2018年北海道胆振東部地震、2019年山形県沖の地震などの大地震後の地震活動の推移予測が行われた。また、東北地方太平洋沖地震以降に国内で発生した本震-余震系列を示す

地震活動を分析したところ、余震継続時間と活断層（一部プレート境界）の変位速度に負の相関があることが見出された。これは、変位速度から余震活動の継続時間を推定できることを示した重要な成果である。

断層が点ではなく有限な広がりを持つことを考慮に入れた統計的地震活動モデルを用いて、大地震の滑り分布と余震との関係を推定した結果、余震は断層面上の地震時に大きく滑った領域の近傍に発生する機会が多いことがわかった。この研究成果は、余震分布を活用することによる本震時滑り領域推定の高度化や、本震後の短期の余震確率予測に役立つことが期待される。

統計地震モデル（階層型ベイズ ETAS モデル*）を用いて、余震などのトリガ効果を除いた地震活動度の高低を表す常時地震活動度の分布を推定したところ、常時地震活動度の大きな領域は、過去の大地震の震源域やひずみ集中帯・小繰り返し地震の発生域と良く対応していることが示され、地震発生確率が周辺よりも高いことが考えられる。また、地震活動予測可能性共同実験（CSEP）を通して、国際的な枠組みのもと、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行われた。地震発生予測検証実験を運用するテストセンターの検討が進められるとともに、予測手法間の性能比較には CSEP の標準テストではなく、対数尤度あるいは確率利得による評価が有効であることが明らかとなった。

前震活動は本震を予測する上で有望な現象と期待されており、実際に本震が発生する前に通常の地震活動から前震を識別するための手法開発を進めている。この前震識別法を岩手-宮城県沖・茨城県沖・伊豆諸島・長野県北中部の4地域に適用したところ、前震を含まない合成地震カタログに比べて高い予測性能を示すことが示された。このことから、この手法は前震に関連する物理を捉える手法であると言える。上記の地域では、群発地震*やスロー地震の発生、地殻内流体の関与が示唆されており、前震活動を引き起こしやすい構造的な不均質性が存在すると考えられる。

南海トラフ沿いの巨大地震に関して、最近100年間のグローバルな地震カタログを整理することで、M8クラス以上（半割れ）及びM7クラス（一部割れ）の地震発生後における巨大地震の発生確率を計算した。その際、東西の領域でほぼ同時に地震が発生したり、2年～3年後に発生した事例など、南海トラフ沿い巨大地震に固有の地震発生様式が存在する可能性についても考慮した。

え. 今後の展望

プレート境界の滑り速度の一時的な増加と中規模以上の地震発生との関連が示された点は、今後の地震発生予測手法の構築を進める上で重要な知見である。今後も、海陸統合の観測網のデータを最大限に活用して、プレート境界滑りの時空間発展を明らかにし、大地震発生との関連性を明らかにすることが欠かせない。また、大地震発生直前のスロー地震の発生に関しても事例に限られるため、観測データの蓄積と解析を継続的に進めるべきである。同時に、このような観測事例を地震発生予測につなげるためには、様々な時空間スケールにおけるプレート境界の複雑な滑りを説明できる物理モデルの構築の進展が欠かせない。

スロー地震に関する知見の蓄積により、スロー地震は様々な時空間スケールにわたって起こっている多様な現象であることが徐々に示されてはいるが、その全貌解明には至っていない。そのためにも、既往のスロー地震に比べて継続時間や規模の異なる新たなスロー地震の検出が大切である。特に、海溝軸付近で発生する浅部スロー地震に関しては、海底の地震・測地観測網で取得されるデータの解析や観測網の高密度化を通して、重点的に研究を進めるべきである。

測地データを用いたデータ同化手法の進展により、スロー地震発生域や余効滑り発生域におけるプレート境界面上の摩擦パラメータ推定が行われている。次の段階として、測地データに加えてスロー地震や繰り返し地震の活動を用了データ同化手法の更なる発展を通して、スロー地震や大地震後の余効変動によるプレート境界面上の滑りの発生予測実験を試行することが必要である。また、プレート境界面上の滑りは、周辺域の固着域に応力を載荷するため、海溝型地震の発生確率が一時的に増加する可能性がある。滑り速度の一時的な変化と大地震の発生確率を結びつける理論研究の進展も重要である。

第1次計画において、次の宮城県沖時地震（M7前半）の発生時期の予測研究が行われたが、2021年3月と5月に発生した宮城県沖の地震はM6.9とM6.8と一回り小さい規模で、1978年宮城県沖地震の震源域の西側と重なる。一回り小さい規模の地震の発生は、上記の予測研究では考慮されておらず、宮城県沖地震の主破壊域に対して短期間の応力載荷を引き起こしたことから、次

の M7 前半規模の地震の発生時期予測に影響を及ぼすことが考えられる。今後は、一回り小さなスケールの地震活動も取り入れた予測モデルの構築や、それに基づく予測研究を進める必要がある。

また、過去の地震活動評価に基づいて大地震後の活動推移を予測する統計モデル・統計解析に関する研究にも進展があり、地震本部での活動評価の際の基礎資料としても利用されている。地震活動の統計モデルから得られた特徴と地球物理学的な知見との比較研究が行われ、常時地震活動度の大きな領域は、ひずみ集中帯などの応力載荷速度の速い領域に一致することが示されている。今後も、このような比較研究を通して、地震活動の物理的理解を深めることで統計モデルの高度化や物理モデル、予測シミュレーションとの融合研究を進めることが欠かせない。

(3) 先行現象に基づく地震発生の確率予測

あ. 目的

地震活動の変化や電離圏の状態など大地震の発生に先行する現象の事例蓄積を継続するとともに、中短期の地震先行現象*の統計的評価に基づき大地震の発生確率を推定する手法を開発する。多様なデータに対して、先行現象の新たな抽出及び統計的評価に着手する。さらに、機械学習等のデータ駆動科学の最新手法を取り入れることで、新たな先行現象の抽出及び統計的評価を行う。理論研究や室内実験等により、先行現象の発現メカニズムの解明も進める。

い. 実施状況

大学は、従来から地震発生に先行する傾向があると示唆されている地震活動や電磁気現象などの現象に対して、過去のデータを用いて客観的手法で予測を行い、予測性能を統計的に評価した。また、地震波形データの解析と室内での岩石破壊実験等を活用して、主破壊に先行する微小破壊の活動様式や発生機構について調べ、大地震の発生確率評価への適用可能性について検討した。

う. 成果

地震発生の長期静穏化*について、千島から伊豆・小笠原に至る海溝沿いの地域を網羅的に調査し、10.8年以上の静穏化が続けば、半径 100 km の地域に 4 年間、大地震がおきやすいという予測（警報）を出すという 1 年更新の予測マップを試作した。確率利得などの評価により、この静穏化は地震の有意な前兆であるとの結果が得られた。静穏化の検出において対象とする地震の探索範囲を自動的に調整する新しい手法（PMAP 法）を開発した。この手法により、従来の手法では検出できなかった千島海溝沿いで 1964～2006 年に発生した M7.5 以上の地震の発生前の静穏化を検出することができた。

地震活動の統計的性質を表す b 値*が大地震前に低下することに関して、活動度の高い地域を全世界で網羅的に調査し、当該地域の b 値が過去 7 年にわたって $-0.025/\text{年}$ よりも顕著に下がっていれば、5 年間の警報を出すこととした。予測対象となっていた M8 以上の地震 29 個のうち 55.5 % が、警報が出されている期間内に対象地域内で発生した。警報分率、確率利得、偶然である確率などを検討した結果、検出された b 値の低下は有意な地震の前兆であることが示された。

2019 年リッジレスト地震（米国）では、M6.4 の地震により共役な二つの断層が最初に動き、そのうちの一つの断層において 34 時間後に M7.1 の地震が発生したが、M7.1 の地震発生前に、M6.4 の震源付近の M7.1 の断層系に沿う約 5 km の区間において顕著な b 値の低下が先行したことを見いだした。一方、2016 年熊本地震では、M6.5 の前震の 28 時間後に Mj7.3 の本震が起こったが、本震の破壊開始点では、本震の発生 1 日前から b 値が顕著に高くなっていたことが明らかになった。

2016 年に発生した鳥取県中部の地震（M6.6）に関して、本震発生の約 2 か月前から前震活動が震源域周辺で発生し、不連続な移動を起こしながら本震の破壊開始点へと近づいて行ったことがわかった。ある地域で地震活動が高まった際に、より大きな地震の前震となりうるのかを識別するための手法開発が進められた。岩手-宮城県沖・茨城県沖・伊豆諸島・長野県北中部の 4 地域において、この前震識別法は高い予測性能をもつことが示された。

確率的な地震破壊成長の抽象的微視モデルである分岐クラックモデルに臨界ゾーンという概念を導入することで、予測可能性向上につながる可能性のある新たな枠組みが提案された。臨界ゾーンの見地からは、先行異常は決定論的な震源核のように破壊開始点付近に限定されず、臨界ゾーン全体でみられると考えられる。このことは、先行現象とみなされるモーメント解放の加速、b 値の低下、地球潮汐による載荷/除荷時の地震活動変化の比、重力変化、電磁気変化、GNSS 変位異常などが広範囲に観測されることと調和的である。

岩石試料を用いた実験において、断層ガウジが残置された条件下で試料全面が滑る大規模な動的滑りイベントに先行して前震が発生することが確認され、その中には互いに波形が酷似した相似的な前震も見られた。それらの相似的な前震は、本震の直前を中心に発生していることがわかった。このような現象は2011年に長野県中部で発生したMj5.4地震の前にも観測されている。

巨大地震直前のGNSSデータを用いて計測した電離圏全電子数(TEC)の変化について、Mw7級の地震まで含めた解析を行い、Mwが大きな地震ほど異常の振幅が大きく、先行時間が長いという明確な傾向が示された。

ULF帯(300~3kHz)の地磁気データから、ノイズの少ない深夜帯だけに着目して異常を網羅的に検出し、周辺100km以内で起こったM4以上の地震52個と比較した結果、異常が見られてから8~9日後の間に地震が発生すると仮定したときに、その地磁気異常が先行現象としての有意性が高いことが示された。

気象衛星ひまわりの観測で得られた衛星熱赤外異常が、日本のM6以上の地震に対して先行する現象が統計的に有意であることが示された。

え. 今後の展望

様々な観測で良質なデータが一定期間蓄積され、また解析技術の進歩にも助けられて、多くの興味深い事実が見いだされてきた。確率利得などを導入することにより、b値、地殻流体、電磁気的な現象などの様々な先行現象の有無と強さを客観的に評価できるようになった。また、どのように前震を伴うかについて地域性が明らかにされてきており、今後もこのような研究を継続して推進するとともに、小さな前震を積極的に検出することによって本震との因果関係を問うような検証をさらに進めていくべきである。

データ同化等の物理モデリング技術の進展により、これまで計算量が壁となっていたことが少しずつできるようになってきた。先行現象と本震との関係について提唱された臨界ゾーンという概念を様々な現象について適用することにより、予測研究の発展が加速する可能性がある。また、観測を含めたデータの拡充、解析技術の向上によって研究を深化させ、先行現象発現のメカニズムの解明を目指すことが重要である。

(4) 中長期的な火山活動の評価

あ. 目的

火山噴火の予測を高度化するためには、多項目の調査・観測によって噴火履歴や火山活動の状態を把握し、噴火発生のパテンシャルやマグマの蓄積状態などを評価する必要がある。長期的な時間スケールに関しては、史料や地質データ等に基づく噴火履歴のデータベースを活用し、噴火様式や規模、マグマの種類などの特徴を明らかにする。また、階段ダイアグラムの高精度化や物質科学的解析に基づいて、マグマ供給系の長期的変化を推定し、噴火活動のパテンシャル評価を行う。数か月から数年の中期的な時間スケールについては、多項目の地球物理学的・地球化学的なモニタリングにより火山の状態を把握することで、様々な火山現象と噴火発生との関係を定量的に評価する。加えて、新たなモニタリング技術及び解析手法の開発も進める。

い. 実施状況

ア. 火山噴火の長期活動の評価

大学は、地質学・岩石学的手法により、詳細な噴火履歴とマグマ供給系の変遷の解明に取り組んだ。その際、既存の露頭観察に加えてトレンチやボーリングによって詳細な地質情報を収集した。得られた知見は、噴火事象系統樹の作成にも活かされた。

山梨県富士山科学研究所は、富士山の地質調査及びトレンチ調査を行うことで、噴火履歴を高精度に推定し、噴火事象系統樹の精緻化を目指した。また、古地磁気永年変化を利用した年代推定や、堆積物中の有機分子の放射性炭素年代測定も試み、噴火年代を高精度で推定することに取り組んだ。

イ. モニタリングによる火山活動の評価

大学は、火山活動の中期的推移を定量的に把握することを目指し、地震、地盤変動、重力、磁場、熱活動等のモニタリング観測を行った。十勝岳、阿蘇山、吾妻山等では、観測データに基づく火山活動の新たな評価手法を試行的に適用した。箱根山、草津白根山、霧島山硫黄山、焼岳、アトサヌプリ等、水蒸気噴火の発生が懸念される火山では、火山ガスや温泉水等の化学

組成や同位体組成のモニタリングも実施した。また、これまでは観測頻度が少なかった離島火山を対象として、火山ガスの二酸化硫黄放出率や組成比を自動測定する装置の開発や改良を進めた。八幡平～秋田駒ヶ岳における熱水系の地下水化学組成、熱・水収支の解明に取り組んだ。富士山では磁場のモニタリング観測を開始した。

産業技術総合研究所は、マグマ供給系-火道システム発達と噴火推移過程のモデル化を目指して、大規模噴火の噴出物の岩石学的及び地質学的解析を行った。

国土地理院は、マグマ溜まりの膨張・収縮及びマグマの移動まで含めた地殻変動モデリングを可能にする解析手法を導入した。

気象庁は、全国の火山で活動監視の基礎となる各種モニタリング観測を着実に行うとともに、いくつかの火山では化学・電磁気観測も実施した。また、衛星 SAR の干渉解析や GNSS 解析の精度を高める手法開発に取り組んだ。

北海道立総合研究機構は、北海道内の主要活火山を対象に、地盤変動、熱、化学モニタリングを実施した。

う. 成果

ア. 火山噴火の長期活動の評価

地質調査の結果に、粒子の形状分析や全岩化学組成分析の結果を加えることで、富士山のテフラ層序が詳細に解明された。また、山中湖の湖底堆積物中の各種有機分子の放射性炭素年代測定や、噴火堆積物の磁化方位を古地磁気永年変化曲線と照合する方法により、噴出物の年代推定法の再検討が進み、富士山の噴火履歴の高精度化に道が開けた。なお、古地磁気永年変化曲線の推定そのものも、富士山周辺に残された長期間・高頻度の噴火堆積物の試料から実現したもので、古地磁気学など周辺分野にも貢献する研究成果である。それ以外にも、伊豆大島、霧島山、摩周、草津白根山、雌阿寒岳、日光白根山、秋田焼山、御嶽山、アトサヌブリ等の火山で詳細な噴火履歴が明らかになった。

イ. モニタリングによる火山活動の評価

多くの火山で多項目のモニタリング観測が展開されるとともに、それを支える観測・解析技術の開発が進み、火山活動推移モデルの構築や火山活動評価の基礎となるデータが着実に蓄積された。噴火中だけでなく、一見静穏に見える非噴火時にも各種の観測量に顕著な変化があり、いくつかの火山ではそれらの発現パターンに共通の特徴が見られることも明らかになってきた。過去数十年の観測データの蓄積があるいくつかの火山に対しては、ニュージーランドで開発された火山活発化指数* (VUI) の試行的適用を通じて、非噴火時の活動評価に定量的・客観的な基準を与える方法が検討された。類似したタイプの火山を共通の手法でモニタリングすることにより、活動状態に応じた観測データの特徴を分類するなど、火山間の比較に基づく評価も試みられた。化学的観測の高頻度化・自動化・高度化が進んだことの意義は大きい。例えば、定期航路フェリーに自動観測装置を搭載することで、離島火山の二酸化硫黄放出率の観測頻度が格段に上がった。化学的観測と他の地球物理的観測との比較が本格的に可能になり、気象庁に共有された観測データは活動監視にも役立てられた。

鬼界、大山、白頭山、霧島山などを対象として、地質時代及び歴史時代に発生した大規模噴火の推移をコンパイルした大規模噴火データベースの作成・公開が進められた。

衛星 SAR や GNSS 観測による地殻変動解析において、対流圏遅延補正の改良や時間依存インバージョンを導入することにより、マグマの蓄積や移動などを検出する能力が高まった。人工衛星のリモートセンシングデータの解析にも進展があり、離島火山などのモニタリングに有効性が高いことが示された。

え. 今後の展望

長期活動の評価に関しては、詳細な噴火履歴を明らかにすることが基本的なアプローチであるが、地質学的調査に基づく噴出量推定だけでなく、高精度な年代推定も必要である。古地磁気永年変化の利用など、新手法による年代推定の精緻化が進んでおり、今後も多くの火山に対して適用が見込まれる。また、トレンチ調査やボーリング調査の併用は、水蒸気噴火など小規模な噴火の履歴を把握するためにも重要である。

モニタリングによる活動評価については、非噴火期における火山活動の不安定度を、観測データに基づいて定量的に評価する試みとして、VUI の活用が進められている。VUI そのものは予測を

目的として作られたツールではないが、継続的にデータを蓄積し、火山活動の不安定化事象*（アンレスト； unrest）と事後の噴火との関係を定量的に整理することで、将来は噴火の確率予測に応用できる可能性もある。また、次節の火山活動推移モデルの研究をさらに進め、今後は様々なモデルに基づいて、噴火予測に資する火山活動の定量的評価方法を構築することが必要である。モニタリングによる活動評価は、その基礎となる観測が安定的に行われることが必要不可欠であり、そのための組織間協力や適切なデータ共有等の体制作りも重要であることから、火山機動観測実証研究事業*との連携や、次世代火山研究推進事業*による火山観測データ一元化共有システム（以下「JVDN システム*」という。）の一層の活用が望まれる。現行計画で作成された大規模噴火データベースは、その活用により、噴火に伴うマグマシステムの挙動のモデル化や、降灰等のハザード予測の高度化などへの波及効果が期待される。今後は、より多くの火山で同様のデータベースを構築するとともに、火山防災の現場での積極的な活用方法も検討する必要がある。また、持続可能で安定的な稠密観測は火山現象の理解の基礎であるため、新たな観測技術を使ったモニタリング方法の開発や実用化も求められる。

（５）火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

あ. 目的

起こりうる火山活動や噴火現象を網羅的にまとめ、その時系列を整理した噴火事象系統樹を作成する。それをさらに発展させ、火山噴火に先行する現象、噴火発生、噴火規模や様式の時間変化、終息までを一連の現象として捉えた火山活動推移モデルを構築する。これにより、時期・場所・様式・規模・推移といういわゆる噴火予測の５要素をばらばらのものではなく一体のものとして捉え、噴火予測の精度を上げることを目指す。また、各事象に先行して現れる物質科学的・地球物理学的データの相違点や共通点の整理、数理モデルの高度化を進め、噴火ダイナミクスの支配要因に基づき、火山活動の推移を決定する条件を明らかにする。さらに、地震活動の活発化や山体膨張等の先行現象が発現したにもかかわらず噴火に至らない噴火未遂現象や火山体から離れたやや広域の地殻活動変化にも着目し、過去の観測記録や文献調査等も活用する。

い. 実施状況

大学、産業技術総合研究所、山梨県富士山科学研究所及び防災科学技術研究所は、全国の主要な活火山を対象として、地質調査や史料、近年の噴火履歴に関する最新の調査結果及び先行研究の成果をもとに、火山・噴火活動に関する噴火事象系統樹の作成を進めた。地球物理学的観測や物質科学的分析から得られる各種パラメータに基づいて噴火現象の分岐指標を整理し、分岐判定に対する論理的評価方法を開発した。水蒸気噴火に対しては、浅部熱水系の時間発展に着目した数値シミュレーションを行い、多項目観測データとの比較を通してモデルの構築に活かした。

大学は、噴火事象系統樹をさらに発展させて観測データをもとに事象分岐が起こる条件を調べた。さらに、山体構造や地質学的環境が火山活動に及ぼす影響、火山現象の科学的解釈や今後進展しうる事象の分岐予測に基づくとともに、火山ガスやマグマなどの火山性流体の貫入・噴出の量やその時間変化率などに着目して、桜島などを対象に、噴火先行現象、噴火発生、噴火規模・様式の変化など、先行現象から噴火終息までの一連の活動推移をモデル化した。観測データや噴出物の岩石・鉱物解析を通じて、大正噴火・昭和噴火から近年の南岳・昭和火口活動期の噴火について噴火規模や様式に着目した火山活動推移モデルの構築を進め、火山噴火予測手法の高度化を進めた。

う. 成果

地質調査、年代測定、岩石学的解析に基づく基礎データの収集を行い、国内の火山における噴火事象系統樹を作成した。例えば、草津白根山では、山頂域でマグマ噴火による火砕丘の形成が約1万年前には始まり、約1,100年前には水蒸気噴火の活動期に入っていたことを明らかにした。十勝岳について、過去100年間の火口域、噴火様式及び前兆的な地震活動度を考慮し、噴火に至らないケースを含めた噴火事象系統樹を再構築して、それぞれの分岐に経験的確率を与えることに成功した。浅間山では、噴火発生と噴火未遂の評価手法及び事象分岐確率の算出手法を検討し、同火山の事象系統樹を改訂した。蔵王山について、最新の火山活動・噴火活動の履歴から、前兆現象のみで終息する場合、そののちに水蒸気噴火に至る場合、水蒸気噴火からマグマ噴火へ移行する場合、大規模噴火に至る場合に分けて噴火推移予測図を作成した。以上のように、地質学的

研究成果に基づいた噴火事象系統樹を作成するとともに、一般的な作成手順を考案した。

山体変形の評価から事象分岐の条件を調べる研究が進められた。地盤変動データから推定されるマグマ貫入速度をもとにした事象分岐の論理を、桜島及びメラピ山（インドネシア）を例にして構築し、測地学的観測から噴火規模や噴火様式を予測する新たな方法を考案した。国内の火山周辺に展開される GNSS を用いた山体ひずみの時系列データの解析から噴火発生を判定する方法が構築され、その的中率を評価した。世界で発生する地震及び火山噴火のデータを系統的に解析し、大地震の発生により火山周辺の地殻内ひずみが膨張場となる火山において、大地震発生後の数年間にわたって噴火発生頻度が2～3倍程度高まることがわかった。

多項目観測データをもとに事象分岐の条件を導くことを目指す研究も行われた。熱水系火山の非噴火期の火山活動事象を収集し、事象分岐の条件や論理を導き出すため、火山性圧力源や熱源の深度と強度の関係を噴火発生状況と合わせて散布図に整理し、火山噴火発生度をまとめた。阿蘇山、桜島、口永良部島、霧島山、十勝岳、吾妻山、草津白根山などにおいて観測データの解析結果の時間変化を系統的に整理し、噴火した火山については、多くの項目の観測量に火山活動の活発化を示すシグナルが噴火前に現れることを見いだした。特に阿蘇山の2014年噴火では、浅部へのマグマ貫入による熱消磁を示す地磁気変化は、マグマ噴火では発現するのに対し、水蒸気噴火では発現しないという噴火様式の予測のための貴重なデータを得た。シナブン火山（インドネシア）では、水蒸気噴火からマグマ噴火へ移行する際に特徴的な地盤変動と地震活動が現れることが明らかになった。ひまわり8号の超高頻度赤外面像、高分解能衛星画像、全球3次元地形データを組み合わせて解析を行い、2015年6～8月にラウン火山（インドネシア）で発生した噴火において、前駆期、2回の溶岩噴出期、そして終息期からなる噴火推移の全貌を定量的に捉えることに成功した。

地球化学的データの分析に基づく研究から、火山ガス放出率とマグマ上昇率の間に比例関係があること、火山ガス中のCO₂/SO₂比の増加がマグマ中の気泡の増大、ひいては大規模噴火の発生につながる可能性があることが明らかとなった。火口湖について、湖水の熱・化学パラメータの数値的検討を行った結果、湖水成分の時間変化から火山活動を評価する際には、湖水の溶存成分が湖底流体と平衡に達する時定数を考慮する必要があることが示された。

噴火の規模や推移に関する物質科学的研究も進められた。桜島における歴史時代（文明・安永・大正）のプリニー式噴火では、メルト包有物の揮発性成分含有量から軽石噴火の噴出体積のほぼ全てが噴火直前には深さ0.5～3 kmの火道浅部に貫入した状態であったことが推定された。この深度範囲にわたってマグマが分布していたとすると、軽石噴火の噴出体積のほぼ全てが、噴火直前には浅部の火道に貫入した状態であったと推定される。したがって、噴火規模の予測のためには、マグマ貫入量を正確に推定することが重要であることを示している。伊豆大島の大規模噴火の初期と中規模噴火では、噴出物中の長石量が少なくマグマ組成や岩石組織は類似している一方で、小規模噴火では長石に富むこと、また大規模噴火では長石量は短時間で増大することなどが明らかとなった。これは、地下のマグマの急上昇や脱ガス過程と関連して、噴火規模と噴出物との間に関連性があることを示唆している。

気象庁の噴火警戒レベルの判定基準の根拠を明示して公表するため、過去のデータを改めて精査し、注目すべき現象の整理と判定基準の具体化を進めるとともに、必要な見直しを行った。

え. 今後の展望

各火山周辺で多項目観測を実施し、比較的単純な条件下での理論的な予測を背景に、定量化される諸現象の時系列データから事象分岐の判断基準となる指標を抽出することで、火山噴火予測の方法が徐々に構築されてきた。しかし、国内外での噴火発生数は必ずしも多くないため、引き続き、噴火発生頻度の高い火山における集中的な観測研究と、複数の火山間の比較研究を通じて、事象分岐の条件の抽出を行うことが必要である。今後は、火山活動の評価指標をもとにした噴火発生の可能性を即時的に評価する方法を構築し、噴火予測の試行実験を行うことも必要である。現在、気象庁ではホームページで各種のデータ分析値を毎月掲載している。また、文部科学省の次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト*では、多項目のデータベースの構築が進んでいる。このように、多くの研究者が多角的な視点でデータ分析を行える環境が整いつつある。これを最大限利用することにより、新たな分岐判断基準の論理構築や火山活動推移のモデル化が促進されることが望まれる。近年、火山浅部の熱水系の挙動や火道内マグマ挙動などの理論研究も進み、期待される観測量もシミュレーションで求められるようになってきた。これらの研究成果は、複

雑な挙動を示す観測データから事象分岐の条件を見いだすため、あるいはより効果的な観測方法を構築するためにも利用できる」と期待される。

3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(1) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化

あ. 目的

強震動評価、津波事前予測、地震災害リスク評価について、より複雑な構造モデルや断層運動の不確実性などのこれまで取り込まれてこなかった特徴や情報を考慮することで、従来の評価手法を高度化する。また、地震動や火山活動に伴う斜面崩壊や火砕流の発生の事前予測に関する手法及び火山泥流発生に関するポテンシャル評価手法の開発を行う。

い. 実施状況

ア. 強震動の事前評価手法

強震動の事前評価手法を高度化するため、震源のモデル化手法の高度化やそれに資する知見を得るための実地震の震源過程の分析、震源から地表までの地下構造のモデル化、震源や地下構造との関連における強震動の生成メカニズムの分析、地震波伝播シミュレーション手法の高度化を行った。

大学及び産業技術総合研究所は、過去のプレート境界型地震や内陸地震などによる強震動や長周期地震動・津波災害の発生要因の検証に基づいて、震源断層モデルや堆積盆地などの地下構造モデルの高度化を進めるとともに、それらに立脚した広帯域強震動・津波評価手法を研究した。

大学は、短周期から長周期までの広帯域強震動予測の高度化のために、強震観測データに基づき強震動の成因と影響を把握し、プレート境界地震や地殻内・プレート内地震を対象に、断層運動の不確実性を考慮した震源断層モデル化手法に関する研究を行った。また中～大規模地震の実地震記録を対象とした地震動シミュレーションを行い、地下構造モデルの妥当性の検証と改善を進めた。建物被害に直結する震源域での強震動特性を理解することで、将来発生する強震動の評価手法の高度化に向けた研究を進めた。断層変位が地表に到達する場合の強震動生成モデルに関する研究を実施した。

イ. 津波の事前評価手法

大学、産業技術総合研究所及び海洋研究開発機構は、津波堆積物等に基づく過去の超巨大津波の知見とプレート境界の固着状態を統合した津波の事前評価手法を開発した。

ウ. 大地震による災害リスク評価手法

大学及び海洋研究開発機構は、震源・深部地下構造・浅部地盤構造・強震動予測・構造物被害・リスク評価・情報伝達までを一貫して扱った研究を推進し、地滑り、津波などの二次災害も含めた災害リスク評価手法の高度化に関する研究を行った。また、断層運動の不確実性を考慮することで、評価結果に幅をもたせた災害リスク評価手法を確立した。

大学は、人口密度が高く災害リスク評価において脆弱と捉えられている堆積平野・堆積盆地などを対象に、強震記録データベースを増強し、また、震源解析や強震動シミュレーションを行って地震災害の素因*と誘因の関係や災害発生機構を多面的に分析した。地震被害想定の不確実性を低減するために、震源断層モデルや地下構造モデルの精緻化、地域固有の構造物被害・リスク評価の高度化を地域の自治体と連携して進めた。想定結果を広く住民に伝える手法についても地域の自治体と共に検討した。

北海道立総合研究機構は、積雪寒冷や暗夜条件下での津波による最大リスク評価手法に加えて、地域の人口や土地利用の経年変化を考慮した津波防災対策効果の評価手法を開発した。モデル地域において、住民や自治体と共に津波避難計画や津波防災地域づくり計画の作成に参画した。

エ. 地震動や火山活動による斜面崩壊の事前評価手法

大学は、大規模数値シミュレーションを活用し、広帯域強震動による斜面崩壊等の自然環境への影響の事前評価手法を検討した。既往崩壊地及び近傍未崩壊斜面において、物理探査、掘削試料の土質試験、掘削坑内での物理観測を実施した。地震動や火山活動などによる地滑り現象と地形・地質的要因の関連を、現地調査や室内試験、地震動観測などに基づいて明らかにし、地震動に伴う地滑り発生ポテンシャル評価と事前評価手法の高度化に関する研究を行った。

オ. 火山噴出物による災害誘因の事前評価手法

大学は、桜島等を対象として、噴火に前駆する地震及び地盤変動から火砕流発生予測並びにその規模を事前に評価する手法を開発した。また、遠隔観測及び地上観測から火山灰堆積分布量を推定して火山泥流（土石流）発生ポテンシャルを評価する手法を構築した。

う. 成果

ア. 強震動の事前評価手法

2016年熊本地震の研究を通じた、震源・地下構造モデルの高度化と強震動特性の解析が進められた。地表地震断層沿いの西原村では卓越周期約3秒の長周期速度パルス波が発生していたことを確認した。熊本平野や八代平野では、周期1秒以上の長周期帯域で振幅が顕著に増幅することがわかった。地下の震源断層モデルと地表で観察された地表地震断層の情報に基づき、複数の震源断層面形状のモデルを提案した。布田川断層から離れた清正公道沿いの地表変状においてトレンチ調査を実施し、右横ずれ断層であることを明らかにした。詳細な断層面を設定し、信頼性の高い地盤構造モデルを用いて震源インバージョンの再解析を行ったところ、布田川断層に対応する震源断層面で大きな滑りが求められたほか、浅部地表近くにも滑りが得られ、浅部と深部で滑り速度関数が異なっていた。断層浅部に観測地表変位量を与えた上で地震動を計算したところ、益城町における変位波形の再現性が向上した。このように断層浅部の滑り量や断層面形状など活断層研究から得られる情報が変位分布と速度分布の推定にとって重要であることが明らかになった。

2018年大阪府北部の地震について地震動の再現シミュレーションを行い、震央の南西に広がった強震動域は、放射特性、破壊伝播の指向性効果、堆積地盤による増幅が重なって生じたことが明らかになり、大阪盆地堆積層構造モデルの妥当性も確認された。

2018年北海道胆振東部地震の断層破壊過程を調べ、主破壊域の広がりや主破壊域中の2つの強震動生成域を特定した。震度7を記録した地点では、卓越周波数や最大加速度値が観測値を再現できず、地盤の非線形応答があった可能性が示された。

その他の地震の震源や、強震動の特性に関わる研究についても成果を得た。2004年新潟県中越地震について、P波とS波*の間に周期5～10秒の大振幅かつ長時間継続するPL波*が確認され、堆積平野で強く増幅されることがわかった。関東平野では、表面波*の放射パターンと平野における表面波の伝播・増幅特性との相乗効果とで、長周期地震動の増幅が方位に依存することが、地震動シミュレーションからわかった。静岡県下の強震データから、地震の応力降下量には深さ依存性があることが確認された。また南西諸島域の地震の応力降下量を調べたところ、琉球海溝から沖縄トラフにかけて低下する傾向にあり、奄美大島北東沖など特に値の高い領域が存在することが確認できた。地表地震断層が生じた大地震の震源近くの地震動を調べたところ、1999年集地震（台湾）では約5秒、2016年カイクウラ地震（ニュージーランド）では約10秒など、多様な卓越周期の長周期パルス波が発生していたことを確認した。

地盤や構造モデルに関する成果としては、東京湾西岸部では、2011年東北地方太平洋沖地震時に局所的に観測された周期2～3秒の長周期地震動について、微動観測から浅部地盤と深部地盤の影響が分離できないことがわかり、統合的な地盤モデルの必要性が明らかになった。大阪・京都堆積盆地の構造モデルについて、観測された堆積盆地基盤面からの反射波の往復走時と、堆積盆地構造モデルから予測される値との比較により、モデルの妥当性が評価された。大阪、京都、奈良堆積盆地を中心とした地域でQ値*周波数依存性のモデル化などの改良を行った。静岡県地域について強震波形データを用いた地震基盤以浅の構造モデルの検証を進め、既往の地盤構造モデルの検証を行った。秋田県横手盆地において微動観測に基づき地盤構造モデルを作成し、1896年陸羽地震の震動シミュレーションに利用したところ、同地域で基盤が深いために被害域が南に延びたことがわかった。地盤増幅解析の高速化をGPUの実装により実現し、最適化過程を学習する人工知能を組み合わせることで、高速な地盤内部構造推定手法を開発した。このほか常時微動解析により、邑知潟平野、グルノーブル盆地（フランス）、インペリアルバレーにおける盆地（米国）等の地盤構造を明らかにした。

2011年東北地方太平洋沖地震でも観測され、地球規模で影響を与えた大振幅のラブ波*パルス（G波）の生成原因を、標準地球モデルによる理論分散曲線と3次元差分法による地震波伝播シミュレーション結果の比較により推定した。

太平洋スラブの深発地震に伴う強震動を評価するため、北西大西洋での海底地震観測から海洋プレート内の短波長不均質構造を推定したところ、数 km 程度の規模の短波長不均質構造がラミナ構造*を持って発達していたため、強い前方多重散乱を起こした地震波がラミナに沿って伝播し、海域で観測される Pn/Sn 波*は高周波数に富んだ長いコーダ*を持つことが推定された。

プレートの沈み込み帯で発生するプレート間巨大地震に伴う強震動の距離減衰の特徴を調べるため、過去の巨大地震の強震動を解析し、強震動生成域に対する距離減衰を予測するモデル式を作成した。過去の南海トラフ巨大地震での建物被害と現在の地震リスク評価手法により推定される建物被害を比較し、震源域から山陰地方にかけての地域の減衰特性が過大評価されていることを示した。

地震の気象庁マグニチュード (Mj) はモーメントマグニチュード (Mw) より大きく、西日本ではその差が顕著であるが、西日本では、周期 5～6 秒の表面波が震源から遠く離れた場所でもあまり減衰しないためであることがわかった。紀伊半島南東沖で実施された構造調査測線の周囲で発生した地震のうち、DONET 観測点を用いて震源の再決定を行ったところ、震源は気象庁による震源よりも全体的に浅く、特に 2016 年 M6.5 の地震はプレート境界付近に求まった。

長周期地震動と津波の即時予測*に向けて、K-NET*、KiK-net*強震観測データの時間反転逆伝播計算 (DA-TRI) による、震源モデルの即時推定手法の開発を進めた。

イ. 津波の事前評価手法

津波の波線追跡の新手法を開発し、津波の第 1 波や反射波の波線と海底地形との関係を明らかにした。また、日本海における 60 断層について、断層面上の滑り分布の不均質性を考慮した 7 万通り以上のシナリオを想定し、日本海沿岸の約 150 の市町村ごとに確率的な津波高さを計算した。津波計算手法の高速化も進めた。

巨大地震にともなう海底斜面崩壊による津波として知られている 1929 年グランドバンクス地震津波 (カナダ) について、海底地滑りにより切断された海底ケーブルの情報を用いて津波の再現計算を行ったところ、観測波形をおおよそ再現できることを明らかにした。

ウ. 大地震による災害リスク評価手法

2016 年熊本地震の益城町市街地において、詳細な地表地震断層の分布と建物被害との関係を調べたところ、地震断層から 120 m 以内の範囲に全壊家屋の総数の 94 %が集中することがわかった。2018 年北海道胆振東部地震や 2004 年米国パークフィールド地震、2017 年のトルコ西部の被害地震等国内外の強震記録の分析を行い、堆積平野・堆積盆地の地震動増幅特性を定量化した。また、小地震と大地震の地震観測記録から、線形応答時の地盤構造とともに大地震時の非線形応答特性を逆推定する方法を開発した。

2003 年と 1952 年に発生した十勝沖地震について、最新のプレート形状と地下構造モデルを使用し、近地と遠地の古い地震波形記録を精査して震源過程を解析したところ、2 つの地震の破壊域の広がりには明確な違いが見られ、十勝沖のプレート境界に起こる地震シナリオにバリエーションがあることがわかった。

地震動の強さと木造建物の被害率の関係を表す被害予測モデルの検証・高精度化のため、地盤構造を考慮して推定した 2016 年熊本地震の益城町の強震動分布に適用したところ、平均的被害率を概ね再現することができた。木造構造物被害の将来時点の予測を行うために、固定資産課税台帳及び住民基本台帳から抽出されたデータを用いて、木造戸建住宅の棟数及び築年数分布を予測する方法を検討した。建物の強震観測記録の分析から、地盤一構造物の動的相互作用には振幅依存性があること、2011 年東北地方太平洋沖地震の本震時には建物の固有振動数が低下し、減衰定数が増大する傾向にあったことがわかった。

地震被害想定における不確実性の低減を目的として、鳥取県内で総合的な微動解析を通じ、山間部を含む地域で地下構造をモデル化した。また、その利活用を目指し、データベース及び GIS による表示システムを構築した。

千島海溝周辺海溝型地震による大津波からの避難状況を予測するのに必要なパラメータを取得するために、群衆・高齢者装具・車いす・自力避難困難者のリヤカー運搬等、避難条件の違いによる避難速度の違いを計測した。北海道八雲町、神恵内村等において、実測に基づく津波避難シミュレーションを行い、避難困難地区を特定した。避難困難地区解消の対策を自治体・地域住民と協議し、新たに避難路の整備、役場庁舎の津波避難ビル機能付加の計画につなげた。

災害リスクの評価結果には想定シナリオや地盤効果の計算手法の違いによるばらつきがある。ばらつきを含む結果を防災計画に反映させるため、効果的な表示システム開発を進めた。自然

災害による被害を低計算コストで確率論的に評価する枠組みを提案し、南海トラフ巨大地震の津波被害の確率評価に適用することでその有用性を確認した。

2018年北海道胆振東部地震を例に、想定地震に対する既往の被害推定手法の妥当性を検討したところ、建物被害との相関関係に重点を置いた従来の人的被害評価法は負傷率の推定に十分でない可能性があることがわかった。

都道府県の指定文化財、登録文化財、指定外の文化財約23,000件について、文化遺産災害情報マップを作成した。また2021年福島県沖の地震(M7.3)が発生した際には、このマップと推定震度分布や建物被害推定情報を重ねることで、文化遺産の被災可能性の高い場所を可視化し、情報共有を行い、被災状況調査に活用した。

エ. 地震動や火山活動による斜面崩壊の事前評価手法

過去の海溝型地震、2016年熊本地震及び2018年北海道胆振東部地震によって発生した地滑りについて、地形解析、現地調査及び室内分析により地質・地形的特徴を抽出した。南海トラフ及び相模トラフの海溝型地震による大規模崩壊は、主に太平洋側の付加体で発生していることがわかった。熊本地震による斜面崩壊の滑り面は、約3万年前の草千里ヶ浜軽石や約7,300年前の鬼界アカホヤ火山灰近傍の暗色土に多く、これらの地層には、粘土鉱物の一種が生成していることがわかった。北海道胆振東部地震によって発生した壊滅的な地滑りでは、風化した軽石及びその直下の火山灰土に滑り面が生じたことが明らかになり、このような地層が地震時地滑りに対して最も危険であることが再認識された。同地震により厚真町のテフラ斜面において発生した地滑りを調査したところ、滑り面には薄板状ハロイサイト(粘土鉱物の一種)が検出され、実験によりハロイサイトの含有量が増えるに従い地震時の流動性が増すことが明らかになった。また、過去の火山噴火による軽石の分布域と過去の地震地滑り箇所を比較したところ、地震時地滑りの滑り面となる可能性が特に高い降下火砕物は、9,000年よりも古い軽石及びそれに伴う火山灰土であることがわかった。

斜面崩壊に伴う地震動の特徴を分析し、概ね1-10 Hzが卓越すること、イベントの長さを反映する継続時間は概ね30~200秒であること、特に崩壊域が数百m四方にわたるような大規模崩壊では周期10秒以上の長周期信号が見られることを見出した。

地震による地滑りの発生メカニズムの解明のため、地滑り土塊での多点地震観測や高密度微小観測を実施し、斜面の震動の多様性を明らかにした。2008年四川地震(中国)、2015年ゴルカ地震(ネパール)による斜面崩壊を分析した結果、谷の侵食加速による谷中谷(こくちゅうこく)に数多くの崩壊が集中したことがわかった。日本でも特に西南日本外帯には谷中谷が広く分布しているため、南海トラフ地震時に要注意である。地滑りリスクのある谷埋め盛土斜面で地震動と間隙水圧変動を同時観測したところ、間隙水圧が上昇するタイミングや上昇量は地震動の強さと強い相関があることが示された。北海道東部で多項目観測を実施している海岸地滑り土塊は、不安定化するにつれ、より弱い地震動で変位が生じることがわかった。超高密度DEM^{*}を用いて、四国の主要国道沿いにおいて、重力変形、地滑り、過去の崩壊痕跡、急崖など、項目別に分類した危険斜面の分布を抽出した。また、GB-SAR(地表設置型合成開口レーダ)の大気補正手法を開発し、mmオーダーの地形変化を捕捉できるようになった。また、栗原市が運営する栗駒山麓ジオパークビジターセンターでは、GB-SARによる荒砥沢の地滑りモニタリングのデータのリアルタイム表示を開始した。地震前後の1m-LiDAR^{*} DEMを用いて特徴的な地物の移動方向と変位の大きさを得る手法を開発することにより、地震断層の地表変位や地滑り性の移動土塊の検出が可能となった。

津波を引き起こした山体崩壊である1741年の渡島大島及び1792年の雲仙眉山の事例について、実地形に基づいて土砂の移動を計算し津波を計算する方法を適用したところ、概ね歴史津波観測高と整合的な計算結果を得た。

テフラの給源火山の噴火史に基づき山地の斜面におけるテフラの供給と再堆積のシミュレーションを行うプログラムを開発し、北海道胆振東部地震震災地で実際のテフラ堆積量を測定してモデルの精度を検証した。また、地層中の不均質な風化過程及び物性変化の定量的モデルを得るため、テフラ累層中での長期間にわたる間隙水の不均質な透過とそれに伴う風化変質を調べたほか、粘土鉱物に吸着蓄積する大気由来の宇宙線生成核種¹⁰Beを分析し、テフラの強度低下をもたらす粘土化の進行過程を調べた。

オ. 火山噴出物による災害誘因の事前評価手法

火山噴火による火山灰や溶岩噴出の事前評価に関して、2015年5月29日の口永良部島噴火において、衛星観測による火山灰分布計測値に合うように全球移流拡散モデルの初期値を調整することで、精度の高い大気中の火山灰濃度予測シミュレーションを行える可能性を示した。大規模噴火を想定した降灰シミュレーションにより、富士山で1707年宝永噴火規模の噴火が起きた場合に都心で10 cm以上の降灰になる確率は3.3 %、桜島で1914年大正噴火規模の噴火が起きた場合に鹿児島市街で1 cm以上の降灰になる確率は7.8 %と試算された。

桜島火山の黒神地区において船舶用小型レーダーを用いた観測を開始し、2019年11月8日の火砕流噴煙の流下パターンや堆積量を明瞭に捉えることに成功した。桜島火山では、火砕流をとまう噴火47例中27例で顕著な前震活動を伴うこと、噴火前の膨張レートが減少もしくは停止する際に前震活動が多く発生すること、また火砕流を伴う噴火は噴火後の収縮量が大きいことなどが明らかになった。

え. 今後の展望

様々な被害地震の強震動の観測事例や地震波伝播シミュレーションから広帯域強震動の特徴が詳細に調べられ、同時に3次元地盤構造モデルの高度化や検証が進められてきた。一方で、地震動再現性に乏しい地域や、山間部を含め地下構造情報の少ない地域も残されている。微動・地震観測や歴史地震の被害分布などを活用した構造調査を継続し、震源近傍強震動特性をさらに分析していく必要がある。精度の高い強震動評価手法が確立され、地震動予測に活用されることが期待される。

津波の事前評価手法については、多様な大規模津波シミュレーションを通じて確率論的な津波予測やリスク評価法を確立していく必要がある。また、海底地滑りと関連して、南海トラフ沿いや日本海溝・千島海溝沿いの地滑り地形に対し、津波災害ポテンシャルを評価していく必要がある。

大地震による災害リスク評価手法では、建物被害や人的被害の脆弱性評価の研究を推進するほか、首都直下地震や南海トラフ巨大地震を対象に、地震災害発生機構の解明から災害を制御する要件を明らかにしていく必要がある。また社会実装を見据えて地震発生時の切迫性を伝える災害情報モデルとシナリオの構築が益々重要となってくる。

地震動や火山活動による斜面崩壊の事前評価手法においては、南海トラフ巨大地震により誘発される地滑りのポテンシャルの評価、地表面変位の計測手法の高度化、また火山地域において地震動によって崩壊しうる斜面の特定が必要である。

火山噴出物による災害誘因の事前評価手法では、火砕流が流下する流域ごとに、先行地盤膨張量と火砕流堆積量、流下距離の関係を示した火砕流ハザードマップの作成が必要である。

(2) 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

大地震によって引き起こされる強震動・津波・長周期地震動などを、地震・測地・津波等の陸域及び海域における単独もしくは複数の観測量に基づいて、即時かつ高精度に推定する手法を開発する。さらに、地震・火山噴火による斜面崩壊や山体崩壊による津波の即時予測手法の開発に向けた研究に着手する。また、火山の遠隔観測及び地上観測により、火山灰・火砕流・溶岩流・火山泥流・土石流を即時的に予測する技術を開発する。

い. 実施状況

ア. 地震動の即時予測手法

気象庁及び大学は、地震計で観測された揺れの強さから直接震度を予測する手法の開発及び改良を行った。また、長周期地震動予測の予測精度向上に努めた。

大学は、高密度地震観測データと波動伝播シミュレーションのデータ同化に基づいた地震動予測手法の開発及び波動逆伝播シミュレーションによる震源要素の即時推定手法の開発を行った。

イ. 津波の即時予測手法

大学は、高密度観測網による海底圧力計の観測波形などを活用して津波発生域を即時推定する手法の開発を行った。

国土地理院は、GEONET*による日本全国のリアルタイム地殻変動データを用いて地震発生時に矩形断層モデル及びプレート境界面上の滑り分布を即時推定する技術を開発し電子基準点リアルタイム解析システムに実装した。

大学は、震源断層の即時推定に関して、GNSS 搬送波位相*データから断層滑りを直接推定する手法の開発を進めるとともに、リアルタイムに推定される断層滑りの不確実性を定量評価するための手法開発を行い、一枚の矩形断層における MCMC 法を用いたアルゴリズムの開発を行った。

気象庁は、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の開発を行った。

ウ. 火山噴出物による災害誘因の即時予測手法

大学は、Xバンド MP レーダー*及び GNSS の搬送位相遅延量・信号対雑音比による噴煙の即時把握手法を開発した。

大学は、噴出物時系列解析・分析手法の高度化を行った。

大学は、火山灰堆積後の土石流発生の予測モデルの構築を行った。

気象庁は、気象レーダー等の観測データを用いて、噴火現象の検知や噴煙高度を確率的に推定する手法を開発した。

う. 成果

ア. 地震動の即時予測手法

データ同化手法によって揺れの分布の現状を正確に把握し、その実況分布から波動伝播の物理に則って未来の波動場を予測する手法の高度化を進めており、その基本的な考え方を取り入れた手法（PLUM 法*）が平成 30 年 3 月に気象庁の緊急地震速報に導入された。さらに、地下の不均質散乱・減衰構造を取り入れることで、その精度、堅牢性や迅速性を向上させられることがわかった。また、PLUM 法のさらなる高度化のため、P 波の検出手法を改良し、その上下動成分のみから後続の S 波による震度を予測する手法を開発するとともに、地震動の距離減衰を考慮し遠隔観測点のデータを利用することにより、予測の迅速化が実現できることを確かめた。

鳥取県と連携して自治体の計測震度計から 1 秒パケットのリアルタイム震度と最大加速度値を送信するように計測震度計の改良を行い、そのデータを受信するシステムを構築した。また、取得したデータを基に、PLUM 法を基礎としたリアルタイム震度の表示システムを試作し、有用性を確認した。

長周期地震動の即時予測のため、K-NET、KiK-net 強震波形記録と 3 次元差分法による地震波伝播シミュレーションをデータ同化した波動場を初期値として、高速計算から未来の時刻の長周期地震動を予測する手法の開発を進めた。さらに、大地震の震源即時推定に向け、強震観測データと地震波逆伝播シミュレーションのデータ同化に基づく震源イメージングを試行した結果、2004 年新潟県中越地震と 2008 年茨城県沖の地震（M7.0）について、発震時に震源近傍に初期波動場が良好に再構築されることを確認した。

イ. 津波の即時予測

震源直上の海底圧力波形を用いた新しいデータ同化手法を開発し、30 秒間隔で観測データがある場合、地震の情報が無くても、数分でデータ同化により津波波動場を予測できることを示した。さらに、この方法にリアルタイム浸水予測計算を組み合わせた手法を開発し、2011 年東北地方太平洋沖地震津波に適用したところ、10 分以内に浸水までを高精度で予測することができた。また、津波数値計算など、複雑な計算を実施することなく、500 秒間の観測圧力波形の処理のみで津波波源域（隆起域）とそれを発生させた地震の規模を推定する手法を開発した。その手法を 1952 年十勝沖地震と 1968 年十勝沖地震の滑り量分布から発生する津波に適用し、有効性を確認した。

地震にともなう不均質構造中の地震動及び津波波動場を同時にシミュレーションするため、オープンソースの地震動シミュレーションコード OpenSWPC と津波シミュレーションコード JAGURS を組み合わせたコードを開発し、既存手法との比較を行った。

相対測位による GEONET リアルタイム解析から得られるリアルタイム地殻変動データを用いて地震発生時に矩形断層モデル及びプレート境界面上の滑り分布を即時推定する技術の開発を行い、電子基準点リアルタイム解析システムに実装した（REGARD システム）。また、この手法による震源断層モデルの不確実性を定量評価する技術を開発した。さらに、搬送波位相変化から断層滑りを直接推定する手法（PTS）の性能評価を目的とし、2011 年東北地方太平洋沖地震とそれ

に引き続く地震直後の余効滑りの時空間発展推定を行った。その結果、PTS によって地震時及び初期余効滑りを連続的に捉えることに成功した。

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、リアルタイム GNSS 測地データ解析によって推定される震源断層解との統合、波源の広がりの小さな津波に対応するための段階的処理の導入等の手法の改良に加え、観測データに含まれる非津波成分への対処や予測結果の妥当性評価の指標の開発等を行って実用性を高めた。気象庁では、津波警報を更新する新たな手法として、平成 31 年（2019 年）3 月 26 日からこのシステムの運用を開始した。

ウ. 火山噴出物による災害誘因の即時予測手法

Xバンド MP レーダーによって、霧島新燃岳、桜島、口永良部島、諏訪之瀬島の噴火に伴う噴煙の高度等の外形情報、噴煙柱形成、移流・拡散過程を把握した。特に、冠雲によって噴煙が目視できない時でも、レーダーにより噴煙を可視化できるため、気象条件が良くない場合にその有効性が示された。火山噴火時の噴煙により、GNSS による搬送位相遅延量と信号対雑音比に顕著な変化があることが桜島、阿蘇山の噴火で示され、衛星-受信機を結ぶ異常伝搬経路の交線から噴煙高度を推定できた。

堆積物解析手法の高度化について、噴出物の迅速なマッピング、噴出量・噴出率の高精度推定を目指した研究を複数の火山で実施した。噴出物時系列解析・分析手法の高度化については、化学組成、組織、色等の情報取得とその活用を目指した研究を複数の火山で実施した。また、西之島の火山活動の把握のために迅速に調査を実施し、2020 年噴火の噴出物の全岩化学組成、斑晶鉱物化学組成、メルト含有物化学組成の分析を行い、これまでの安山岩のマグマを噴出する活動から玄武岩質安山岩のマグマを噴出する活動に変化したことやマグマ供給系の描像を明らかにした。

火山灰堆積後の土石流発生の予測モデル構築のため、降灰によるクラスト*が斜面表面を覆った条件での降雨流出・土砂流出に関する室内実験を行い、この流出過程に及ぼすクラストの影響について検討した。クラストの存在で水の浸透過程が変わり、表面流量が増加することがわかった。また、斜面の侵食強度の弱い個所、または降雨強度が大きい個所で侵食が始まり、そこから侵食が発達することがわかった。この実験を模した数値シミュレーションもを行い、流路の形成、侵食過程などをある程度再現することができた。

複数の気象レーダーにより、火山の監視カメラでは不明な場合でも、噴煙高度を確率的に推定することができた（例えば、草津白根山（本白根山）の噴火事例）。また全球と領域の移流拡散モデルを統一して、即時予測に適した新しい気象庁移流拡散モデル（JMA-ATM）を開発した。JMA-ATM と結合した火山灰データ同化・予測システムで作成した初期値を用いることで、火山灰雲の中心位置・面積の予測精度が改善することを確認した。

エ. 今後の展望

地震動の即時予測*については、計算機能力の向上もあり、観測データによる実況把握とシミュレーションを組み合わせたデータ同化手法が精力的に開発され、より精度の高い予測が可能となってきた。地震動の即時予測については、緊急地震速報をはじめとしてすでに社会実装がなされているが、今後ともその精度や迅速性を向上させるよう、現行計画で開発されたものも含め、実装に寄与できるように新しい手法の開発に継続的に取り組むことが期待される。

津波の即時予測については、リアルタイム浸水予測と組み合わせることで短時間に浸水予測まで算出できる手法が開発されたことが特筆される。津波の沿岸波高の予測だけでなく浸水予測まで即時かつ高精度にできるようになると、予測情報を被害軽減に活用する新たな方策が生まれる可能性が広がると考えられる。今後は津波の即時予測に求められる社会ニーズに即して、予測の精度や迅速性を向上させられるよう、現行計画で開発されたものも含め、新しい手法の開発・実装に継続的に取り組むことが求められる。

火山噴出物による災害誘因の即時予測については、Xバンド MP レーダーによって噴煙の外形情報や噴煙柱の状態を把握できるようになりつつある。今後は、噴煙に含まれる火山灰等を定量的に推定する手法を開発してデータ同化を行うとともに、移流・拡散モデルと結合させて降灰予報の高度化を図る必要がある。また、降灰予測を災害誘因の即時予測につなげるため、降灰後の土石流などの発生リスクの把握手法の開発をさらに進めることが必要である。現行計画で実施され

ているような室内実験や数値シミュレーションを通じ、土石流などの発生メカニズムの理解を深めることが期待される。

(3) 地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究

あ. 目的

大地震や火山噴火の予測結果は確率で表されるが、往々にして誤差が大きく数値自体が小さいためにリスクが小さいという印象を与えがちである。また、大地震に先行する地殻活動の発現など、大地震の発生可能性が相対的に高まっていることを示す情報が得られたとしても、災害発生の切迫性を社会に的確に伝える方法はいまだ確立していない。一方、噴火の危険性が十分に理解されないまま火口や噴気地帯に観光客が近付くことにより、小規模な噴火が大きな被害につながりかねない観光地も少なくない。本質的に不確実性を含む災害誘因予測が、気象庁の防災情報等として適切に伝えられることで少しでも災害の軽減に活かされるよう、受け手側に配慮した地震・火山噴火情報のあり方を検討すると共に、防災担当者による火山噴火情報の活用を支援する方法に関する研究を進める。

い. 実施状況

大学は、地震・火山噴火の予測情報に対する、住民・企業・地方公共団体などのユーザのニーズや活用実態の調査を通じて、被害軽減につながる地震・火山噴火情報のあり方に関する研究を行った。

大学は、火山噴火活動について、火山噴火が切迫した段階や噴火中に刻々と変化する状況を把握するための、地震波形・GNSS・傾斜計等のデータを即時解析して震源や地盤変動源を表示するシステムを試作し、そこから得られる情報を準リアルタイム火山情報表示システムに組み込むための開発研究を行った。また、これらの情報を、地元の自治体や防災担当者が活用するための方策を検討した。2018年1月の草津白根火山の噴火事例において、噴火に関する情報の内容、伝達、理解に関する課題を分析するため、噴火から約2年後、草津白根山近傍の草津温泉スキー場の利用者を対象としたアンケート調査を実施した。

う. 成果

地震・火山災害情報を活用するために必要となる住民の知識体系に関する調査からは、地震動予測地図に示される地震の発生確率について、情報の受け手の属性（年代や居住地）を考慮した表現を用いることで、より効果的に意識を高められる可能性があることがわかった。地震の発生確率情報など災害に関する科学的知見の成果を公表する際には、科学的表現の正確性のみならず、受け手の受け止め方を考慮し、最大の効果を発揮するような情報デザインが求められることがわかった。

建物内の居住者に揺れ継続時間の情報を提供するための推定式を構築するために、一定の震度以上の揺れの継続時間という定義を設定して建物頂部の揺れ継続時間に関する経験式を作成した。予測式には建物階数の寄与も考慮されているが、単純な経験式による表現の限界も明らかとなった。

防災計画を策定する際には、災害リスク評価のばらつきを理解した上で、計画の目的に応じて適切な災害リスク評価結果を選択することが重要となる。そのため、地震・火山噴火等の現象のシナリオと評価手法の組み合わせにより変化する災害シナリオ評価結果を、ユーザが適切に理解できるようにすることを目指したシステムを構築した。

人的被害情報の切迫性を適切に伝えることを目指し、2018年北海道胆振東部地震によって生じた人的被害について、地域ごと・世帯ごとに異なる被害シナリオを明らかにすべく現地調査を実施した。既往の想定地震ハザードに基づく被害評価と比較したところ、木造住家の被害評価に関しては住家の地域特性を考慮する必要性が確認された。人的被害については、医療・防災体制を計画する上でより有意な情報となるよう、救急病院搬送を必要とする重篤者数を重傷と定義し直して負傷率を計算し、既往の各種方法による推計値と比較した。従来建物被害との相関関係に重点を置いた評価法では対策に十分な情報や精度を保証できない一方、提案手法の優位性が示された。

火山情報の表示システムの開発において、新たな地殻変動源自動推定ツールや振幅情報から震源を自動推定するツールの設計・開発を進め、北海道・東北で第1次計画中に設置したシステム

の入れ替えを進めるとともに、九州地方への展開も行った。

不特定多数の観光客への噴火情報の伝達における課題を明らかにすることを目的に、草津白根山近傍のスキー場客を対象にアンケート調査を行ったところ、2018年1月の噴火を「はっきりおぼえている」グループとそうではないグループでは、前者のほうが理解度や知識量が顕著に高いことが明らかになり、利用者の理解度や知識量の違いを意識した情報伝達を検討すべきであると考えられた。

え. 今後の展望

災害誘因の事前予測及び即時予測に関し、予測結果のばらつきの求め方や表現・発信方法についての検討がなされた。また、災害情報の効果的な発信方法を探る観点から、人々の災害情報の受け止められ方や災害リスクに関する知識量の実態の調査が行われ、防災リテラシーの高さが災害情報の受け止め方に大きく影響している可能性を示唆するデータが得られた。このように、災害誘因予測結果を災害情報につなげるための研究が実施され、その成果が少しずつ得られてきている。本研究項目に含まれる研究は相互に関連が強い内容であるため、定期的な情報交換を実施することが有効と考えられる。また、他の研究項目の研究と調査対象が共通することもあるため、そのような研究とも協働することにより、より有用な研究となることが期待される。例えば、災害情報の効果的な発信方法と防災リテラシーの関係については、次項の防災リテラシー向上のための研究と大いに関係があるが、災害情報の受け止め方とリテラシーの関係を細かく掘り下げることにより、災害情報発信方法や防災関連教育の効果的かつ具体的な要素が見えてくるのではないかと考えられる。

4. 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

あ. 目的

過去の災害事例から得られた知見は、過去と現代では社会的背景に違いがあるとは言え、災害のイメージをつかむことに大きく役立つ。災害発生機構に関する知見を社会に広め防災リテラシーの向上につなげるため、災害事例の研究を進める。史料・考古データ、地質データ等に基づく先史時代から現代に至るまでの災害事例のデータベースを活用するとともに、近年発生した地震・津波・火山災害の事例検証を通して、地震動・津波・火山噴出物などの災害誘因が、居住地の空間構造、コミュニティ構造、社会的脆弱性などの社会素因*とどのように関連し被害をもたらすのか、その発生過程の解明に向けた文理融合による研究を行う。また、過去に起きた地震・津波・火山災害事例を対象に、災害からの復旧・復興過程に関して社会の回復力に焦点を当てた研究を進める。さらに、地震・火山研究で得られた知見の社会への発信に関しては、地域の行政機関やステークホルダーと連携する。

い. 実施状況

大学は、過去に起きた地震・津波・火山災害事例を対象に、当時の社会情勢や周辺環境との関係を検討して被害の実態や人々の対応、復旧・復興過程を明らかにし、時代的・地域的な特性を導き出した。また、明治時代や江戸時代の史料をもとに古地形等を復元・可視化し、地形と災害被害の関連性を明らかにした。加えて、歴史的な地形変遷から将来の災害を予測し、災害予防と防災意識の啓発等への活用を図った。

大学は、近年の地震災害に注目して、被害の地理的・社会的分布の分析と、コミュニティの社会的脆弱性や防災対策、リスク認知や防災意識などの検討を通して、地域的な災害発生機構を解明した。また、災害発生機構と防災リテラシーとの関連性を調査し、防災リテラシーを向上させるための方策を提案した。一方、火山地域における災害軽減策に寄与するため、地域の行政機関やステークホルダーと連携して地震・火山研究の知見を整理し、社会へ適切に発信する手法について検討した。

気象庁は、地震・津波・火山噴火に関する地域の災害特性や過去の災害履歴等の把握に資するデータベースの整理を進めることで、地域の特性や災害リスクの認知、防災リテラシーの向上を図った。

う. 成果

過去に起きた地震・津波・火山災害事例の中でも、安政江戸地震（1855 年）に関する重要な史料として『江戸大地震之図』（東京大学史料編纂所蔵）や『安政大地震絵巻』（三康図書館蔵）を取り上げ、復旧・復興過程における政治的勢力関係の関与などの時代的・地域的特性を描き出すことができた。さらに、地震の揺れに関する検討材料になりうる記述があることなど、絵巻の史料としての信頼性や可能性についても明らかにした。

安政東海地震津波（1858 年）の被災地である浜名湖周辺の被害が描かれている『舞坂宿津波図』と『安政地震津波被害絵図』から、現存する寺社や歴史的建造物をもとに地理的位置の同定を行い、街並みや古地形を復元することに成功した。また、歴史的な地形変遷から将来の災害を予測できるこれらのデータの一般公開活動を通じて、災害予防と防災意識の啓発を行った。

近年の震災後における避難・土地利用・防災施設を組み合わせた総合的防災政策の政策効果を検証するため、2011 年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）を事例に、被災から復興に至る地域社会の長期的な変化について分析した結果、三陸地域では、漁村の災害文化に対する過小評価と防災施設への依存、防潮堤計画と地域防災計画の分離、防災集団移転事業における避難道計画の不備といった事柄が復興を遅らせる主な要因となったことを明らかにすることができた。また仙台平野では、基幹産業である農業生産と防災集団移転中心の土地利用規制とのミスマッチ、長期にわたる広域的な交通障害による人口流出などによって生活基盤の脆弱化が進んでいることを明らかにした。また、南海トラフ地震の発生が想定される和歌山県那智勝浦町における土地利用ニーズと防災政策とのバランスを明らかにするため、事前復興と津波対策の取り組みについて調査し、想定される被害の大きさと防災対策との差異によって災害発生が拡大する可能性について検討し、防災リテラシー向上の方策を提案した。また、富山県を事例に国勢調査の「世帯構造等基本集計」を調べた結果、全国に比して、借家に対して持ち家の、また非木造に対して木造の比率が圧倒的に高いことがわかった。住民の防災リテラシー向上対策には、その地域の住宅事情を加味する必要性を指摘した。

気象庁では、関係機関と連携し、地震・津波・火山噴火に関する地域の災害特性や過去の災害履歴等の把握に資するデータベースの整理を進めながら、地域の特性や災害リスクの認知状況などに応じ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などの防災リテラシーについての普及啓発に継続的に取り組んだ。特に、地方自治体等と連携した防災訓練への助言・協力や HP 等での相互協力、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を実施した。

え. 今後の展望

地震・火山噴火の災害事例をもとに、地震動・津波・火山噴出物などの災害誘因が、居住地の空間構造、コミュニティ構造、社会的脆弱性などの社会素因とどのように関連し被害をもたらすのか、という災害発生機構の解明に向けた研究成果は着実に得られている。特に、過去の災害事例の分析を通じて災害誘因・災害素因の関連による災害発生機構を解明したことや、地域の行政機関やステークホルダーとの連携のもとに防災リテラシー向上を目指した方策・教育プログラムの開発・実装を進めていることは大きく評価できる。

今後は、課題間の連携、特に文理融合研究など異分野間の連携促進を一層図りながら、様々な災害事例を詳細に分析し、災害誘因・災害素因の一般化と社会の多様性の影響の検討を進め、災害発生機構の解明を進めていくことが望まれる。また、得られた知見を社会へ発信するために、地域の行政機関やステークホルダーとの連携を一層深めながら、防災リテラシー向上のための具体的な方策・教育プログラム開発に取り組むことが重要である。

（2）地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

あ. 目的

社会が地震・火山噴火災害による被害の発生を抑止、あるいは軽減する対策を考えるために必要な知識体系を明らかにすることを目的として、活動的な火山や想定巨大地震などを対象に社会の防災リテラシーの実態やニーズ調査を実施する。知識体系を明らかにする過程で、実効性のある防災対策に必要な知識要素を特定する。さらに、それらの知識要素を組み合わせることで構築した実践的な防災リテラシーの研修プログラムを、特定の地域において開発し、その効果を検証

することで実効性を高める。また、マイクロジオデータ*やオープンサイエンスの手法を活用することで、社会の共通理解の醸成と防災リテラシーの向上を図る。

い. 実施状況

大学及び防災科学技術研究所は、活動的な火山や想定される巨大地震に着目し、住民や行政に対し防災リテラシーの実態やニーズの調査を実施した。自然災害の事例を表した地図やモニタリング情報等を積極的に活用しながら、実効性のある防災対策に必要な知識体系を構成する要素を特定した。それらの要素を組み合わせることで、実践的な研修プログラムを開発し、その効果を検証した。

大学は、地理空間情報、GIS、衛星測位データを統合して時空間データベースを構築し、避難行動に関するマイクロジオデータ等を収集して、防災・減災に関して社会的有効性の高い統合的な情報活用法を開発した。さらに、一般市民と研究者とが共同して観測研究や災害軽減の取り組みを進める「オープンサイエンス」の手法により、防災リテラシーの向上に向けた研究を進めた。

う. 成果

1995 年兵庫県南部地震の被災地である兵庫県を対象に、住民や行政に対する防災リテラシーの実態やニーズについて調査した。その結果、同地震は学校へ防災教育が本格的に導入されるきっかけとなっており、地震発生メカニズムや被害が兵庫県内の副読本全てに掲載されていることがわかった。その一方、震災を経験した教員の高齢化により、被災経験を主題とした授業の実施機会が減少し、対照的に南海トラフ地震を主題とした教材利用が増えていることが明らかになった。1925 年北但大震災の事例は、主な被災地であった豊岡市城崎町の学校教育において現在も継続して活用されており、その要因として災害記憶の継承に対しコミュニティが重要な役割を果たしていることが明らかになった。また、南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域*在住の住民が、避難するか否かを判断する上で参考にする情報・知識について認知科学のアプローチから調べた。そのような情報・知識は、津波の特性や被害の予測、避難所の利用可能性や避難生活の見通し、居住地の位置や海拔、自治体やマスメディアなどの情報源といったカテゴリーに整理できるが、メディア情報に関しては、災害情報が被害の発生抑止・軽減に寄与する過程に発信者・発信ツール・発信内容の3者がどのように関与するのかを推定することができた。

自然災害の事例を表した地図やモニタリング情報等を積極的に活用することも行われた。地震本部による地震活動モデル及び地震ハザード情報に基づき、全国を対象とした建物リスク評価、人的リスク評価を実施した。リスク評価結果の公開に向けて、公開内容等について学識者・民間企業の有識者から意見聴取し、全国概観版地震リスク評価公開システム (J-SHIS* Map R) を公開した。また、建物特性に応じた地震リスク評価のための被害関数の開発を行うとともに、認識論的な不確実性を考慮した断層モデルについて検討し、ロジックツリーを試作し一部地域で地震リスクの試算を実施した。

火山地域における災害軽減策に寄与するため、現在活動中の火山のうち人口 50 万以上の大都市に最も近接する火山である桜島を対象として、科学者と地域の行政機関やステークホルダーとの共同によって観測から防災に至る一連の対応システムの構築を行っている。噴石が居住地域まで達した 2020 年 6 月 4 日の噴火を受け、鹿児島市や気象庁と連携して火山防災勉強会を開催し、噴石飛散や噴火警戒レベルなどについて住民の認知度を調査した。噴石の飛散距離によって噴火警戒レベルが上がる点など桜島火山の噴火警戒レベルの認知度は高いものの、レベル判定の基準となる噴石の飛散距離はほとんど知られていないことがわかった。被害に直結する具体的な数値について認知度を上げる必要があると考え、社会への適切な情報発信手法について整備を進めている。また、近年大規模な地震や火山噴火が発生した熊本県阿蘇地域では、研究者と国・地域の行政機関、ステークホルダーが連携して、地震・火山観測の準リアルタイムデータを表示するシステムを阿蘇火山博物館に設置するとともに、ジオパークガイドの養成を通して防災リテラシーの向上を図る方策を展開した。阿蘇火山博物館を訪れる修学旅行生の防災リテラシー向上のための教育プログラム作成手法の開発をはじめた。また、都道府県自治体職員の防災リテラシー向上をめざした「高リスク・小規模噴火との共存」の教育プログラムを整備した。さらに、2014 年御嶽山噴火災害をうけた長野県木曾地域は、大学と地域の行政機関が共同して、地元地域住民の防災リテラシー向上を図るための担い手である火山マイスター制度の整備について検討をしている。

防災リテラシー向上のための研修プログラムの開発については地震・火山研究者が「理解して

ほしいこと」に基づく座学部分の研修プログラムを、実務者（行政担当）を対象に、試行的に作成した。災害対応・防災対策に役立てるために、観測研究の成果を直接的に発信するだけでなく、各行政機関の業務をシミュレーションするなどして、成果を業務に活用してもらえるような方法も検討した。

避難行動に関するマイクロジオデータについて、避難訓練可視化システムを開発し、集団避難実験における運用を通して、システムの効果及び課題を検証した。具体例として、北海道稚内市を事例に避難移動履歴データを用いて、地震による津波と土砂災害との複合災害を想定した集団避難行動の時空間分析を行った。その結果、津波のみの場合には避難時間に猶予が見られるが、複合災害の場合には時間的な猶予がほとんどなく、マルチハザードが起きることを想定して迅速に避難を開始することの必要性が明らかになった。また、参加者に避難実験の結果をフィードバックした結果、特に避難行動速度と事前防災学習に関して参加者の意識に変化が見られ、津波からの避難に関して、防災リテラシー向上を検討する際の知識要素・学習目標を明らかにすることができた。

サイエンスミュージアム「阿武山地震観測所」の運営、地震・津波避難訓練支援ツール「逃げトレ」を用いた訓練、自然災害に関する歴史資料の「みんなで翻刻」プロジェクト、内陸地震観測「満点計画・0.1 満点計画」の4つの取り組みに、オープンサイエンス手法（市民参画型科学、市民参画型データ収集・管理手法）を導入し、防災リテラシーの向上に対する可能性を検討した。コロナ禍において、研究者と市民、また市民同士の対面コミュニケーションに制限がある一方で、オンラインツールを用いた手法の有用性を提示することができた。

え. 今後の展望

防災リテラシーの実態やニーズの調査から、地震・火山災害発生時、様々な場面での対応に必要な知識要素や、効果的な防災リテラシー向上手法が明らかになってきている。また、地震・津波の避難行動・避難訓練について、防災リテラシー向上のための教育・訓練プログラムが試行的・仮説的に開発・検証されていることは大いに評価できる。

今後は、各課題で解明された知識要素や開発された教育・訓練プログラムなどの連携・統合を図りながら、防災リテラシー向上のための知識体系と向上手法の検討を一層進めていくことが望まれる。そこには、社会の多様性への考慮も必要になるであろう。実践的な防災リテラシーの研修プログラムを開発し、特定の地域でその効果検証を進めることで研修プログラムの実効性を高めることも必要である。またその過程では、マイクロジオデータやオープンサイエンスの手法も活用することで、社会における地震・火山噴火現象への共通理解の醸成と防災リテラシーの向上を実現することが望まれる。

5. 研究を推進するための体制の整備

目的

観測研究計画の成果を災害軽減に効果的に活かすため、関連する諸機関との強い連携の下に適切に研究を実施する体制を整備する。観測研究計画を災害科学の一部として推進することによって災害軽減という大きな目標を達成するため、研究項目間の連携を強化し、分野を横断する総合的な研究を実施する。地震・火山現象を解明して予測につなげるために長期的視点に立った継続的な観測、観測対象を広げるための技術開発、得られたデータを蓄積し将来にわたって活用するためのデータベース構築を行う。災害科学は総合科学であるので、理学、工学、人文・社会科学、歴史学、考古学、数理科学、情報科学等との連携を強化し学際的に研究を進める。地震・火山噴火災害は地球規模の課題であるので、国際的な視点に立って研究を実施する。研究成果を効果的に災害軽減に活かすため、情報の受け手である社会における地震・火山災害の共通理解の醸成にも取り組む。さらに、幅広い分野において、地震・火山災害の軽減を志す若手研究者や技術者を育成し、社会の様々な関連分野に地震・火山の専門教育を受けた人材の供給に努める。

(1) 推進体制の整備

実施状況

現行計画は、地震学・火山学の成果を災害軽減に活用する観点から、地震学と火山学を中核とし、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を含んだ、総合的な学際研究として推進している。地震本部や行政機関等と連携し、課題の抽出や研究成果についての情報交

換を行い、基礎研究の成果を発展させた応用研究・開発研究の可能性や成果の社会実装を検討しつつ実施している。観測研究体制の強化と研究の加速のために、現行計画開始の令和元年度から新たに東北大学災害科学国際研究所、東京大学情報学環防災情報センター、東京大学地震火山史料連携研究機構、千葉大学理学研究院、富山大学都市デザイン学部、神戸大学海洋底探査センター、兵庫県立大学減災復興政策研究科が観測研究計画に参画している。

科学技術・学術審議会測地学分科会は行政や社会のニーズを踏まえた計画の推進に努め、学術的な研究の動向にも配慮しつつ、各年次の全体計画の立案、進捗の把握、成果の取りまとめを行っている。また、計画の進捗と成果について地震本部と情報交換し、地震本部が将来を展望した新たな地震調査研究の方針を示すために策定した「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(第3期)―」との整合性を確認している。さらに、行政機関や地震本部等の関係機関との技術的・制度的な連携を進め、観測研究計画による研究成果や観測・解析技術が災害軽減に貢献できるよう、災害・防災対策に係る行政や社会のニーズを踏まえ、計画を推進している。

地震・火山噴火予知研究協議会(以下「予知研究協議会」という。)は、観測研究計画に参加する全ての機関からの委員から構成され、密接に情報交換をしながら計画を推進している。予知研究協議会には企画部*が設置され、専任教員が研究の進捗状況の把握や研究者間の連絡調整に従事している。また、企画部は大地震や火山噴火発生時に、臨時観測を含む緊急の研究計画の立案を行っている。企画部内の戦略室では、観測研究計画全体の方向性について検討し、研究成果の取りまとめを行っている。予知研究協議会には研究内容で分類した8つの計画推進部会を設置し、全ての研究課題はいずれかの計画推進部会に所属し、情報交換を行いながら研究を進めている。研究者間の連携及び情報共有を図るため、計画推進部会やそれに属する研究課題、分野をまたがる総合研究グループごとの研究集会を単独または合同で随時実施している。年度末には予知研究協議会主催で成果報告シンポジウムを開催し、観測研究計画全体の進捗状況を確認するとともに、情報交換を行っている。令和2年度は、新型コロナウイルス感染症の観測研究計画への影響を調査し、計画の変更等の適切な対応を行った。

現行計画では、災害科学として重要であり分野横断で行うべき総合的研究5つと将来の社会実装を目指して重点的に取り組む研究3つが設定されており、予知研究協議会は、担当者へのヒアリングの実施や予算上の配慮を行うことにより、それらの研究をサポートしている。総合的研究については次節で詳しく述べる。重点的に取り組む研究のうち「地震発生の新たな長期予測」に関しては、地震本部が「当面10年間に取り組むべき地震調査研究」*のひとつとしている「内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化」とも関連する研究項目であるため、地震本部との技術的・制度的な連携強化の一貫として、ワークショップを2020年12月に開催した。予知研究協議会から新たな長期予測手法の提案を行うとともに、現状と問題意識の共有及び新たな手法について地震本部関係者と意見交換を行った。特に、内陸で発生する地震の長期予測手法についてはワーキンググループを設置し、将来の地震本部における実装を目指した具体的な手法についての検討を進めている。

地震学・火山学の研究成果を災害軽減につなげる目的で、地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点である東京大学地震研究所と自然災害科学に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点である京都大学防災研究所は拠点間連携共同研究を実施している。地震研究所と防災研究所が共同で設置した拠点間連携共同研究委員会において、重点推進研究のテーマを設定するとともに一般課題研究の審査を行い、観測研究計画の方針に沿った研究を推進している。

国土地理院が事務局を担当する地震予知連絡会*は、モニタリング手法の高度化に資する役割を担うため、年4回定期的に会議を開催し、地震活動・地殻変動などに関するモニタリング結果の情報交換を行い、関係各機関の情報共有を行っている。また、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。重点検討課題の一つとして、地震活動の予測手法の現状について議論を行った。

気象庁が事務局を担当する火山噴火予知連絡会*は、火山防災や火山噴火予知研究の推進に資する役割を担うため、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た。また、平成29年10月以降の霧島山(新燃岳)の噴火、平成30年1月23日の草津白根山(本白根山)の噴火について、火山噴火予知連絡会(拡大幹事会)を開催し、詳細な活動評価を行い、検討結果をとりまとめた。定例会及び拡大幹事会の検討結果は、報道発表を行い、気象庁の「火山の状況に関する解説情報」で発表するとともに、気象庁ホームページでも公表した。さらに、各地の火山防災協議

会にも提供して防災・減災活動を支援している。

火山研究における連携強化の取り組みのひとつとして、大学が中心となり、噴火時の噴出物モニタリングや噴出量の迅速解析における課題について関係機関の間で問題意識を共有し、効率的かつ機動的な噴出物調査方法の開発と噴火対応時における実践、噴火事象の分岐判断への活用について議論を行うとともに、データ共有の枠組みの整備について検討している。近年の噴火（2017年及び2018年霧島新燃岳、2018年草津白根山、2018年霧島山硫黄山、2019年浅間山）においては、噴火直後の噴出物調査を関係機関の間で連携をとりながら実施し、迅速な噴出量の推定や火山灰構成物の解析に基づく噴火様式や推移の推定に貢献した。このうち2018年の新燃岳噴火と草津白根山噴火では合同降灰調査班を構成し、噴火時に役割分担を明確にしながら調査を実施した。また、降灰調査と噴火物理パラメータの推定をスムーズに行うために、防災科学技術研究所が運用するJVDNシステムに基づくデータ共有の枠組みについて検討し、噴火対応への活用方法について議論を続けている。

今後の展望

災害軽減に着実につながる研究成果を得るためには、地震・火山災害軽減のための課題を整理した上で、研究成果が災害軽減につながるまでの道筋を明確に意識して研究を進める必要がある。そのためには、地震・火山災害軽減のための課題に直面している地震本部や行政機関等と連携し、課題の抽出や研究成果についての情報交換を行い、基礎研究の成果を発展させた応用研究・開発研究の可能性や成果の社会実装について引き続き検討すべきである。地震本部が策定した基本施策で定められている当面10年間に取り組むべき地震調査研究との整合性を意識して研究を実施することで、観測研究計画から得られる基礎研究の成果がそれらの調査研究の進展に貢献することが期待される。

重点的研究に関しては、特定分野の研究を推進する仕組みとして十分機能していることから、この仕組みのさらなる有効活用を検討すべきである。

予知研究協議会は、計画参加機関が連携して効率的に計画を推進するために適切に機能している。企画部戦略室を中心に、合同研究集会などの分野間連携のための企画も行い、少しずつ成果が出てきている。また、大地震・火山噴火発生時の緊急の研究計画の策定は、予算面の対応も含め、企画部を中心に迅速に行われている。今後も、関係機関との連携をさらに緊密にして観測研究計画を協議し、計画の有効な推進を図ることが重要である。

東京大学地震研究所と京都大学防災研究所の拠点間連携研究は、拠点間連携共同研究委員会で決定された方針に従い、効率的に実施されている。地震発生・火山噴火が災害誘因となる事象に関して共同研究を推進し、複合学術領域としての地震・火山噴火に関する災害科学の発展のために、拠点間連携を継続する必要がある。

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引き続き担うことが重要である。

火山噴火予知連絡会は、火山活動の総合評価や、噴火警報・火山情報の質の向上に向けた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必要がある。

(2) 分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制

予知研究協議会は、地震・火山噴火のうち、災害科学として重要な、南海トラフ沿いの巨大地震、首都直下地震、千島海溝沿いの巨大地震、桜島大規模火山噴火、高リスク小規模火山噴火の5つの対象について、分野横断で研究を実施するべく、それぞれ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。以下では、それぞれの総合的研究について、実施状況、成果、今後の展望について述べる。

ア. 南海トラフ沿いの巨大地震

南海トラフ沿いでは100年から150年程度の間隔でプレート境界を震源域とする巨大地震が発生しており、前回の地震から70年以上経過した現在切迫性が高まっていると考えられている。これまでに示された地震シナリオ及び強震動予測は過去の観測記録及び歴史資料に基づいて構築され

たものであるが、加えて現状の測地・地震観測により得られた知見を取り入れることでこれらの高度化が可能と考えられる。南海トラフ巨大地震総合研究グループでは、南海トラフ巨大地震に関連した 50 の研究課題の成果を踏まえ、地震・測地観測網で得られたプレート間固着やスロー地震の知見に基づき南海トラフ沿いの巨大地震の広帯域震源モデルの構築を目指して研究を実施している。さらに、地震波及び津波の伝播モデルに基づき、西南日本地域の強震動及び津波浸水モデルの提示に向けて研究を進めている。

地震時のリスク評価の高精度化に向けた震源モデル・シナリオ、地震波速度・減衰構造、浅部地盤応答及び構造物の脆弱性の各モデルを総合的に考慮したリスク評価に関する関連研究について情報を収集するとともに、スロー地震に関する研究課題からの情報収集を着実に実施し、プレート間固着と浅部スロー地震の発生様式に関するモデルを提案した。

今後は、これまでの成果を踏まえて巨大地震の新たな予測手法や中短期の切迫度を評価する手法開発を進めるとともに、情報発信の内容や方法の検討を進める必要があり、関連課題間との連絡をさらに密に取りつつ、他の研究プロジェクトとの連携も含めて活動を実施することが必要である。

イ. 首都直下地震

首都直下地震は、一旦発生すれば首都機能や我が国の経済活動全体に深刻なダメージを与える可能性が高いが、その地震像は未だ統一されたとはいえない。想定される震源は多様であり特定の震源を想定することは容易ではないことから、震源想定にあまり依存しない研究を主に進めている。

史料の情報と現在の地震学的知見を結びつけて、詳細な地盤構造や多様な震源モデルによる揺れの予測を行うため、安政 2 年（1855 年）の安政江戸地震を対象とした史料の分析から、被害分布を明らかにし、その分布を検証及び定量化する目的で稠密地震観測を実施している。また、3次元地殻構造を用いた長周期地震動の即時予測のため、強震波形記録と地震波伝播シミュレーションをデータ同化し高速計算で未来の時刻の地震動を予測する手法の開発を進め、関東平野を中心としたエリアを対象に実地震に適用しその有効性を検討した。防災リテラシーの面からは、住民の災害情報に関する知識体系について調査を実施し、首都直下地震に関するキャンペーン報道による学習効果を検討した。

首都直下地震はその発生による影響が極めて深刻であることから、分野横断的に取り組む総合的な研究として推進するテーマの一つとされてきた。しかし、現在の取り組みでは広い分野にまたがる総合的な研究課題が設定されておらず、首都直下地震に関連した個々の研究課題から成果を集めている状態で、総合的な研究としてカバーしきれていない部分も存在する。俯瞰的な、災害の軽減という視点で取り組む課題、災害後の復興も念頭に入れた取り組みなど、首都直下地震をターゲットとした課題をより多く設定し、分野横断研究を進めて、今後の研究を発展させることが必要である。

ウ. 千島海溝沿いの巨大地震

千島海溝沿いでは、東北地方太平洋沖地震と類似した巨大地震が繰り返し発生し、その発生の切迫性が地震本部により評価されている。津波による大きな被害が予想されており、地域防災力の向上を目指し総合的な研究として実施している。

対象地域の地殻活動を評価するため、津波堆積物の比較調査・珪藻分析を行い、過去の津波発生イベントの詳細や地殻変動の時系列を明らかにした。考古遺跡の液状化痕跡の整理も進めた。地震活動の統計的分析からは静穏化に基づく地震の警報基準を見出し、海底地殻変動の測定も実施した。また、津波波形のデータ同化により浸水域を数分以内に予測する手法を開発した。リスク評価研究として、避難訓練可視化システムの開発と実避難訓練参加者へのフィードバックを行った。自治体を対象とする勉強会を実施し、地震津波ハザードや防災対策の普及啓発を図った。総合研究グループ会合を開催し、関係課題間での情報共有とリスク評価に向けた全体戦略、地域防災の向上を進めるうえで今後解決すべき課題や必要となる要素技術を検討した。

千島海溝沿いでは、地殻活動の現況把握が不十分であるため、調査や観測を継続することが重要である。今後は、それらのデータを、どのように地震動・津波浸水の予測やリスク評価に取り入れていくかも検討する必要がある。また、災害誘因予測の不確実性を評価や、それが津波避難の最適化にもたらす影響度も考慮する必要がある。防災リテラシーの長期的な持続性担保の観点

から、関係情報の共有化や普及啓発に DX を活用することなどを検討する必要がある。

エ. 桜島大規模火山噴火

活発な噴火活動が 60 年以上続き、今後、大規模噴火の発生が予想される桜島を対象に、住民避難を視野に入れた総合的研究を推進した。各研究課題の桜島に関連する研究成果をもとに、噴火事象系統樹や火山活動推移モデルの高度化を図り噴火予測研究を進展させてきた。また、災害予測手法の開発と、それに基づく災害情報を住民へ伝達する手段や避難・復興に資する研究、防災リテラシーの向上に関する研究を進めてきた。

1 日当たりのマグマ貫入量を分岐条件とする噴火事象分岐論理を構築し、1914 年の大正噴火記録の再解析結果や住民の記憶をもとに、大規模火山噴火の推移モデルを作成した。机上防災訓練を実施し、最適な交通ネットワークの復旧分析を行った。インドネシアの火山噴火の類似例にならない、広域事前避難に関して注意すべき点を整理した。災害誘因予測研究の一環として、遺構発掘による降下火山灰分布の調査と土石流室内実験を行った。防災リテラシー向上の研究としてアンケート調査を行い、噴火警戒レベルに関する認知度は高いものの警戒を要する範囲の認識が不十分であることがわかった。火山噴火活動の継続的な観測により火山活動に伴う地震波速度構造や温泉ガス組成、噴出物組成の変化を検出した。新たな観測機器・手法の開発を進め、ディスプレイによる火山灰の粒径と落下速度のリアルタイム把握、Xバンドレーダーによる噴煙の可視化や地上降灰量の推定、ライダー観測による火山灰粒子形状推定、GNSS 衛星からの受信電波の伝播遅延を利用した噴煙高度推定などを行った。地震・地殻変動データと風速データに基づく火山灰拡散範囲の事前及び即時的予測手法の開発を進めた。大規模噴火発生時の観測技術として、衛星やドローンによる観測手法、新たな地震データ伝送手法の開発、遠望観測の強化、SO₂ の簡易トラバース測定を継続した。

以上のように、桜島では、大正噴火から現在までの 100 年以上にわたる観測データや史料を分析・解析することにより、火山噴火様式や規模をマグマ貫入速度で区分した噴火事象分岐論理や火山活動推移モデルが構築された。モデルから予測される噴火シナリオをもとにした避難訓練の実施による問題点の整理、住民の意識調査などの研究も行われ、現象理解・予測、災害誘因予測、防災リテラシーの大項目を横断して、災害の軽減に向けた研究が着実に進められている。個別の研究成果だけでなく、本総合的研究の実施方法や実施体制は、地域住民の避難を伴う噴火発生が懸念される他火山地域での研究実施や防災体制の構築に参考になる点が多い。桜島は現在も活発な活動を続けており、火山噴火現象の理解や予測に関する研究を実施する上で、また、ハザード予測手法の開発と検証を行う上で非常に重要な火山である。さらに、各種のモニタリング技術の開発も進めることができる。大正噴火クラスの大規模噴火の発生も懸念されており、効果的な防災リテラシー向上方法を構築することも強く求められている。以上から、今後も桜島の総合的研究を推進していくことが重要と考えられる。

オ. 高リスク小規模火山噴火

平成 26 年の御嶽山噴火や平成 30 年の草津本白根山噴火のように、小規模な噴火であっても火口付近に登山客や観光客などが訪れることにより、多大な人的・物的被害が生ずることがあることが改めて認識された。国外においても、ニュージーランドのホワイト島では、令和元年 12 月の突発的な水蒸気噴火に観光客が巻き込まれる火山災害が発生した。小規模火山噴火は、データの収集が難しく、これまでの観測研究計画の中でこれを明示的にターゲットとする研究は限られていたが、被害低減につながる具体的な方策を探る必要があることから、現行計画から総合的研究として新たに実施することとなった。小規模噴火による災害に関する資料の収集、地質調査による水蒸気噴火等の噴火履歴調査、各種観測による活動把握、災害誘因である噴石や土石流などの予測研究、災害情報の発信に関する研究等を実施し、これらの成果を総合的に検討することにより、現象理解・予測や社会的要因に関係する研究課題や方向性を検討している。

小規模噴火現象の理解及び予測法の構築のため、地震、地盤変動、放熱量の観測、人工電流源による地下比抵抗連続モニタリングなどにより地下浅部の熱水系挙動の定量化が進められた。ニュージーランドで開発された VUI (火山活発化指数) を十勝岳の多項目観測データに適用し、非噴火時の火山活動評価方法の検討を進めた。吾妻山や十勝岳では多項目観測結果と活動様式を比較し、火山活動の特徴抽出を進めた。地下の熱水系を理解するために熱水流動シミュレーションを実施し、火口湖の応答を知るために湖水の熱・化学パラメータの数値的検討を行った。小規模噴

火災害が発生する危険地域を事前に評価する方法を検討するために、過去の水蒸気噴火の噴火履歴調査を十勝岳のヌッカクシ火口や草津白根火砕丘群を対象に実施した。また、草津白根山や御嶽山では比抵抗調査によりマグマ性流体の供給路や噴火口近傍浅部の流体の存在を示唆する低比抵抗層を見いだした。社会的要因である災害情報の発信に関しては、登山客の行動パターンを把握した上で情報発信の方法を検討することが有効であると考えられた。自治体が発行する火山防災ハンドブックなどには噴火の突発性に関する説明が不足するものがあり、噴火被害の低減という観点からは内容を見直す必要があることが提案された。

現行計画においては、社会的要因と現象理解・予測に着目して研究の方向性を検討し、まずは課題の洗い出しを行い、研究の方向性を明らかにすることを目標に進めているが、今後は、明らかになった問題点を解決するための研究を進めることが必要である。小規模火山噴火は特定の火山で頻発するものではなく、全国の火山が対象となる。発生場や噴火様式だけでなく、災害要因も多様である。災害リスクを考慮しながら、まずは現象理解・予測から社会的要因を研究できる対象を選定することが必要である。

以上述べた5つの総合研究グループによる研究は、それぞれ進展の段階に違いはあるものの、体系的な取り組みが求められる災害軽減を進めるうえで有効であるという点は共通している。今後も継続して研究を進展させることが望ましい。

(3) 研究基盤の開発・整備

実施状況

ア. 観測基盤の整備

防災科学技術研究所は、陸海統合地震津波火山観測網* (MOWLAS) の安定的運用を行い、関連施設の更新を行った。重点的に強化すべき火山の観測施設の整備・運用を推進した。観測データの共有や利用促進を図った。

気象庁は、防災情報発表のために全国に展開している地震計・震度計・ひずみ計等の観測を継続した。文部科学省と協力し、大学、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構など関係機関の地震観測データを一元化処理し、その結果を大学や関係機関に提供した。また、精密な地磁気観測を継続した。常時観測火山において、地震計、空震計、GNSS、傾斜計、監視カメラ等による多項目の常時観測及び機動観測を実施した。

国土地理院は、全国のGNSS連続観測点を維持するとともに、データ解析手法の高度化を図った。衛星SAR観測データの解析を定常的に実施したほか、火山地域で航空機SAR観測を実施した。標高基準の精度向上のため航空重力測量を実施するとともに、地上重力や地磁気、潮位、VLBI、地磁気の観測を継続した。

大学は、全国の陸域、海域及び火山周辺に設置された地震・地殻変動などの多項目観測を維持するとともに、観測網から得られるデータを即時的に流通させるシステムを運用した。大地震や火山噴火時の機動的な観測や、構造探査等を実施するための機材や人的資源を共有する体制の整備を行った。

産業技術総合研究所は、東海から四国に至る地域で、地下水等総合観測網の整備・運用を実施するとともに、気象庁とリアルタイムでデータの共有を行った。

山梨県富士山科学研究所は、一等重力点*を新たに整備し連続重力測定を開始した。

北海道立総合研究機構は、雌阿寒岳、十勝岳等において熱や地球化学的な観測を継続した。

イ. 観測・解析技術の開発

大学及び海洋研究開発機構は、海域で陸上と同等の機動的広帯域地震観測を行うための海底地震計の開発や、海底での上下変動及び傾斜観測に必要な技術開発を行った。

大学は、火口域での多点連続地震観測手法の高度化、人工電磁信号を利用した火山の比抵抗モニタリングシステムや宇宙線を用いた観測手法の開発を行った。新たな無線通信帯域や、携帯電話通信網と地上情報ネットワークを連携させたデータ伝送システムを開発した。衛星技術や無人ヘリなどを用いた観測困難地域での観測手法の高度化と実証観測を実施した。

気象庁は、地震動・津波の即時予測の高度化に必要な地震動データの同化手法や津波波源推定など解析技術の高度化を進めた。

国土地理院は、地殻変動を即時的・高時間分解能で把握するため、キネマティック解析システムを含む電子基準点リアルタイム解析システムの高度化を行った。また、廉価版GNSS受信機の性

能評価を実施した。

海上保安庁、大学及び海洋研究開発機構は、海溝型巨大地震の発生が想定される海域において、GNSS—音響測距結合方式や海底間音響測距、海底圧力観測による海底地殻変動観測を継続するとともに、測位精度向上に必要な観測・解析技術の高度化を行った。

防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構は、海域の不均質な地下構造を考慮した地震・地殻変動観測データの解析手法を開発した。

情報通信研究機構は、被災地の状況把握を詳細かつ迅速に行うための次世代航空機搭載 SAR の開発を行った。

ウ. 地震・火山現象のデータ流通

大学は、GNSS や地殻変動観測など多項目観測データを全国に流通させるシステムを運用しデータの収集、共有、公開と解析機能の強化を行った。全国規模の地震波形データ流通及びデータ処理で用いられているプログラムの機能強化を図った。

防災科学技術研究所は、データの活用促進を目的とし、火山観測データを共有・利活用できるシステム（JVND システム）を開発した。

エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

大学は、公開された解析ソフトウェアやデータ、データベースに一元的にアクセス可能なポータル機能をもったデータベースを拡充・運用した。共有データの効率的な公開と利用促進に向けた永続的識別子の活用について検討を行った。

気象庁は、震源情報や発震機構解などの地震カタログの作成を継続した。地震観測データ一元化処理で S-net 地震波形データの運用を開始した。地磁気観測を継続しデータベースへの登録を行った。常時観測火山で常時観測や機動観測を実施してデータを蓄積するとともにデータベース化を図った。火山防災協議会での観測成果の共有を継続した。

産業技術総合研究所は、地質や地球物理情報の整理を継続し、地質図やデータベースとして公開した。また、アジア太平洋地域の地震・津波・火山ハザード情報の収集と共有化を行った。

国土地理院は、GNSS などの観測データの公開を継続するとともに、GNSS データクリアリングハウスの更新を行った。監視・観測の充実が必要な火山の地理空間情報、地形分類、全国活断層帯情報を整備した。

海上保安庁は、海域火山の定期巡回監視及び海域火山基礎情報整備を継続し、情報を海域火山データベースに反映した。

成果

ア. 観測基盤の整備

MOWLAS をはじめとする基盤的な観測網が運用され、高品質なデータの取得・蓄積が進むとともに、通信回線やデータ処理・蓄積システムの継続的な更新を図ることでシステムの安定運用が実現した。また、新たな基盤的な観測網として、南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）の整備が開始されている。令和 2 年 9 月から、地震観測データ一元化処理に海域観測網データの取り込みが開始されたことで、海域における震源の深さの決定精度と検知能力が飛躍的に向上した。

GEONET による地殻変動観測から、日本列島全域の地殻変動のモニタリングが継続的に実施され、東北地方太平洋沖地震の余効変動や、被害地震による地震時地殻変動、ゆっくり滑りに伴う非定常地殻変動のモニタリングが行われた。GEONET データに新たな解析戦略が導入されたことで、座標推定の精度向上が図られた。2018 年北海道胆振東部地震や 2018 年草津白根山噴火等の干渉 SAR 解析や航空機 SAR 観測から、面的な地殻変動や地形変化が検出され、地震活動・火山活動評価で活用された。航空重力測定から、地上測定ではデータ取得が困難な山間部や沿岸海域等を含む日本全国を網羅した稠密な重力データが取得できた。

大学間及び関係機関間においては、高速ネットワーク網を用いた地震観測データの全国的なリアルタイムデータ流通が安定的に維持され、全国千数百点に上る観測点のデータ共有が実現されており、研究や監視業務に必要な不可欠なデータとして利用されている。2018 年大阪府北部の地震や 2018 年北海道胆振東部地震、2018 年草津白根山噴火をはじめ、大地震や火山噴火等が発生した場合には、共同利用機材等を用いた機動的な地震観測点の設置が大学等により迅速に行われた。

東海から四国に至る地下水等総合観測網のデータが気象庁にリアルタイムに提供されることで、ゆっくり滑り等の地殻活動の監視能力の強化が図られた。また、ひずみ計センサーの小型化や設置工事の低廉化を実現する新たな技術が開発され、産業技術総合研究所の地下水等総合観測点数

は 17 箇所まで増強された。

イ. 観測・解析技術の開発

長期観測型短周期海底地震計のセンサーを換装し、レベリング制御技術を改良することで、広帯域型海底地震計を開発した。海底傾斜計を開発し、南海トラフ域での展開を開始した。精密制御人工電磁信号送信システム (ACROSS) の開発を行い、火山の比抵抗構造モニタリングシステムの運用を可能とした。火口域での多点連続地震観測に必要な、省電力モードや通信エラー時対応機能を付加した小型軽量地震テレメータ装置を開発した。火山地域で 920 MHz 帯小電力無線通信の実地試験を行い、電波伝播特性を明らかにした。携帯回線網と情報通信研究機構の IoT ネットワーク、学術情報ネットワークを接続する新たなデータ収集システムが試作された。桜島火山において、噴火活動を行う火口下の密度変化をミュオグラフィ観測により検出した。火山の衛星観測熱異常データから、溶岩の噴出率を推定する手法を開発し、西之島噴火へ適用して有効性を確認した。無人ヘリを用いることで、桜島や口永良部島の立ち入り禁止区域での安全な地震計設置とデータ回収に成功した。

緊急地震速報への海底地震観測網データの利用を開始し、精度の高い情報をより迅速に社会へ提供することが可能となった。長周期地震動予測手法の検討・検証が進み、予報業務許可事業者による予測情報の提供が開始されるとともに、社会実装も進んだ。

GEONET データをリアルタイムで解析するシステムの開発を継続し、安定的な運用を可能とした。廉価版 GNSS 受信機の性能試験から cm レベルの地殻変動を把握できる精度を持つことが明らかになった。

南海トラフ沿いでの海底地殻変動観測から、プレート間固着の空間分布やゆっくり滑り現象の発生が明らかにされた。日本海溝沿いでの海底地殻変動観測から、東北地方太平洋沖地震後の余効地殻変動の時空間分布が明らかにされた。南海トラフ沿いの海底下での水圧長期変化が水深に強く依存することが判明するなど、海底上下地殻変動観測における水圧計キャリブレーション技術が開発され、精度向上への目処がたった。

海域の 3 次元地震波速度構造を用いた地震や浅部超低周波地震のメカニズム解の詳細な解析が可能となり、地震活動評価等で利用された。地下構造の不確かさを取り込める断層滑り推定手法の開発や、全国一次地下構造モデルを取り入れたプレート境界での弾性応答グリーン関数ライブラリの構築が行われ、より現実的な解析手法の実現がなされた。

次世代航空機搭載合成開口レーダー Pi-SAR X3 が開発され、試験観測の実施体制が整備された。

ウ. 地震・火山現象のデータ流通

地殻変動等多項目データの全国流通一元化公開解析システムに、気象庁が運用する東海地域のひずみ観測点 25 点の観測データが新たに加わるなど、多項目データの流通一元化が進んだ。地震データ大規模解析サーバが構築され、長期間連続地震波形データの効率的な解析が可能となった。地震波形データの読み取り作業などの一次処理に必要な、次世代の対話型検出処理システムの試作が進んだ。火山活動と火山災害の情報を一元化し、迅速に共有・利活用できるシステム (JVDN システム) が開発された。

エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

オープンデータに関する地震学会での特別セッションの開催や、アンケートによる情報収集から、永続的識別子やデータジャーナルなど地震・火山現象データのオープン化に向けた可能性と課題の整理が行われた。

気象庁地震カタログ整備が継続され、1919~1921 年の震源が新たにカタログに反映されたほか、一元化処理以前の大学等の検出値を取り込んだ地震カタログ作成が進捗した。地磁気観測データをデータベースに登録・公開するとともに、過去のアナログデータがデジタル化され、データ解析が飛躍的に容易になった。常時観測火山での多項目観測データの蓄積が進むとともに、観測データはウェブ経由で火山防災協議会ヘリアルタイムで共有されるようになった。

活断層、津波堆積物、地殻応力場データベースへの新規データの追加や機能強化がなされた。富士山など 3 火山の地質図や 20 万分の 1 日本火山図が公開され、基盤的な火山地質情報の拡充がなされた。アジア太平洋地域等の地震火山災害情報の網羅的な収集と公開が行われた。

雌阿寒岳や草津白根山などの火山基本図及び浅間山や箱根山などの火山土地条件図が整備された。糸魚川-静岡構造線断層帯や濃尾断層帯などの活断層図が整備された。

プレート境界デジタルデータ、日記史料有感地震データベース、臨時 GNSS 観測データや地震活動解析ソフトウェア等が公開・共有された。

今後の展望

関係機関が地震本部による「地震に関する基盤的調査観測計画*」に基づき整備、維持している基盤的観測網は、本観測研究計画の推進をはじめ、わが国の地震防災施策に必要不可欠なインフラであるとともに、海外の研究者にもそのデータは活用され国際貢献にも大きく寄与している。高感度地震観測網では、防災科学技術研究所や大学等による千数百点に及ぶ膨大な観測データを即時的に流通するシステムが安定的に運用され、リアルタイムなオープンデータとして広く公開されていることは極めて重要な成果である。国土地理院により運用されている全国 GNSS 連続観測システムでは、千数百点において安定的に地殻変動の観測が継続されており、地震や火山活動に伴う地殻変動をほぼリアルタイムに把握することで地震・火山活動評価に大きく貢献している。また、新たなリアルタイム監視システムの運用により、地震断層モデルの即時推定が実現している。強震観測網は、大地震時にもれなく強震動を観測し、震度情報の発表や震源過程の解析などの防災情報や学術研究に多く利用されている。南海トラフや日本海溝で実施されている海底地殻変動観測は、大地震準備過程におけるプレート間固着状況やスロー地震、大地震後の余効変動など、陸上の観測網では検出が難しい重要な情報を提供している。日本海溝海底地震津波観測網データの緊急地震速報、津波警報、一元化処理での利用が開始されたことで、防災情報の迅速化・高精度化に加え、日本海溝周辺での微動の発生状況の解明など学術成果ももたらされた。南海トラフでも海底地震津波観測網の整備が進んでおり、防災情報の高度化や学術研究の一層の推進が期待される。

観測研究計画を発展させるためには、基盤的観測網の安定的な運用を引き続き図ることが必要不可欠である。多くの大地震が海域で発生する日本では、海域観測網のより一層の拡充が必要である。南海トラフ海底地震津波観測網の整備を着実にを行うとともに、日本海東縁部や南西諸島など未整備地域への展開を検討することが望ましい。海溝型巨大地震が発生する海域での海底地殻変動観測は地震評価に欠かせないデータを提供することから、観測が実現していない千島海溝南部や琉球海溝にも観測を拡充することが必要である。海域観測は長期的に継続することが不可欠であるが、観測網の設置と運用には多大な予算や船舶などの長大設備が必要とされる。低コスト化・省力化・長寿命化を目指した新たな技術開発をより一層進めるとともに、予算や人員の長期的確保にむけた体制の整備も必要である。

地震観測網は、できるだけ規模の小さい地震まで偏りなく観測することが必須であり、観測システムを長期的かつ安定的に運用することが求められる。現在利用している地震計やテレメータ・ロガー装置など観測機器は、開発整備から 20 年以上経過しているものが多く、老朽化が著しく進んでいて早急に更新が必要な状態にある。また、観測データはデータセンターにリアルタイムで集約する必要があるため、進展するデジタル通信技術などに対応しながらシステムの管理と高度化を切れ目なく行うことが必須である。南海トラフ地震や首都直下地震などの広域複合災害時にも着実な観測・データ収集ができるよう、観測点電源や通信網の冗長化もより進める必要がある。一方、観測を支える人材や予算の不足は、危機的な状況が続いている。基盤的観測網を運用する関係機関や大学は、観測技術の開発・維持を行う人材の教育・育成や、技術情報の共有を協力して進めることで、戦略的に観測を継続する体制を検討することが必要である。我が国では、観測機器は小規模なメーカーが中心となって開発してきた経緯があるが、事業縮小や承継問題など産業界における構造的な課題も影響し、国内での開発・生産が困難な状況になりつつある。一方で、世界的には光ケーブルを用いた超多点計測や、廉価な汎用システムを用いた低価格観測システムの一般化も進んでいる。メーカーが持続的に製品の開発や供給を行えるよう、関係機関での開発仕様の一元化や、長期的な計画に基づく調達方法の検討なども必要である。

火山観測網については、気象庁や防災科学技術研究所が観測点や観測項目の拡充を進めた結果、常時観測火山については以前に比べ大幅な進展が見られている。今後も、多様な火山現象をもれなく観測するための観測項目の充実等を進める必要がある。一方、火山活動の活発化においては、多様な異常現象が局所的かつ立ち入り禁止・困難地域に発現することが多く、活動推移に合わせた機動的な観測が重要である。大学と関係機関は、文部科学省の次世代火山・人材育成総合プロジェクトや、火山機動観測実証研究事業においても新たな技術の開発や機動観測の高度化を進めているが、本観測研究計画と他事業の特長を十分に勘案して効果的に観測研究を進める必要がある。特に、立ち入りが困難な火口近傍や火口内での多項目観測や、光技術を用いた超多点観測、急速に発展するドローン等を用いた新たな観測技術の開発においては、本観測研究計画ではより

萌芽的かつチャレンジングな視点で取り組むことが望ましい。また、現在の観測網は火山の山体に比較的近い場所に設置されていることが多いが、近年経験したことのない大規模噴火時にも着実にデータ取得ができるよう、観測点の堅牢化や通信の多重化、中域観測網の拡充も検討されるべきである。火山で実施されている多様な観測データの流通・統合・公開は長年の課題であったが、JVND システムが実現し運用を開始したことは特筆すべき成果である。長期的に安定して維持運用を行うとともに、収集データの項目を増やし、新たな利用者を獲得していく取り組みが期待される。大学では、火山観測を担う人材の不足はなお深刻な問題として継続している。関係機関間での機材や人員エフォートの共有化や、技術的に共通する部分も多い地震観測分野との更なる連携を進めることで、持続可能な観測体制を引き続き検討する必要がある。

観測データの流通とデータベース化は、本観測研究計画を支える重要な取り組みであり、安定的な運用と技術的な開発を継続する必要がある。地震波形や全国 GNSS 連続観測データの流通と公開は、他分野に先駆けてオープンデータとして広く利用されてきた実績を有し、多くの重要な学術成果を生み出してきており、今後も維持拡充すべきである。震源データ・火山地質図・活断層や火山の基本図等も、研究を進めるうえで必要不可欠な基盤の情報であり、継続的にアップデートを図っていくことが肝要である。海底地殻変動データと解析ソフトウェアの公開が始まったことは、観測回数が限られる海底観測データを共有し有効に活用する観点で大きな進展であり、今後、関係機関でフォーマット等の統一化が図られることが望ましい。また、気象庁の東海地域ひずみ観測網データのリアルタイム流通が開始されたが、今後も、より一層の多項目データの流通・公開・データベース化を進め、オープンデータとして利用できる環境の整備を続ける必要がある。大地震・火山噴火サイクルは長期間であり、データがデータベース化され長期に蓄積されることで、はじめて地震や火山活動の異常性・平常性の統計的評価が可能となる。急速に発展するデータサイエンス解析技術を適時的に適用することで、新たな現象の発見をもたらす可能性もある。一方、データベースは、その整備と維持には相応の人員とコストを投入する必要がある。本観測研究計画は長期的な視点に立って進められており、データアーカイブを安定的に維持するための一層の予算とエフォートを投入すべきである。最近急速に進むオープンデータ政策をより意識して、データリポジトリを運用する機関との協力等を含め、戦略的かつ効果的に検討を進める必要がある。

流通し蓄積されたデータを処理するには、研究目的に応じた解析プログラムを利用する必要がある。特に、近年は大容量化する観測データの効率的な解析が必要とされていて、解析ソフトウェアやプロトコルの共通化をより一層進める必要がある。一方、我が国ではプログラム開発専門職がほとんど配置されておらず、ソフトウェア開発を研究者個人で行っている現状があり、十分に大容量データを活かし切れているとは言い難い。現行計画で試みられている、主に大学で利用されている基幹的な地震波形流通処理ソフトウェアのバージョンアップのような取り組みは、観測研究全ての分野に関係する重要な課題として、関係機関間の連携をより進め、長期的な戦略のもと計画的かつ重点的に推進する必要がある。

内陸地震や火山活動の活発化においては、稠密な観測網を展開することで詳細な余震活動の推移や火山性地震・微動の発生状況の把握が進むことが多い。大学や関係機関においては、機動的な臨時観測が速やかに行えるよう、共同利用機材の整備や人員の連携体制の構築を普段から行うておくことが必要である。

これまで、我が国では基盤的観測網をはじめとする新たな観測網の整備が精力的に行われてきた。観測密度が十分でない地域では、引き続き新たな観測網の整備を目指す必要があるが、既存観測網のより効率的な運用や、より利用しやすいデータ提供方法の検討、解析ソフトウェアの共有化など、データ資源の有効活用とシステムの持続的運用に向けた基盤整備と技術開発の重要性が増している。観測基盤の整備からデータ流通、アーカイブ、解析ソフトウェアの整備までを、オープンデータシステムとしてデザインするとともに、持続可能なシステムとして包括的なディレクションを行えるデータサイエンスを専門とする人材の確保を進めていくことが必要である。観測基盤の継続的な開発・整備なくしては、本観測研究計画をはじめ、日本の地震火山防災施策を進めることは不可能である。このため、観測基盤に関わる研究者のインセンティブ確保を意識的に図っていくことも重要である。

(4) 関連研究分野との連携強化

実施状況

地震・火山研究の成果を災害軽減に役立てるために、理学にととどまらず、工学、人文・社会科学などの関連研究分野間の相互理解に努め、連携をより一層強化した。また、低頻度大規模地震・火山噴火現象の規模、発生頻度、発生機構等を明らかにするために、近代観測以前の地震・火山現象の解明を目指し、引き続き歴史学・考古学と連携して計画を進めた。さらに、進展の著しい数理科学、情報科学、計算機・計算科学等の研究分野の成果を取り入れるために、これらの研究分野との連携を強化した。

予知研究協議会には、現行計画の開始に合わせ、防災に関する人文・社会科学を研究する5機関・部局があらたに参加し、文理融合研究が拡充された。

東京大学の地震研究所と史料編纂所が連携して東京大学地震火山史料連携研究機構が2017(平成29)年度に設立され、学内組織として分野融合研究を進めている。2019(平成31、令和元)年度より現行計画に参加して歴史研究者と地震研究者の協働により史料の収集、解析を進めており、分野融合研究のハブとして研究の推進に貢献している。

大学は古地震研究会(史料解読のための勉強会)を定期的に開催し、地震学だけでなく、歴史学、人文情報学、地理学、地質学、気象学といった幅広い分野の研究者間で情報交換を行っている。また、火山活動の観測・活動評価から災害を予測するために、砂防工学、気象学、社会科学と連携する異分野融合型のプロジェクトを国内外において立ち上げた。工学や計算科学の研究者、自治体、企業と連携して、「リアルタイム津波浸水被害予測システム」を開発するとともに、計算機科学分野と共同で地震発生シミュレーションの高効率化を行った。

奈良文化財研究所では、考古学、地質学、地震学、歴史学、情報学研究者等と連携し、発掘調査や地質調査に基づく災害痕跡データベースの構築を進めている。

今後の展望

予知研究協議会では、企画部戦略室において異分野連携研究を促進するための研究集会等による関連研究分野間の連携強化を今後も進める必要がある。大学においては、共同研究や研究集会・勉強会を通じて、歴史学、人文情報学、地理学、地質学、気象学などの研究者との学際研究を推進するための研究ネットワークが広がりつつある。今後、このネットワークにより、過去の地震や火山噴火現象、それに対する人や社会の対応の理解を深めていくための研究を深化させることが重要である。また、計算機科学分野との共同研究では重要な成果が上がっているため、今後も継続していくべきである。

(5) 国際共同研究・国際協力

実施状況

大学や研究機関は、日本と同様に沈み込み帯での地震活動、火山活動が活発な海外の諸国と共同研究を実施している。ニュージーランドにおいては、2016年に発生したカイクウラの地震に関連して、地震発生以前から南島に展開されている臨時地震観測点のデータと定常観測網による地震観測点データを統合し、カイクウラ地震の余震分布を詳細に決定するとともに、震源域のS波スプリットイング解析を行った。ヒ克蘭ギ沈み込み帯では、地震観測に加え電磁気観測、掘削調査なども行われ、プレート沈み込み構造の解明、スロー地震s挙動についての研究にも取り組んでいる。また、米国、メキシコ、チリ、インドネシア、トルコ、ネパール、ロシアなどのプレート境界地域においても地震観測などの国際共同研究を行った。

大学は、近代の日本では未経験な、大規模火山噴火災害が発生している海外の火山を対象として、火山活動推移モデル構築及び事象分岐条件設定のための調査観測研究を実施している。インドネシアのケルト火山やクラカタウ火山を対象に噴出物調査を行い、噴火の規模や推移を解明する研究を行った。また、桜島をフィールドとする米国、英国、ドイツ、イタリア、オーストリアなどとの国際共同観測・研究により、火山噴煙の移動速度や火山雷の発生メカニズムに関する研究が進展した。

地震・火山の理学的研究のみならず、歴史地震データの国際化、情報科学技術関連の国際交流も進んでいる。大学は、欧州の歴史地震アーカイブに準拠した歴史地震の震度データベースを構築するとともに、イタリアの歴史地震研究者を招聘して国際シンポジウムを開催した。また、IEEE国際学会において、防災ICTの研究成果を発表するとともに、他分野の研究者と意見交換を

実施し、関係性を築いている。

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・協力に取り組んだ。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に取り組んだ。

国土地理院は、アジア太平洋地域の基準座標系（APREF）構築に関する活動の一環として、アジア太平洋地域測地観測プロジェクト（APRGpt）のキャンペーン観測に参加するとともに、VLBI 石岡局を用いてアジア・オセアニア VLBI グループによる測地観測を実施した。2018 年インドネシア・パル地震や 2021 年ニラゴンゴ火山の噴火などについて、だいち 2 号の SAR 干渉解析により地殻変動を明らかにし、現地機関に情報提供した。

海上保安庁は、国際レーザー測距事業（ILRS）に参加しており、レーザー測距データの提供を継続し、日本周辺を含めた広域のプレート間相対運動の把握に資するデータを取得した。

産業技術総合研究所は、米国地質調査所、ニュージーランド GNS Science 等、海外 8 機関と地震・火山の研究協力を進めている。

大学や研究機関は、海外との情報共有を行うために、これらの成果を情報共有するためのシンポジウムや研究集会、オンライン会議を企画・開催した。加えて、外国人研究者招聘事業を実施しているほか、海外の大学・研究機関とサマースクールを開催し、国際共同研究の促進、国際的な研究者育成などを推進している。大学は諸外国の防災対応職員を対象とした研修の講師を派遣し、防災業務に携わる人材の育成に協力した。留学生を大学院博士前期課程、後期課程に継続的に受け入れ、教育及び専門家の人材育成も行っている。データの国際的な共有も進んでおり、防災科学技術研究所は、次世代火山研究推進事業で開発している JVDN システムと国際的なデータベースである WOVodat システムとのデータフォーマットの共通化を行い、知見の共有を進めている。ホームページで公開している観測データや情報は、海外からもアクセスされ、世界で有効に利用されている。海洋研究開発機構は、アジア諸国の若手職員、学生への研修を実施した。産業技術総合研究所は新たに国際研修を開始し、開発途上国における人材育成及び人的ネットワークの構築につなげた。

今後の展望

国内だけでなく海外で発生する地震・火山噴火やそれらによる災害の知見を幅広く集約し比較検討することは、低頻度の地震・火山噴火現象の特徴・多様性の把握や、災害研究を進める上で極めて重要である。新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受け、近年は海外への渡航、海外からの学生や研究者の受け入れが難しい状況ではあるが、その中でも許される最大限の範囲で観測研究を実施している。また、この環境下で新たなオンライン活用による国際的な研究、交流のあり方も生まれ、今後も現地とオンラインの併用による研究の進展が見込まれる。国際的なデータベースフォーマットの共有化により、全世界での情報共有が可能になりつつある。今後はそのデータベースの維持管理・体制整備を継続的に進めていくことが重要である。

地震・火山噴火の研究とともに、その防災対応の取り組みについて、日本の事例と海外の事例を共有して進めていくことが期待される。2004 年スマトラ地震を経験したインドネシアでは、オンライン会議で過去の災害経験や被害状況把握の重要性が議論されている。また、ニュージーランドで発生した 2019 年ホワイト島の噴火の事例は、観測や噴火の予測の難しさ、観光客の被害など、現行計画の「分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制」で取り組んでいる「高リスク小規模火山噴火」の研究と共通するところもある。日本や海外の事例を国内外の研究者や行政機関の関係者と共有することで、国際的な災害軽減にも貢献することになると期待される。

（6）社会との共通理解の醸成と災害教育

実施状況

実施各機関は、社会との共通理解の醸成を図るために、地震・火山噴火現象及び地震・火山災害に関するアウトリーチやリスク・コミュニケーション活動を積極的かつ組織的に展開した。地震・火山噴火の予測研究の現状や、最新の研究成果、地震・火山災害に関する基本的な知識等を社会に効果的に伝えるための情報発信方法について検討した。

予知研究協議会は、観測研究計画や、これを推進するための組織である予知研究協議会自体を

紹介するためのパンフレットを作成し、広報活動に活用した。また、東京大学地震研究所広報アウトリーチ室と共同で、報道関係者等を対象とする地震・火山噴火予測研究のサイエンスカフェを開催するなど、地震・火山噴火の予測研究や研究活動の現状を理解してもらうための取組を継続的に行っている。

大学は、地震・火山噴火の基礎的な理解を深めてもらうため、小中高生、住民、行政等の防災担当者などを対象とした公開講義、セミナー、ラボツアーなどを行っているほか、報道関係者向けの懇談の場を開催した。その他、地域広報誌にコラムの掲載、一般向けの書籍の刊行、ジオパーク活動も行った。

気象庁は、関係機関と連携し、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み、基本的な知識や防災行動に関する知識の普及に貢献した。具体的には、地方自治体等と連携した防災訓練への助言・協力、報道機関と連携した防災番組への協力、火山防災協議会を通じた普及・啓発などを行った。

今後の展望

地震・火山噴火の予測研究の現状を理解してもらうことの重要さは外部評価でも指摘されているところであり、報道関係者等を対象としたサイエンスカフェ、市民や防災関係者を対象とする公開講義やセミナーなどの試みを今後も継続して実施することが重要である。

現行計画から防災リテラシーの向上に関する研究が計画の柱の一つとなり、効果的に防災リテラシーを向上させるための手法開発や、教育・訓練プログラムの開発が進んでいるものの、現状のプログラム開発は試行的・仮設的な段階にある。サイエンスカフェ、公開講義、セミナー、自治体との連携による防災訓練などの取り組みを通じて、より実践的なプログラム開発につながる情報・知見を得ることが重要であろう。

(7) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

実施状況

大学や研究機関は、それぞれにおいて観測研究に携わる研究者のキャリアパスを確保するための若手教員のポストの確保に務めている。また、様々な研究員ポストの確保にも務めている。予知研究協議会でも毎年度特任研究員を雇用し、その後の大学や研究機関への就職につながっており、人材育成の一端を担っている。地震・火山等の専門教育を受けた修士課程・博士課程を修了した学生は、大学、国立研究開発法人や気象庁などの研究職、専門職のみならず、行政機関、自治体、コンサルタント業界等へも就職しており、社会や防災行政に携わる場も就職先の選択肢として定着しつつある。また、行政機関や自治体職員向けの専門的、実践的な教育の場を設けることにより、専門知識を持った職員の人材育成も行われている。専門技術についても、全国の大学等に勤務する地震火山調査観測に係る技術職員を対象に職員研修会を毎年実施し、これらの技術職員の技能の向上を通して、全国における地震火山観測研究に貢献している。東京大学地震研究所・気象庁・防災科学技術研究所の観測業務に従事する職員間では、地震・火山観測業務に係る情報共有会を開催している。

火山研究分野においては、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とも連携し、次世代の火山研究者の育成が進んでいる。参画する大学や研究機関は、火山学を志す全国の大学院生に対して実習や講義など、総合的な教育メニューを提供し、若手育成に努めている。

予知研究協議会では、観測研究計画の成果を公表する成果報告会を毎年開催し、地球科学の専門家の研究推進や、防災業務の改善、次世代の研究者育成に資する情報を提供している。令和元年度以降は、新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受け、オンラインで開催されているが、これまで同様多くの研究者、学生、関係者、一般の参加があり、成果の共有が行われている。

今後の展望

地震・火山噴火の現象の理解、被害発生予測手法の高度化とその検証には、世代を超え継続的な観測研究の推進を支える人材の育成が極めて重要である。大学は博士課程進学者の積極的な受け入れや研究支援を行うとともに、その後の研究者としてのキャリアパスにつながるよう、大学、研究機関、また予知研究協議会などのコミュニティでも若手研究者の継続的なポストの確保を引き続き行っていく必要がある。また、分野間連携を推進するための広い分野での人材も重要であ

る。地震・火山・防災の専門教育を受けた人材が国の行政機関や自治体の場で活躍し、防災に携わる場も増えてきているが、まだ十分とはいえない。研究者が提供する専門的な情報が、自治体などで実際にどのように活用できるのか、また研究者に対する社会や自治体のニーズが何であるのかを相互に理解し、有効な防災対応を行うためには、これまでの講習会や教育活動、人材交流をより体系化した教育プログラムの構築等により、進めていくことが望まれる。

火山研究者の確保・育成のために立ち上げられた次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトの「火山研究人材育成コンソーシアム構築事業」では、大学や研究開発法人、国の機関、地方自治体や民間企業による幅広い立場から大学院生の研究指導が行われており、また、専門知識を習得した修了生が火山や防災に関連する進路へ進んでいる。次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成には、このような体系的な取り組みが継続されることが重要である。

V. 総括的評価

1. 現行計画策定までの経過

(地震・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、前兆現象に基づく地震予知を目指して昭和40年に開始された。高感度の地震観測点や地殻変動観測点の整備とデータ蓄積が進み、データテレメータ化や自動震源決定など観測・解析技術が向上したことにより、プレート運動と地震発生の関係など地震現象の理解は大きく進展したが、データの蓄積が進むとともに地震活動は極めて複雑かつ多様であることが明らかになる一方で、前兆現象に基づく地震予知の実用化への道筋は厳しいものであった。そのような状況下で平成7年の阪神・淡路大震災が発生し、6,400人を超える死者・行方不明者が出た。これを契機にそれまでの研究成果の総括が行われ、前兆現象の捕捉に基づく地震予知を目指すというそれまでの方針から、地震発生の物理過程の解明とモデル化に基づいて地殻活動の推移予測を目指すという方針に転換した。平成11年度からは新たな方針に基づく「地震予知のための新たな観測研究計画」を開始し、プレート境界地震アスペリティモデルの発展、地震発生サイクルシミュレーション、ゆっくり滑りや低周波微動などの新たな現象の発見など国際的に高く評価される学術的研究成果が得られ、地震現象の物理過程の理解に基づく予測方法の開発という方針転換後の新たな目標に近づく知見が徐々に積み上げられていった。

火山噴火予知計画については、観測に基づく火山噴火予知の実用化を目指し、昭和49年度から開始された。いくつかの火山では、観測網の高密度・高感度化が進み、観測項目も徐々に増えた。また、マグマの性質を明らかにする実験や理論的研究も始められた。その結果、火山の内部構造のイメージング、マグマ供給系・熱水系のモデル化、噴火とそれに付随する諸現象に関する理解が進展した。観測データと噴火履歴に基づき、噴火に先行する現象の理解と噴火の関連性がある程度まで明らかになった。また、地質・岩石学的調査によりマグマの特性と噴火様式の関係についての理解が進んだ。平成12年の有珠山や三宅島の噴火の際は、先行現象の検知と過去の噴火履歴に基づいて噴火発生前に情報発信がなされ、事前避難につながった。このように、噴火事例の蓄積が進み、かつ、観測体制が整備された火山においては噴火時期をある程度予測できるようになり、平成19年には気象庁が噴火警報・噴火予報を業務として開始した。

地震と火山噴火は海洋プレートが日本列島下に沈み込むという共通の地球科学的条件の下で発生するものであり、地下構造や応力場などの地下の状態及び地震と火山の相互作用の把握と理解は地震予知と火山噴火予知の両者にとって不可欠である。また、地震と火山噴火では観測研究手法に共通する要素が多く、両者にまたがる研究者も多い。このような点に鑑み、平成21年度からは地震予知と火山噴火予知の計画を統合し、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」を開始した。これにより、地震発生場である沈み込み帯のスラブから供給される水と火山噴火を支配するマグマの発生過程の関係や、火山におけるマグマ蓄積の推移と地震活動の関係についての解明が進むなど、地震・火山研究の統合により、両分野にまたがる新たな科学的成果が得られつつあった。

(東日本大震災を契機とした方針転換と第1次計画の開始)

平成23年3月に発生した東北地方太平洋沖地震では津波などにより死者・行方不明者が2万人近くにのぼった。当時までの観測研究計画ではプレート境界で発生する大地震に関する様々な研

究が実施されていたが、M9クラスの巨大地震発生や津波などの災害誘因に関する研究は不十分であり、計画の見直しが必要とされた。5か年計画の4年目に入っていたことから、観測研究計画の抜本的な方針転換は次の5か年に持ち越し、実施可能な範囲での部分的な見直しを行った。その結果、過去の超巨大地震に関して多くの知見が得られるようになり、地震規模や津波を短時間で予測する手法などの開発も進み、その成果は次の観測研究計画にも引き継がれた。

このような背景から、平成26年度から始まった「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」（第1次計画）では、地震・火山現象の理解に加え、地震・火山噴火による災害誘因の予測も行い、研究成果を災害の軽減につなげるように方針を大きく転換した。災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学分野の研究者や、近代観測以前の地震・火山噴火の解明のために歴史学・考古学分野の研究者が新たに参加し、地震・火山に関する理学的研究成果を災害軽減につなげるために、異なる分野の研究者が連携して取り組んだ。この方針転換により、地震や火山噴火の発生直後に状況をリアルタイムに把握し、災害誘因の即時予測に役立てるための研究が加速した。

（現行計画の策定）

第1次計画が開始された平成26年に発生した御嶽山噴火は、噴火現象としては比較的小規模であったが多くの登山者が火口付近を訪れていたため甚大な災害となった。この噴火に関しては、水蒸気噴火のような規模の小さい噴火を解明するための理学的研究の推進だけでなく、近隣の住民に加えて観光客や登山者に対する火山災害情報のあり方に関する意識調査などの社会学的研究も進められた。平成28年の熊本地震に関しても、地震そのものの現象解明だけではなく地震がもたらした災害に関する研究など、これまでにない視点での研究も実施されるようになった。このように、第1次計画では地震・火山現象に関する理学的知見を生み出すのみならず、災害科学の視点を取り入れた総合的研究や、文理融合の取組により、防災・減災に向けて社会的な波及効果を期待できる成果が生まれつつあった。その多くはまだ萌芽的段階に留まっていたものの、第1次計画のレビュー報告書に基づいて実施された外部評価では、災害の軽減に貢献する方向への転換は適切であり、より一層推進していくべきとの指摘があった。そのため、次の5か年計画である現行計画は、第1次計画の基本方針を維持し、災害の軽減に貢献することを目指すという共通理念の下、実施体制の強化や実施項目の追加・拡充を行った上で「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」として開始された。体制の強化としては、新たな実施機関の追加、重点的研究の開始、第1次計画で試行した分野横断の研究連携を総合的研究として立ち上げた点を挙げるができる。実施項目の追加・拡充としては、地震・火山研究の成果を社会の防災・減災に効果的に波及させることを念頭に新たに防災リテラシー向上のための研究を開始した点と、総合的研究の対象に御嶽山噴火のような小規模ながら高リスクである火山噴火を含めた点を挙げるができる。

2. 現行計画の成果と課題

2. 1 地震・火山現象の解明のための研究

（地震発生過程及び地震発生場の解明とモデル化）

プレート境界の地震や構造については、S-net、DONETなどの海底地震津波観測網の追加やGNSS-音響測距結合観測による海底地殻変動観測により拡充が進んだ国内の地震・地殻変動観測網のデータに基づいて多くの研究が展開され、また国際協力による調査観測も実施された。データの増加に伴い、様々な規模、様々な時定数をもつ滑り現象について、その物理機構の理解が進展した。また、プレート形状・物性構造・流体分布・応力場等のモデルの精度が向上し、これらの場の不均質がスロー地震や巨大地震の発生及び規模・時定数の多様性に与える影響についても分析が進められた。

内陸地震の発生場に関しては、各地域で地震、地殻変動、地球電磁気等の複合的な調査観測が進み、2016年熊本地震等近年大地震が発生した地域において応力载荷過程及び断層の強度低下の解明に資する結果が得られつつある。特に地震発生と密接な関係がある地殻内流体の役割について重要な成果が得られているが、今後は流体の存在量・圧力・存在形態等の定量化が重要な課題となる。

岩石破壊等の室内実験より、震源断層のある地下の物質、温度、流体、応力条件における断層滑りの発生・進展、流体の影響などが精力的に調べられ、複雑な地震現象の物理機構の理解が進

展した。また、観測や実験で得られた知見を再現・活用する数値シミュレーションにより、物理機構の理解を補強し予測につながるような成果が出ている。地震発生予測に不可欠なレオロジーモデルについては、東北地方や中部日本において観測データを説明しうるものが提案されつつある。

このように、地下の様々な物理・化学的狀態をモデル化し、地震滑り現象を中心とする地殻活動の推移をモデル化するための知見や技術は蓄積しつつある。しかし、実際の地殻構造の複雑さ、滑り現象の複雑さ、地殻活動の時定数の長さを考えると、現象の理解のためにはさらに密度の高い、長期のデータが必要である。定常観測網の効果的な利活用に加えて臨時観測も実施し、地震発生場の物理・化学的狀態や滑り現象の分析の時空間分解能を向上させると共に、モニタリングシステムの高度化によるデータの質・量の増強やデータ解析手法の高度化、理論的・実験的研究の一層の進展が必要である。また、千島海溝沿いのプレート境界では、巨大地震の切迫が同様に危惧されている南海トラフ、日本海溝沿いに比べ観測・調査研究が遅れている。そのために現行計画で総合的研究を立ち上げ、研究の加速を試みているが、この体制を持続し知見を蓄積する必要がある。

（火山現象及び火山地下構造の解明とモデル化）

火山現象の解明に関しては、現行計画において火山周辺や火口近傍における多項目観測が促進され、これらの観測が火山活動の推移を高精度・高時間分解能で捉える上で重要であることがあらためて認識された。噴火前後の山体変形や噴火の準備過程で生じる火山体浅部の消磁現象、火山ガスのふるまい、水蒸気噴火につながる地下の構造など、複数の火山に共通する現象や構造が見出されている。リモートセンシング技術も進み、安全に安定して火山観測を行う観測手法が開発され、異常現象の検知能力も向上している。次の段階として、観測密度を一層高めることにより、火道や岩脈、それらの形成に伴う亀裂やクラックの分布、水蒸気噴火を引き起こすと考えられる地下水層や難透水性の構造のイメージングをさらに進め、それらの微細構造と火山性地震・微動源、火山性圧力源、熱消磁源との関係を明らかにすることにより、火山性流体の挙動を把握することなどが課題となろう。

噴出物の化学分析や組織解析をもとに、マグマの蓄積・上昇の素過程（発泡、脱ガス、結晶化等）とそれに関連する物理・化学パラメータ（粘性、揮発性成分量、減圧率等）を推定する試みが進められており、特に火道浅部で発生する現象について、これまでわかっていなかったマグマ特性変化の時間スケール等の物理条件の情報が得られつつある。岩石学的研究から推定されたマグマの狀態や、火道形状も考慮したより現実的なモデリングも行われた。

今後は、現在火山観測のスタンダードとなった多項目観測を継続・強化し、多くの火山で得られたデータのデータベース化とそれを活用した比較研究を推進していくことが必要である。それにより噴火様式の分岐条件の定量化を目指し、また実験やモデリングを通じた素過程理解の向上に努め、火山内部現象の定量的物理モデル化を進めて噴火現象の予測に貢献していくべきである。

地震現象との相互作用に関する研究も重要である。火山は、局所的な応力狀態の変化や、強度低下を引き起こし、地震発生場に影響を与える。2016年熊本地震に関する研究で示唆されたように、火山及びその周辺の構造が断層の滑り方向の変化や破壊の停止に寄与する可能性があり、内陸地震の発生場所や規模評価に直結することから、他地域でも検証を進める必要がある。そのため20 kmスケール以下の範囲に集中した機動的稠密地震観測、電磁気探査、地殻変動観測などを進め、応力場・構造・変形のシステムを詳細に把握することが必須である。

（低頻度大規模地震・火山噴火現象に関する史料・考古データ、地質データに基づく研究）

地震・火山噴火現象に関係する過去の事象、特に低頻度で大規模な地震・火山噴火現象の発生履歴、規模、場所を解明するためには、史料、考古資料、地質・地形調査から得られる情報が不可欠である。史料・考古データについては、地震・火山噴火現象に関するデータベース化が現行計画で急速に進み、歴史時代における地震活動の変化や先史時代の噴火による降灰範囲など新たな知見が得られた。地質・地形調査でも、プレート境界大地震の破壊域や地殻変動の推移を示す情報、火山噴火の推移を明らかにする情報などの重要な発見が着実に積み上げられている。このように、理学の研究者と歴史・考古学の研究者の協働により、過去の現象に関する情報の量と質が確実に向上した。データベースについては拡充を継続するとともに、それを維持する方法についても今後考えていく必要がある。また、過去の現象の推定精度を高めるため、史料・考古・地

形・地質という時間分解能の異なるデータの統合的活用や、これらのデータと現在の観測データとの融合などの課題にも取り組む必要がある。これらのデータベースは防災リテラシー向上に有効であると期待されることから、防災リテラシーに関する研究との連携も検討すべきである。

2. 2 地震・火山噴火の予測のための研究

(地震発生の長期予測)

地震発生の新たな長期予測手法開発は、現行計画の重点的研究の一つである。海溝型巨大地震の長期予測に関しては、史料・考古データ、地質データから得られる過去の大地震の発生履歴やGNSS観測などの測地データに基づいてプレート境界での滑りの時空間変化を定量的に把握し、地震モーメントの蓄積量などの推定と数値シミュレーションに基づく巨大地震の発生予測手法の開発を進めている。観測に基づいて様々な滑り様式の空間的相補性が明らかになるとともに海底地殻変動観測によってプレート固着の現状を精度良く求められ、これに基づき応力蓄積状態も推定できるようになった。海溝型巨大地震や津波の発生履歴の蓄積と整理が進み、こうした新たな知見が巨大地震の発生サイクルの数値モデリングにも活用されている。日本列島全体を含む3次元有限要素モデルを構築し、プレート境界の応力蓄積率を推定した。また、断層破壊の数値シミュレーションに基づき、今後起こり得る海溝型巨大地震の発生シナリオを複数作成した。このように、長期予測手法の高度化に資する地震発生モデル構築が進展しており、予測の試行を進める段階に入りつつある。一方、過去の地震については発生履歴や震源域の空間分布の把握はまだ十分とは言えず、観測データと比較する数値シミュレーションモデルについても考慮できるパラメータ数を増やすことで比較できる事例を増やすなど、更なる改良が必要である。

内陸地震の長期予測に関しては震源断層モデルの妥当性の検証を行うと共に、応力場や断層形状を考慮した内陸地震の物理モデルを構築し、これらのモデルに基づく新たな長期予測手法の検討を進めている。測地データから推定した陸域のひずみ速度分布を用い、内陸地震の発生確率を試算した。また、日本列島3次元有限要素モデルに基づいて、千島海溝沿いと南海トラフ沿いのプレート間固着に起因する内陸の震源断層への応力载荷速度を推定した。2016年熊本地震のように大きな地震が連鎖する場合の活動推移を予測する手法も開発された。一方、内陸地震に関する物理モデルは特定の地震に基づくものであり、他の地域に適用するためのモデルの普遍化はまだ十分に進んでいない。海溝型巨大地震と比較して内陸地震は震源断層の位置や形状、応力蓄積状態などが複雑であり、長期予測へのハードルは高い。物理モデル、数値シミュレーション、観測データ、統計モデルの融合をさらに進め、長期予測の試行を進めるべきである。

(モニタリングに基づく地震発生の中短期予測)

地殻活動のモニタリングに基づいて中短期の地震発生確率を求める手法の開発は重点的研究の一つである。中短期の時間スケールでの地震発生予測に関しては、海陸統合の観測データを活用してプレート境界における滑りの時空間変化を推定し、物理・数理モデルに基づいて発生確率を推定する手法やプレート間固着状態をモニタリングするための手法開発が進んだ。また、データ同化手法を活用してプレート間の摩擦パラメータが推定され、プレート境界滑りの時空間的発展を記述するためのより現実的なモデルの構築に近づいた。多様な滑り現象と大地震発生の関係を明らかにすることで地震発生予測につながるが、その前段階として多様な断層滑りの発生と推移を予測する試行実験を行う必要がある。一方、プレート間滑りは複雑な現象であることが明らかになりつつあることから、それを説明するより多様な様々な時間スケールを持つ滑りに対応できるモデルの構築を目指しつつ、複雑な現象の裏にあるシンプルな法則からなぜ多様性が生じるかを議論できる段階を目指すべきである。

中短期の地震発生予測に関し、地震活動そのものの時空間変化を高精度かつ迅速に把握し、統計的手法に基づいて地震発生確率の変化を評価する手法の開発も進んでおり、地震活動の観測に基づく統計的発生予測が試行的に行われた。物理・数理モデルに基づく地震発生確率の予測実験実施や実測データに基づく統計モデルの検証と高度化が今後の課題として残されており、試行実験を繰り返すことで実用化へと近づく見込みである。

一方、地震発生の中短期予測手法の一つとして、地震活動の変化や電離層の変化など大地震発生に先行する現象の事例を蓄積し、統計的評価に基づいて大地震の発生確率を推定する手法の開発も進んでいる。地震活動の静穏化や地震活動の統計的性質の指標であるb値の時間変化、電磁氣的先行現象などの事例蓄積が進んだ。また、先行現象の長期間データに対して統計的手法を適

用し、事後の地震発生予測に対する有意性を検証するとともに、先行現象を説明する物理モデルの提案もなされている。先行現象に基づく地震発生確率予測は客観的な統計的評価ができる段階に進みつつあるが、データのさらなる蓄積やこれまでとは異なる種類のデータの取得が必要である。一方で、先行現象に基づく地震発生予測の信頼度を担保するためには、それらの間の因果関係の理解が不可欠であり、先行現象を説明する物理モデルを観測データや実験等に基づいて検証し、先行現象のメカニズムを解明することも求められている。

(火山噴火の予測)

長期的な時間スケールの噴火予測に関しては史料や地質データに基づく噴火履歴データベースを活用して噴火様式や規模、マグマの種類の変化を整理し、マグマ供給系の時間変化を推定することで、噴火活動のポテンシャルを評価している。数か月から数年程度の中期的な時間スケールについては多項目の観測を実施し、様々な火山現象と噴火発生の関係を定量的に評価している。これまでに年代測定手法の高度化が進み、噴火履歴とマグマ供給系の時間変化が精密に把握されつつある。また、多項目観測を支える観測・解析技術の開発が進み、多項目データが着実に蓄積された。長期のデータが蓄積された火山において、噴火の切迫度評価につながる活動評価指標である VUI の適用による非噴火時の試行的な活動評価が試みられた。一方、年代測定精度については更なる高度化が必要であり、トレンチやボーリングデータもさらに活用すべきである。VUI に基づく評価を試行する対象火山をさらに増やすことも期待される。多項目観測データをデータベース化し活用することや衛星データのさらなる活用も課題である。また、多項目観測を長期的に維持するための方策を検討することも欠かせない。

火山噴火の予測精度を高める新たな試みとして、火山活動推移モデルの構築が進んでいる。火山活動や噴火現象は多様であり、噴火に先行する現象から噴火の発生、活動の変化、終息までを一連の現象として捉える必要がある。火山現象をこのように捉えるモデルは火山活動推移モデルと呼ばれ、火山の比較研究や噴火に伴い発生する多様な現象の物理モデルを検討する上で有効である。火山活動推移モデルを構築してその背景にある物理現象を理解することにより、時期・場所・様式・規模・推移といういわゆる噴火予測の 5 要素をばらばらのものではなく一体のものとして捉え、火山噴火予測を高度化することができるため、重点的研究の一つとなっている。

火山活動推移モデルの構築に関しては、その前段階として、起こり得る現象を網羅的にまとめ、それらの時系列を整理した噴火事象系統樹の作成や改定を進めている。また、噴火履歴や過去の観測データを精査するとともに、新たな観測量も導入することによって事象の分岐条件の定量化を進めている。地球物理・化学的観測に加え、噴出物の物質科学的研究と火山活動の対応の整理も進んだ。活発な活動が続きデータの蓄積が進む桜島において火山活動推移モデルを試行的に作成した。しかしながら分岐判断手法は限定的であり更なる高度化が必要である。多くの火山で継続的な多項目観測を行うほか、各火山の特性に合わせた集中的な観測により、火山現象や噴火現象の定量的データの蓄積を加速し、データベースの活用による比較研究を実施することが必要である。また、火山活動推移モデルを桜島以外の他火山についても試行的に構築することが必要であろう。

2. 3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(災害誘因の事前評価手法)

強震動の事前評価に関する研究では、強震動の観点から見た震源モデルや地震動生成メカニズムの解析、強震動に大きな影響を与える地下構造のモデル化が進み、さらに、建物被害予測モデルの検証や災害リスク評価手法の開発も行われた。2016 年熊本地震では、断層浅部の一部に時定数の長い大きな滑りが生じ、その近傍で強い長周期速度パルス波が発生するという現象が確認された。このような震源断層の滑りの不均質構造は震源域の強震動を特徴づける重要要素であり、それを決定論的に設定する方法の開発が必要である。地下構造の研究では、地震動の増幅効果の大きい堆積層が厚く堆積した大規模な盆地や平野を中心に実施され、堆積層構造モデルの作成や検証、地震動特性の分析が進められた。一方、2016 年熊本地震の火山性堆積物や 2014 年長野県北部の地震の地滑り地塊などが地震動被害集中域に対応したことを踏まえ、調査対象を広げる必要性があると考えられる。

斜面崩壊の事前評価に関する研究では、過去の大地震や 2016 年熊本地震、2018 年北海道胆振東部地震など最近の国内外の地震によって生じた地滑りについて調査を行い、危険性の高い地域の

地形・地質学的特徴を明らかにした。また、地滑り土塊や盛土での多項目観測及び滑り面の土質の室内実験による地滑りメカニズムの解明にも取り組んでいる。今後、これらの知見に基づいて地滑りの定量的物理モデル化を進めていく必要がある。

(災害誘因の即時予測)

災害誘因の即時予測に関しては、地震動や津波、火山噴火に伴う噴煙の移流拡散に関して、高密度の定常観測網や海底圧力計、気象レーダーなどの観測網の発展を背景に、観測データと数値シミュレーション、データ同化を活用した即時予測手法の開発の進展が顕著であった。また、これ以外にも様々な即時予測手法において、観測記録の処理方法やシミュレーション手法の効率化によって予測に要する時間の短縮が図られる一方、予測結果の高精度化や検証の努力がなされた。中には社会実装が進んでいる即時予測手法もある他、実用化の見通しが立ちつつある手法については社会実装に向けた取り組みが求められる。また、即時予測の社会実装・公開には、受け手に合わせた表現方法の選択などの配慮が必要であり、災害情報や防災リテラシーの研究との連携も必要となる。

(災害誘因予測を災害情報につなげる研究)

災害誘因予測を災害情報につなげる研究の分野では、不確実性を含む災害誘因予測が適切に伝わり災害の軽減に活かされるよう、受け手に配慮した情報のあり方を検討した。また、災害リスク評価結果や災害誘因即時予測情報を表示するシステムの開発も行った。避難や防災行動を促す上で有効な災害情報の出し方や、災害誘因の不確実性評価を災害情報にどのように組み込むかについては今後も継続して検討すべき課題である。こうした課題解決に向けては、災害誘因予測の仕組みや性能に関する理解を社会に広めるために防災リテラシーの観点を入れるなど、総合的研究の枠組みを活用することが有効と考えられる。

2. 4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

(災害事例による災害発生機構の解明)

過去の地震災害事例について、史料の分析に基づき、居住地の空間構造、地形などの社会素因がどのように影響し被害をもたらしたかを推定するなど、災害発生機構の解明を進めた。関係機関と連携し、地震・津波・火山噴火に関する地域の災害特性や過去の災害履歴等の把握に資するデータベースの整理も進めている。また、震災後の総合的防災政策の政策効果を検証するために、2011年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）を事例に被災から復興に至る地域社会の変化を分析し、震災後に実施された統一性のない防災事業が復旧復興を遅らせる要因となったことを明らかにした。今後は、文理融合研究など異分野間の連携促進を一層図りながら、様々な災害事例の詳細な分析と、災害誘因・災害素因の一般化の検討を進め、災害発生機構の解明を進めていく必要がある。

(災害に関する社会の共通理解醸成)

住民の防災リテラシーの実態やニーズの把握のため、学校における防災教育の実態とその背景の調査、桜島火山周辺の住民の噴火警戒レベルに関する認知度の調査を行った。南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域在住の住民に対する調査からは、避難するか否かを判断する上で参考にしている情報・知識を明らかにすることができた。防災リテラシー向上のための研修プログラムとして、阿蘇火山における修学旅行生を対象としたものや、行政機関の災害対応・防災対策業務への活用を意識したものなどの開発が進んだ。また、地震本部による地震活動モデル及び地震ハザード情報に基づくハザード・リスク評価情報システムが作成公開された。避難訓練可視化システムを使った避難訓練や、オープンサイエンス手法の導入など、防災リテラシー向上のための効果的方法の研究・開発・検証が複数試みられた。今後は各研究課題で得られたリテラシー向上に資する知見の連携統合を図り、知識体系の構築を進め、社会のリテラシー向上に関わる関係者が広く利用しやすい手法にまとめていく必要がある。

2. 5 分野横断で取り組む総合的研究

複数の分野にまたがる総合的研究として、南海トラフ沿いの巨大地震、首都直下地震、千島海溝沿いの巨大地震、桜島大規模火山噴火、高リスク小規模火山噴火の5つの研究を実施している。

南海トラフ沿いの巨大地震に関しては、震源や地震波伝播経路に関する研究、強震動や被害に関する研究、災害情報の発信に関する人文・社会学的研究をそれぞれ進めている。南海トラフ沿いの巨大地震の地震像として、主として過去の観測記録及び史料に基づく従来の描像から観測データに基づく描像への転換を目指しており、測地・地震観測により得られたプレート間の固着状態やスロー地震の知見を背景とした広帯域震源モデルの構築を進めている。西南日本地域の強震動や津波浸水モデルの提示も進め、さらに、地震発生時のリスク評価を高精度化するために、地震波を発生する震源からその伝播経路、地盤応答や建物の脆弱性までを総合的に考慮したリスク評価手法の構築を進めている。このリスク評価手法は他の巨大地震に対しても適用可能であろう。今後は、情報が受け手により効果的に伝わることを目指し、発信すべき情報の内容や発信方法を検討することが必要である。

首都直下地震に関しては、想定される地震が多岐にわたり震源モデルを絞り込むことが難しいことから地震像の明確化が課題とされている。史料の情報と現在の地震学的知見を結びつけて、詳細な地盤構造や多様な震源モデルによる揺れの予測を行うため、安政江戸地震を対象に資料に基づいて被害分布を明らかにするとともに、被害分布の検証と定量化を目的とする臨時地震観測を実施することにより地震像の具体化を目指した。また、関東平野を中心とした強震動即時予測手法の開発を進めるとともに、防災リテラシーの観点から災害情報に関する住民調査やキャンペーン報道の学習効果を検討した。これにより新たな知見は蓄積されつつあるものの、地震像の明確化に向けた更なる研究が必要である。具体的な震源像を明らかにする方法について研究者間で議論を継続するとともに、震源像が定まらない場合にどのような方針で研究を進めることが効果的かについて、十分検討する必要がある。

千島海溝沿いの巨大地震については、津波堆積物調査により過去の発生時期を明らかにするとともに、地震活動静穏化に基づく切迫性の評価を行っている。プレート境界浅部での固着状況を把握するための海底地殻変動観測を実施するとともに、M8以上の地震を対象とする迅速な浸水域予測手法を開発した。また、避難訓練可視化システムを開発し、避難訓練の学習効果を高めると共に、地域防災力向上を目指す普及啓発活動を行った。

桜島噴火については、住民避難を伴う大規模噴火を中心に研究を進め、火山噴火予測の高度化、定量化につながる火山活動推移モデルを試作した。また、モデルから予測される噴火シナリオに基づく避難訓練の実施や問題点の整理、住民の意識調査の実施など、災害軽減に向けたより具体的な取り組みを進めた。この成果は他地域でも大いに参考になると考えられる。一方で、火山活動推移モデルは試作段階であり、これをさらに高度化し、より具体的かつ効果的な避難計画の策定につなげるのが重要である。

高リスク小規模火山噴火に関しては、小規模噴火が発生する場を理解するため、地下浅部の熱水系を対象とした各種調査が行われ、地下の比抵抗構造と噴火発生位置の関係や、過去に小噴火を発生させた小火口分布と年代などが明らかになった。また、住民や登山客及び観光客に防災情報を伝える役割を担う火山防災ハンドブックなどの記述が、小規模噴火に関しては十分でない場合があることが指摘された。今後の観測研究計画においてより具体的な研究課題を設定することが必要である。

3. 計画推進体制の評価と課題 (現行計画の推進体制)

現行計画は地震学・火山学を中核とし、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの幅広い分野の研究者の協力による総合的な学際研究として推進されており、その成果を地震・火山噴火現象に起因する災害の軽減に活用することを目指している。そのため、全国の大学、研究開発法人、行政機関などから35の多彩な機関が参加している。

測地学分会は、行政や社会のニーズ、学術研究の動向に配慮しつつ、全体計画の立案、進捗の把握、成果の取りまとめを行っている。また、地震本部や行政機関等関連機関との連携、調整に尽力し、計画推進を担っている。

参加機関からの委員で構成される予知研究協議会は研究全体の推進を実質的に担っており、研究内容に応じた8つの計画推進部会を設け、全ての研究課題がいずれかの部会に所属しながら研究を実施する体制を敷いている。大学の実施する各研究課題への予算配分の決定、進捗状況の把握、成果の取りまとめを行うとともに、研究全体を災害軽減という大きな共通の目標に向かって進めるべく、部会毎の研究の進捗把握や部会間の連携の調整・強化などを行っている。年度末に

は、予知研究協議会主催により成果報告シンポジウムを開催し、計画に参加する研究者ら300名ほどが年度毎の成果発表を行い、参加者全体で情報と意識の共有を図っている。モニタリング手法の高度化に資する役割を担う地震予知連絡会と火山防災や噴火予知研究に資する役割を担う火山噴火予知連絡会はそれぞれ、本観測研究計画の実施機関である国土地理院と気象庁に事務局を置いており、定期的に会議を開催することによって関係各機関が情報共有する場を提供している。共同利用・共同研究拠点である東京大学地震研究所と京都大学防災研究所は、拠点間連携共同研究を実施し、現行計画の方針に沿った研究について、重点推進研究と一般課題型研究の公募を行っている。

以上のような実施体制により、多彩な参加機関が連携し、幅広い分野の研究を効率的に実施することができている。今後もこの実施体制のもとで計画の推進を図るべきである。

(地震本部との関係と火山観測研究の一元的推進体制)

本観測研究計画は、地震・火山防災に関する行政や防災研究全体の中で果たす役割を明確化しつつ推進することが重要である。地震に関する国による調査研究は地震本部が一元的に推進していることから、新たな長期予測手法に関するワークショップの開催などにより地震本部と綿密に情報交換を行い、地震調査研究の基本施策との整合性を確認しながら進めている。地震に関してはこの一元的な体制の存在により本観測研究計画で得られた成果を国の施策に反映させる道筋は比較的是っきりしている。一方、火山噴火に関しては、災害軽減に資する火山の調査研究を一元的に推進する体制は存在せず、火山噴火予知連絡会など情報交換の場はあるものの、得られた成果を国の施策に反映させる過程は必ずしも明確ではない。このような背景のもと、測地学分科会では火山研究推進委員会を設置し、火山研究体制の強化を図っており、将来的には、地震分野における地震本部を頂点とする一元的な施策推進体制に相当する体制を、火山調査研究の分野においても実現することが望まれる。

(重点的研究)

将来の社会実装を目指して重点的に取り組む研究として、地震・火山噴火の予測のための研究の中から、地震発生の新たな長期予測、地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測、火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測、の3つが設定されており、予知研究協議会ではそれぞれの研究に関連する課題について、高い優先順位をつけ、予算上の配慮をしつつ推進している。そのなかで地震発生の新たな長期予測については、地震本部の基本施策との関係が深いことから、前項で述べたように綿密な連携を取りながら実施されている。他の重点的研究についても、試行実験を進めることでさらに社会実装に近づけるべきである。

本章の2.2節に記載したとおり、予測手法の精度改善を目指すこれら3つの重点的研究はいずれも順調に成果が得られていることから、重点的な研究として実施すべき研究テーマに関しては今後も予算的な優遇措置をとり、関連する基本施策との連携を強めつつ実施すべきである。研究の進捗に注意を払い必要に応じてサポートを追加することも必要であろう。今後の観測研究計画においても、重点的に実施する研究を選定し現行計画と同様の体制で実施すべきである。その際、予測の試行、手法の検証などの実装に向けた取り組みの強化が不可欠である。

(分野横断で取り組む総合的研究)

地震学・火山学的重要性及び災害科学的な重要性に鑑み、南海トラフ沿いの巨大地震、首都直下地震、千島海溝沿いの巨大地震、桜島大規模火山噴火、高リスク小規模火山噴火の5つを複数の分野にまたがり総合的に実施する優先度の高い研究対象として選定した。それぞれに対応する総合的研究グループを設けた上で、複数分野にまたがる研究集会の実施など、関連課題間の連携協力体制を構築しつつ実施している。

南海トラフ沿いの巨大地震は、第1次計画に続き現行計画でも総合的研究の対象となっており、関連各分野の研究成果に拠点間連携共同研究の成果を加えることで、理学的研究、工学的研究、災害情報に関する人文・社会科学的研究を含む総合的研究として実施されている。重点的研究である地震発生の新たな長期予測、地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測の各研究課題や拠点間連携研究に含まれる研究課題など、本総合的研究と関連の深い研究課題との連携をさらに深めることが必要である。

首都直下地震も第1次計画に続き本研究計画においても総合的研究として実施されている。新

たな知見が蓄積されつつあるものの、具体的な震源像の明確化が十分でないために関連分野の役割分担において具体性を欠いている。震源像の明確化と適切な研究課題の設定による分野間連携強化が課題である。

千島海溝沿いの巨大地震については、地震発生の切迫性が高く、特に津波による被害が予想されることから、地域防災力の向上に力点を置いた研究として新たに総合的研究の対象とされた。地殻活動評価の結果からどのように地震・津波ハザードを評価し、得られた予測情報の不確実性を考慮しつつ避難活動につなげるかが重要であり、今後も総合的研究という仕組みを活用し、複数分野にまたがる体系的な取り組みを続けることが重要である。

桜島噴火は、第1次計画に引き続き本研究計画においても総合的研究の対象となり、予測精度向上のための研究から具体的な避難計画策定に関連する研究に至るまで、分野横断型の総合的研究として大きな成果を上げている。桜島は火山活動度が高く、観測解析技術の開発や予測手法の開発・検証に適している。大規模噴火の懸念が高く、防災リテラシー向上に関する研究の実施にも適していることから、今後も同様の総合的研究を継続することが必要である。

高リスク小規模火山噴火については、2014年の御嶽山噴火や2018年の草津本白根山の噴火発生により、小規模な噴火であっても大きな人的・物的被害が起り得るという点が社会的に認識されたことを受けて現行計画から新たに始まった総合的研究である。小規模噴火という現象の理解や災害発生の社会的要因に着目し、課題の洗い出しと研究の方向性を示すことが目標であり、具体的な研究課題の設定につながる成果を得ることが求められている。

現行計画においては、以上のように5つの対象について総合的な分野横断型の研究が進められている。南海トラフ沿いの巨大地震や桜島大規模火山噴火のように第1次計画に引き続き実施され順調に成果が得られているものや、千島海溝沿いの巨大地震のように新たに開始され成果が出始めているが、総合的な見地からの成果を上げるためには長期的な取り組みの継続が必要とされるもの、高リスク小規模火山噴火のように新たに開始され、研究の方向性を示すことが当面の目標となるものなど、各総合的研究の進展段階には大きなばらつきがある。しかしながら、現象の解明・予測から災害軽減につながる取り組みまでを総合的に取り扱うことにより災害軽減へ貢献するという目標は共通である。今後も総合的研究という分野横断研究を実施する仕組みを維持し、進展段階を考慮して研究対象や研究の方向性の明確化などについて必要な改善を加えつつ、研究を進めていくことが望まれる。

（拠点間連携共同研究）

地震火山観測研究と防災学の成果を融合することで災害軽減に資することを目標に、「地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点」である東京大学地震研究所と「自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点」である京都大学防災研究所が連携する拠点間連携共同研究が平成26年度に始まった。拠点間連携共同研究の推進のため、地震研究所と防災研究所は拠点間連携共同研究委員会を設置し、あらかじめ設定された研究テーマへの参加者を募る「重点推進研究」の内容を検討するとともに、現行計画の趣旨を踏まえた研究テーマをボトムアップで募集する「一般課題型研究」の審査を行っている。直近の重点推進研究では、巨大地震のリスク評価の不確実性評価がテーマに選ばれ、震源過程、地震波伝播経路、地盤構造、構造物等についてそれぞれが持つ不確実性が最終的なリスク評価の不確実性にどう影響するかが検討された。一般課題型研究では、災害誘因の事前評価、即時予測及び災害誘因予測を災害情報につなげる研究の3テーマについて公募が行われ、災害誘因予測に関する様々な成果が得られている。拠点間連携共同研究委員会は、地震研究所と防災研究所の教員のほか、予知研究協議会と防災研究所自然災害研究協議会から推薦された委員等から構成され、多面的な意見を考慮し、適切に運営されている。また、拠点間連携共同研究委員会から推薦された委員が予知研究協議会企画部戦略室に参加することにより、拠点間連携研究の成果を計画全体の中で適切に位置づけることができている。

拠点間連携共同研究の仕組みによって巨大地震のリスク評価において、不確実性をどのように取り扱うべきかについてこれまでは適切な指針が無かったが、不確実性を含む評価事例を具体的に示すことにより一定の方向性が示された。また、災害誘因予測に関して、斜面崩壊に関する研究など、今後の研究のシーズとなり得る多様な研究テーマが立ち上がった。参加研究者からの自主的な提案のみでは、特定の研究分野に研究者が集まる一方で観測研究計画全体にとって重要な研究テーマが抜け落ちることにより研究分野の偏りが生じる恐れがあった。拠点間連携共同研究が適切な研究分野を設定して行う公募は研究分野の偏りを防ぐ効果があり、本観測研究計画にと

って不可欠な仕組みと言える。

（研究基盤の開発・整備）

全国をカバーする高感度地震観測網や GNSS 観測網などの観測網に加え、近年は海域の観測網整備も進み陸海統合地震津波火山観測網などが安定的に運用されている。火山観測においては、多項目観測や機動観測が行われ多様なデータが得られている。衛星 SAR 観測データや、地下水等総合観測網のデータ、その他重力や熱学的観測など多様なデータも蓄積されつつある。また、全国的な観測網を補う観測網や機動観測も進められている。火山の火口付近や離島、海底など観測が難しい場所での観測技術や宇宙線を用いる新たな地下探査手法の開発、光ファイバーを用いる新たな観測手法開発など様々な新しい観測技術の開発も進んでいる。データを安定的に配信するデータ流通システムやデータの保存・公開に活用するデータベースの整備も進む。データの新たな解析手法の一つであるデータ同化やデータのリアルタイム処理に関する新たな手法が開発され、即時的予測への活用が始まっている。データ処理ツールの開発やその公開も進み、高度なデータ処理を多くの研究者が手軽に行うことができる環境が整いつつある。生データだけではなく、震源データなどの処理済みデータの公開も進み、多様な研究へ活用されている。活断層や津波堆積物等のデータベース整備や火山に関する基盤的な地質情報図及び災害情報図、海域火山の基礎的な情報など様々な研究基盤の整備が進む。

地震・火山現象の解明と予測、さらに災害誘因予測の成果は長年にわたり整備・維持されてきた観測網のデータに負うところが大きい。現在の観測機器には 20 年以上を経過したものが多いため、現代のデジタル通信環境に対応した新しい機器に計画的に更新する必要がある。また、広域災害を想定し、電源や通信網の冗長化も考慮しなければならない。一方で、観測網の安定的な運用や様々なデータベースの維持管理には膨大なコストがかかることから、ハードウェアの低コスト化、省力化、長寿命化、通信コストの低減などを目指す技術開発が必要である。さらに、観測基盤を維持する人材の育成や技術情報の共有による全体コストの低減など、長期的に安定して運用するための新たな仕組みを検討する必要がある。機材を共同運用する仕組みの検討に関しては、火山機動観測実証研究事業との協力・連携を考慮しても良いのではないかと。

同質のデータを長期間継続して取得蓄積することは地震・火山観測研究にとって不可欠であり、従来型の観測の継続を求める声は強い。しかし、研究の進展にともない従来とは異なる新たなデータの取得が求められる場合も多い。限られた予算と人員という条件下で、データの長期的一貫性の担保と新技術の活用を両立させることは容易ではない。従来型の観測を全て継続しつつ新たな観測を実施することは現実的ではないことから、従来型の観測を対象とした取捨選択が不可欠である。従来型の観測を新たな観測に切り替える場合、データの連続性を可能な限り維持することは重要である。そのため、従来の観測から新たな観測への切り替えは、従来型のデータと新しいデータの比較検討を行い新たな観測の有意性を確認しつつ、徐々に進めていく必要がある。

多点観測への必要性が増していることから、定常的な観測を補って多点の機動的観測を実施するための機材や人員の協力体制に関する検討も進める必要がある。

蓄積が進み大容量化したデータを効率的に解析する新たな手法開発も必要である。データの質と量が増加していることから、特別に高度な専門知識を要せずに一定以上の水準の解析を行うことができるツールの開発や、専門外の研究者であっても活用できる段階まで処理が済んだ一次処理データの公開体制の構築などを検討する必要がある。このような取り組みはコミュニティを広げ、分野間連携を強化することにもつながる。

（関連分野間の連携）

第1次計画から始まった文理融合は、初めは手探り状態であったが、現行計画からは理学、工学、人文・社会科学の関連分野の相互理解が進み、連携の強化もが進んだ。また、情報科学、計算科学の近年の進展は目覚ましく、長年蓄積された観測データから機械学習により新たな情報を抽出する試みも盛んに行われている。東京大学では文理融合研究の象徴として地震火山史料連携研究機構が設立され、歴史研究者と地震研究者による共同研究が進んでいる。異分野の融合を進めるため、様々な分野の研究者が参加する研究集会や勉強会が行われ、さらに自治体や企業などとの連携によるリアルタイム被害予測システムも開発された。このように、現行計画に入り関連分野との連携は徐々に強化され、具体的な成果も次々と生まれている。今後この方向性を強化しつつ、観測研究計画を推進すべきである。

(国際共同研究・国際協力)

地震・火山現象の理解には数多くの事例研究が必須であり、国内の研究のみでは十分な事例を得ることはできない。そのため、日本と同じ沈み込み帯に位置するニュージーランドや、プレート境界に近いメキシコ・チリなどとの協働による観測研究が進められている。火山分野においては、活動的な火山を数多く有するインドネシアとの共同研究が盛んである。海外の研究者を招聘し、日本の代表的活火山である桜島を対象とする国際共同研究も実施されている。国際共同研究は観測研究に限らない。歴史地震データの国際化や情報科学技術に関する国際シンポジウムも実施されている。気象庁や国土地理院、海上保安庁、産業技術総合研究所もそれぞれ国際機関とのデータ共有や広域かつ長期間の観測が求められる分野での国際共同研究が活発に行われている。次世代火山研究推進事業で開発されたデータベースである JVDN システムは国際的なデータベースである WOVodat とのフォーマット共有化による知見の共有を進めている。また、参画機関の多くは海外留学生の受け入れや外国人研究者の招聘を実施しており、国際的な人的ネットワークの交流も進んでいる。

このように、現行計画への参加各機関は様々な国際共同研究・国際協力を積極的に進めている。大規模な地震や火山噴火現象は世界的にも事例が少なく、2004年のインドネシアにおけるスマトラ地震や2019年にニュージーランドのホワイト島で発生した噴火災害事例の知見は国際的な協力を通じて、現行計画の推進に活かすことができた。今後も国際協力を積極的に進めることが不可欠である。

(教育・人材育成)

大学や研究機関はそれぞれが若手教員のポストの確保に努めている。予知研究協議会でも、現行計画からは特任研究員を雇用できる予算を確保し、数としては年1～2名と多くは無いものの毎年雇用できており、その後は大学や研究機関へのキャリアパスとなっている。しかしながら、これらの多くは任期付きポストであり、人材の受け皿としての機能は十分ではない。大学の修士課程・博士課程を通じて地震・火山・防災等の専門教育を受けた学生は、大学や研究開発法人、気象庁などの研究職や専門職へ就職するものばかりではなく、行政機関や自治体、コンサルタント会社に就職し、防災に携わる立場になる者もいる。研究者の安定したポストが限られていることを反映して博士課程進学者が減少していることに鑑み、大学は、より多様な観点に立った教育を行うことで多様な就職の選択肢を示す必要があるのではないだろうか。

火山分野においては平成28年から次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトが始まり、火山防災を担う人材の育成を目的とした火山研究人材育成コンソーシアム構築事業が立ち上がっている。現行計画の実施機関の多くもこのコンソーシアムに参加し、受講生にフィールド実習や講義を提供することにより人材育成の一端を担うほか、毎年の成果報告会には多くの受講生が参加している。このような事業と引き続き協力し、人材育成を促進することが重要である。

4. 現行計画の総括的評価と今後の展望

本節では、総括的評価として、第1次計画の外部評価における指摘事項に対する現行計画での対応状況、現行計画で新たに設定した重点的研究の評価、現行計画から新たに開始した研究項目の評価、現行計画で拡充した分野横断型の総合的研究に対する評価を述べる。続いて、中長期的な展望の下で複数計画にまたがって体系的に取り組むべき課題として挙げられた項目の現行計画での進捗状況について述べる。本節の最後においては、今後の展望として、現行計画の研究の進展状況に鑑みて今後進めていくべき研究の方向性を述べる。

4. 1 第1次計画に対する外部評価への対応

第1次計画は、地震学・火山学の研究成果を災害軽減につなげるために、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と連携して推進するという方針転換後の最初の5か年計画であった。この第1次計画に関して平成29年7月にまとめられた外部評価においては、方針転換は適切でありその方針を一層推進する必要があると評価された。一方で、改善すべき点として以下の事項が指摘された。

- (1) 災害の軽減に貢献するための研究の一層の推進
- (2) 理学，工学，人文・社会科学の研究者間のより一層の連携強化
- (3) 研究目標と目標に対する達成度の明確化
- (4) 社会や他分野の研究者のニーズ把握とそれに合致した研究の推進
- (5) 火山の観測研究を安定して実施する体制の整備

これらの指摘に対する現行計画での対応は以下のとおりである。

(1) 第1次計画に引き続き、地震・火山現象の解明と予測のための研究と災害誘因予測のための研究を着実に進めた。災害誘因予測のための研究では、自治体などを対象とする情報発信ツールの開発と実装が進んだ。また、現象の理解・予測を災害の軽減につなげるための具体的な手法について検討するため、防災リテラシー向上のための研究を今期新たに追加した。これにより、防災リテラシー向上のための研修プログラム開発が進むなど多くの新たな成果が得られている。

(2) 現行計画からは、文理様々な分野から7つの新たな機関が参加している。第1次計画においては異分野の研究者間の交流の機会が増し相互理解も大きく進んだものの、共同研究は萌芽的なものに留まるものが多かった。現行計画においては研究者間の相互理解も進み、共同研究につながる新たなデータの蓄積も進んだことから、共同研究による様々な具体的研究成果が得られた。例えば史料・考古のデータベース化が現行計画において大きく進んだ結果、過去の地震・火山噴火現象に関する知見が飛躍的に増加し、過去の地震・火山噴火事例に関する知見が更新されるなど異なる分野の連携が進んだ。また、異なる分野の研究者が一堂に会する成果報告会の実施や、それをまとめた成果報告書の作成を通じて、計画全体の中での各参加者の位置づけが次第に明確になり、各研究者の役割に対する理解が一層進んだ。また、分野間の役割分担がより明確になったことにより、分野間連携が一層進んだ。

(3) 現行計画では、研究の成果を災害の軽減に役立てるための目標設定を意識した。そのような方向性を明確化するため、特に将来の社会実装にむけて重点的に取り組む3つの研究を設定した。いずれも地震・火山現象の予測手法に関する研究であるが、社会実装という目標に到達するため現行計画期間中はモデルや手法の開発と検証が進められ、それぞれに成果が上がっており、特に、新たな長期予測手法の開発においては試行実験など次の段階が視野に入りつつある。また、南海トラフ巨大地震や首都直下地震については、外部評価での指摘に従い、目標の明確化と解決すべき課題の洗い出しを進めている。個々の研究課題においても、達成度評価の明確化に努める。例えば史料・考古データの収集解析においては、収集すべき資料の範囲を事前に定め、テキストデータベースの構築という具体的な目標を定めることで、達成度を評価しやすくしている。火山に関する研究においても、地下構造を漠然と調べるのではなく、水蒸気噴火の発生につながる場の構造解明というより具体的な目標を設定した上で観測を実施することにより、達成度評価の明確化につなげている。その他の分野においても、研究対象と目標設定をより具体的なものにすることで達成度評価の明確化に努めている。

(4) 現行研究で開始した防災リテラシー向上に関する研究がこの項に対応しているが、その他にも、この指摘に対する様々な対応を行っている。社会に対しては、アウトリーチ活動を通じて防災担当者からのニーズ把握に努めている。研究者に対しては、成果報告シンポジウムに加え、複数研究グループによる合同会議を開くなど、多くの異なる分野の研究者が参加する研究集会を実施することにより、広い分野のニーズ把握に努めている。また、地震発生の長期予測手法に関しては、将来の地震本部による実装を目指した検討を進めるなど、研究成果が社会で実際に用いられることを意識して研究を進めている。

(5) に関しては、参加機関の連携やデータの共有化を徐々に進め、人的資源や観測資源の有効利用を進めることで研究の安定的な実施に向けた体制づくりを進めている。また、文部科学省が実施する次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトとの連携を強化することにより、火山観測研究の安定的な実施に向けた取り組みを進めている。

このように、多くの項目では外部評価からの指摘に応えることができていると言えるが、本レビュー執筆時点で十分ではない項目もある。それらについては、5か年計画の残りの期間において達成を目指すべきである。異なる分野間の連携強化に関しては、5か年をかけてようやく相互理解が進み萌芽的な研究が始まるという時間スケールで進むものであり、5か年内での対応は困難であることから、より長期的な視点に立って今後の観測研究計画においても対応を継続すべきである。

4. 2 現行計画で強化あるいは新たに開始した研究 (重点的研究)

現行計画においては、重点的に実施する研究として(1)地震発生の新たな長期予測、(2)地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測、(3)火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測、の3つを指定している。

(1)については、過去の地震発生履歴に基づく従来の長期予測を改善し、データやモデルに基づく新たな長期予測手法の提案を目標としており、過去の発生履歴に加えて測地データ、地下構造、物理モデル、数値シミュレーションに基づく地震発生予測手法の開発を進めている。内陸地殻内地震に関しては測地データに基づく地震発生確率の試算も行われて有望な成果が得られ始めている。将来の実用化に向けた発生予測実験の実施が視野に入りつつある。

(2)は中短期の時間スケールでの大地震発生確率を観測データに基づいて評価する手法を目指すものである。スロー地震の研究を通じてプレート間の滑り速度変化と地震発生の関連が明らかになりつつある。また、地震活動の統計解析に基づく地震発生予測手法にも、震源の有限性を取り入れたモデルが開発されるなど、中短期予測の基盤となるモデル開発の面で大きな進展が見られた。一方、研究対象となった事例が限られており、一般性がどの程度あるかについては今後も研究を継続しデータの蓄積と手法の検証を継続すべき段階であると考えられる。また、統計モデルと物理モデルの融合研究も進めるべきである。重点的研究として指定したことにより研究が加速したことは認められるが、社会実装を目指し災害軽減に資するという目標に応えるためには研究のさらなる継続が必要と考えられる。

(3)は、これまでの噴火事象系統樹を高度化し、火山噴火の準備段階から噴火発生、噴火後の活動の変化、終息までを一体として扱うモデルの構築を目指している。噴火頻度の高い桜島においてモデルのプロトタイプは構築できたと考えられる。このモデルを用い、限定的ではあるものの観測量に基づく定量的な噴火推移予測も試みられており、今期に目標としていた推移モデル構築は達成しつつある。桜島噴火に対する防災対応への活用が試みられており、社会実装を実現しつつある。今後は他火山への適用を目指した一般化などを進めることで火山噴火予測精度の向上が期待できる。

このように、重点的研究として指定した3つの研究に関しては、社会実装を目指すという目標に対し、概ね期待した成果が得られつつあると考えられる。

(新たに開始した研究項目：防災リテラシーの向上に関する研究)

地震・火山噴火現象に起因する災害に対する防災対策を有効に推進するためには、地震・火山現象とそれによる災害誘因、災害リスクに関する国民の基本的な理解を欠かすことはできない。そのため現行計画からは、社会の共通理解の醸成を効果的に行うための手法開発の研究に着手した。災害は災害誘因が社会素因に働きかけることにより発生するが、その発生過程の解明に向けた文理融合研究の実施と、その成果を活かして社会の共通理解の醸成や防災リテラシー向上につなげるためにはなにが必要であるかを明らかにすることを目的とする。

江戸時代や明治時代に起きた災害事例に関する史料に基づく災害発生過程の研究や、東日本大震災を事例とする防災政策の効果の検証、住民の防災リテラシーの地域差など、防災リテラシー向上につながる新たな知見が得られている。火山地域においては、噴火を想定した実際的な避難計画の策定を自治体と共同で行うことで問題点を明らかにするとともに、社会への適切な情報発信手法の検討も進められている。また、防災リテラシーの向上を目指した教育プログラムの開発・実装も進められている。さらに、災害記憶の伝承に関する研究や避難訓練の効果的な実施に向けた知見の蓄積など、効果的な防災リテラシー向上手法が明らかになりつつある。このように、防災リテラシー向上に資するという目標はある程度達成されつつある。

しかしながら、現行計画の他の研究項目とは研究対象が大きく異なるため、研究課題間の連携が不十分な点も見られる。第1次計画では手探りで開始した文理融合研究が、現行計画において軌道に乗り始めたように、新たに開始した防災リテラシー向上のための研究も次第に他の研究分野との連携・協力が進むものと考えられる。研究成果を効果的に社会に還元するためには、地震・火山研究の担当者が情報発信の努力をすれば良いというものではなく、どのような内容をどのように伝えるかという方法論を確立した上で発信する必要がある。本研究項目は、情報発信の方法論を確立し、他の研究項目の成果と社会とを橋渡しする役割を期待されており、今後この部

会の重要性はますます高まる。手厚いサポートを加えつつ、観測研究計画の柱のひとつとすべく育てていくことが必要であろう。また今後は、研究成果の社会還元という視点に加え、観測研究計画に対する社会の認識や期待を研究内容にフィードバックさせるという視点も重要になる。

(分野横断型の総合的研究)

分野横断型の研究として、南海トラフ沿いの巨大地震、首都直下地震、千島海溝沿いの巨大地震、桜島大規模火山噴火、高リスク小規模火山噴火、の5つの総合的研究を実施している。そのうちのいくつかは異なる分野の成果をまとめることで新たな成果の創出に成功している。例えば、桜島大規模火山噴火においては、理学的研究による火山活動の理解とそれに基づく定量的予測、史料的研究に基づく過去の災害履歴の発掘、それらに基づく知見を活かし、地元自治体との協力による実際の避難計画の策定の試みなど、単独の研究では得られない成果に到達している。一方、進展が見えにくい総合的研究もある。例えば高リスク小規模火山噴火は、多くの分野にまたがる研究対象ではあるものの、現行計画においては、個々の研究成果を融合し災害軽減につなげるための方策が無い状態から開始したため、まずは研究成果の融合に向けてどのような点を解決しなければならないかを明らかにする必要があった。そのため、直ちに大きな成果を得ることは難しいが、本5か年の終了までには、研究の方向性を具体的に示す段階に到達することが期待できる。

このように、これらの総合的な研究に関してはそれぞれ進捗の度合いが異なる。これまでの研究の蓄積が少ない場合や、克服が難しい課題を抱える場合は、サポート体制を強化することも必要となるであろう。いずれにせよ、分野横断型の研究を進めることで新たな成果を目指すという総合的研究の仕組みは概ね順調に成果を出していると考えられ、今後とも改善を加えつつ活用すべきものと考えられる。

4. 3 中長期的展望に挙げられた項目の現行計画での進捗

地震や火山噴火による災害を軽減するための取り組みには、比較的短期間で進展し成果が期待できるものから、短期的な実現は難しいが時間をかけて着実に進展させることによって大きな成果が期待できるものが含まれており、それぞれについて計画的に取り組み着実に実現していくことによって災害の軽減につなげることができる。平成26年から始まった第1次計画では、中長期的な展望の下で体系的に取り組む内容を以下の4項目に整理した。

(1) 地震や火山噴火が引き起こす災害にはどのようなものがあるかを解明し、国民や関係機関に広く知らしめること、

(2) 地震や火山噴火が、どこで、どの程度の頻度・規模で発生し、それらによる地震動、地盤変形、津波、噴火様式等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、溶岩流などの災害を予測することにより対策に役立てること、

(4) 地震や火山噴火の発生とその推移を事前に予測することにより有効な防災・減災対応を採ること。

これらの項目は現計画のみならず今後の観測研究計画に対しても有効と考えられ、計画の進捗に伴い、それぞれの項目における具体的な内容を更新していくことが重要である。

(1) については、過去の長年の観測研究計画に基づいて災害事例の知見の蓄積がある程度進んでいたが、近代的な観測が行われる以前の事象については知見が限られていた。第1次及び現行計画において歴史記録のデータベース化に力を入れることにより、見落とされがち、あるいは技術的に得ることが困難であった低頻度大規模現象に関する知見が大きく上積みされた。対象とする歴史記録や事象を収集済みものに限定し、歴史記録の活用手法を確立することに重点をおく段階から始まり、未収集の歴史記録まで含めて網羅的にデータベース化する段階に移行しつつある。歴史記録や地質学的記録を蓄積しデータベース化するとともに、アクセスのしやすい形で公開することで国民や関係機関に広く知らしめ、災害事例研究に活用するという目標に着実に近づいている。(3)で述べる災害誘因の予測とその可視化も災害を広く知らしめるという点にも寄与している。一方、研究が進むにつれて、起こりうる災害の規模や頻度がこれまでの想定を超える

ことが明らかになるなどの新たな知見も増え、これまでの情報の更新も必要となっている。地震や火山噴火が引き起こす災害を網羅的に解明することは依然として困難であるが、災害現象の解明につながる研究の継続により知見を増やすことは今後も必要であろう。

国民や関係機関に効果的に情報を伝え理解してもらうためには社会の共通理解の醸成や防災リテラシー向上が必須であり、防災リテラシー向上に関する研究が現行計画より開始された。しかしながら、この研究はようやく緒に就いた段階であることから、性急な成果を求めることなく複数分野間の連携を徐々に育みながら継続・発展を目指すべきであろう。

(2) については、データの蓄積により地震や火山噴火の発生頻度や規模に関する知見が増え、地震動や津波、降灰などの災害誘因予測の精度は大きく向上し、長期的な防災・減災対策につながる基礎的な情報は増えた。不確定性を考慮した災害誘因・災害リスク評価が試行され、防災計画策定などの目的に応じて評価結果の選択を支援するシステム作りも行われている。また、防災担当機関へのアウトプットも徐々に進んでいる。一方、巨大地震や大規模噴火の発生間隔は近代的な観測機器によるデータの蓄積がある100年程度の時間スケールよりも一般には長く、史料・考古データ、地質データ等の活用により過去の発生履歴を明らかにする必要がある。第1次及び現行計画により整備が進むデータベースの活用が進み、長期的な予測につながりつつあるものの、今後もデータベースの充実に向けたデータ蓄積の努力が欠かせない。また、得られた情報を地震・火山噴火の長期予測に利用する方法の開発、長期予測に基づく災害誘因予測の検討も必要である。

(3) については、近年、地震や火山噴火の発生直後にその規模を即時的に把握する技術が進展し、緊急地震速報のように実用化がなされたものもある。第1次及び現行計画を通じて、海底観測網のデータを用いた津波規模の即時把握と浸水予測も実用化に近づきつつある。火山噴火直後に噴煙高度を気象レーダーのデータから推定する手法の開発や、噴煙挙動や火山灰降下などのシミュレーション技術に基づいて噴火直後に災害誘因を予測する技術は着実に進歩している。一方、即時的な予測が実現できている災害誘因はまだ限られ、また精度にばらつきがあり、必ずしも直ちに万全の防災対策に対する情報を提供できるレベルにあるわけではない。即時予測することができる災害誘因の種類を増やすと共に予測精度の向上や予測時間の短縮など、今後克服すべき技術的課題は多い。どのような情報をどのような精度・時間で発信できるのか、それ自体が社会に伝えるべき重要な情報である。また、災害誘因の即時予測結果を社会に発信する際には社会の防災リテラシーがどのような段階にあるかに配慮する必要がある。現行計画より始まった防災リテラシーの向上に関する研究との連携が欠かせない。上記(1)とともに継続・発展を目指すべきである。

(4) について、地震分野では地殻変動データから推定したひずみ蓄積に基づく内陸地震発生の長期評価予測手法に関する研究は順調に進んでいる。火山噴火予測に関しては、観測網が充実したことと多くの火山での多年のデータの蓄積が進んできたことから、経験に基づく予測研究として火山活動推移モデルや事象分岐の論理的判断基準が研究されている。ある程度の規模の噴火発生についてはその危険性が定性的に評価されるようになり、気象庁により噴火警戒レベルの発出という形で防災・減災対応が取られている。また、突発的な水蒸気噴火の直前に山体膨張や微動の発現などの前兆現象も捉えることに成功した例もある。しかしながら、防災・減災対応にとって重要な情報である噴火規模や推移予測に関しては経験則に頼っており、より適用性・信頼性が高い観測データと物理モデルに基づく定量的な予測はまだ実用化の目処は立っておらず、基礎研究をしっかりと行う必要がある。また、予測結果を発信する際に防災リテラシーに配慮する必要がある点は(3)と同様であり、(1)との関係も同様である。

以上、中長期的展望に記された各項目に関しては、それぞれの進展状態はまちまちであるものの、第1次及び現行計画を通じて着実に進んでいる。今後も社会実装につなげる段階を目指して、異分野間の連携を強化しつつ研究を着実に継続する必要がある。特に現行計画から始まった防災リテラシー向上に関する研究は、他の研究成果を社会に発信し災害軽減に真に役立てるという目的にとって欠かせないものであり、他の研究項目との連携強化に特に力を入れつつさらに発展させる必要がある。

4. 4 観測研究計画の今後の方向性

現行計画では、地震・火山現象の発生や推移、発生場の解明に関して様々な知見が得られており、例えば、スロー地震の応力载荷により大地震が誘発されたと考えられる事例の観測など、発

生予測につながる基礎的な知見が増えている。地震・火山現象の解明は、発生予測や災害誘因予測など災害軽減に貢献する研究全ての基礎になるものであり、観測の長期的な継続は言うまでもなく、時空間的な分解能を上げるための観測・解析手法の開発と高度化、実験や理論的な研究の推進を継続することが求められる。地震・火山観測と並んで、史料・考古資料の分析、地形・地質調査も、近代的観測の開始以前からの地震・火山噴火現象を理解する上で重要な役割を果たしている。現行計画によりデータの蓄積は着実に進み、過去の地震・火山噴火現象に関する新たな知見が得られつつある。史料・考古・地形・地質のデータは断片的である場合が多いが、これらの統合的な整理を進めるとともに、近現代に行われた観測のデータと組み合わせることで、地震・火山現象の理解の深化に寄与することが期待される。

また、このようにして得られる統合データに基づいて、地震・火山噴火現象に対する人間・社会の応答に関する文理融合研究を広範に展開することにより、将来の災害軽減に資するさらなる知見が得られることが期待される。

地震・火山噴火現象の発生予測の研究は、現象解明の成果を災害軽減という観測研究計画の大きな目的につなげる重要な役割を担っている。地震発生予測に対しては、科学的知見と技術を総動員して将来の大地震の発生を予測すべく、観測と物理モデルに基づく地震発生予測研究が重点的に進められている。内陸地震の長期予測に関しては測地データに基づく地震発生確率の試算が行われるなど有望な成果が得られ始めており、将来の実用化に向けた発生予測実験の実施が望まれる。プレート境界については、様々な滑り現象を説明するモデルが提案され始めているが、予測モデル・手法の高度化と社会実装を目指した検証のため、次の段階としては、プレート境界で比較的短期間で繰り返されるスロー地震や繰り返し地震などを対象に、滑り発生の予測実験を試行的に行うことなどが考えられる。また、予測実験を効果的に実施するため、その共通基盤となる構造モデルや物理モデルなどの整備を進める必要がある。

火山噴火予測に対しては、火山噴火の準備過程から、発生・推移変化・終息までを一連の現象として捉えることにより、噴火予測の5要素を一体のものとして捉え、予測の高度化を目指す火山活動推移モデルの構築が重点的研究として進められている。今後も、データの蓄積と火山現象の物理・化学的理解を進め、火山活動推移モデルに基づく予測手法の開発を継続すべきである。その際、文部科学省の次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトで構築が進む多項目データベースの活用が有効であろう。火山の状態を定量的に評価する指標の開発が進んでいることから、いくつかの火山を対象とした噴火推移予測・活動予測実験を試行的に行うことを視野に入れるべきである。

観測研究計画を社会の防災・減災に貢献する実用科学として推進するため、災害誘因の評価や災害リスク評価の研究を推進してきた。災害誘因予測に関しては予測精度やリアルタイム性が向上し、手法のいくつかは社会実装がなされている。また、社会実装に近づきつつあるものもあり、その流れを促進していく必要がある。予測結果に必然的ともなう曖昧さを対象とする研究も社会実装に向けて避けて通ることができないものであり、今後も力を注ぐべきである。

現行計画においては、分野横断型の総合的研究の枠組み、及び拠点間連携研究の枠組みを使って、現象から災害誘因、災害リスク、防災リテラシーまで幅広い分野の研究者が知見を共有する場ができ、研究成果の連携も進んでいる。しかしながら、協働による研究成果はまだ限定的であり、必ずしも各分野の最新の成果が災害誘因や災害リスクの評価に反映されていない場合もあることから、これらの枠組みを改善することで協働の強化に一層取り組むべきである。

このように、現象解明、発生予測、災害誘因リスクの予測、防災リテラシーの各分野の研究において災害軽減へつながる道筋が見え始めており、今後は現行計画での成果に基づいて、第1次計画から続く方針をより一層強化・推進すべきと考える。社会の減災対策への実用化という点での到達度は研究テーマにより様々であるため、今後もその到達度や重要性に鑑みて重点的に行う研究テーマを設定し、実用化に向けた試行を促進するなど中長期的な推進体制をとる必要がある。また、観測研究計画で得られた成果は、地震本部、内閣府の検討会、地震予知連絡会、火山噴火予知連絡会等への情報提供を通じて、政府が地震・火山現象に対し行う施策の基礎にもなっており、今後も、観測研究計画の枠組みで地震・火山の観測・研究・人材育成を継続・発展させていくことが必須であると考えられる。

5. まとめ

現行計画は、地震火山観測研究計画を国民の生命とくらしを守る災害科学の一部として推進するという第1次計画からの方針をさらに強化し推進することを目指して立案・実施されている。新たな方針が参加者に浸透した結果、文理融合型の研究が進み、具体的な成果が生まれつつある。地震や火山及びそれらに起因する災害についての社会の理解を効果的に広める手法を研究する分野として新たに開始した防災リテラシーの向上に関する研究においても様々な手法の構築が始まるなど、重要な成果が出始めている。また、研究成果の社会実装を促進するための新たな仕組みとして、地震・火山現象の予測手法に関する3つの研究項目を重点的研究に設定したが、これまでにモデルや手法の開発と検証が進むなどそれぞれに成果が上がっている。特に、新たな長期予測手法の開発に関しては、地震本部による長期評価に活かすという社会実装に向けた情報交換が始まっている。また、現象の理解、それに基づく予測、災害の軽減策を分野横断で進める総合的な研究についても強化・拡充された5つの研究対象について実施され、新たな成果が生まれつつある。

現行研究計画において最も特筆すべき点は、地震発生の長期予測に関して、過去事例に重きを置いた従来型の予測から、観測データを活かした予測への転換に向けた第一歩を踏み出したことである。「観測データに基づく予測」という方向性は今後も維持発展すべきであるが、そのためには、その背景となっている全国的な観測網の充実、データの蓄積、現象の理解に基づく物理モデルの構築、予測や観測手法の開発・発展を今後も継続・強化することが前提となる。また、新たな手法の妥当性を検証し、高度化を進めることも欠かせない。

火山分野においては既にデータに基づく予測が幅広く取り入れられており、気象庁による噴火警戒レベルに反映されるなど社会実装が進んでいる。しかし、噴火後の推移予測や突発的な現象の予測、大規模噴火の予測など、更なる研究を必要とする課題も多く、今後も幅広い研究の継続が必要である。

地震火山現象に起因する災害に関する情報を、実際の災害軽減において効果的に活用するためには、社会の理解の醸成や情報伝達手法の向上に関する研究を欠かすことはできない。現行計画において開始された防災リテラシーの向上に関する研究や、分野横断型の総合的研究の仕組みを活用し、文理共同で本観測研究計画全体を発展させていくことが不可欠である。また、研究成果を広く公開し、新たな分野からの参画をさらに進めることも必要であろう。

用語解説

アウターライズ域, アウターライズ地震

海溝で陸域下に沈み込もうとする海洋プレートがたわむことによって、海溝軸より海側（外側）近傍に形成される海底の高まりをアウターライズ域といい、アウターライズ域で発生する地震をアウターライズ地震と呼ぶ。

異方性

P波の伝わる向きやS波の振動方向によってその伝わる速さが異なること。前者は方位異方性、後者はS波偏光異方性と呼ばれる。また、振動方向の異なるS波が分離して観測点に到着する現象をS波スプリッティングという。異方性は、地殻内の亀裂やマントル内の鉱物結晶が一定の方向に配向することで生じると考えられている。前者は地殻内の応力場を、後者はマントルのダイナミクスを解明する手掛かりとなる。

インバージョン

インバージョン解析（逆解析）の略称。ある事象に関して物理モデルが設定されているとき、その事象において観測された測定値を合理的に説明するモデル中の変数を推定するための数学的解析手法。

液状化

地震による振動により、地盤が液体状になる現象。地上の建造物は沈下や傾斜し、地中の水道管などが浮き上がったりする。

応力載荷

プレート運動や近傍での地震発生によって、着目する領域の応力が増加すること。

応力（場）

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。応力の単位はPa（パスカル）。面に対して垂直な方向の力を垂直応力または法線応力、面に平行な力をせん断応力と呼ぶ。地球科学が取り扱うほとんどの範囲では、応力は6つの独立な成分を持つ2階の対称テンソルとして記述できる。一般に、応力テンソルは対角化が可能であり、3つの固有値と固有ベクトルを、それぞれ主応力と主応力軸と呼ぶ。特に3つの主応力を、

圧縮が大きい方から順に最大主応力，中間主応力，最小主応力と呼ぶ。主応力の大きさや主軸の向きの空間的な分布の状態を応力場という。最大主応力と最小主応力の差を差応力，3つの主応力の平均値からのずれを偏差応力と呼ぶ。震源域のせん断応力が岩盤のせん断破壊強度に達したときに地震が発生すると考えられている。

応力降下量

地震発生時の断層滑りによって，断層面にかかるせん断応力が，地震発生前に比べてどの程度低下したかをあらわす量。

海底地殻変動観測

海底の地殻変動を観測すること。以下のような手法がある。

- ・GNSS-音響測距結合方式：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音響トランスポンダー（基準局）との距離を，音波を用いて測定することにより，地殻変動による基準局の絶対位置の変化を長期間にわたって観測する手法。GNSS-Aと略されることもある。
- ・海底間音響測距：音波を用いて海底の基準点間の距離を測定することにより，地殻変動による2点間の相対変位を連続的に観測する手法。
- ・海底圧力観測：海底の圧力変化を測定することにより，地殻変動による上下方向の相対変位を連続的に観測する手法。
- ・孔内観測：海底下に掘削された孔（ボアホール）の内部に設置した機器により，地殻変動による地殻のひずみ・傾斜や，間隙水圧の変化を長期間にわたって連続的に観測する手法。

化学組成

ある物質を構成する元素や化合物などの化学成分が，それぞれどのくらいの比率で含まれているかを示したもの。

学術情報ネットワーク

日本全国の大学・研究機関等の学術情報基盤として，国立情報学研究所が構築，運用している情報通信ネットワーク。SINETと略されることもある。

確率利得

地震発生の物理モデルや先行現象の発生確率等に基づいた予測手法による大地震の予測確率が，平均再来間隔等の単純な統計モデルから見積もられる

ものに比べて何倍になるかを表す指標。

火砕丘

繰り返し小規模な噴火を繰り返した火口のまわりに火山砕屑物が積もってできた円錐形の地形。

火砕流

高温の火山砕屑物が、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。噴火によって火口から噴出した噴煙柱の崩壊や、溶岩ドームの崩落により発生し、火口から長距離にわたって流下して大きな被害を及ぼす。

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。

火山活動の不安定化事象

火山活動の状態（火山性地震や噴気量など）が平常のレベルより高まること。unrest（アンレスト）とも言う。火山活動の不安定化事象が生じても、噴火に至るとは限らない。また、火山活動の定性的な不安定化を意味する火山活動の不安定化事象を、多項目のデータを参照して定量的に表現するコミュニケーション・ツールとして、近年、VUI（Volcanic Unrest Index, 火山活発化指数）と呼ばれる指標が提案されている。

火山活発化指数

火山活動の不安定化事象の項を参照。

火山機動観測実証研究事業

火山の噴火やその前兆と思われる現象が発生した際に、迅速かつ効率的に機動観測を行える体制を構築する実証研究を行うことを目的として、文部科学省の下で実施されている事業。

火山性地震

火山体またはその周辺で発生する地震。火山内部の応力場や流体の状態を反

映していると考えられている。

火山性微動

火山活動に伴って起こる微動。火山内部の応力場や流体の状態を反映していると考えられている。火山性地震とは異なり震動が数分から数時間、ときには何日間も継続することがある。

火山灰

火山噴火により噴出した固体（火山砕屑物）のうち、直径 2 mm 未満の細かい破片。

（火山）爆発指数

火山の噴火の規模を表す指数。爆発的噴火に伴い降下した火山砕屑物の量に基づいて推定される。指数の推定の際、溶岩ドームや溶岩流として噴出したマグマの量は含まれない。VEI (Volcanic Explosivity Index) と略記され、VEI 0 から VEI 8 までの 9 段階に区分される。1 は小噴火、2～3 は中規模噴火、4～5 は大規模噴火、6 はカルデラ形成をともなう巨大噴火、7 以上は地球規模に影響を及ぼす破局的な噴火に対応する。

火山噴火予知連絡会

火山噴火予知計画（文部省測地学審議会（現文部科学省科学技術・学術審議会）の建議）により、関係機関の研究及び業務に関する成果及び情報の交換、火山現象についての総合的判断を行うこと等を目的として、昭和 49 年に設置された機関（事務局は気象庁）。年に 2 回開催する定例会では全国の火山活動について総合的に検討を行う。火山噴火などの異常時には、臨時に開催し、火山活動について検討を行う。



<https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/CCPVE.html>

活火山

現在活発な噴気活動のある火山だけでなく、歴史記録や噴出物の調査から、概ね過去 1 万年以内に噴火したと認められる火山。現在、日本には 111 の活火山がある。

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。

下部地殻

地殻の項を参照。

カルデラ（形成）噴火

輪郭が円形またはそれに近い大きな陥没地を形成する巨大な噴火の様式。

間隙流体圧

土や岩石中の粒子間のすきま（間隙）に入り込んだ流体（多くの場合、水）にかかる圧力。間隙水圧ともいう。

完新世

地質時代の区分のひとつで、最終氷期が終わった約1万年前から現在までを指す。

企画部

建議に基づく研究全体を円滑に実施するため、研究計画の企画、立案、調整を行う、地震・火山噴火予知研究協議会の下に設けられた組織。

基盤的火山観測網

陸海統合地震津波火山観測網の項を参照。

逆断層

断層面に沿って主として上下方向にずれた断層のうち、浅い側の岩盤がずり上がる場合を逆断層という。

強震（動）記録

強震動の項を参照。

強震動

被害を及ぼすような強い地震動（揺れ）のこと。強震動を振り切れることなく記録するための地震計を強震計と呼び、強震計で記録した波形データを強震記録、または、強震動記録という。

クラスト

土層の表面が硬化して形成される透水性の低い皮膜のこと。火山灰の表層では石膏成分（硫酸カルシウム+水）により形成されることが多い。

繰り返し地震

発生場所（震源）、発震機構解、マグニチュードがほぼ同じで、概ね一定の間隔で繰り返し発生している地震のこと。

グリーン関数

一般には、線形微分方程式において、非斉次項をデルタ関数（インパルス）で置き換えたときに得られる解のこと。ここでは、プレート境界上の任意の場所に、単位振幅の点震源をひとつだけ置いたときに、地表に生じる変形場を指す。プレート境界上のすべり分布により生じる地表変形は、すべり分布に応じた振幅分布をもつ複数の点震源のそれぞれが作る地表変形を足し合わせて求めることができる。

群発地震

本震や余震という区別ができず、ある期間に比較的狭い地域で集中的に発生する一連の地震。

傾斜計

地表面の勾配（傾き）の変化を測定する計器。

降下火砕堆積物

噴火による固形噴出物（火山砕屑物）のうち、噴煙としていったん上空に吹き上がり、風に乗ってある程度水平方向に漂ったのち、重力で地上に落下してくるものや、爆発時に火口から弾道を描いて飛散し地表に落下した火山弾などが地表に降り積もったもの。地表付近で水平方向の速度を持って流れる火砕流や火砕サージによる堆積物とは区別される。

航空機搭載型 SAR

SAR の項を参照。

コーダ（波）

地震波形記録において、直達波に続いて連続的に観測点に到着し、時間と共に振幅が小さくなる地震動部分（波群）。直達 S 波の後ろに現れる波群をコーダ波又は S コーダ波、直達 P 波と S 波の間の波群を P コーダ波と呼ぶ。震源で放射された地震波が、地球内部の不均質構造により散乱されて観測点に到着することで生じると考えられている。

固着

プレート境界や断層においてずれ運動がない状態のこと。

災害素因

災害誘因を受けた際に生じる被害・損失の規模や様態を左右する、地形・地盤などの自然環境の脆弱性（自然素因）や、構造物・人間社会の脆弱性（社会素因）のこと。

災害誘因

災害をもたらす原因（加害力、外力）のこと。英語ではハザード（hazard）という。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が災害素因に作用することで引き起こされる。

事象系統樹

時間と共に進行する一連の事象（イベント）を網羅的に列挙し、それら相互の関係と時間発展（事象分岐）を樹形図（イベントツリー）として整理したもの。それぞれの分岐には、地質学的情報、観測データ、理論などに基づいて確率が付与されることもある。地震活動に関して作成されたものを地震活動事象系統樹、火山活動に関して作成されたものを噴火事象系統樹という。

地震・火山噴火予知研究協議会

科学技術・学術審議会（測地学分科会）による建議に基づく地震及び火山噴火の観測研究に関して、関係機関の連携を緊密にして観測研究計画を協議し、研究の有効な推進を図ることを目的として東京大学地震研究所に設置されている組織。予知協あるいは予知協議会と略称されることもある。



<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/>

地震カタログ

地震の発生時刻や震源，規模（マグニチュード）などの情報をまとめたデータベースのこと。

地震活動予測可能性共同実験（CSEP）

日本・米国・欧州・ニュージーランドが中心となって行っている国際共同実験で，事前に決めた厳密なルールのもと，客観的で透明性のある地震予測検証実験を通じて，地震の予測可能性を探ることを目指している。日本では，東京大学地震研究所に実験検証センターが設けられている。CSEP は Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability の略。



<http://www.eprc.eri.u-tokyo.ac.jp/study/project/csep.html>

地震性滑り

地震波の放射を伴う断層滑り。顕著な地震波の放射を伴わない断層滑りを非地震性滑りと呼ぶ。

地震調査委員会

地震調査研究推進本部の項を参照。

地震調査研究推進本部

地震調査研究推進本部は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，これを政府として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政府の特別の機関として 1995 年 7 月に総理府（現在の所管は文部科学省）に設置された。地震本部と略称されることもある。地震調査委員会は，地震調査研究推進本部の下に設置され，関係行政機関（気象庁，国土地理院など）や大学等の調査結果を収集，整理，分析し，これに基づき地震活動に関して総合的な評価を行う。<https://www.jishin.go.jp/>



地震に関する基盤的調査観測計画

地震本部が 1997 年に，地震に関する全国的な調査観測を安定・継続して推進するために必要な基盤的な観測網の整備や得られたデータ・成果の流通に必要な体制の整備に関する基本的な



考えを取りまとめたもの。

https://jishin.go.jp/about/hokoku97_s8kei/

地震発生層

地殻のうち地震の発生する深さの範囲。地殻深部になると高温になり、地震が発生しにくくなる。場所により地下の温度が異なると、地震発生層の厚さも異なる。

地震モーメント

地震の規模を表す最も基本的な量。震源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。断層運動の規模を表すために用いられることもある。単にモーメントと略されることがある。

地震予知連絡会

地震予知の実用化を促進する旨の閣議了解（昭和 43 年 5 月）及び測地学審議会建議（昭和 43 年 7 月）に基づいて、地震予知に関する調査・観測・研究結果等の情報の交換とそれらに基づく学術的な検討を行うため、昭和 44 年 4 月に発足した組織。国土地理院が事務局を務める。<https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/>



地滑り

斜面の一部あるいは全部が地下水等の影響と重力によって移動する現象。

次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト

平成 26 年の御嶽山の噴火等を踏まえ、火山災害の軽減に資する火山研究の推進（次世代火山研究推進事業）と、広く社会で活躍する火山研究人材の裾野を拡大するとともに、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（火山研究人材育成コンソーシアム構築事業）を目的として、文部科学省が平成 28 年度から実施している 10 ヶ年（予定）のプロジェクト。

<https://www.kazan-pj.jp/>



次世代火山研究推進事業

次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトの項を参照。

地盤変動

地殻変動の項を参照。

シミュレーション

実際の事象を、その事象を支配している法則に基づいてほぼ同様となるように組み立てた模擬空間で再現試行すること。コンピュータを用いた数値シミュレーションを指すことが多い。計画では、強震動や地震発生サイクル等のシミュレーションが行われる。

社会素因

災害素因のうち、人口・建物・施設など人間・社会にかかわる素因。自然素因と対をなす。

首都直下地震

首都圏の直下を震源として発生する地震の総称で、特定の地震を指すものではない。内閣府の首都直下地震モデル検討会では、近い将来に発生が予想される M7-8 クラスの地震として、20 通り以上の地震の想定を行っている。



<http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/index.html>

重力点

国土地理院が設置する、重力の基準となる地点のこと。重力点には、基準重力点、一等重力点、二等重力点の3種類がある。基準重力点の重力は絶対重力測定により、一等および二等重力点の重力は、基準重力点からの相対重力測定により測定される。

消磁

強磁性体が磁化を失うこと。火山においては、マグマが上昇すると、強磁性鉱物が高温にさらされて磁化を失い、磁場に変化が生じる。このように、温度の上昇によっておこる消磁を熱消磁という。また、熱消磁が生じる温度をキュリー温度という。

震源、震央

地震時の断層破壊が始まった場所を震源といい、一般に、緯度・経度・深さで表す。断層破壊が始まった場所であることを強調するために、破壊の開始点ということもある。震源を、直上の地表に投影した地点を震央という。な

お、震源断層や震源域、震源過程を概略的に指して震源と呼ぶこともある。

震源域

地震時に破壊された領域全体のこと。

震源核

強度に不均質がある断層で、断層全体が壊れる（地震発生）前に、断層面上の強度が低い場所で発生する局所的な破壊のこと。地震発生の準備過程で形成されると考えられている。震源核の周辺に生じる応力集中により震源核は徐々に大きくなり、ある限界の大きさ（臨界サイズ）に達したときに、断層全体の急激な破壊（地震）が生じると考えられている。

震源過程

地震は震源域において断層面が滑ることで生じる。このとき断層面上で滑りが伝播する過程のことを震源過程という。断層面上の滑りの速さや向きの時空間変化をあらかじめ指定する運動学的なものを指す。破壊や摩擦の物理法則と連続体力学を用いて断層の滑り伝播過程を動力的に記述する「動的（地震）破壊過程」とは区別されることが多い。

震源断層

地震時に破壊され、滑りが生じた断層のこと。

震度

地震によって生じる、地表における揺れの強さを表す指標。地震の規模を表すマグニチュードとは異なる。日本では、気象庁の震度階級により、揺れの強さは震度0から震度7までの10段階に区分される。1996年3月までは、体感及び建物被害等の状況から震度を推定していたが、現在は、計測震度計により算出される。震度と揺れの状況の関係は、気象のHPを参照。



<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/shindo/index.html>

浸透率

岩石などの多孔質媒質（小さな間隙がたくさんある媒質）内において、流体がどの程度流れやすいのかを表す指標。媒質に含まれる間隙の大きさや量、形状、間隙同士の連結状態を反映する。

水蒸気噴火（水蒸気爆発）

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し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、火山砕屑物（火山岩塊や細粒火山灰）が飛散する。噴出物には、新鮮なマグマ由来の物質は含まれない。

スケーリング則

ふたつの物理量の間との比例関係を与える法則。

滑り遅れ

プレート境界上のある点における滑り速度が、プレート運動モデルから期待されるものより小さい状態。

スロー地震

通常の地震のように断層が急激に滑ることなく、ゆっくりと滑ることによって、蓄積されたひずみエネルギーを解消させる現象。ゆっくり地震ともいう。

スロースリップ

断層面やプレート境界面で発生する非地震性滑りで、非定常なゆっくりとした滑り。長いものでは継続時間が数年に及ぶものもある。ゆっくり滑り、スロースリップイベント（SSE）、準静的滑りともいう。

静穏化

地震活動や火山活動が以前の活動よりも相対的に低下している現象。

正断層

断層面に沿って主として上下方向にずれた断層のうち、浅い側の岩盤がずり落ちる場合を正断層という。

石基

火山岩を構成する組織のひとつ。火山岩中の非常に細かい鉱物粒子からなる緻密な組織を石基と呼び、比較的大きな粒である鉱物結晶を斑晶と呼ぶ。

絶対重力

真空中を落下する物体の運動の精密な測定から求められた重力加速度のこと。これに対して、一定の質量のおもりをつるしたバネの伸びの変化から、

ある時刻のある地点を基準として求めた重力加速度を相対重力という。

節面

メカニズム解およびダブルカップルの項を参照。

先行現象

地震や火山噴火の発生前に、震源域や火山体の内部や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報告されている。前兆現象と呼ばれることもある。

前震

本震の前に，その震源の近傍で起こる地震のこと。

層序

地層の重なっている順序のこと。

即時予測

地震や火山噴火の発生直後に得られるデータを用いて，強い揺れや津波，火砕噴出物の程度や広がり，到来時刻等の防災に役立つ事項を可能な限り速やかに予測すること。地震動の即時予測でよく知られているものとしては，気象庁で運用されている「緊急地震速報」がある。

測地学分科会

文部科学大臣の諮問に応じて，科学技術や学術の振興に関する調査審議をし，答申をする科学技術・学術審議会の下に設置され，測地学及び政府機関が行う測地事業計画に関する調査審議を行う組織。地震や火山の研究も測地学の一分野としてとらえられている。



https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu6/index.htm

遡上高

津波が陸上の斜面や崖等をかけ上がり，その先端が達した最高地点の高さのこと。似た言葉として，津波の高さ（津波高），浸水高（痕跡高）があるが，前者は，海岸にある験潮所や沖にある波浪計等で測った津波の高さ，後者は，平坦な場所にある建物等に残された痕跡に基づく津波の高さである。いずれの場合も，高さは，津波がないときのその時刻の海面（平常海面）を基準と

して測る。また、浸水深は、平地において、地面を基準として測った津波の深さである。

第四紀火山

地質時代のひとつである第四紀（約 260 万年前から現在まで）に活動した火山のこと。

ダブルカップル

地震時の断層運動によって解放される応力は、断層の両側の岩盤それぞれを、断層に沿って互いに逆向きにずれ動かす 1 対の力と、これによって生じる回転運動を打ち消すために必要な、断層面に直交する面に沿った 1 対の力の組み合わせで表すことができる。対（カップル）となった力が 2 組（ダブル）あることから、この組み合わせをダブルカップルと呼ぶ。対をなす力が作用するふたつの面（断層面とそれに直交する面）は、メカニズム解の節面に対応する。また、地震時に震源で生じる破壊現象のうち、単一の断層に沿った滑りとしてあらわせるものをダブルカップル成分と呼ぶ。

弾性・非弾性

外力によって変形した物質が、外力を除去すると元に戻る性質を弾性といい、元に戻らないものを非弾性という。非弾性で媒質が変形することを非弾性変形という。非弾性的性質には、粘性や塑性などの性質が含まれる。地殻の上部は主に弾性的性質を持つが、深部になると粘弾性的性質や塑性的性質を持つことが知られている。内陸地震の発生のメカニズムを理解するためには、粘弾性的性質や塑性的性質を持つ層の影響を理解することが重要であると考えられている。

地殻

地球の固体部分を構成する大きな成層構造のうち、一番外側の層。地殻の内側はマントルと呼ばれている。地殻は海洋地殻と大陸地殻に分類され、海洋地殻は約 6km のほぼ均一な厚さであるのに対し、大陸地殻は平均的には 30km 程度の厚さであるが、安定な大陸地塊等では 60～70km にも及ぶ場所がある。地殻の浅い部分を上部地殻、深い部分を下部地殻と呼ぶ。上部地殻と下部地殻の間に、中部地殻が存在する場合もある。

地殻活動

地殻内で発生する現象全般の総称。

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。地殻内で水は，岩盤の亀裂や岩石鉱物の粒界などに存在していると考えられている。

地動軌跡

地表あるいは地中のある点（観測点）が，地震等による揺れの間にごどのように動いたのかを表したもの。

地盤変動

地殻変動のうち，変化の生じる範囲が狭く，変動源が比較的浅いところにあると思われるもの。

地表地震断層

地震時の断層運動が地表に達して生じた地表面の食い違い。単に，地震断層，あるいは，地表断層ということもある。

中部地殻

地殻の項を参照。

長期評価

地震発生可能性の長期評価の略。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。

長周期地震動階級

通常地震度は低層家屋に被害を生じるような短い周期の地震動の強さに基づく揺れの指標である。これに対し，長周期地震動階級は高層ビルや石油タンク，長大橋梁などの長大構造物の揺れに影響を及ぼす，周期の長い（数～20秒）地震動の強さを表す指標であり，2019年3月から，気象庁により運用されている。

超低周波地震

短周期（高周波）成分がほとんど含まれず長周期（低周波）成分が卓越する地震波を放射する地震で、20～200 秒程度の帯域に卓越した周期を持つもの。ゆっくり滑りや火山活動に伴って生じる。

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。これらの調査により、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。

デイサイト

火山岩の一種。デイサイト質のマグマはケイ素に富んで粘性が大きいため、爆発的な噴火を起こしやすい。火砕流を生じることもある。

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で、2～8 Hz 程度の帯域に卓越した周期を持つもの。ゆっくり滑りや火山活動に伴って生じる。

低周波微動

数分から数日の間、断続的に微弱な低周波振動（数 Hz～10Hz）を発生する現象。低周波地震の重ね合わせと考えられている。

ディストロメータ

水平なシート状にレーザー光が照射された領域を粒子が通過する際に生じる影から、粒子の大きさや落下速度を測定する装置。降水・降雪の観測用に用いられているが、火山灰の測定にも用いられている。

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。

テフラ

噴火によって噴煙や火砕流として噴出した火山砕屑物（火山弾、軽石、火山灰など）が地表に堆積した物。噴火堆積物とも呼ばれる。

テレメータ

地震等の野外観測で得られるデータを，無線通信や電話回線，衛星通信等を介し，大学や研究機関の観測拠点へ伝送すること。

動的（地震）破壊過程

震源過程の項を参照。

当面 10 年間に取り組むべき地震調査研究

地震本部が，2019 年に取りまとめた「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（第 3 期）―」において挙げられた，今後 10 年間に取り組むべき調査・研究項目。



https://www.jishin.go.jp/about/activity/policy_revised/

トモグラフィ

多くの観測データを用いたインバージョン解析により，地球内部の状態を推定する手法。また，この解析によって推定された地球内部の状態を表す図を指すこともある。地震波トモグラフィは，多数の地震計で観測された，多数の地震の地震波の到着時刻や振幅を用いて，地球内部の地震波が伝わる速さや伝わりやすさの分布を推定すること。一般に，地震波が伝わりにくく（減衰が大きい），伝わる速さも遅い領域では，高温の岩盤や多くの流体または亀裂を含んでいる岩盤があると考えられている。地震メカニズムトモグラフィは，多数の地震のメカニズム解から，地球内部の応力場や間隙流体圧の分布を推定すること。

トレンチ調査

地質調査法のひとつで，地表から溝状に掘り込み，地層を新たに露出させ，断面を観察する手法。地震分野では過去の断層運動の年代や周囲の環境の調査，火山分野では過去の噴火史を調査するために有力な方法である。

内陸地震

陸のプレートの地殻内で発生する地震。

南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域

南海トラフ地震発生後 30 分以内に，津波による浸水が 30 cm 以上となると予想される地域をはじめ，南海トラフ地震による津波からの避難対策を特別に

強化する必要があるとして、内閣総理大臣が指定した地域。

熱水系

地熱地帯や火山の地下で形成される、熱水が貯留・循環している領域のこと。

熱水変質

地下数百 m～数 km の高圧下において、温度が 100℃を超える熱水に長時間さらされることで、化学反応により岩石の組成が変化すること。

粘弾性

加えられた力に応じて変形し、力を除くともとの形に戻る弾性的性質と、加えられている力に応じた速さで時間とともに変形が進行する粘性的性質をあわせ持つ性質。粘弾性体に加えられた応力が、粘性的性質による変形に伴い減少していく現象を粘弾性緩和という。

発震機構（解）

メカニズム解の項を参照。

斑晶

石基の項を参照。

ひずみ

岩盤（プレート）などの変形の程度をあらわす量。単位長さ当たりの変位量で定義される。ひずみの空間的な分布の状態をひずみ場という。

ひずみ集中帯

ひずみ速度の項を参照。

ひずみ速度

単位時間当たりのひずみの変化量。ひずみ速度の空間的な分布の状態をひずみ速度場という。測地観測や地形から推定される地殻のひずみ速度が大きい領域はひずみ集中帯と呼ばれる。

比抵抗

単位断面積・単位長さ当たりの電気抵抗値のこと。電気伝導度の逆数。マグマの周辺では高温や流体の存在によって低い比抵抗値を示すことが多い

め、地中の比抵抗の分布（比抵抗構造）を調べることで火山噴火の発生ポテンシャルや地下のマグマの状態を把握する研究が進められている。また、地震の破壊領域と地中の比抵抗構造との関連が注目されている。

微動

長時間にわたって継続する、振幅の小さい地震動のこと。地震等が起これなくても、波浪や風、人間活動などによって定常的に生じる振動を常時微動または雑微動という。

表面波

地表面に沿って伝わる地震動。波の進行方向に対して地表が直交方向に水平に振動して伝播するラブ波と、上下方向に楕円を描くように振動するレイリー波がある。

プレート

地球表面は、十分に冷却して固くなっている最上部マントルと地殻を合わせた、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呼ばれ、その動きをプレート運動という。また、隣り合う 2 つのプレートの境界がプレート境界である。プレート境界で発生する地震はプレート境界地震、プレートの内部で発生する地震はプレート内地震と呼ばれる。

プレート境界（面）

プレートの項を参照。

プレート境界地震

プレートの項を参照。

噴火堆積物

テフラの項を参照。

噴火様式

噴火時にマグマが地表に噴出する際、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。主な噴火様式としては、以下のようなものがある。

- ・プリニー式噴火：マグマの粘性が高い火山に見られる噴火様式で、数十分から 1 日程度にわたり、大量の火山ガスと火砕物（火山灰や軽石）からな

る噴煙柱を形成する。噴煙柱の高さは成層圏に達し、広範囲に火砕物を降下させる。細粒の噴出物が成層圏にとどまり、世界の気候に影響を及ぼすこともある。噴煙柱の広がり小さいものは、準プリニー式噴火と呼ばれる。

- ・ブルカノ式噴火：マグマの粘性がやや高い火山に見られる噴火様式で、爆発的な噴火を伴う。火山弾や火山礫を空中高くに噴出し、細粒な火山灰を放出し黒色の噴煙を上げる。
- ・ストロンボリ式噴火：マグマの粘性が低い火山に見られる噴火様式で、比較的小規模で間欠的な爆発を規則的に繰り返す。噴出物のほとんどを、半ば固結した溶岩片が占め、火山灰はほとんど放出しない。噴火が長期にわたって継続することが多い。

分散型音響計測システム (DAS)

光ファイバーに光パルスを入力すると、ファイバー中の不純物による散乱が生じる。微小な振動や変形を加えたときに生じるわずかな散乱点の移動を検出することで、光ファイバーケーブルに沿った振動や変形を空間的に連続して計測する技術。DASはDistributed Acoustic Sensingの略。分散型音響センシングともいう。

ポアソン過程

事象の発生確率が時間に依存せずに常に一定（先行する事象の発生や、その後の経過時間が、後続の事象の発生確率に影響を与えない）であるような過程。

防災リテラシー

地震・火山噴火災害に対して適切な防災対策や避難行動をとることができるよう、地震・火山に関する基本的な知識、住む地域の災害リスクの知識、災害情報（警報、注意報）の知識、防災対策や避難方法に関する知識とそれらを活用する能力を身につけること。

放射非平衡

放射性元素が崩壊する過程で生じる中間壊変生成核種の存在比が、堆積・浸食・火山活動等の地学的な過程により、崩壊定数から想定される平衡状態の存在比からずれることがある。これを放射非平衡といい、平衡状態に戻るまでの存在比の変化は時間の関数となる。岩石に含まれる放射非平衡状態の元素の存在比を測定することで、ずれが生じてからの時間を知ることができる。

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。

マイクロジオデータ

個々の人の動きや建物の状態を扱える程度に詳細な地理空間情報。

マグマ (マグマの結晶化, 上昇, 発達, 流動, 破碎, 脱ガス)

岩石物質が高温で部分熔融し、メルトと結晶と揮発性 (ガス) 成分が混合したもの。日本列島下では、主として沈み込むプレートが持ち込む水によりマントルが部分熔融することで生成する。上昇途中では周囲の岩石と密度が釣り合う場所に滞留してマグマ溜まりを作る。マグマ溜まりに滞留する間に結晶化が進んだり (結晶分化)、地殻内を上昇する途中で地殻物質を取り込んだりすることで多様な組成のマグマができる (マグマの発達)。マグマ溜まりの圧力が高まる、あるいはメルト中に溶け込んでいた揮発性成分が気泡となり (脱ガス) 密度が下がるとマグマは上昇を始める。マグマ中のケイ素の量により粘性が大きく異なり、ケイ素が少ない玄武岩質マグマは粘性が低いために流動性が高く、穏やかな噴火をしやすい。ケイ素が多い流紋岩質マグマは粘性が高く、爆発的噴火になりやすい。マグマが地表に到達する前にマグマ中にあるガス成分が周辺岩体への浸透・拡散などで十分に抜ければ爆発性が低下し、ガス成分が残れば爆発性は高まる。マグマ中の気泡の割合が増えると液体部分が細かくちぎれ、大小さまざまな破片になる。これをマグマの破碎という。

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。

マグマ溜まり

マグマの項を参照。

マグマ水蒸気噴火 (マグマ水蒸気爆発)

マグマが、火山体内部または地表付近の水に接することで、急激に加熱された水が気化して体積が膨張することで発生する爆発的な噴火。噴出物には、噴火口付近の岩石が砕けた火山岩塊や細粒火山灰だけでなく、マグマ由来の物質も含まれる。

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、ストロンボリ式噴火、プリニー式噴火、溶岩流を伴う噴火などがこれにあたる。

摩擦構成則

応力とひずみのように、異なる物理量を関係づける法則を構成則という。摩擦構成則は、摩擦係数を、断層の滑り速度や滑り量、滑りの履歴等の関数として表したものの。

摩擦特性

断層に作用する応力や断層の滑り速度、周辺の温度、間隙流体圧等に対する、断層の摩擦強度の依存性。

マントルウェッジ

海溝から沈み込んだ海のプレート（スラブ）と、上盤の陸の地殻に挟まれたくさび（ウェッジ）形のマントルの領域。

ミューオン（ミュオン）

電子と同種の素粒子で、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として、地上に絶え間なく降り注いでいる。透過する物質の密度によって宇宙線ミューオンの減衰が異なることを利用して、X線の透視撮影のように地殻内部の密度分布を調べる試み（ミュオグラフィ観測）がなされている。

メカニズム解

地震時の断層運動を断層面の向き（走向、傾斜角）と相対滑りの向き（滑り角）によって表現したもののこと。発震機構解あるいは発震機構ともいう。地震波の放射パターン（地震波の初動の振動方向）から求められたものを初動解、波形全体から求められたものをCMT解と呼ぶ。初動解において、初動が上向きの領域と下向きの領域の境界を節面という。メカニズム解のタイプは、正断層型、逆断層型、横ずれ断層型に大別される。震源域の応力場を知る手がかりとなる観測データである。

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。

ゆっくり滑り

スロースリップの項を参照。

溶岩

火山噴火時に火口から地表に出たマグマ物質。冷え固まって岩石となった後も「溶岩」と呼ばれる。溶岩が連続して地表を流れる現象を溶岩流という。

溶岩ドーム

火口から押し出された粘性の高い溶岩が、山体を流れ下ることなく固まってできたドーム状の地形。溶岩の塊そのものを指すこともある。

余効滑り

地震が発生した断層面と同一の面上で、地震の後に起こるゆっくりとした滑り。

余効変動

地震の後に震源域あるいはその周囲で発生する地殻変動。

横ずれ断層

断層面に沿って主として水平方向にずれた断層。断層を挟んで他方の岩盤を見たときに、その岩盤が右向きにずれていれば右横ずれ断層、左向きにずれていれば左横ずれ断層という。

余震

本震，余震の項を参照。

ラブ波

表面波の項を参照

ラミナ構造

ひとつの地層（単層）の中に見られる細かい縞状の構造のこと。葉理ともいう。

陸海統合地震津波火山観測網

防災科学技術研究所が運用する、全国の陸域から海域までを網羅する地震・津波・火山の観測網の総称。略称はMOWLAS（モウラス：Monitoring of Waves on Land and Seafloor の略）。

<https://www.mowlas.bosai.go.jp/mowlas/>

以下の8つの基盤観測網（うち7つは既設、1つは整備中）から構成される。



陸域の基盤観測網

- ・高感度地震観測網（Hi-net）：全国に展開された約800点の高感度地震計からなる坑井式微小地震観測網。

<https://www.hinet.bosai.go.jp/?LANG=ja>

- ・全国強震観測網（K-NET）：全国に、約20km間隔で設置された1000点以上の地表強震観測点からなる観測網。
- ・基盤強震観測網（KiK-net）：全国に展開された約700点の強震観測点からなる観測網。各観測点で、地表と地中の双方に強震計が設置されている。

<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>

- ・広帯域地震観測網（F-net）：全国に展開された約70点の広帯域地震観測点からなる観測網。

<https://www.fnet.bosai.go.jp/top.php?LANG=ja>

- ・基盤的火山観測網（V-net）：全国の16火山に設置された坑井式地震計・傾斜計と広帯域地震計、GNSSなどからなる観測網。<https://www.vnet.bosai.go.jp/>



海域の基盤観測網

- ・日本海溝海底地震津波観測網（S-net）：日本海溝沿いの海底に設置した、地震計と津波計が一体となった観測装置を海底光ケーブルで接続した観測網。観測装置は150カ所、ケーブル総延長は約5,700kmである。

<https://www.seafloor.bosai.go.jp/S-net/>

- ・地震・津波観測監視システム（DONET）：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。南海トラフの地震及び津波を常時観測監視するため、熊野灘沖に展開されたシステム（DONET1）と、紀伊水道沖に展開されたシステム（DONET2）からなる。

<https://www.seafloor.bosai.go.jp/DONET/>



・南海トラフ海底地震津波観測網 (N-net) : 南海トラフ地震の想定震源域のうち、観測網がまだ整備されていない高知県沖から日向灘にかけて設置が計画されているケーブル式海底地震・津波観測システムのこと。



<https://www.jishin.go.jp/main/seisaku/hokoku20a/k84-3-2.pdf>

レオロジー

物質の変形や流動の大きさや速さと、単位面積あたりに働く力（応力）の関係。

レシーバー関数

地震波速度の不連続面では、P波のエネルギーの一部がS波へと変換される（P-S変換）。地震の初期微動の水平動成分（主にP波から変換したS波からなる）から鉛直成分（主にP波からなる）を除去（デコンボリューション）して、不連続面でのP-S変換により生じたS波を検出する手法をレシーバー関数解析といい、得られた時系列をレシーバー関数という。

a-b 値

断層の摩擦特性を特徴づけるパラメータのひとつ。室内実験によって得られた摩擦構成則において、a 値は、滑り速度に対する摩擦係数の依存性の強さを表し、b 値は、滑りの履歴に対する摩擦係数の依存性の強さを表すものとして定義されている。a-b 値が負の時は、滑り速度の増加に伴い摩擦係数が小さくなるので、断層滑りが加速して地震発生に至ると考えられている。a-b 値が正の時には、断層滑りが加速すると摩擦係数が大きくなり、滑りの加速が抑制されると考えられている。

b 値

地震の規模別頻度を、横軸にマグニチュード、縦軸に地震の発生数の対数をとってプロットした際の傾きの大きさ。通常は0.7~1.0程度である。

CMT（解）

メカニズム解の項を参照。

DEM

数値標高モデル（Digital Elevation Model）の略。地表面を等間隔の正方形に区切り、それぞれの正方形の中心点の標高の数値データを与える。

DONET

陸海統合地震津波火山観測網の項を参照。

ETAS モデル

ETAS は、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

国土地理院が運用する GNSS 連続観測システムのこと。全国に展開された約 1300 ヶ所の電子基準点とつくば市にある GEONET 中央局からなる。



<https://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/eiseisokuchi41012.html>

GIS

地理情報システム (Geographic Information System) の略。地理的位置に関する情報を持ったデータ (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。地球上での位置決め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、及び電波を受信して三次元的な地球上の位置や正確な時刻を知る目的で使用する利用者群の総称。米国が構築した GPS、ロシアの GLONASS や、ヨーロッパ連合 (EU) の Galileo、日本の QZSS (みちびき) などのシステムがある。

GNSS 搬送波位相

受信機で復調した GNSS 測位信号の搬送波位相角を連続的に測定したもの。精度の高い測定が可能のため、精密測位に使用される。また、火山監視では、噴煙による電波伝播速度 (光速) の変化の検出に用いられる。

HIST-ETAS モデル

データに含まれる時空間的な不均質を考慮してモデルパラメータを推定できるように改良された ETAS モデル。

J-SHIS

地震調査研究推進本部が取りまとめた「全国地震動予測地図」に関するデータを一元的に管理し、地震ハザードを地図上に表示する Web サービス。防災科学技術研究所により運用されている。 <https://www.j-shis.bosai.go.jp/>



JVDN システム

Japan Volcanological Data Network の略。火山研究の発展と火山防災の推進のため、大学や研究機関、行政機関が持っている観測データの流通・共有を目的として開発されたデータベース。 <https://jvdm.bosai.go.jp/portal/ja>



K-NET

陸海統合地震津波火山観測網の項を参照。

KiK-net

陸海統合地震津波火山観測網の項を参照。

LiDAR

Light Detection and Ranging の略。光を用いたリモートセンシング技術のひとつ。パルス状に照射したレーザーの反射光や散乱光を観測して、測定対象物までの距離や対象物の性状を計測する技術。

M

地震の規模を表す指標であるマグニチュードの略号。推定に使うデータやデータ処理の方法により、同一の地震でもマグニチュードが異なることがある。気象庁によって推定されたマグニチュードを Mjma あるいは Mj と表記することがある。

MCMC

インバージョン解析において、観測値を合理的に説明する物理モデルの変数を求める際に、変数をランダムに変動させる探索法であるマルコフ連鎖モンテカルロ法 (Markov Chain Monte Carlo methods) の略。従来の探索法に比べて、初期値の影響を低減し、変数を取りうる値を広く探索でき、最終的に得られた変数の信頼度を定量的に評価できるという利点がある一方、計算に時

間がかかるという課題がある。

MT 観測 (MT 探査, MT 法)

物理探査の手法の一つで、電気伝導度など地下の電氣的性質を調査する手法。地磁気地電流法 (Magnetotelluric method) の略。地表で電場と磁場を測定し、地表に入射する電磁場とそれによって地中で誘導される電磁場との関係を用いて、地中の比抵抗構造を算出する。

Multi-GAS

Multicomponent Gas Analyzer System の略。1台で複数成分のガスの濃度を測定できる装置。火山ガスの組成分析に用いられる。

N-net

陸海統合地震津波火山観測網の項を参照。

P 波

Primary wave (第一波) または Pressure wave (圧力波) の略。伝播方向と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。P波の伝播速度は、 V_p あるいは α と略記されることが多い。

PL 波

地殻内で地震が発生した際に、P波とS波の間に見られる、周期3～10秒の長周期の地震動。震源から放射されたP波が地殻内で多重反射して生じると考えられている。

PLUM 法

Propagation of Local Undamped Motion 法。震源や地震の規模の推定は行わず、震度を予測しようとする地点の周辺の地震計で観測された揺れの強さから、直接、予測対象地点の震度を予想する新しい即時予測手法。巨大地震が発生した際でも精度良く震度を予測できる。

Pn/Sn 波

地殻内で発生した地震の震源から放射されたP波またはS波が、マントル最上部を屈折波として伝わってきた地震動。

Q 値

地震波の減衰の強さを表すパラメータ。Quality factor の略。Q 値が小さいほど地震波は減衰しやすい。

SAR

SAR は Synthetic Aperture Radar (合成開口レーダー) の略。レーダーを搭載する人工衛星や航空機が移動中に得たデータを合成することで移動方向の開口面を大きく拡大し、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捉える手法である。

SSE

スロースリップの項を参照。

S-net

陸海統合地震津波火山観測網の項を参照。

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。伝播方向と直交する面内で振動する弾性波。固体のみを伝わるができる。S 波の伝播速度は、 V_s あるいは β と略記されることが多い。

S 波スプリットティング

異方性の項を参照。

VLBI (超長基線電波干渉法)

Very Long Baseline Interferometry の略。はるか遠くにある天体から放射される電波を利用して、アンテナ間の正確な距離を測定する手法。数千キロメートル離れたアンテナ間の距離を、わずか数ミリメートルの誤差で測ることができる。

X バンド MP レーダー

X バンド (9 GHz 帯, 波長 25~37mm) で、振動方向が異なる (鉛直偏波と水平偏波) の電波 (マイクロ波) を使ったレーダー。MP は Multi Parameter の

略。雨量観測に広く用いられている。火山監視においては、散乱強度と鉛直偏波と水平偏波の散乱強度比から噴煙と水滴（雲や雨）を識別でき、噴出物粒子の形状や量も見積もることができる。

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
	計	275	287	290	302	317	336	383	438	430	666
地殻変動 (歪計等)	文部科学省								15	41	41
	防災科学技術研究所	27	27	28	29	29	30	45	42	46	52
	工業技術院地質調査所								11	11	17
	気象庁	33	33	33	33	33	33	33	33	34	35
	国土地理院	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
(GNSS)	国立大学等	86	86	86	87	89	101	110	111	116	114
	防災科学技術研究所	12	14	16	28	28	28	19	19	19	1
	工業技術院地質調査所								11	11	14
	海上保安庁水路部						2	4	4	14	16
(SLR)	国土地理院			2	4	110	210	610	887	947	973
	国立大学等	15	23	24	25	25	50	68	59	64	60
	通信総合研究所							4	4	4	4
(VLBI)	海上保安庁水路部							1	1	1	1
	通信総合研究所	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5
(VLBI)	国土地理院				1	1	1	2	4	4	4
	計	181	191	197	215	324	463	905	1211	1322	1342
地下水	防災科学技術研究所	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	工業技術院地質調査所	26	33	19	18	19	22	22	36	39	44
	国立大学等	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	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	気象庁	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	国土地理院	4	4	4	4	4	4	15	15	15	15
	国立大学等	31	32	34	35	38	39	43	44	36	36
	計	40	43	47	49	52	53	73	75	67	67
重力	国土地理院	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	国立大学等	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	16	16	16	16	16	16	16	27	27	28
	気象庁	62	62	62	62	62	66	77	77	77	77
	国土地理院	25	25	26	26	31	32	32	31	31	31
	国立大学等	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9
	計	110	110	111	111	116	121	134	147	148	150

※ 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令和2年度より、北海道立総合研究機構地質研究所 ⇒ 北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所へ組織変更
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GNSSについては、地殻変動観測以外の目的で設置されたDGNSS局を含む

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
	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	196	191	191
	国土地理院 国立大学等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(広帯域)	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
(機動)	国立大学等	46	46	46	40	40	73	73	73	73	73
	計	1110	1261	1303	1390	1403	1436	1422	1434	1429	1441
地殻変動 (歪計等)	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
	産業技術総合研究所	17	16	16	16	15	16	16	18	19	19
	気象庁	35	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	国土地理院 国立大学等	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
(GNSS)	防災科学技術研究所	1	1	3	3	3	3	4	4	4	-
	産業技術総合研究所	5	5	4	4	3	3	3	5	5	5
	海上保安庁海洋情報部	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	国土地理院	983	992	992	1284	1314	1320	1328	1336	1350	1352
	国立大学等	59	57	57	59	59	59	75	73	86	86
(SLR)	情報通信研究機構	4	4	3	-	-	-	-	-	-	-
	海上保安庁海洋情報部	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
(VLBI)	情報通信研究機構	5	5	4	1	1	1	1	1	1	1
	国土地理院	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
(海底地殻変動)	海上保安庁海洋情報部	1	9	11	14	16	18	18	18	18	18
	国立大学等			1	4	7	11	13	10	12	12
計		1357	1375	1374	1670	1702	1678	1707	1706	1734	1723
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
験潮	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
令和2年度より、北海道立総合研究機構地質研究所 ⇒ 北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所へ組織変更

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GNSSについては、地殻変動観測以外の目的で設置されたDGNSS局を含む

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	28年度	29年度	30年度	元年度	2年度	3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)					(災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次))			
地震 (高感度)	防災科学技術研究所	788	788	788	787	788	788	788	964	989	989	989	989	989	989
	海洋研究開発機構	6	16	25	26	26	34	58	7	8	9	7	6	6	
	産業技術総合研究所	28	28	28	28	29	29	29	29	29	29	29	29	29	
	気象庁	208	208	208	248	257	257	257	257	257	257	257	257	257	
	国土地理院 国立大学等	-	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
	計	237	245	245	243	251	238	239	239	244	240	237	237	239	
(広帯域)	防災科学技術研究所	73	73	73	73	73	73	73	124	124	124	124	124	124	
	海洋研究開発機構	-	-	-	29	21	29	52	1	2	3	3	3	3	
	産業技術総合研究所	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	気象庁	-	-	-	-	-	20	20	20	20	20	20	20	20	
	国立大学等	50	42	50	44	44	44	44	44	47	45	45	45	44	
	計	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	計	1391	1403	1420	1480	1491	1514	1562	1687	1722	1717	1712	1711	1711	
地殻変動 (歪計等)	文部科学省	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	防災科学技術研究所	49	47	47	47	47	47	40	40	40	40	40	40	40	
	産業技術総合研究所	28	27	27	27	27	27	27	27	26	24	24	24	24	
	気象庁	36	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	
	国土地理院 国立大学等	5	4	4	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	
	計	86	90	93	83	83	83	83	83	80	82	75	70	68	
(GNSS)	防災科学技術研究所	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	産業技術総合研究所	11	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
	海上保安庁海洋情報部	35	35	35	35	35	35	35	35	35	34	7	7	7	
	国土地理院	1348	1347	1347	1330	1330	1330	1335	1330	1335	1336	1335	1331	1336	
	国立大学等	75	127	133	99	99	106	116	116	119	65	65	68	68	
	計	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
(SLR)	情報通信研究機構	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	海上保安庁海洋情報部	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
(VLBI)	情報通信研究機構	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	国土地理院	4	4	4	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	
(海底地殻変動)	海上保安庁海洋情報部	18	18	24	24	24	24	24	24	23	23	23	27	27	
	国立大学等	12	11	9	35	35	35	34	34	35	33	32	36	37	
	計	1716	1764	1777	1737	1738	1745	1753	1748	1751	1692	1656	1658	1662	
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	48	47	47	47	46	46	
	国立大学等	12	12	14	10	10	10	10	10	10	10	8	8	4	
	計	61	61	65	61	58	58	58	58	57	57	55	54	50	
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	6	6	6	6	6	4	
	国土地理院 国立大学等	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13	13	
	計	33	37	37	30	30	30	29	29	28	27	24	23	23	
	計	54	57	57	50	50	50	49	49	48	47	44	42	40	
重力	国土地理院	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	国立大学等	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	
	計	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	
験潮	防災科学技術研究所	3	3	3	3	3	3	3	179	204	204	204	204	204	
	海洋研究開発機構	5	15	24	32	32	32	56	5	5	4	2	2	2	
	海上保安庁海洋情報部	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
	気象庁	71	74	97	108	109	109	109	109	106	106	106	106	106	
	国土地理院	27	27	27	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
	国立大学等	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
	計	130	143	175	192	193	193	217	342	364	363	361	361	360	

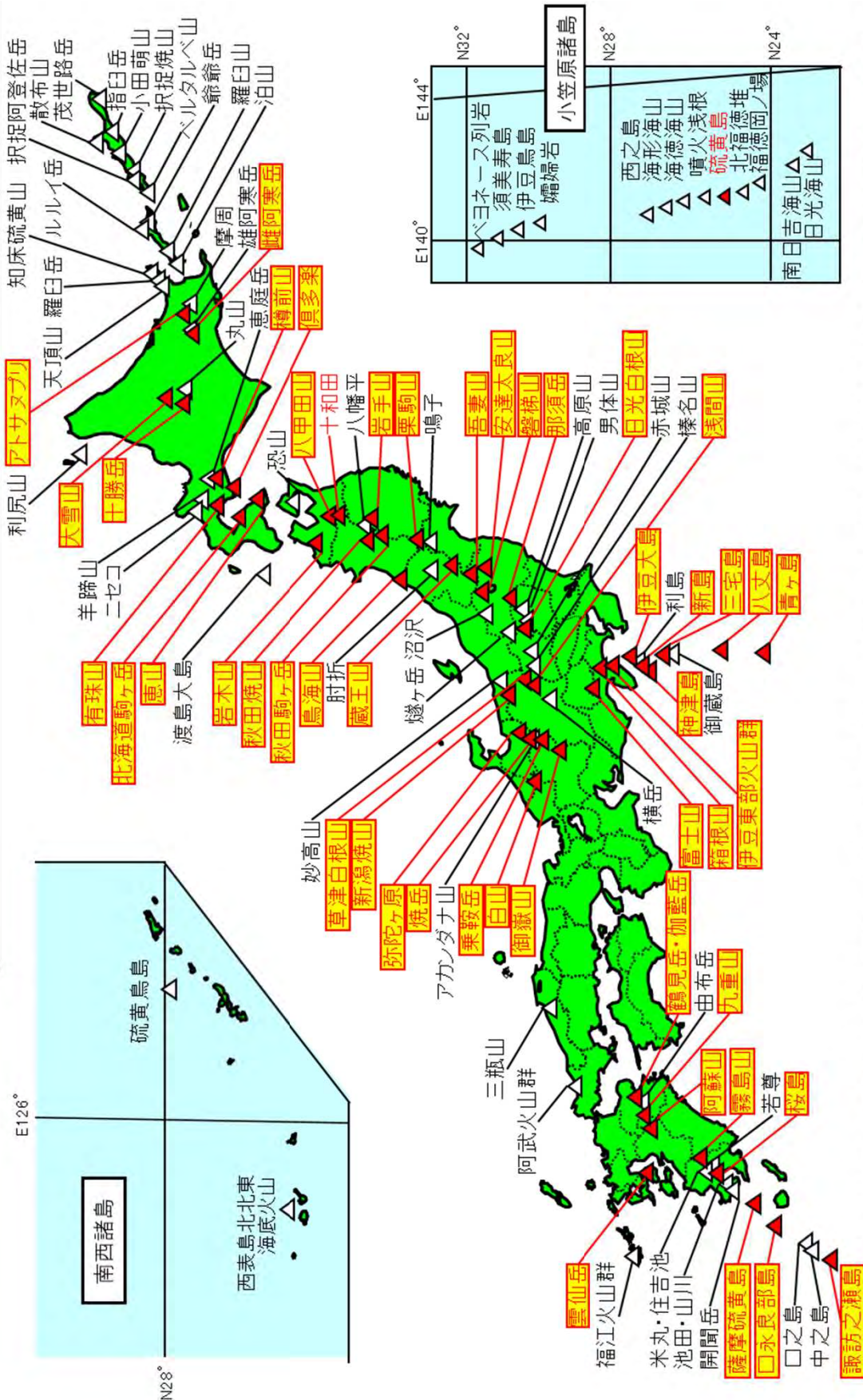
※ 平成13年度より、文部省・科学技術庁 ⇒ 文部科学省、工業技術院地質調査所 ⇒ 産業技術総合研究所、海上保安庁水路部 ⇒ 海上保安庁海洋情報部へ組織変更
平成16年度より、通信総合研究所 ⇒ 情報通信研究機構へ組織変更 また、国立大学は国立大学法人へ令和2年度より、北海道立総合研究機構地質研究所 ⇒ 北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所へ組織変更
国立大学等の広帯域地震計については、高感度地震計の内数、また海上保安庁海洋情報部のGNSSについては、地殻変動観測以外の目的で設置されたDGNSS局を含む

2. 全国の活火山(111火山)

△：活火山 (111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 (60火山)

火山名：噴火警戒レベルが運用されている火山 (48火山) 令和3年4月1日現在



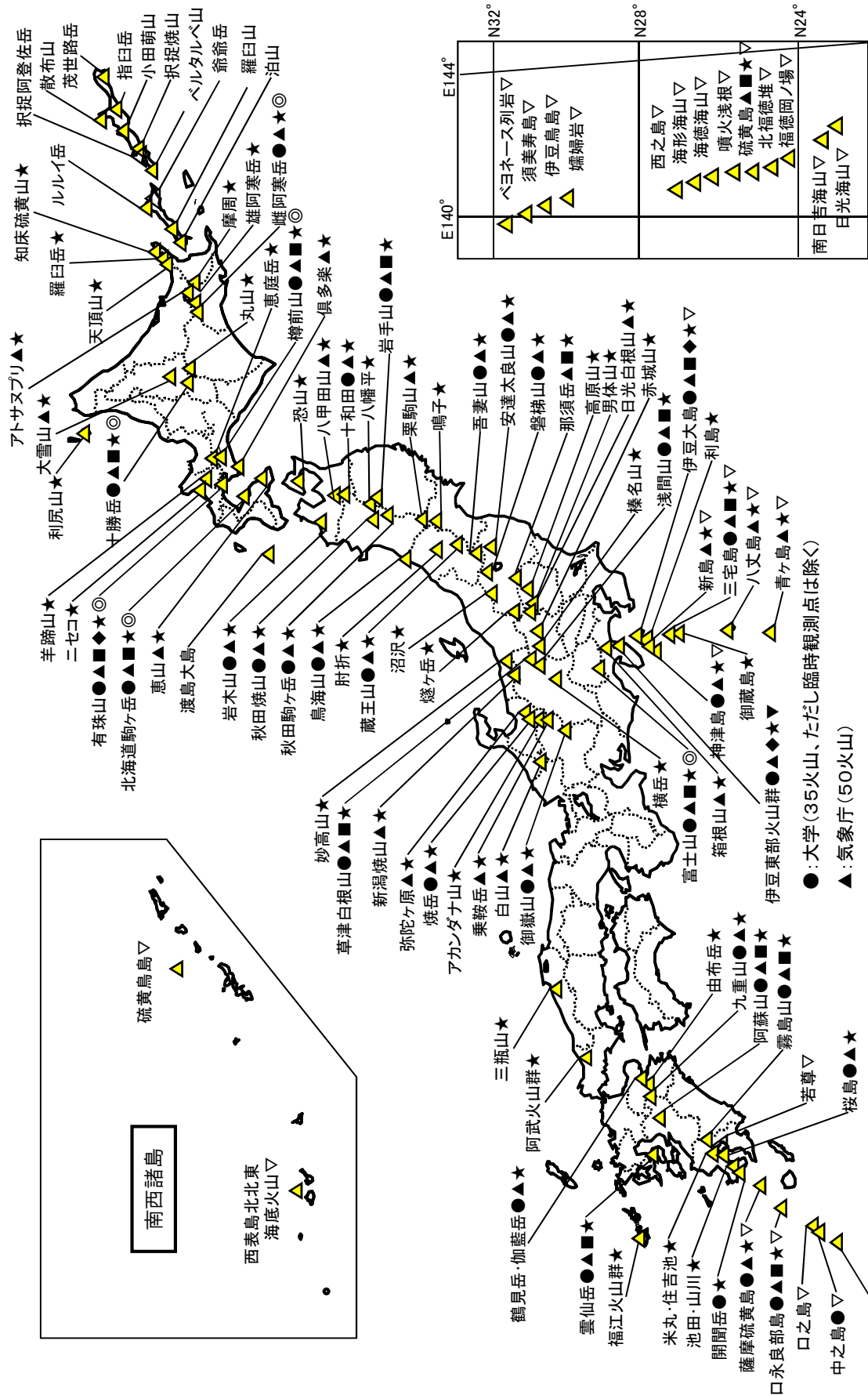
活火山の定義は、平成15年(2003年)1月の火山噴火予知連絡会において「概ね過去1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」とされ、これによって北方領土及び海底火山を含む111の活火山が選定されている。

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、「八甲田山」・「十和田山」・「弥陀ヶ原」の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提言を受け、これらの火山への観測機器の整備を進め、平成28年12月よりこれら3火山を常時観測火山に追加し、常時観測火山は50火山となった。

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(入山規制や避難指示の対象範囲等)について平時時から共同で検討が行われており、検討結果が市町村の地域防災計画に反映された48火山では噴火警戒レベルが運用されている。(令和3年4月1日現在)

3. 火山噴火予知観測網

(令和3年4月1日現在)



- : 大学 (35火山、ただし臨時観測点は除く)
- ▲: 気象庁 (50火山)
- : 防災科学技術研究所 (16火山)
- ◆: 産業技術総合研究所 (3火山)
- ★: 国土地理院 (82火山)
- ▽: 海上保安庁 (1火山) ※定期監視28火山
- ◎: 自治体 (6火山) ※山梨県富士山科学研究所 (1火山)、北海道立総合研究機構 (5火山)

4. 火山関係観測点数一覧

令和3年4月1日現在

火山名	噴火活動	観測項目														観測機関	備考			
		地震	空振	傾斜	歪計	光波	GNSS	カメラ	熱	地磁気	電位	潮位	水位	水温	化学			レーザ	ライダー	
しんとくわうざん 知床硫黄山						4													★	
らうすだけ 羅臼岳						4													★	
てんちようざん 天頂山						4													★	
ましゅう 摩周						5													★	
あつさぬぶり アトサヌブリ		4	2	2		7	3	1											▲★	
おあかんだけ 雄阿寒岳						7													★	
めあかんだけ 雌阿寒岳	噴火： S63, H8, H10, H18, H20	10	3	4		14	2	2					1						●▲★◎	
まるやま 丸山						8													★	
たいせつざん 大雪山		2	1	1		8	2	1											▲★	
とちだけ 十勝岳	噴火：S60, S63~H1, H16	15	6	9	1	20	2	3					2						●▲■★◎	
りしりざん 利尻山						4													★	
たるまえざん 樽前山	噴火：S53~S54, S56	19	5	8	1	14	2	2	7				2						●▲■★◎	
えにわだけ 恵庭岳						3													★	
くつたち 倶多楽		3	2	2		5	2	1											▲★	
うずざん 有珠山	噴火：S52~S53, H12~H13	20	10	5		18	2					2	1						●▲■◆★◎	
ようていざん 羊蹄山						3													★	
にせこ ニセコ						3													★	
ほっかいどうごまがたけ 北海道駒ヶ岳	噴火：H8, H10, H12	16	6	8		19	4	1			1								●▲■★◎	
えざん 恵山		3	1	2		6	2	1											▲★	
おしまおしま 渡島大島																				
おそれざん 恐山						4													★	
いわきざん 岩木山		5	1	2		5	1												●▲★	
はっこうだざん 八甲田山	地震活動活発化：H23	5	1	1		10	2												▲★	
とわだ 十和田		3	1	1		8	1												●▲★	
あきたやけやま 秋田焼山	噴火：H9	4	1	2		5	1	1											●▲★	
はちまんたい 八幡平						3													★	
いわてざん 岩手山	地震・地殻活動活発化： H10	12	1	8	3	12	2	1											●▲■★	
あきたごまがたけ 秋田駒ヶ岳		6	1	3		10													●▲★	
ちようかいざん 鳥海山	噴火：S49	3	1	2		5	1												●▲★	
くりこまやま 栗駒山		2	1	2		5	2	1											▲★	
ねらこ 鳴子						3													★	
ひじおり 肘折						5													★	
ざおうざん(ざおうざん) 蔵王山		7	4	4		9	4	1											●▲★	
あづまやま 吾妻山	噴火：S52	9	2	2		14	1	1	7			1							●▲★	
あだたらやま 安達太良山		6	3	2		9	2	1	5										●▲★	
ほんだいきざん 磐梯山		5	2	3		6	2	1											●▲★	
ぬまざわ 沼沢						4													★	
ひうちがたけ 燧ヶ岳						4													★	
なすだけ 那須岳	S35, S38	9	2	5		10	2	1											▲■★	
たかほらやま 高原山						5													★	
なんたいきざん 男体山						4													★	
にっこうしらねざん 日光白根山		2	1	2		5	2												▲★	
あかざん 赤城山						3													★	
はるなざん 榛名山						4													★	
くさつしらねざん 草津白根山	噴火：S51, S57~ S58, H8, H30 火口高温化：H20-23 地震活動活発化：H30	19	5	11		19	4	1	5			2	2	3					●▲■★	
あさまやま 浅間山	噴火：S48, S57~S58, H2~ H3, H15, H16, H20, H21, H27, R1	29	6	12	1	26	3	1	3										●▲■★	
よこだけ 横岳						4													★	
にいがたけやま 新潟焼山	噴火：S49, S58, H28	3	2	1		6	1												▲★	
みょうこうざん 妙高山						3													★	
あだげはら 弥陀ヶ原		2	1	1		5	1												▲★	

火山名	噴火活動	観測項目													観測 機関	備考			
		地震	空撮	傾斜	歪計	光波	GNSS	カメラ	熱	地磁気	電位	潮位	水位	水温			化学	レーダー	ライダー
やけど 焼岳	噴火：S37, S38, H7	9	2	4			8	1	2	4								●▲★	
あかんだなやま アカダナ山							3											★	
のりくらだけ 乗鞍岳		2	1	1			7	1										▲★	
おんたけさん 御嶽山	噴火：S54, H3, H19, H26	22	11	5			19	3	1	7			1					●▲★	
はくさん 白山		3	1				3	1										▲★	
ふじさん 富士山		21	2	8	1		21	1		4								●▲■★◎	
はこねやま 箱根山	噴火：H27	2	1	2			6	3	1									▲★	
いずとうぶかざんぐん 伊豆東部火山群	噴火：H1	13	2	3	1		14	2		8		2	3	1				●▲◆★▽	海上保安庁による定期 監視・海底地殻変動観 測
いずおしま 伊豆大島	噴火：S49, S61, S62	33	5	9		2	20	2	2	20	1							●▲■◆★ ▽	海上保安庁による定期 監視
としま 利島							3											★	
にいじま 新島		2	1	1			5	1										▲★▽	海上保安庁による定期 監視
こうづしま 神津島		3	1	1			5	1										●▲★▽	海上保安庁による定期 監視
みやけしま 三宅島	噴火：H12~H18, H20~ H22, H25	12	4	6			16	3	1	5								●▲■★▽	海上保安庁による定期 監視
みくらじま 御蔵島							3											★	
はちじょうじま 八丈島		2	1	2			4	1										▲★▽	海上保安庁による定期 監視
あおがしま 青ヶ島		2	1	1			4	1	1									▲★▽	海上保安庁による定期 監視
べよねえずれつがん ベヨネース列岩																		▽	明神礁を含む 海上保安庁による定期 監視
すみずじま 須美寿島																		▽	海上保安庁による定期 監視
いずとりじま 伊豆鳥島	噴火：H14																	▽	海上保安庁による定期 監視
そうぶがん 燐燐岩																		▽	海上保安庁による定期 監視
にしじま 西之島	噴火：S48~S49, H25~ H27, H29, H30, R1~R2																	▽	海上保安庁による定期 監視
かいわたかいざん 海形海山																		▽	海上保安庁による定期 監視
かいとくかいざん 海徳海山	噴火：S59																	▽	海上保安庁による定期 監視
ふんかあきね 噴火浅根																		▽	海上保安庁による定期 監視
いおうとう 硫黄島	噴火： S53, S55, S57, H11, H13, H16, H24, H25, H27, H28, H30, R1, R2	5	1				8	1										▲■★▽	海上保安庁による定期 監視
きたふくよくたい 北福徳堆	噴火：S63																	▽	海上保安庁による定期 監視
ふくとくおかのぼ 福徳岡ノ場	噴火：S48~ S49, S61, H4, H17, H22																	▽	海上保安庁による定期 監視
みなみひよしかいざん 南日吉海山	噴火：S50~S51																	▽	海上保安庁による定期 監視
にっこうかいざん 日光海山																		▽	海上保安庁による定期 監視
さんべさん 三瓶山							4											★	
あぶかさんぐん 阿武火山群							5											★	
つるみだけ・がらんだけ 鶴見岳・伽藍岳		9	2	1			10	1										●▲★	
ゆふだけ 由布岳							4											★	
くじゅうざん 九重山	噴火：H7~H8	7	2	1			13	3	1	9			1					●▲★	
あそさん 阿蘇山	噴火： S49, S50, S52, S54, S55, S60, S63, H1~H7, H15~ H17, H21, H23, H26, H27, H28, H31 ~R1, R2~	34	8	9	1		19	7	1	5								●▲■★	
うんぜんだけ 雲仙岳	噴火：H2~H8	18	1	10			11	2	1			1	1	1				●▲■★	
ふくえかさざんぐん 福江火山群							3											★	
きりしまやま 霧島山	噴火： H3, H20, H22, H23, H29, H30 えびの地震：S43	37	16	12			30	8	4	9			1					●▲■★	
よねまる・すみよしけ 米丸・住吉池							4											★	
わかみこ 若尊																		▽	海上保安庁による定期 監視
きくらじま 桜島	噴火：S30~	19	7	11	2		20	4				4	2	3	2	2		●▲★	
いけだ・やまがわ 池田・山川							4											★	
かいもんだけ 開聞岳		1					5											●★	
さつまいおうじま 薩摩硫黄島	噴火：H10~H16, H25, R1~ R2	5	3	1			9	1					1					●▲★▽	海上保安庁による定期 監視
くちのえらぶじま 口永良部島	噴火： S48, S49, S51, S55, H26~ H27, H30~R2	11	3	2		1	14	4					1					●▲■★▽	海上保安庁による定期 監視
くちのしま 口之島																		▽	海上保安庁による定期 監視
なかのしま 中之島		1					1											●▽	海上保安庁による定期 監視
すわのせじま 諏訪之瀬島	噴火：S32~H9, H11~H21	4	2	2			7	2						1				●▲★▽	海上保安庁による定期 監視

火山名	噴火活動	観測項目													観測機関	備考			
		地震	空振	傾斜	歪計	光波	GNSS	カメラ	熱	地磁気	電位	潮位	水位	水温			化学	レーザー	ライダー
いおうとりしま 硫黄島島	S42																	▽	海上保安庁による定期監視
いりおもてじまほくほくとう かいでいかざん 西表島北北東 海底火山																		▽	海上保安庁による定期監視
もよろだけ 茂世路岳	噴火：H11																		
ちりっぶさん 散布山																			
さしうすだけ 指臼岳																			
おだもいさん 小田萌山																			
えとろみやけやま 挾捉焼山	噴火：S48, H1, H24, H25																		
えとろみあとしぬぶり 挾捉阿登佐岳																			
べるたるべん ベルタルベ山																			
るるいだけ ルルイ岳																			
ちやちやだけ 爺爺岳	噴火：S48, S49, S50, S53, S56																		
ちうすきん 羅臼山																			
とまりやま 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
注3：霧島山の観測点数には、参考資料5「国立大学法人の常時観測項目と観測点数」に記載の霧島火山帯における観測

注4：「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。
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。
傾斜：傾斜計による地殻変動の連続観測。
歪計：歪（ひずみ）計による地殻変動の連続観測。
光波：光波測距儀による地殻変動の連続観測。
GNSS：GNSSによる地殻変動の連続観測。
カメラ：高感度カメラ等による噴煙等の遠望観測。
熱：熱映像観測等による地熱や噴煙等の連続観測。
地磁気：全磁力観測による地熱（熱消磁）の繰り返し観測。
電位：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）、比抵抗の繰り返し観測。
潮位：潮位の観測。
水位：地下水の水位の観測。
水温：地下水の温度の観測。
化学：二酸化硫黄ガス等の火山ガス放出量等の繰り返し観測。地下水等の成分の観測を含む。
レーザー：レーザーによる大気中の火山灰の観測
ライダー：レーザー光線による大気中の火山灰の観測

注5：観測機関の凡例は以下のとおり
●：大学（35火山、ただし臨時観測点は除く）
▲：気象庁（50火山）
■：防災科学技術研究所（16火山）
◆：産業技術総合研究所（3火山）
★：国土地理院（32火山）
▼：海上保安庁（1火山） ※▽定期監視28火山
◎：自治体（6火山） ※山梨県富士山科学研究所（1火山）、北海道立総合研究機構

5. 国立大学法人の常時観測項目と観測点数(火山)

火山名	平成28年3月31日時点		平成28年3月31日時点		令和3年4月1日現在の観測点数										主な観測大学	備考 噴火活動等							
	観測点数 (臨時)	観測項目	観測点数 (臨時)	観測項目	種別	地震	空振	傾斜	歪計	GNSS	カメラ	熱	地磁気	電位			重力	潮位	水位	水温	化学	降灰	レーダー
雌阿蘇岳	2 (臨時)	地震、空振、地殻	3 (臨時)	地震、空振、地殻	常時	3	1	2															(観抗1本) 昭和63年、平成8、10、18、20年噴火
十勝岳	3 (臨時)	地震、空振、地殻	3 (臨時)	地震、空振、地殻、電磁気	常時	4	2	3	1				2										(観抗1本) 昭和63～平成元年噴火、平成16年噴火
椿前山	8 (臨時)	地震、空振、地殻、カメラ、熱	9 (臨時)	地震、空振、地殻、カメラ、熱	常時	2	3	2	1	1													(観抗1本、観抗1本) 昭和63～54、56年噴火
有珠山	18 (臨時)	地震、空振、地殻、GNSS、電磁気、熱	11 (臨時)	地震、空振、地殻、GNSS、電磁気、熱	常時	12	8			8													(観抗1本、観抗1本) 昭和52～57年噴火
北海道駒ヶ岳	10 (臨時)	地震、空振、地殻、GNSS、カメラ、潮位、電磁気	9 (臨時)	地震、空振、地殻、GNSS、カメラ、潮位、電磁気	常時	6	3	2	5	1				1									(観抗2本) 平成12年噴火
八甲田山	0 (臨時)	地震	0 (臨時)	地震	常時	2	1	2					4										平成8、10、12年噴火
岩木山	3 (臨時)	地震	3 (臨時)	地震	常時	3																	東北地方太平洋沖地震以降、地震活動が活発化 (観抗2本)
十和田	1 (臨時)	地震	1 (臨時)	地震	常時	1																	(観抗1本) 実観測点数:常時1、臨時0
秋田焼山	3 (臨時)	地震、地殻	2 (臨時)	地震、GNSS	臨時	2																	カルデラ内に時々地震活動あり (観抗2本) 実観測点数:常時2、臨時0
岩手山	5 (臨時)	地震、地殻、GNSS、熱	5 (臨時)	地震、地殻、GNSS、熱	常時	5	3	3	4														(観抗1本、観抗4本) 実観測点数:常時5、臨時1 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)	地震、地殻	2 (臨時)	地震、地殻、GNSS	常時	2	1	1	2														(観抗2本) 実観測点数:常時2、臨時1
鳥海山	1 (臨時)	地震、地殻	1 (臨時)	地震、地殻	常時	1	1	1															昭和45～46年噴火 (観抗1本) 実観測点数:常時1、臨時0
蔵王山	2 (臨時)	地震、地殻、熱	2 (臨時)	地震、地殻、GNSS、電磁気	常時	3	2	2		2													(観抗1本、観抗2本) 実観測点数:常時4、臨時15 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 (臨時)	地震、地殻、熱	3 (臨時)	地震、地殻、GNSS、熱、重力	常時	3	1	1															(観抗3本、観抗1本) 実観測点数:常時3、臨時8 昭和52年噴火
安達太良山	1 (臨時)	地震、地殻、GNSS	1 (臨時)	地震、地殻、GNSS	常時	1																	(観抗1本) 実観測点数:常時1、臨時0
磐梯山	1 (臨時)	地震、地殻	1 (臨時)	地震、地殻	常時	1																	(観抗1本) 実観測点数:常時1、臨時0 平成12年地震活発化 (観抗3本)
草津白根山	39 (臨時)	地震、地殻、GNSS、電磁気、化学、熱、カメラ	34 (臨時)	地震、地殻、GNSS、空振、電磁気、化学、熱、カメラ	常時	11	1	6	7	1		5				2	2	2					昭和57～58年噴火5回 昭和64年、平成8年噴火、平成20～23年、火口高 低下、平成26年3月から群発地震・地震活動・噴煙 水蒸気・水蒸気及び火山ガス組成変化等も観測、平成30 年本白根山火砕流噴火、平成30年湯釜周辺で地震 活動活発化
浅間山	21 (臨時)	地震、GNSS、傾斜、空振、宇宙観測カメラ	28 (臨時)	地震、GNSS、傾斜、空振、宇宙観測カメラ、熱	常時	19	2	5	13	1	1	3											(観抗1本) 昭和57、58年噴火、平成16年20年21年27年噴火 時々地震多発、平成2年付近で地震多発
弥陀ヶ原	8 (臨時)	地震、地殻、電磁気	8 (臨時)	火山ガス、電磁気	常時	9		1															(観抗1本、観抗3本) 東北地方太平洋沖地震以降、一時的に活発化、 地下しなから懸橋 平成27年本湯合でごく小規模噴火
富士山	0 (臨時)	地震、地殻、電磁気	0 (臨時)	地震、地殻、GNSS、電磁気	常時	9		1															平成元年噴火 (観抗5本) 昭和61年噴火
箱根山	0 (臨時)	地震、地殻、GNSS、電磁気	0 (臨時)	地震、地殻、GNSS、電磁気	常時	9		1															平成元年噴火 (観抗5本) 昭和61年噴火
伊豆草部火山群	28 (臨時)	地震、地殻、GNSS、電磁気	32 (臨時)	地震、地殻、GNSS、電磁気(含むACTIVE)	常時	25	1	2	10	1	17												東北地方太平洋沖地震以降、一時的に活発化、 地下しなから懸橋 平成27年本湯合でごく小規模噴火
伊豆大島	0 (臨時)	地震、地殻、GNSS、電磁気	0 (臨時)	地震、地殻、GNSS、電磁気	常時	1																	東北地方太平洋沖地震以降、一時的に活発化、 地下しなから懸橋 平成27年本湯合でごく小規模噴火
神津島	0 (臨時)	地震、地殻、GNSS、電磁気	0 (臨時)	地震、地殻、GNSS、電磁気	常時	1																	東北地方太平洋沖地震以降、一時的に活発化、 地下しなから懸橋 平成27年本湯合でごく小規模噴火

火山名	平成29年3月31日時点		平成28年3月31日時点		令和3年4月1日現在の観測点数											備 考							
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	種別	地震	空振	傾斜	歪計	GNSS	カメラ	熱	地磁気	電位	重力		潮位	水位	水温	化学	降灰	レーダー	主な
三宅島	6	電磁気	6	電磁気、地震、GNSS	常時	4			1	2												観測大学 東大地震研	平成12年～平成23年噴火。
焼岳	0		5	地震、地殻、GNSS	常時	6		2		2		1	4									京大防災研	昭和37年噴火
御嶽山	5	地震	12	地震、地殻、GNSS	常時	13	6	1	9	10												名大環境	昭和54、平成3年、10年、26年噴火
鶴見岳・ 伽藍岳	1	地震	5	地震、GNSS	常時	5			4	4												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	地震、電磁気、GNSS	常時	4		2	2	2		1	2									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	地震、空振、地殻、電磁気、化学	常時	23	5	3	1	6	3	5										京大理 九大理	(構抗1本) ほぼ毎年噴火
雲仙岳	9	地震、地殻、GNSS、電磁気、化学	15	地震、地殻、GNSS、電磁気、化学	常時	8		4		1		1	1									九大理	(構抗4本) 平成2～7年噴火
霧島山	8	地震、地殻、GNSS、電磁気、空振、絶対重力	23	地震、地殻、GNSS、電磁気、空振、絶対重力	常時	17	8	1	1	1			2								1	東大震研 九大理	(構抗1本、縦抗1本) 平成23年噴火。
桜島	20	地震、空振、地殻、GNSS、化学、潮位	20	地震、空振、地殻、GNSS、電磁気、化学、潮位	常時	12	3	8	2	8		4	2	4	2						2	京大防災研 東工大 鹿児島大理	(構抗2本、縦抗12本) 昭和30年から噴火活動継続中。
開聞岳	2	地震、GNSS	2	地震、GNSS	常時	1				1												京大防災研	(構抗1本) 昭和42年群発地震
薩摩硫黄島	1	地震、空振、GNSS	1	地震、空振、GNSS	常時	1	1			1											1	京大防災研	昭和83年噴煙
口永良部島	4	地震、空振、GNSS、電磁気	1	地震、空振、GNSS、電磁気	常時	1																京大防災研 東工大	平成10年以降小噴火が頻発、最新は平成25年。 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	地震、GNSS	1	地震、GNSS	常時	1		1		4												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	地震、空振、地殻、GNSS	1	地震、空振、地殻、GNSS	常時	1				1											1	京大防災研	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	地震、GNSS	9	地震、GNSS	常時	6				6												京大防災研	(構抗6本) 昭和43年えひの地震

(注1)「観測点数」は連続観測点または繰り返し観測の観測点を示す。

(注2)「観測点数」の「(臨時〇)」は、臨時の観測点数で外数。

(注3)「観測項目」の内容は、次のとおり。

- 地震：火山性地震、継続的連続観測。
- 空振：傾斜計(超低周波マイクロフォン)による空気振動の連続観測。
- 傾斜：傾斜計による地殻変動の連続観測。
- 歪計：歪(ひずみ)計による地殻変動の連続観測。
- GNSS：GNSSによる地殻変動の連続観測。
- カメラ：高精度カメラ等による噴煙等の写真観測。
- 熱：熱映像観測等による地殻や噴煙等の連続観測。
- 地磁気：全磁気観測による地殻(赤錆磁)の繰り返し観測。
- 電位：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)、比抵抗の繰り返し観測。
- 重力：重力異常の繰り返し観測。
- 潮位：潮位の観測。
- 水位：地下水の水位の観測。
- 水温：地下水の温度の観測。
- 化学：二酸化硫黄ガス等の火山ガス放出量等の繰り返し観測、地下水等の成分の観測を含む。
- 降灰：降灰計による降灰の重量の測定。
- レーダー：レーダーによる大気中の火山灰の観測
- ライダー：ライダー光線による大気中の火山灰の観測

(注4)「備考」の「(構抗〇本)」または「(構抗〇本)」は、令和3年4月1日現在の数。

6. 気象庁の常時観測項目と観測点数(火山)

火山名	平成23年3月31日時点		平成28年3月31日時点		令和3年4月1日現在の観測点数									備考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	地震	空振	傾斜	光波	GNSS	カメラ	熱	地磁気	化学	
アトサヌプリ	2	カメラ, GNSS, 空振, 地殻(傾斜)	2	カメラ, GNSS, 空振, 地殻(傾斜)	4	2	2		2	3	1			(縦坑2本)
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	7	2	2		5	2	1			(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	2	1	1			2	1			(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	8	4	3		7	2	1			(縦坑3本)
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	7	2	3		5	1	1	7		(縦坑3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)	3	2	2		2	2	1			(縦坑2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)	5	2	2		3	2				(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	7	3	3		5	3	1			(縦坑3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)	3	1	2		1	2	1			(縦坑2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)	2	1	2		1	1				(縦坑2本)
八甲田山			3	地震, 熱, GNSS	5	1	1		3	2				(縦坑1本)
十和田					2	1	1		1	1				(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)	2	1	2		1	1	1			(縦坑2本)
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)	4	1	2		1	2	1			(縦坑2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)	4	1	2		1					(縦坑2本)
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)	2	1	1		1	1				(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)	2	1	2			2	1			(縦坑2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)	3	2	2		2	4	1			(縦坑2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	6	2	1		6	1	1	7	1	(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	5	3	2		4	2	1	5		(縦坑2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	4	2	2		3	2	1			(縦坑2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	3	2	2		4	2	1			(縦坑2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)	2	1	2		1	2				(縦坑2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	5	4	2		4	3	1		1	(縦坑2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	7	4	4	1	4	2				(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)	3	2	1		3	1				(縦坑1本)
弥陀ヶ原			1	地震, 熱, GNSS	2	1	1		1	1				(縦坑1本)
焼岳	1	地震, 熱, GNSS, 空振, 地殻(傾斜)	1	地震, 熱, GNSS, 空振, 地殻(傾斜)	3	2	2		3	1	1			(縦坑2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)	2	1	1		3	1				(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	9	5	4		6	3	1	7	1	(縦坑4本)
白山	2	地震, 熱, カメラ, 空振	2	地震, 熱, カメラ, 空振	3	1				1				—
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)	5	2	2		3	1				(縦坑2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	2	1	2		1	3	1			(縦坑2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)	4	2	2		4	2				(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	4	4	3	1	3	2	1			(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)	2	1	1		1	1				(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	2	1	1		1	1				(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	4	4	2		5	3	1	3		(縦坑2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)	2	1	2		1	1				(縦坑2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)	2	1	1		1	1	1			(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	2	1			1	1				—

火山名	平成23年3月31日時点		平成28年3月31日時点		令和3年4月1日現在の観測点数									備考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	地震	空振	傾斜	光波	GNSS	カメラ	熱	地磁気	化学	
鶴見岳・伽藍岳	2	地震, 熱, GNSS, 空振	2	地震, 熱, GNSS, 空振	4	2	1		2	1				(縦坑1本)
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	3	2	1		5	3	1	7	1	(縦坑1本)
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	7	3	2		6	4	1			(縦坑2本)
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	7	1	3		3	2	1			(縦坑3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	12	8	10		15	8	4	7		(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	7	4	3		4	4				(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	4	2	1		2	1				(縦坑1本)
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	8	2	1	1	6	4				(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	3	1	1		1	2				(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観測点を示す。 ※平成23年, 平成28年については, 震動観測点のみの数表で示した数以外に, 繰り返し観測を実施している火山もある。

(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。
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。
傾斜: 傾斜計による地殻変動の連続観測。
光波: 光波測距儀による地殻変動の連続観測。
GNSS: GNSSによる地殻変動の連続観測。
カメラ: 高感度カメラ等による噴煙等の遠望観測。
熱: 熱映像観測等による地熱や噴煙等の連続観測。
地磁気: 全磁力観測による地熱(熱消磁)の連続観測。
化学: 二酸化硫黄ガス等の火山ガス放出量等の連続観測。

(注3) 「備考」の「縦坑〇本」は, 令和3年4月1日現在の数。

7. 国土地理院の常時観測項目と観測点数(火山)

火山名	平成23年3月31日時点		平成28年3月31日時点		令和3年4月1日現在の観測点数					備考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	GNSS	GNSS (REGMOS)	光波	地磁気	潮位	
知床硫黄山	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
羅臼岳										
天頂山										
摩周	7	地殻変動	5	地殻変動	5					GNSS 5
アトサヌプリ										
雄阿寒岳	7	地殻変動	3	地殻変動	6	1				GNSS 7
雌阿寒岳										
丸山	7	地殻変動	8	地殻変動	8					GNSS 8
大雪山										
十勝岳										
利尻山	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
樽前山	5	地殻変動	5	地殻変動	4	1				GNSS 4 GNSS(REGMOS) 1
恵庭岳	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
倶多楽	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
有珠山	4	地殻変動	4	地殻変動	3	1				GNSS 3 GNSS(REGMOS) 1
羊蹄山	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
ニセコ	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
北海道駒ヶ岳	5	地殻変動	5	地殻変動	4	1				GNSS 4 GNSS(REGMOS) 1
恵山	3	地殻変動	4	地殻変動	5					GNSS 4
恐山	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
岩木山	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
八甲田山	4	地殻変動	5	地殻変動	7					GNSS 7
十和田	4	地殻変動	4	地殻変動						
秋田焼山	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
八幡平										
岩手山	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
秋田駒ヶ岳	3	地殻変動	3	地殻変動	7					GNSS 7
鳥海山	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
栗駒山	5	地殻変動	5	地殻変動	5					GNSS 5
鳴子	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
肘折	5	地殻変動	5	地殻変動	5					GNSS 5
蔵王山	5	地殻変動	5	地殻変動	5					GNSS 5
吾妻山	6	地殻変動	8	地殻変動	8					GNSS 8
安達太良山	4	地殻変動	5	地殻変動	5					GNSS 5
磐梯山	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
沼沢	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
燧ヶ岳	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
那須岳	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
高原山	5	地殻変動	5	地殻変動	5					GNSS 5
男体山	3	地殻変動	3	地殻変動	4					GNSS 4
日光白根山										
赤城山	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
榛名山	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
草津白根山	5	地殻変動	5	地殻変動	5					GNSS 5
浅間山	7	地殻変動	6	地殻変動	4	2				GNSS 4 GNSS(REGMOS) 2
横岳	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
新潟焼山	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
妙高山										
弥陀ヶ原	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
焼岳	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
ア CANDANA										
乗鞍岳	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4

火山名	平成23年3月31日時点		平成28年3月31日時点		令和3年4月1日現在の観測点数					備考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	GNSS	GNSS (REGMOS)	光波	地磁気	潮位	
御嶽山	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
白山	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
富士山	14	地殻変動 地磁気	14	地殻変動	11	1		3		GNSS 11 GNSS (REGMOS) 1 地磁気 3
箱根山	5	地殻変動	6	地殻変動	5					GNSS 5
伊豆東部 火山群	11	地殻変動	11	地殻変動	10				2	GNSS 10 潮位 2
伊豆大島	8	地殻変動	8	地殻変動	5	2	1			GNSS 5 GNSS (REGMOS) 2 APS 1
利島	2	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
新島	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
神津島										
三宅島	5	地殻変動	5	地殻変動	5					GNSS 5
御蔵島	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
八丈島										
青ヶ島										
硫黄島	4	地殻変動	4	地殻変動	3	1				GNSS 3 GNSS (REGMOS) 1
三瓶山	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
阿武火山群	5	地殻変動	5	地殻変動	5					GNSS 5
鶴見岳・ 伽藍岳	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
由布岳										
九重山	4	地殻変動	6	地殻変動	6					GNSS 6
阿蘇山	4	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
雲仙岳	4	地殻変動	4	地殻変動	5					GNSS 4
福江火山群	3	地殻変動	3	地殻変動	3					GNSS 3
霧島山	6	地殻変動	7	地殻変動	5	2				GNSS 5 GNSS (REGMOS) 2
米丸・住吉池	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
桜島	7	地殻変動	7	地殻変動	8					GNSS 8
池田・山川	4	地殻変動	4	地殻変動	4					GNSS 4
開聞岳										
薩摩硫黄島	5	地殻変動	6	地殻変動	6					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) 平成23年、平成28年の「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) 「観測項目」の内容は、次のとおり。
GNSS: GNSSによる地殻変動の連続観測。
GNSS (REGMOS): REGMOS (GNSS火山変動リモート観測装置)による地殻変動の連続観測。
光波: APS (自動光波測距・測角装置)による地殻変動の連続観測。
地磁気: 全磁力観測による地熱(熱消磁)の繰り返し観測。
潮位: 潮位の観測。
- (注4) REGMOS: 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。
- (注5) APS: 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6) 天頂山、雄阿寒岳については平成23年に活火山に選定され、男体山については平成29年に活火山に選定されたことから、観測対象の火山となった。

8. 海上保安庁における海域火山の監視・観測状況

【伊豆・小笠原諸島】

火山名	定期監視	海域火山基礎情報図調査	航空磁気測量	GNSS	海底地殻変動
伊豆大島	○	平成28年		(△)	
新島	○	平成29年			
神津島	○	平成29年		(△)	
三宅島	○	平成29年		(△)	
八丈島	○			(△)	
青ヶ島	○				
須美寿島	○				
伊豆鳥島	○				
孀婦岩	○				
西之島	○				
硫黄島	○				
伊豆東部火山群	○	令和2年			◇
明神礁	○				
ベヨネース列岩					
白根	○				
海形海山	○				
海徳海山	○	平成28年			
海勢西ノ場	○				
噴火浅根	○				
北福德堆	○				
福德岡ノ場	○				
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	GNSS	海底地殻変動
薩摩硫黄島	○				
口永良部島	○				
口之島	○				
中之島	○				
諏訪之瀬島	○				
横当島	○				
硫黄島島	○				
若尊	○	平成29,令和3年			
西表島北北東	○				

(注1) 白根、海勢西ノ場、横当島は、火山噴火予知連絡会が選定した111の活火山には含まれない

(注2) ○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)

(注3) 年の記載は調査実施年度

(注4) △印は常時監視観測

(注5) ◇印は測量船による海底地殻変動観測

(注6) 航空磁気測量は平成30年度で終了(平成27年度以降の観測実績はなし)

(注7) GNSS観測は令和2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)

火山名	平成28年3月31日時点の 観測点数	令和3年4月1日現在の 観測点数	備考
	地震	地震	
富士山	1	1	(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。

10. 防災科学技術研究所の常時観測項目と観測点数(火山)

火山名	平成23年3月31日時点		平成28年3月31日時点		令和3年4月1日現在の観測点数				備考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	地震	傾斜	GNSS	地磁気	
那須岳	6	地震	6	地震, 地殻(傾斜), GNSS	6	3	3		(縦坑3本)
富士山	6	地震, 地殻(傾斜), GNSS	6	地震, 地殻(傾斜), GNSS	6	6	6		(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	4	4		3	(縦坑5本)
三宅島	4	地震, 地殻(傾斜), 全磁力, GNSS	4	地震, 地殻(傾斜), 全磁力, GNSS	4	4	4	2	(縦坑5本)
硫黄島	3	地震	3	地震	3		3		(地下壕2)
有珠山	1	地震, 地殻(傾斜), GNSS	3	地震, 地殻(傾斜), GNSS	3	3	3		(縦坑3本)
岩手山	1	地震, 地殻(傾斜), GNSS	3	地震, 地殻(傾斜), GNSS	3	3	3		(縦坑3本)
浅間山	2	地震, 地殻(傾斜), GNSS	3	地震, 地殻(傾斜), GNSS	3	3	3		(縦坑3本)
阿蘇山	2	地震, 地殻(傾斜), GNSS	4	地震, 地殻(傾斜), GNSS	4	4	4		(縦坑4本)
霧島山	2	地震, 地殻(傾斜), GNSS	2	地震, 地殻(傾斜), GNSS	2	2	2		(縦坑2本)
十勝岳	-		3	地震, 地殻(傾斜), GNSS	3	3	3		(縦坑3本)
北海道駒ヶ岳	-		3	地震, 地殻(傾斜), GNSS	3	3	3		(縦坑3本)
樽前山	-		3	地震, 地殻(傾斜), GNSS	3	3	3		(縦坑3本)
草津白根山	-		3	地震, 地殻(傾斜), GNSS	3	3	3		(縦坑3本)
雲仙岳	-		3	地震, 地殻(傾斜), GNSS	3	3	3		(縦坑3本)
口永良部島	-		2	地震, 地殻(傾斜), GNSS	2	1	2		(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。
 傾斜:傾斜計による地殻変動の連続観測。
 GNSS:GNSSによる地殻変動の連続観測。
 地磁気:全磁力観測による地熱(熱消磁)の連続観測。

(注2)「備考」の内容は、次のとおり。
 「縦坑〇本」は、令和3年4月1日現在の数。
 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。

11. 産業技術総合研究所の常時観測項目と観測点数(火山)

火山名	平成23年3月31日時点		平成28年3月31日時点		令和3年4月1日現在の観測点数			備考
	観測点数	観測項目	観測点数	観測項目	電位	水位	水温	
伊豆東部火山群	6	水位・水温	3	水位・水温		3	1	観測点は地震予測のための地下水観測も兼ねる。水温は1観測点のみ。
有珠山	2	水位・水温	2	水位・水温		2		
伊豆大島	1	自然電位	1	自然電位	1			
口永良部島	2	GNSS	0					

(注1)

「観測項目」の内容は、次のとおり。

GNSS:GNSSによる地殻変動の連続観測

電位: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

水位:地下水の水位の観測

水温:地下水の温度の観測

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)

火山名	平成28年3月31日時点		令和3年4月1日現在の観測点数			備考
	観測点数	観測項目	GNSS	熱	化学	
雌阿寒岳	2	熱, GNSS, 化学	2	1	1	テレメータはGNSS1点
十勝岳	2	熱, GNSS, 化学	2	2	2	テレメータはGNSS2点
樽前山	0	熱, 化学		1	2	
有珠山	0	熱, 化学			1	
北海道駒ヶ岳	0	熱, GNSS, 化学	1			

(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観測点または繰り返し観測の観測点を示す。
 ※なお、平成28年3月31日時点の「観測点数」はテレメータされている観測点のみを示す。

(注2) 「観測項目」の内容は、次のとおり。
 GNSS: GNSSによる地殻変動の連続観測。
 熱: 熱映像観測等による地熱や噴煙等の連続観測。
 化学: 二酸化硫黄ガス等の火山ガス放出量等の繰り返し観測。

13. 気象庁の火山機動観測実施状況

火山名/観測種別	計画的な観測	臨時的な観測
知床硫黄山	平29, 30, 令1	
羅 白 岳	平29, 30, 令1	
天 頂 山	平29, 30, 令1	
摩 周	平29, 30, 令1, 2	
○アトサヌプリ	平28, 29, 30, 令1, 2	
雄阿寒岳	平29, 30, 令1	
○雌阿寒岳	平28, 29, 30, 令1, 2	平30, 令2
丸 山	令1	
○大 雪 山	平28, 29, 30, 令1	
○十 勝 岳	平28, 29, 30, 令1, 2	平30, 令1, 2
利 尻 山		
○樽 前 山	平28, 29, 30, 令1, 2	平28, 30, 令1
恵 庭 岳	平28, 29, 令1, 2	
○俱 多 楽	平28, 29, 30, 令1, 2	平28, 30, 令1
○有 珠 山	平28, 29, 30, 令1, 2	平30
羊 蹄 山	平28, 29, 令1	
ニ セ コ	平28, 29, 令1	
○北海道駒ヶ岳	平28, 29, 30, 令1, 2	平29
○恵 山	平28, 29, 30, 令1, 2	
渡島大島	令1	
恐 山	平29, 30, 令1	
○岩 木 山		
○八 甲 田 山	平28, 29, 30, 令1, 2	
○十 和 田	平28	
○秋田焼山	平29	
八 幡 平		
○岩 手 山	平30, 令1, 2	令1
○秋田駒ヶ岳	平28, 29, 30, 令1, 2	平29, 30
○鳥 海 山	平28	
○栗 駒 山	平28, 29, 30, 令1, 2	令1
鳴 子	平29, 30, 令1	
肘 折		
○蔵 王 山	平28, 29, 30, 令1, 2	平28, 29, 令1
○吾 妻 山	平28, 29, 30, 令1, 2	平30, 令1, 2
○安達太良山	平29, 令1	令2
○磐 梯 山	平28, 令1	
沼 沢	令2	
燧ヶ岳		
○那 須 岳	平28, 29, 令1	
高 原 山	平29	
男 体 山	平29	
○日光白根山	平29	
赤 城 山		
榛 名 山		
○草津白根山	平28, 29, 30, 令1, 2	平29, 30
○浅 間 山	平28, 29, 30, 令1, 2	平30, 令1
横 岳		
○新 潟 焼 山	平28, 29, 30, 令1, 2	平28
妙 高 山	平30, 令1, 2	

13. 気象庁の火山機動観測実施状況

火山名/観測種別	計画的な観測	臨時的な観測
○弥陀ヶ原	平28, 29, 30, 令1, 2	
○焼岳	平28, 29, 令1, 2	平29, 令1
アカンダナ山		
○乗鞍岳		
○御嶽山	平28, 29, 30, 令1	平30, 令1
○白山	平28, 30, 令1	
○富士山	平28	
○箱根山	平28, 30	平30, 令1
○伊豆東部火山群		
○伊豆大島	平28, 29, 30, 令1, 2	
利島		
○新島		
○神津島	令1	
○三宅島	平28, 29, 30, 令1, 2	
御蔵島		
○八丈島		
○青ヶ島		
伊豆鳥島		
西之島	令2	
○硫黄島	平28, 29, 30, 令1, 2	
三瓶山		
阿武火山群		
○鶴見岳・伽藍岳	平28, 29, 30, 令1, 2	平28
由布岳		
○九重山	平28, 29, 30, 令1, 2	平29, 30, 令1, 2
○阿蘇山	平28, 29, 30, 令1, 2	平28, 29, 30, 令1, 2
○雲仙岳	平28, 29, 30, 令1, 2	平28
福江火山群		
○霧島山	平28, 29, 30, 令1, 2	平28, 29, 30, 令1, 2
米丸・住吉池		平30, 令1
○桜島	平28, 29, 30, 令1, 2	平28, 29, 30, 令1, 2
池田・山川	平30, 令1, 2	平29, 30, 令1, 2
開聞岳	平30, 令1, 2	平29, 30, 令2
○薩摩硫黄島	平28, 29, 30, 令1, 2	平28, 30, 令1
○口永良部島	平28, 29, 30, 令1, 2	平28, 30, 令1, 2
口之島	令1	
中之島	平29, 30, 令1	
○諏訪之瀬島	平28, 29, 30, 令1, 2	令2
硫黄島	平28, 29, 30, 令1, 2	

注1) 火山名に○が付いているのは常時観測火山。

注2) 平成28年度以降の実施状況を記載。

14. 草津白根山(本白根山)に関する火山噴火予知連絡会の活動経過

平成28年度		
平成29年度		
1月23日	本白根山で噴火	噴火場所は鏡池北火口北側の火口列と西側の火口および鏡池火口底の火口列。火砕物降下。
1月23日	(噴火警戒レベル1→2)	(1月23日火山性微動を観測、本白根山で噴火が発生したもよう。本白根山鏡池付近から概ね1kmの範囲では、大きな噴石に警戒。)
1月23日	(噴火警戒レベル2→3)	(1月23日鏡池付近で噴火が発生したもよう。東工大の観測では鏡池付近から1km以上飛散する噴石が確認されており、本白根山鏡池付近から概ね2kmの範囲では、大きな噴石に警戒。)
1月26日	拡大幹事会	本白根山で1月23日10時02分頃噴火が発生し、大きな噴石が1kmを超えて飛散。その後も地震が少ないながらも継続しており、火山活動が高まった状態となっていることから、当面は同程度の噴火が発生する可能性。
2月14日	第140回連絡会	地震は少ないながらも噴火前よりやや多い状態が続いており、当面は1月23日と同様な噴火が発生する可能性は否定できない。
2月27日	第1回草津白根山部会	各機関におけるこれまでの観測状況及び今後の観測計画について説明を行い、今後の草津白根山の観測体制について検討。
3月7日	第21回火山活動評価検討会	本白根山噴火を踏まえ、全国の活火山の噴火履歴の精査と観測のあり方についての検討を実施。
3月16日	(本白根山を対象としたレベル運用開始、レベル3→2)	(噴火前より火山活動のやや高まった状態が続いているため、1月23日と同様な噴火が発生する可能性があり、火口から概ね1kmの範囲では大きな噴石に警戒。)
3月22日	第2回草津白根山部会	第140回火山噴火予知連絡会における評価と同じ状況が継続していることを確認。
平成30年度		
6月20日	第141回連絡会	2018年1月23日以来、噴火の発生はなく、地震は少ない状態で経過しているものの、深部の膨張を示唆する変化がみられており、今後も活動に注意が必要
6月12日	第22回火山活動評価検討会	前回に引き続き、過去の噴火履歴等の精査結果、今後の観測のあり方について検討を行い、その成果を報告として取りまとめた。
10月31日	第142回連絡会	鏡池北火口付近の地震が、6月から8月にかけて発生頻度増加、逢ノ峰付近でも時々地震が発生するなど、火山活動が再び活発化する可能性も否定できないことから、当面は火山活動の推移に注意が必要。
2月27日	第143回連絡会	火山活動は静穏な状態だが、逢ノ峰付近で時々地震が発生していることから、引き続き火山活動の推移に注意が必要。
3月19日	第3回草津白根山部会	草津白根山の西側の膨張と本白根山などの浅部の活動に関連があることが指摘される。草津白根山の西側で地震活動が続いており、草津白根山周辺の地震活動にも注意していく必要があることを確認。

平成31年度(令和元年度)		
4月5日	(噴火警戒レベル2→1)	(2018年1月23日以降噴火はなく、地震も減少したため、火口から概ね1kmの範囲に影響を及ぼす噴火の可能性は低くなったと判断。) 火山活動は静穏な状態だが、逢ノ峰付近で時々地震が発生していることから、引き続き火山活動の推移に注意が必要。 火山活動は静穏な状態だが、逢ノ峰付近で時々地震が発生していることから、引き続き火山活動の推移に注意が必要。 火山活動は現在のところ静穏な状態だが、草津白根山全体の火山活動は中長期的にみると活発な状態が続いており、引き続き火山活動の推移に注意が必要。
7月2日	第144回連絡会	
12月24日	第145回連絡会	
1月21日	第4回草津白根山部会	
令和2年度		
6月30日	第146回連絡会	火山活動は静穏な状態だが、逢ノ峰付近で時々地震が発生していることから、引き続き火山活動の推移に注意が必要。 火山活動は静穏な状態だが、逢ノ峰付近で時々地震が発生していることから、引き続き火山活動の推移に注意が必要。 部会での評価を確認。
12月15日	第5回草津白根山部会	
12月23日	第147回連絡会	
令和3年度		
6月22日	第6回草津白根山部会	火山活動は静穏な状態だが、逢ノ峰付近で時々地震が発生していることから、引き続き火山活動の推移に注意が必要。 部会での評価を確認。
6月30日	第148回連絡会	

15. 西之島に関する火山噴火予知連絡会の活動経過

平成28年度		
6月14日	第135回連絡会	火山活動の明らかな低下が認められるものの、火山ガスの放出が続いていることから、小規模な噴火に伴う大きな噴石に警戒が必要。
8月17日	(火口周辺警報(入山危険)から火口周辺警報(火口周辺危険)に引下げ)	(活動に低下が認められるものの、火口付近には高温領域が引き続き確認されており、火口から概ね500m以内では、大きな噴石に警戒。)
10月4日	第136回連絡会	火山活動の低下が認められるものの、火口付近には高温領域が引き続き確認されており、火道域に海水が浸入した際に小規模な噴火が発生する可能性。
2月14日	第137回連絡会	火山活動の低下した状態が続いており、噴火が発生する可能性はほとんどなくなった。
2月14日	(火口周辺警報(火口周辺危険)解除)	(2015年11月以降噴火が確認されず、地殻変動の沈降、火山ガス放出量の低下といったことから、噴火が発生する可能性は低下したと判断。)
平成29年度		
4月20日	(火口周辺警報(入山危険)を発表)	(海上保安庁の観測で、4月20日14時過ぎに噴火を確認。今後も噴火が発生する可能性があるため、火口から概ね1.5km以内では大きな噴石に警戒。)
6月20日	第138回連絡会	4月20日に噴火の再開以降、噴石の飛散、溶岩の流出が継続。2013～2015年の噴火様式や噴出率もほぼ同様であるため、今後も噴火活動が続く可能性。
10月3日	第139回連絡会	地表面温度は8月頃からは周囲とほとんど変わらない状態となり、8月の機上観測でも噴火は確認されなかったものの、約1年半の休止期間の後、4月に噴火した経緯を踏まえると、今後も噴火が再開する可能性。
2月14日	第140回連絡会	火山活動は静穏な状態だが、2013年～2015年に継続した後、休止期間を挟んで2017年4月に再開した経緯を踏まえると、今後も噴火が再開する可能性。
平成30年度		
6月20日	第141回連絡会	2017年8月中旬以降、噴火は確認されておらず、火山活動に低下が認められるものの、火口付近に噴気や高温領域が確認されており、小規模な噴火の発生は否定できない。
6月20日	(火口周辺警報(入山危険)から火口周辺警報(火口周辺危険)に引下げ)	(2017年8月中旬以降、噴火は確認されておらず、火山活動に低下が認められるものの、火口付近に噴気や高温領域が確認されており、小規模な噴火の発生は否定できないことから、火口から概ね500mの範囲では、大きな噴石に警戒。)
7月13日	(火口周辺警報(火口周辺危険)から火口周辺警報(入山危険)に引上げ)	(7月13日海上保安庁の観測で活発な噴火活動や溶岩の流出を確認。今後も噴火の規模が拡大する可能性があるため、火口から概ね1.5kmの範囲では大きな噴石や溶岩流に警戒。)
10月31日	第142回連絡会	火山活動に明らかな低下が認められ、噴火の可能性は低くなっているものの、火口付近に噴気や高温領域が確認されており、今後の火山活動の推移に注意が必要。
10月31日	(火口周辺警報(入山危険)から火口周辺警報(火口周辺危険)に引下げ)	(火山活動に明らかな低下が認められ、噴火の可能性は低くなっているものの、火口付近に噴気や高温領域が確認されており、今後の火山活動の推移に注意が必要。)
2月27日	第143回連絡会	火山活動に明らかな低下が認められ、噴火の可能性は低くなっているものの、火口付近に噴気や高温領域が確認されており、今後の火山活動の推移に注意が必要。
平成31年度(令和元年度)		
7月2日	第144回連絡会	火山活動に明らかな低下が認められ、噴火の可能性は低くなっているものの、火口付近に噴気や高温領域が確認されており、今後の火山活動の推移に注意が必要。
12月5日	(火口周辺警報(火口周辺危険)から火口周辺警報(入山危険)に引上げ)	(12月5日に気象衛星ひまわりの観測で高温域を確認。噴火が発生している可能性があることから、山頂火口から概ね1.5kmの範囲では大きな噴石や溶岩流に警戒。)
12月16日	(火口周辺警報(入山危険)を切替え)	(活発な噴火活動が続いており、溶岩が海に達していることを確認。今後も溶岩の流出が継続する可能性があるため、山頂火口から概ね2.5kmの範囲では大きな噴石や溶岩流に警戒。)
12月24日	第145回連絡会	噴火活動は活発な状態。地表面温度は、大量の溶岩が流れた2017年噴火時よりも高い状態であり、今後も噴火活動が継続すれば2017年の噴火の規模を上回る恐れがある。
令和2年度		
6月30日	第146回連絡会	噴火活動は活発な状態。今後も溶岩の流出や大きな噴石及び火山灰噴出を伴う活発な噴火活動が継続する可能性が高い。
12月18日	(火口周辺警報(入山危険)を切替え)	(8月下旬以降噴火は確認されておらず、活動に低下が認められるものの、山頂火口内及びその周辺で噴気や高温領域が確認されていることから、山頂火口から概ね1.5kmの範囲では大きな噴石に警戒。)
12月23日	第147回連絡会	8月下旬以降、噴火は確認されおらず、火山活動は低下しているものの、山頂火口内に噴気や高温領域が確認されており、噴火が再開する可能性。
令和3年度		
6月30日	第148回連絡会	2020年9月以降、噴火は確認されておらず、火山活動に明らかな低下が認められているものの、噴気が時々観測されており、小規模な噴火が発生する可能性は否定できない。

16. 霧島山(新燃岳)に関する火山噴火予知連絡会の活動経過

平成28年度		
6月14日	第135回連絡会	新燃岳火口直下を震源とする火山性地震は時々増加しており、今後も火口周辺に影響のある小規模な噴火が発生する可能性。
10月4日	第136回連絡会	火山性地震が時々発生し、火口内および西側斜面では弱い噴気や熱異常が確認されていることから、今後の火山活動の推移に注意。
2月14日	第137回連絡会	火山性地震が時々発生しており、火口内および西側斜面では弱い噴気や熱異常が確認されていることから、今後の火山活動の推移に注意。
平成29年度		
5月26日	(噴火警戒レベル2→1)	(観測データに特段の活動の高まりを示す変化はみられていないことから、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判断。)
6月20日	第138回連絡会	新燃岳火口の西側斜面の割れ目の下方で、やや温度の高い部分が引き続き観測されていることから、火山灰や火山ガス等の規模の小さな噴出現象が突発的に発生する可能性。
10月3日	第139回連絡会	新燃岳火口の西側斜面の割れ目の下方で、やや温度の高い部分が引き続き観測されており、地震は9月下旬以降やや増加していることなどから、火山灰や火山ガス等の規模の小さな噴出現象が突発的に発生する可能性。
10月5日	(噴火警戒レベル1→2)	(火山性地震の増加や深部膨張の傾向が認められることから、火口から概ね1kmの範囲では大きな噴石に警戒。)
10月11日	(噴火警戒レベル2→3)	(10月11日噴火が発生。新燃岳の山体が膨張する傾斜変動が続いていることから、今後、更に活動が活発になる可能性があるため、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。)
10月15日	(噴火警戒レベル3切替え)	(火山ガス放出量急増。今後、更に活動が活発になる可能性があるため、火口から概ね3kmの範囲では大きな噴石及び火砕流に警戒。)
10月19日	拡大幹事会	新燃岳では、活発な噴火活動が続いており、当分の間は、大きな噴石及び火砕流への警戒が必要。
10月31日	(噴火警戒レベル3切替え)	(火山ガス放出量が減少。一方、低周波地震は引き続き発生しているため、火口から概ね2kmの範囲では大きな噴石に、概ね1kmの範囲では火砕流に警戒。)
2月14日	第140回連絡会	火山性地震の一時的な増加や、わずかな傾斜変動を伴う火山性微動が発生していることなどから、火山活動がやや高まった状態が続いており、小規模な噴火が発生する可能性。
3月1日	(噴火警戒レベル3切替え)	(火山ガス放出量急増。今後、更に活動が活発になる可能性があるため、火口から概ね3kmの範囲では大きな噴石に、概ね2kmの範囲では火砕流に警戒。)
3月10日	(噴火警戒レベル3切替え)	(3月10日爆発的な噴火発生。今後、更に活動が活発になる可能性があるため、火口から概ね4kmの範囲では大きな噴石に、概ね2kmの範囲では火砕流に警戒。)
3月15日	(噴火警戒レベル3切替え)	(3月11日以降、噴火活動にさらなる活発化は認められないことから、警戒が必要な範囲を概ね3kmに縮小。)
平成30年度		
6月20日	第141回連絡会	噴火活動は次第に低下してきているが、地震活動は3月の噴火以前より高い状態を保っており、今後も噴火を繰り返す可能性。
6月28日	(噴火警戒レベル3→2)	(火口へのマグマの供給は低下したとみられるが、活発な地震活動が続いていることなどから、引き続き火口から概ね2kmの範囲では大きな噴石に、概ね1kmの範囲では火砕流に警戒。)
7月24日	第1回霧島山部会	引き続き、噴火活動は次第に低下してきているものの、地震活動は3月の噴火以前より高い状態を保っており、噴火を繰り返す可能性。
10月31日	第142回連絡会	火山性地震はやや多い状態が続いており、傾斜変動を伴う火山性微動が発生するなど、火山活動はやや高まった状態が続いていることから、大きな噴石の飛散や火砕流を伴う噴火が発生する可能性。
12月19日	第2回霧島山部会	2011年及び2018年の噴火で、噴火前や噴火中に観測された現象の再確認と、同噴火で噴出された噴出物の分析結果について意見交換を実施。
1月18日	(噴火警戒レベル2→1)	(火山性地震や火山ガス放出量の減少、噴気や熱異常域の状況に変化がないことから、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判断。)
2月25日	(噴火警戒レベル1→2)	(火山性地震増加。深部のマグマの蓄積を示す基線の伸びも継続していることから、火口から概ね2kmの範囲では大きな噴石に、概ね1kmの範囲では火砕流に警戒。)
2月27日	第143回連絡会	火山性地震は2018年11月中旬頃から少なくなっていたが、2月25日から増加しており、火山活動がやや高まった状態。
平成31年度(令和元年度)		
4月5日	(噴火警戒レベル2→1)	(火山性地震減少、噴気や地熱域の状況に変化がないことから、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判断。)
7月2日	第144回連絡会	火山性地震は概ね少ない状態が続いているが、2月などに一時的に増加がみられており、引き続き火山活動の推移に注意が必要。
11月18日	(噴火警戒レベル1→2)	(火山性地震増加。火口から概ね2kmの範囲では大きな噴石に、概ね1kmの範囲では火砕流に警戒。)
12月3日	第3回霧島山部会	11月17日から18日にかけて新燃岳火口直下を震源とする火山性地震が一時的に増加するなど、火山活動が高まった状態。
12月20日	(噴火警戒レベル2→1)	(火山性地震減少、噴気や傾斜計に変化がみられないことから、火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性は低くなったと判断。)
12月24日	第145回連絡会	噴火の兆候は認められないが、11月17日から18日にかけて新燃岳火口直下を震源とする火山性地震が一時的に増加したことから、火山活動の推移には留意が必要。
1月2日	(噴火警戒レベル1→2)	(火山性地震増加。火口から概ね2kmの範囲では大きな噴石に、概ね1kmの範囲では火砕流に警戒。)
令和2年度		
6月30日	第146回連絡会	火山性地震は増減を繰り返しており、噴気活動の再開や火山ガスの放出量増加など、火山活動が高まった状態。一方、地殻変動のデータに特段の変化がないことから、規模の大きな噴火に至る可能性は低い。
12月11日	(噴火警戒レベル2→1)	(火山性地震減少、噴気や地殻変動データなどに変化がみられないことから、火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性は低くなったと判断。)
12月16日	第4回霧島山部会	火山活動の高まりが認められた11月以降、地震活動は低下傾向、地熱域、噴気活動、火山ガスの放出量にも変化がないことから、現時点で噴火の兆候は認められないものの、今後、火山性地震の増加や地殻変動等が認められた場合には、火山活動が活発化する可能性。
12月23日	第147回連絡会	部会での評価を確認。
12月25日	(噴火警戒レベル1→2)	(火山性地震増加。火口から概ね2kmの範囲では大きな噴石に、概ね1kmの範囲では火砕流に警戒。)
3月1日	(噴火警戒レベル2→1)	(火山性地震減少、噴気や地殻変動データなどに変化がみられないことから、火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性は低くなったと判断。)
令和3年度		
6月25日	第5回霧島山部会	2月以降、火山性地震は少なく、2020年12月以降火山ガスの放出量も少ない状態で経過。地熱域、噴気活動にも変化がないことから、現時点で噴火の兆候は認められないものの、今後、火山性地震の増加や地殻変動等が認められた場合には、火山活動が活発化する可能性。
6月30日	第148回連絡会	部会での評価を確認。

16. 霧島山(硫黄山)に関する火山噴火予知連絡会の活動経過

平成28年度		
6月14日	第135回連絡会	傾斜変動を伴う火山性微動が時々発生。2015年12月以降、熱異常域は拡大傾向であり、火山活動がやや高まってきている。 地震は少なく微動も2016年2月以降観測されていないものの、熱異常域は引き続き拡大傾向にあるため、突発的な噴出現象が発生する可能性。
10月4日	第136回連絡会	
12月6日	(えびの高原(硫黄山)周辺を対象としたレベル運用開始)	
12月12日	(噴火警戒レベル1→2)	
1月13日	(噴火警戒レベル2→1)	
2月14日	第137回連絡会	
平成29年度		
5月9日	(噴火警戒レベル1→2)	(硫黄山で火山活動が高まっており、概ね1kmの範囲では大きな噴石に警戒。)
6月20日	第138回連絡会	硫黄山火口のごく浅いところで繰り返しわずかな膨張がみられており、火口周辺に火山灰を降らせる噴火が発生する可能性。 地震の一時的増加、地震に伴う傾斜変動等が認められることから、今後の活動の推移に注意が必要。 (地震活動が低下し、傾斜変動も観測されなくなったため、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判断。) 地震の一時的な増加や、噴気や熱異常域の温度の高まり、傾斜変動を伴う火山性微動の発生など、一時的な火山活動の高まりが認められることから、今後の活動の推移に注意が必要。
10月3日	第139回連絡会	
10月31日	(噴火警戒レベル2→1)	
2月14日	第140回連絡会	
平成30年度		
4月19日	(噴火警戒レベル2→3)	(硫黄山の南側で噴火が発生し、火孔から200～300m程度まで大きな噴石が飛散。概ね2kmの範囲では大きな噴石に警戒。)
5月1日	(噴火警戒レベル3→2)	(4月26日以降噴火は発生していないが、活発な噴気活動は続いている。4月19日程度の噴火が発生する可能性があるため、概ね1kmの範囲では大きな噴石に警戒。)
6月20日	第141回連絡会	4月の噴火後は地震活動、地殻変動及び噴気活動などの観測データに火山活動の低下傾向がみられているが、再び活発化を示す変化が認められた場合には、噴火が発生する可能性。
7月24日	第1回霧島山部会	6月上旬頃から硫黄山近傍のGNSS基線で伸びが続き、地震活動にも高まる傾向がみられている。引き続き、ごく小規模な噴火が発生する可能性。
10月31日	第142回連絡会	噴気・熱泥噴出活動は引き続き活発。硫黄山を中心に膨張の傾向が続いている。地震も増加していることから、今後もごく小規模な噴火が発生する可能性。
12月19日	第2回霧島山部会	硫黄山で現在観測されている地殻変動及び、今後硫黄山で想定される活動についての意見交換を実施。
2月27日	第143回連絡会	噴気・熱泥噴出活動は引き続き活発。地震はやや多い状態で経過しており、GNSS等でも伸びの傾向が継続している。火山活動が高まった状態が継続しており、ごく小規模な噴火が発生する可能性。
平成31年度(令和元年度)		
4月18日	(噴火警戒レベル2→1)	(火山性地震の減少、地殻変動の停滞、熱活動活発化の兆候がないといったことから、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判断。)
7月2日	第144回連絡会	噴気は引き続き活発。地震は概ね少ない状態で経過。硫黄山近傍のGNSS基線の伸びは停滞。活動は静穏な状態だが、引き続き火山活動の推移に注意が必要。
12月3日	第3回霧島山部会	活発な噴気活動が続いているものの、地震は概ね少ない状態で経過し、硫黄山近傍のGNSS基線の伸びは停滞もしくはわずかに収縮しており、噴火の兆候は認められない。
12月24日	第145回連絡会	活発な噴気活動が続いているものの、地震は少ない状態で経過し、硫黄山近傍のGNSS基線の伸びは停滞もしくはわずかに収縮しており、噴火の兆候は認められない。
令和2年度		
6月30日	第146回連絡会	活発な噴気活動が続いているものの、地震は少ない状態で経過し、硫黄山近傍のGNSS基線の伸びは停滞もしくはわずかに収縮しており、噴火の兆候は認められない。
12月16日	第4回霧島山部会	活発な噴気活動が続いており、地震はわずかに増加した状態が継続、5月頃から浅部のわずかな膨張を示す地殻変動。現時点で噴火の兆候は認められないものの、今後、火山性地震の増加や地殻変動等が認められた場合には、火山活動が活発化する可能性。
12月23日	第147回連絡会	部会での評価を確認。
令和3年度		
6月25日	第5回霧島山部会	活発な噴気活動が続いており、地震はわずかに増加した状態が継続、浅部の膨張を示す地殻変動は2月以降停滞。現時点で噴火の兆候は認められないものの、今後、火山性地震の増加や地殻変動等が認められた場合には、火山活動が活発化する可能性。
6月30日	第148回連絡会	部会での評価を確認。

17. 桜島に関する火山噴火予知連絡会の活動経過

平成28年度		
6月14日	第135回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。 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。 噴火活動は2016年8月以降低下している。
10月4日	第136回連絡会	
2月14日	第137回連絡会	
平成29年度		
6月20日	第138回連絡会	3月以降活発な噴火活動が継続。 活発な噴火活動継続。 時々噴火が発生。今後も同様な噴火活動が継続する可能性。
10月3日	第139回連絡会	
2月14日	第140回連絡会	
平成30年度		
6月20日	第141回連絡会	引き続き活発な噴火活動継続。 活発な噴火活動が継続していたが、9月下旬から活動がやや低下。 活発な噴火活動が継続していたが、1月中旬から活動がやや低下。
10月31日	第142回連絡会	
2月27日	第143回連絡会	
平成31年度(令和元年度)		
7月2日	第144回連絡会	噴火活動がやや低下した状況が継続。 9月以降噴火活動が活発化。
12月24日	第145回連絡会	
令和2年度		
6月30日	第146回連絡会	活発な噴火活動継続。 活発な噴火活動が続いていたが、7月頃から活動が低下。
12月23日	第147回連絡会	
令和3年度		
4月25日	(噴火警戒レベル3切替え)	(火砕流の流下が火口から1.5kmを超えたことを確認。居住地域への接近が予想されると判断し、大きな噴石及び火砕流に警戒が必要な範囲を2km以上に拡大。) (現地調査の結果、火砕流の痕跡がなかったことから、大きな噴石及び火砕流に警戒が必要な範囲を2kmに縮小。) 2020年12月以降活発な噴火活動が続いていたが、5月に入り活動低下。
4月25日	(噴火警戒レベル3切替え)	
6月30日	第148回連絡会	

18. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」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	NICT01	先端リモートセンシングによる地震及び火山の被害状況把握技術の高度化	川村 誠治
北海道大学	HKD 01	津波堆積物情報の高度化と実践的活用に関する研究	西村 裕一
	HKD 02	大規模噴火に関わるマグマプロセスの時間スケールの解明	栗谷 豪
	HKD 03	マグマ脱ガス実験と火山噴出物の揮発性成分解析に基づく噴火分岐メカニズムの解明	吉村 俊平
	HKD 04	電磁気・熱・ガス観測に基づく火山活動推移モデルの構築	橋本 武志
	HKD 05	巨大地震に伴う海底斜面崩壊による津波の事前評価・即時予測に関する研究	長谷川 勇市郎
	HKD 06	火山活動即時解析表示システムの開発	橋本 武志
	HKD 07	地理空間情報の総合的活用による災害への社会的脆弱性克服に関する人間科学的研究	橋本 雄一
	HKD 08	地殻変動等多項目データの全国流通一元化公開解析システムの高度化	高橋 浩晃
	HKD 09	千島海溝沿いの巨大地震津波災害軽減に向けた総合研究	高橋 浩晃
弘前大学	HRS 01	東北日本弧・千島弧会合部とその周辺における地震発生場の解明	前田 拓人
	HRS 02	データ同化に基づく津波現況把握と即時予測の高度化	前田 拓人
東北大学理学研究科	THK 01	国際共同研究によるニュージーランドにおける地震発生機構の解明	岡田 知己
	THK 02	流体の寄与に注目した地震断層すべり物理モデルの高度化	松澤 暢
	THK 03	噴火発生時刻の即時把握と噴火ダイナミクスの研究	西村 太志
	THK 04	浅部貫入マグマの結晶化速度と噴火挙動の推定手法の開発	中村 美千彦
	THK 05	世界各地の大地震発生域との比較研究に基づく地震・火山現象の理解	趙 大麟
	THK 06	スラブ内地震の発生メカニズムに関する研究	栗 龍介
	THK 07	地殻応答による断層への応力載荷過程と断層間相互作用の解明と予測	岡田 知己
	THK 08	集中地震観測による火山体構造・火山現象発生場の解明	山本 希
	THK 09	繰り返し地震再来特性の理解に基づく地殻活動モニタリング	内田 直希
	THK 10	地殻変動に伴う大気中ラドン濃度変動	長濱 裕幸
	THK 11	多項目観測データに基づく火山活動のモデル化と活動分岐判断指標の作成	西村 太志
	THK 12	海陸地データを活用したプレート境界面すべり即時把握能力の向上とそれに基づく津波即時推定手法の高度化	太田 雄策
	THK 13	地震・火山データの無線伝送技術の開発	内田 直希
東北大学 災害科学国際研究所	IRID01	東北地方における地震・津波・火山情報に関する歴史資料の所在調査とデータ収集	蝦名 裕一
	IRID02	GPS-A観測による効率的な上下変動検出技術の開発と根室沖観測への適用	木戸 元之
	IRID03	地表設置型合成開口レーダ(GB-SAR)による地表変位計測の高精度化	佐藤 源之
	IRID04	地震の事前情報を起点とするハザード事象系統樹の開発	福島 洋
	IRID05	歴史地形の復元・可視化手法の確立と災害発生要因の分析	蝦名 裕一
	IRID06	災害に関わる個人の心理・行動特性とその評価・活用・調整に関する研究	杉浦 元亮
新潟大学	NGT 01	日本海沿岸地域を中心とした地震・火山現象の解明のための史料収集と解析	片桐 昭彦
	NGT 02	地震・火山噴火災害における被害軽減のために利活用可能な要素・知識体系の整理・検証	田村 圭子
東京大学地震研究所	ERI 01	歴史地震史料を活用した地震学的解析	加納 靖之
	ERI 02	マグマ溜まりの時間発展と噴火様式との関連性	安田 敦
	ERI 03	大規模噴火に伴う諸現象とそれを駆動するマグマ溜り・火道システムの解明	前野 深
	ERI 04	非線形動力学・計算材料科学との学際連携に基づく地震現象の多様性の統一的理解	亀 伸樹
	ERI 05	千島海溝・日本海溝における複合海底地震測地観測によるプレート境界の挙動解明とそのモデル化	篠原 雅尚
	ERI 06	より現実的な断層面ダイナミクス	中谷 正生
	ERI 07	多項目観測データの比較研究に基づく噴火過程の理解とモデル構築	大森 隆雄
	ERI 08	日本・NZ国際協力によるヒクランギ沈み込み帯における多様な地震活動と、その発生環境との関係の解明	望月 公廣
	ERI 09	内陸地震発生ポテンシャルの予測を目指した島弧の地殻応答と断層における地殻内流体の影響の解明	飯高 隆
	ERI 10	東日本における長期的重力変化の観測とモデリング	今西 祐一
	ERI 11	地震発生予測のための島弧・海溝システムの観測・モデリング統合研究	篠原 雅尚
	ERI 12	スロー地震モニタリングに基づく南海トラフ域の地震発生可能性評価手法に関する研究	蔵下 英司
	ERI 13	経験的アプローチによる大地震の確率予測のパフォーマンス調査	中谷 正生
	ERI 14	大規模数値シミュレーションに基づく広域強震動災害の事前・即時予測	古村 孝志
	ERI 15	首都圏の地震被害分布と地震像の解明	酒井 慎一
	ERI 16	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
	ERI 17	堆積物に基づく噴火物理化学パラメータ推定手法の高度化と事象分岐判断への活用	前野 深
	ERI 18	観測研究データへの永続的識別子付与	加納 靖之
	ERI 19	データ流通網の高度化	鶴岡 弘
	ERI 20	光技術を用いた地下深部・火山近傍における地震・地殻変動計測技術の確立	新谷 昌人
	ERI 21	高精度ミュオグラフィ画像自動診断による火山活動状況の推移との相関評価	田中 宏幸
	ERI 22	海底ケーブルを用いる地震・地殻変動・津波リアルタイム観測技術開発	篠原 雅尚
	ERI 23	海底での地震・地殻変動観測に向けた機動的観測技術の高度化	塩原 肇
	ERI 24	マルチプラットフォーム次世代WINシステムの開発	中川 茂樹
	ERI 25	研究成果共有データベースの構築	鶴岡 弘
東京大学理学系研究科	UTS 01	沿岸巨礫を用いた古津波評価法の検討・南海トラフ～琉球海溝の連動可能性評価に向けて	後藤 和久
	UTS 02	巨大地震に伴う粘弾性余効変動の解明	田中 愛幸
	UTS 03	地震発生場のテクトニクスとマルチスケール地震現象の予測可能性	井出 哲
	UTS 04	地殻流体の化学的観測による地震火山活動評価システムの高度化と応用	角森 史昭
	UTS 05	物理モデルと地形・地質学およびテクトニックな観測データを統合した地震発生長期予測手法の開発と検証	安藤 亮輔
	UTS 06	遠隔地火山、特に離島火山における火山ガスモニタリングの高度化	森 俊哉
東京大学情報学環	III 01	ニーズ・アセスメントに基づく地震・火山災害に関する発生確率、被害想定、災害情報のコミュニケーション戦略の開発	関谷 直也
東京大学史料編纂所	UTH 01	地震火山関連史料の収集・分析とデータベースの構築・公開	篠原 雅治
	UTH 02	近代以前の地震・火山災害に関する多角的な研究	杉森 玲子
東京大学 大気海洋研究所	AORI01	巨大津波を引き起こす震源断層の実態解明と流体変動モニタリング	朴 進午
	AORI02	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	小畑 元
東京大学地震火山 史料連携研究機構	HMEV01	地震火山関連史料に基づく低頻度大規模地震火山災害の調査	大色 潤三
	HMEV02	地震関連史料に基づく近代以前の地震活動の調査	篠原 雅治
東京工業大学	TIT 01	海城火山活動に伴う熱水活動の実験的研究と観測研究	野上 健治
	TIT 02	小型拡散放出二酸化炭素率測定装置の開発	野上 健治
	TIT 03	水蒸気噴火の準備過程を捉えるための火山熱水系構造モデルの精緻化	寺田 暁彦
千葉大学	CBA 01	電磁気学的な地震先行現象の総合的研究	服部 克巳
	TYM 01	極小規模噴火を含めた草津白根火山の噴火履歴の解明と噴火ポテンシャル評価	石崎 泰男
富山大学	TYM 02	富山県御徒原火山における地球物理学的観測による火山活動モニタリング	堀田 耕平
	TYM 03	地震学・火山学の知見に基づくコンパクトシティをデザインする情報科学からの被災生活シミュレーション	井ノ口 宗成

機関名	研究課題	研究課題名	担当者名
名古屋大学	NGY.01	古文書解読による南海トラフ巨大歴史地震像の解明 ～歴史地震情報の可視化システムの構築とその活用～	山中 佳子
	NGY.02	南西諸島海溝におけるプレート間固着状態の解明	田所 敬一
	NGY.03	変動地形学的手法による内陸地震発生モデルと活断層長期評価手法の再検討	鈴木 康弘
	NGY.04	南海トラフ域におけるプレート間固着・滑りの時空間変化の把握	田所 敬一
	NGY.05	地表地震断層の特性を重視した断層近傍の強震動ハザード評価	鈴木 康弘
	NGY.06	被害の地域的な発現過程とコミュニティの社会・空間構造に着目した地震・津波災害発生機構に関する文理融合的研究	室井 研二
	NGY.07	御嶽山地域の防災力向上の総合的推進に関する研究	山岡 耕春
NGY.08	小電力・小型・携帯テレメータ地震観測装置の改良開発	山中 佳子	
京都大学防災研究所	DPRI01	津波生成過程の理解に向けた浅部スロー地震の活動様式・発生場の解明とモデル化	伊藤 喜宏
	DPRI02	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での総合的観測研究	澁谷 拓郎
	DPRI03	内陸地震の発生機構と発生場の解明とモデル化	飯尾 能久
	DPRI04	日本列島の地震-火山噴火の基本場解明: 地殻とマントルにおける応力、流体-マグマ、温度、流動-変形場	深畑 幸俊
	DPRI05	測地観測データに基づく内陸地震長期評価手法の開発	西村 卓也
	DPRI06	インドネシアの活動的火山における火山活動推移モデルの構築	井口 正人
	DPRI07	桜島火山における火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測のための総合的観測研究	中道 治久
	DPRI08	広帯域強震動予測の高度化に関する研究	関口 春子
	DPRI09	断層破壊過程と極大強震動生成に関する研究	岩田 知孝
	DPRI10	火山地域を含む地震地すべり発生場の評価と斜面における強震動及び不安定化の事前予測手法の展開	釜井 俊孝
	DPRI11	火砕流の発生と流下予測	為栗 健
	DPRI12	噴火後の土石流および泥流の発生に関する観測と予測手法の開発	藤田 正治
	DPRI13	桜島火山における地域との連携による火山災害に関する社会の共通理解醸成のための研究	中道 治久
	DPRI14	災害リテラシーの育成のためのオープンサイエンス手法の検討	矢守 克也
京大文学部研究科	KUS.01	地殻活動データの同化による沈み込みプレート境界面すべり予測に関する研究	宮崎 真一
	KUS.02	地震・地殻変動モニタリングによる中期的な火山活動の評価	大倉 敬宏
	KUS.03	阿蘇で学ぶ地震・火山災害への備え	大倉 敬宏
神戸大学	KOBE01	鬼界海底カルデラにおけるマグマ供給系の構造・進化の解明	島 伸和
鳥取大学	TTR.01	地方自治体の地震被害想定、災害リスク評価を高度化するための基盤整備	香川 敬生
高知大学	KOC.01	地震観測点観測環境の時間変化把握に向けた、解析手法の検討・開発	大久保 慎人
九州大学	KYU.01	地震火山相互作用下の内陸地震空間ポテンシャル評価	相澤 広記
鹿児島大学	KGSM01	南西諸島北部域におけるプレート間すべりの特性に関する地震・地殻変動観測研究	八木原 寛
兵庫県立大学	HYG.01	地震・火山観測データを活用した減災・復興モデルの構築とリスクコミュニケーションに資する事例収集	阪本 真由美
	HYG.02	地震観測研究の成果を活用した土地利用に係る事例収集に基づく枠組みの提案	澤田 雅浩
立命館大学	RTM.01	南アフリカ大深度金鉱山からの地震発生場における応力と物質の直接調査	小笠原 宏
	RTM.02	地震に先行する極微小な前震活動の異常度評価と発生環境の評価	川方 裕則
(研)防災科学技術研究所	NIED01	多角的火山活動評価に関する研究	藤田 英輔
	NIED02	地震・津波予測技術の戦略的強化研究	汐見 勝彦
	NIED03	巨大地震による潜在的ハザードの把握に関する研究	齊藤 竜彦
	NIED04	自然災害ハザード・リスク評価と情報の利活用に関する研究	藤原 広行
	NIED05	基盤的観測網の運用	青井 真
(研)海洋研究開発機構	JAMS01	地震発生帯モデリング研究	堀 高峰
	JAMS02	海底広域変動観測研究	石原 靖
JAMS03	海底火山観測研究	小野 重明	
(研)産業技術総合研究所	AIST01	活断層データベースの整備	吾妻 崇
	AIST02	主要活断層帯から生じる連動型地震の古地震学的研究	近藤 久雄
	AIST03	地質調査に基づく火山活動履歴の解明と年代測定手法の高度化	古川 竜大
	AIST04	津波浸水履歴情報の整備	大倉 正展
	AIST05	地質調査と実験に基づく、断層の力学挙動についての三次元モデルの構築	重松 紀生
	AIST06	火山性流体観測に基づく噴火発生過程および火山活動推移の解明	森田 雅明
	AIST07	高分解能地殻応力場の解明と遠隔構造場の研究	今西 和俊
	AIST08	海溝型巨大地震の履歴とメカニズム解明	大倉 正展
	AIST09	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
	AIST10	噴出物の物質科学的解析に基づくマグマ供給系-火道システム発達と噴火推移過程のモデル化	下司 信夫
	AIST11	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	GSI.01	内陸の地殻活動の発生・準備過程の解明	宗包 浩志
	GSI.02	プレート境界面上の滑り・固着の時空間変化の広域的な把握	宗包 浩志
	GSI.03	火山地域のマグマ供給系のモデリング	宗包 浩志
	GSI.04	GNSS連続観測(GEONET)	宗包 浩志
	GSI.05	地形地殻変動観測	宗包 浩志
	GSI.06	物理地殻観測	宗包 浩志
	GSI.07	宇宙測地技術による地殻変動監視	宗包 浩志
	GSI.08	GNSS観測・解析技術の高度化	宗包 浩志
	GSI.09	全国活断層帯情報整備	宗包 浩志
	GSI.10	火山基本図・火山土地条件図整備	宗包 浩志
	GSI.11	地殻活動データベース整備・更新	宗包 浩志
気象庁	JMA.01	地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究	小林 昭夫
	JMA.02	地殻変動観測等に基づく火山活動評価の高度化に関する研究	鬼澤 真也
	JMA.03	火山活動に伴う地殻変動の把握及び評価	菅井 明
	JMA.04	地球電磁気学的手法による火山活動評価の高度化	瀧沢 倫明
	JMA.05	化学的手法に基づく火山活動監視・予測に関する研究	高木 朗充
	JMA.06	地震動・津波即時予測の高度化に関する研究	鎌谷 紀子
	JMA.07	火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測に関する研究	新堀 敏基
	JMA.08	火山活動の総合判断	中村 政道
	JMA.09	地震観測、地殻変動観測	宮岡 一樹
	JMA.10	潮位観測	鈴木 博樹
	JMA.11	地磁気精密観測	仰木 淳平
	JMA.12	全国における火山観測の強化	大貫 昌一
	JMA.13	地磁気観測成果のデータベース化	有田 真一
	JMA.14	全国地震カタログの作成	森脇 健
	JMA.15	火山現象に関する基礎データの蓄積と活用	山本 哲也
	JMA.16	地震・津波・火山防災情報の改善に係る知見・成果の共有	福満 修一郎
	JMA.17	防災・減災に関する知識の普及啓発	福満 修一郎
海上保安庁	JCG.01	海洋測地の推進	渡邊 俊一
	JCG.02	駿瀬	林 弘道
	JCG.03	海底地殻変動観測	石川 直史
	JCG.04	海域火山観測	藤原 琢磨
(独)奈良文化財研究所	NAB.01	考古・文献資料からみた歴史災害情報の収集とデータベース構築・公開ならびにその地質考古学的解析	村田 泰輔
(地独)北海道立総合研究機構	HRO.01	北海道内の活火山の地球物理学的・地球化学的モニタリング	高橋 良
	HRO.02	津波による最大リスク評価手法の開発と防災対策の実証的展開	仁科 健二
山梨県富士山科学研究所	MFRI01	富士山の事象系統樹を精緻化するための噴火履歴の研究	吉本 充宏
	MFRI02	火山モニタリングと地下水流動把握のための多点連続重力観測	本多 亮

19. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」の個別課題一覧(建議項目順)

建議項目区分	研究課題	研究課題名	担当者名	
1-(1)-ア	ERI 01	歴史地震史料を活用した地震学的解析	加納 靖之	
	IRID01	東北地方における地震・津波・火山情報に関する歴史資料の所在調査とデータ収集	蝦名 裕一	
	NGT 01	日本海沿岸地域を中心とした地震・火山現象の解明のための史料収集と解析	片桐 昭彦	
	NGY 01	古文書解読による南海トラフ巨大歴史地震像の解明 ～歴史地震情報の可視化システムの構築とその活用～	山中 佳子	
	UTH 01	地震火山関連史料の収集・分析とデータベースの構築・公開	榎原 雅治	
1-(1)-イ	NAB 01	考古・文献資料からみた歴史災害情報の収集とデータベース構築・公開ならびにその地質考古学的解析	村田 泰輔	
1-(1)-ウ	AIST01	活断層データベースの整備	吾妻 崇	
	AIST02	主要活断層帯から生じる連動型地震の古地震学的研究	近藤 久雄	
	AIST03	地質調査に基づく火山活動履歴の解明と年代測定手法の高度化	古川 竜太	
	AIST04	津波浸水履歴情報の整備	穴倉 正展	
	ERI 02	マグマ溜まりの時間発展と噴火様式との関連性	安田 敦	
	HKD 01	津波堆積物情報の高度化と実践的活用に関する研究	西村 裕一	
	TYM 01	極小規模噴火を含めた草津白根火山の噴火履歴の解明と噴火ポテンシャル評価	石崎 泰勇	
	UTS 01	沿岸巨礫を用いた古津波評価法の検討: 南海トラフ～琉球海溝の連動可能性評価に向けて	後藤 和久	
	1-(2)	ERI 03	大規模噴火に伴う諸現象とそれを駆動するマグマ溜り-火道システムの解明	前野 深
		HKD 02	大規模噴火に関わるマグマプロセスの時間スケールの解明	栗谷 豪
HMEV01		地震火山関連史料に基づく低頻度大規模地震火山災害の調査	大邑 潤三	
UTS 02		巨大地震に伴う粘弾性余効変動の解明	田中 愛幸	
1-(3)-ア		ERI 04	非線形動力学・計算材料科学との学際連携に基づく地震現象の多様性の統一的理解	亀 伸樹
	ERI 05	千島海溝・日本海溝における複合海底地震測地観測によるプレート境界の挙動解明とそのモデル化	篠原 雅尚	
	THK 01	国際共同研究によるニュージーランドにおける地震発生機構の解明	岡田 知己	
	UTS 03	地震発生場のテクトニクスとマルチスケール地震現象の予測可能性	井出 哲	
1-(3)-イ	AIST05	地質調査と実験に基づく、断層の力学挙動についての三次元モデルの構築	重松 紀生	
	ERI 06	より現実的な断層面ダイナミクス	中谷 正生	
	RTM 01	南アフリカ大深度金鉱山からの地震発生場における応力と物質の直接調査	小笠原 宏	
	THK 02	流体の寄与に注目した地震断層すべり物理モデルの高度化	松澤 暢	
1-(4)-ア	ERI 07	多項目観測データの比較研究に基づく噴火過程の理解とモデル構築	大湊 隆雄	
	NIED01*	多角的火山活動評価に関する研究	藤田 英輔	
	THK 03	噴火発生時刻の即時把握と噴火ダイナミクスの研究	西村 太志	
	TIT 01	海域火山活動に伴う熱水活動の実験的研究と観測研究	野上 健治	
	TIT 02	小型拡散放出二酸化炭素率測定装置の開発	野上 健治	
	TYM 02	富士山御殿ヶ原火山における地球物理学的観測による火山活動モニタリング	堀田 耕平	
	1-(4)-イ	AIST06	火山性流体観測に基づく噴火発生過程および火山活動推移の解明	森田 雅明
HKD 03		マグマ脱ガス実験と火山噴出物の揮発性成分解析に基づく噴火分岐メカニズムの解明	吉村 俊平	
NIED01*		多角的火山活動評価に関する研究	藤田 英輔	
THK 04		浅部貫入マグマの結晶化速度と噴火挙動の推定手法の開発	中村 美千彦	
1-(5)-ア	AIST07*	高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究	今西 和俊	
	AORIO1	巨大津波を引き起こす震源断層の実態解明と流体変動モニタリング	朴 進午	
	DPRI01	津波生成過程の理解に向けた浅部スロー地震の活動様式・発生場の解明とモデル化	伊藤 喜宏	
	DPRI02	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での総合的観測研究	溝谷 拓郎	
	ERI 08	日本・NZ国際協力によるヒクランギ沈み込み帯における多様な地震活動と、その発生環境との関係の解明	望月 公廣	
	IRID02	GPS-A観測による効率的な上下変動検出技術の開発と根室沖観測への適用	木戸 元之	
	JAMS02*	海底広域変動観測研究	石原 靖	
	KGSM01	南西諸島北部域におけるプレート間すべりの特性に関する地震・地殻変動観測研究	八木原 寛	
	THK 05	世界各地の大地震発生域との比較研究に基づく地震・火山現象の理解	趙 大鵬	
	THK 06	スラブ内地震の発生メカニズムに関する研究	東 龍介	
	1-(5)-イ	AIST07*	高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究	今西 和俊
		DPRI03	内陸地震の発生機構と発生場の解明とモデル化	飯尾 能久
		ERI 09	内陸地震発生ポテンシャルの予測を目指した島弧の地殻応答と断層における地殻内流体の影響の解明	飯高 隆
ERI 10		東日本における長期的重力変化の観測とモデリング	今西 祐一	
GSI 01		内陸の地殻活動の発生・準備過程の解明	宗包 浩志	
HRS 01		東北日本弧・千島弧会合部とその周辺における地震発生場の解明	前田 拓人	
THK 07		地殻応答による断層への応力載荷過程と断層間相互作用の解明と予測	岡田 知己	
UTS 04		地殻流体の化学的観測による地震火山活動評価システムの高度化と応用	角森 元昭	
1-(5)-ウ		AORIO2	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	小畑 元
		JAMS03	海底火山観測研究	小野 重明
	KOBE01	鬼界海底カルデラにおけるマグマ供給系の構造・進化の解明	島 伸和	
	THK 08	集中地震観測による火山体構造・火山現象発生場の解明	山本 希	
1-(5)-エ	TIT 03	水蒸気噴火の準備過程を捉えるための火山熱水系構造モデルの精緻化	寺田 暁彦	
	KYU 01	地震火山相互作用下の内陸地震空間ポテンシャル評価	相澤 広記	
1-(5)-オ	AIST07*	高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究	今西 和俊	
	DPRI04	日本列島の地震-火山噴火の基本場解明: 地殻とマントルにおける応力、流体-マグマ、温度・流動-変形場	深畑 幸俊	
2-(1)-ア	AIST08	海溝型巨大地震の履歴とメカニズム解明	穴倉 正展	
	HMEV02	地震関連史料に基づく近代以前の地震活動の調査	榎原 雅治	
	NGY 02	南西諸島海溝におけるプレート間固着状態の解明	田所 敬一	
	NIED02*	地震・津波予測技術の戦略的・高度化研究	汐見 勝彦	
	NIED03	巨大地震による潜在的ハザードの把握に関する研究	齊藤 竜彦	
2-(1)-イ	DPRI05	測地観測データに基づく内陸地震長期評価手法の開発	西村 卓也	
	ERI 11	地震発生予測のための島弧-海溝システムの観測・モデリング統合研究	篠原 雅尚	
	NGY 03	変動地形学的手法による内陸地震発生モデルと活断層長期評価手法の再検討	鈴木 康弘	
	NIED02*	地震・津波予測技術の戦略的・高度化研究	汐見 勝彦	
	UTS 05	物理モデルと地形・地質学およびテクトニックな観測データを統合した地震発生長期予測手法の開発と検証	安藤 亮輔	
2-(2)-ア	AIST09	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	
	ERI 12	スロー地震モニタリングに基づく南海トラフ域の地震発生可能性評価手法に関する研究	蔵下 英司	
	GSI 02	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	宗包 浩志	
	JAMS01	地震発生帯モデリング研究	堀 高峰	
	JMA 01	地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究	小林 昭夫	
	KUS 01	地殻活動データの同化による沈み込みプレート境界面すべり予測に関する研究	宮崎 真一	

建議項目区分	研究課題	研究課題名	担当者名	
2-(3)	NGY_04	南海トラフ域におけるプレート間固着・滑りの時空間変化の把握	田所 敬一	
	THK_09	繰り返し地震再来特性の理解に基づく地殻活動モニタリング	内田 直希	
	CBA_01	電磁気学的な地震先行現象の総合的研究	服部 克巳	
	ERI_13	経験的アプローチによる大地震の確率予測のパフォーマンス調査	中谷 正生	
	RTM_02	地震に先行する極微小な前震活動の異常度評価と発生環境の評価	川方 裕剛	
2-(4)-ア	THK_10	地殻変動に伴う大気中ラドン濃度変動	長濱 裕幸	
	MFR101	富士山の事象系統樹を精緻化するための噴火履歴の研究	吉本 宏	
	2-(4)-イ	AIST10	噴出物の物質科学的解析に基づくマグマ供給系-火道システム発達と噴火推移過程のモデル化	下司 信夫
		GSI_03	火山地域のマグマ供給系のモデリング	宗包 浩志
	HKD_04	電磁気・熱・ガス観測に基づく火山活動推移モデルの構築	橋本 武志	
	HRQ_01	北海道内の活火山の地球物理学的・地球化学的モニタリング	高橋 良	
	JMA_02	地殻変動観測等に基づく火山活動評価の高度化に関する研究	鬼澤 真也	
	JMA_03	火山活動に伴う地殻変動の把握及び評価	菅井 明	
	JMA_04	地球電磁気学的手法による火山活動評価の高度化	瀧沢 倫明	
	JMA_05	化学的手法に基づく火山活動監視・予測に関する研究	高木 朗充	
KUS_02	地震・地殻変動モニタリングによる中期的な火山活動の評価	大倉 敬宏		
2-(5)	UTS_06	遠隔地火山、特に離島火山における火山ガスモニタリングの高度化	森 俊哉	
	DPRI06	インドネシアの活動的火山における火山活動推移モデルの構築	井口 正人	
	DPRI07	桜島火山における火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測のための総合的観測研究	中道 治久	
	THK_11	多項目観測データに基づく火山活動のモデル化と活動分岐判断指標の作成	西村 太志	
	DPRI08	広帯域強震動予測の高度化に関する研究	関口 春子	
3-(1)-ア	DPRI09	断層破壊過程と極大強震動生成に関する研究	岩田 知孝	
	ERI_14	大規模数値シミュレーションに基づく広帯域強震動災害の事前・即時予測	古村 孝志	
	ERI_15	首都圏の地震被害分布と地震像の解明	酒井 慎一	
	NGY_05	地表地震断層の特性を重視した断層近傍の強震動ハザード評価	鈴木 康弘	
	HKD_05	巨大地震に伴う海底斜面崩壊による津波の事前評価・即時予測に関する研究	谷岡 勇市郎	
3-(1)-イ	ERI_16	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	
	HRQ_02	津波による最大リスク評価手法の開発と防災対策の実証的展開	仁科 健二	
	TTR_01	地方自治体の地震被害想定、災害リスク評価を高度化するための基盤整備	香川 敏生	
3-(1)-エ	DPRI10	火山地域を含む地震地すべり発生場の評価と斜面における強震動及び不安定化の事前予測手法の展開	釜井 俊孝	
	IRID03	地表設置型合成開口レーダ(GB-SAR)による地表変位計測の高精度化	佐藤 源之	
3-(1)-オ	DPRI11	火砕流の発生と流下予測	為栗 健	
3-(2)-ア	JMA_06*	地震動・津波即時予測の高度化に関する研究	鎌谷 紀子	
3-(2)-イ	HRS_02	データ同化に基づく津波現況把握と即時予測の高度化	前田 拓人	
	JMA_06*	地震動・津波即時予測の高度化に関する研究	鎌谷 紀子	
THK_12	海陸測地データを活用したプレート境界面すべり即時把握能力の向上とそれにもとづく津波即時推定手法の高度化	太田 雄策		
3-(2)-ウ	DPRI12	噴火後の土石流および泥流の発生に関する観測と予測手法の開発	藤田 正治	
	ERI_17	堆積物に基づく噴火物理化学パラメータ推定手法の高度化と事象分岐判断への活用	前野 深	
	JMA_07	火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測に関する研究	新堀 敏基	
3-(3)	HKD_06	火山活動即時解析表示システムの開発	橋本 武志	
	III_01	ニーズ・アセスメントに基づく地震・火山災害に関する発生確率、被害想定、災害情報のコミュニケーション戦略の開発	関谷 直也	
	IRID04	地震の事前情報を起点とするハザード事象系統樹の開発	福島 洋	
	NGY_06	被害の地域的な発現過程とコミュニティの社会・空間構造に着目した地震・津波災害発生機構に関する文理融合的研究	室井 研二	
4-(1)	NIED04*	自然災害ハザード・リスク評価と情報の利活用に関する研究	藤原 広行	
	UTH_02	近代以前の地震・火山災害に関する多角的な研究	杉森 玲子	
	4-(2)	DPRI13	桜島火山における地域との連携による火山災害に関する社会の共通理解醸成のための研究	中道 治久
		DPRI14	災害リテラシーの育成のためのオープンサイエンス手法の検討	矢守 克也
	HKD_07	地理空間情報の総合的活用による災害への社会的脆弱性克服に関する人間科学的研究	橋本 雄二	
	HYG_01	地震・火山観測データを活用した減災・復興モデルの構築とリスクコミュニケーションに資する事例収集	阪本 真由美	
	HYG_02	地震観測研究の成果を活用した土地利用に係る事例収集に基づく枠組みの提案	澤田 雅浩	
	IRID05	歴史地形の復元・可視化手法の確立と災害発生要因の分析	蝦名 裕一	
	IRID06	災害に関わる個人の心理・行動特性とその評価・活用・調整に関する研究	杉浦 元亮	
	KUS_03	阿蘇で学ぶ地震・火山災害への備え	大倉 敬宏	
NGT_02	地震・火山噴火災害における被害軽減のために利活用可能な要素・知識体系の整理・検証	山村 圭子		
4-(3)	NGY_07	御嶽山地域の防災力向上の総合的推進に関する研究	田岡 耕春	
	NIED04*	自然災害ハザード・リスク評価と情報の利活用に関する研究	藤原 広行	
	TYM_03	地震学・火山学の知見に基づくコンパクトシティをデザインする情報科学からの被災生活シミュレーション	井ノ口 宗成	
	JMA_08	火山活動の総合判断	中村 政道	
5-(2)	HKD_09	千島海溝沿いの巨大地震津波災害軽減に向けた総合研究	高橋 浩晃	
5-(3)-ア	AIST11*	アジア太平洋地域地震・火山ハザード情報整備	宝田 晋治	
	ERI_18	観測研究データへの永続的識別子付与	加納 靖之	
	ERI_19	データ流通網の高度化	鶴岡 弘	
	GSI_04	GNSS連続観測(GEONET)	宗包 浩志	
	GSI_05	地形地殻変動観測	宗包 浩志	
	GSI_06	物理測地観測	宗包 浩志	
	GSI_07	宇宙測地技術による地殻変動監視	宗包 浩志	
	JCG_01	海洋測地の推進	渡邊 俊一	
	JCG_02	験潮	林王 弘道	
	JMA_09	地震観測、地殻変動観測	宮岡 一樹	
	JMA_10	潮位観測	鈴木 博樹	
	JMA_11	地磁気精密観測	仰木 淳平	
	JMA_12	全国における火山観測の強化	大賀 昌一	
	MFR102*	火山モニタリングと地下水流動把握のための多点連続重力観測	本多 亮	
	NICT01*	先端リモートセンシングによる地震及び火山の被害状況把握技術の高度化	川村 誠治	
NIED05*	基盤的観測網の運用	青井 真		
5-(3)-イ	AIST11*	アジア太平洋地域地震・火山ハザード情報整備	宝田 晋治	
	ERI_20	光技術を用いた地下深部・火山近傍における地震・地殻変動計測技術の確立	新谷 昌人	
	ERI_21	高精細ミュオグラフィ画像自動診断による火山活動状況の推移との相関評価	田中 宏幸	
	ERI_22	海底ケーブルを用いる地震・地殻変動・津波リアルタイム観測技術開発	篠原 雅尚	
	ERI_23	海底での地震・地殻変動観測に向けた機動的観測技術の高度化	塩原 肇	

建議項目区分	研究課題	研究課題名	担当者名
	GSI 08	GNSS観測・解析技術の高度化	宗包 浩志
	JAMS02*	海底広域変動観測研究	石原 靖
	JCG 03	海底地殻変動観測	石川 直史
	KOC 01	地震動観測点観測環境の時間変化把握に向けた、解析手法の検討・開発	大久保 慎人
	MFRI02*	火山モニタリングと地下水流動把握のための多点連続重力観測	本多 亮
	NGY 08	小電力・小型・携帯テレメータ地震観測装置の改良開発	山中 佳子
	NICT01*	先端リモートセンシングによる地震及び火山の被害状況把握技術の高度化	川村 誠治
	THK 13	地震・火山データの無線伝送技術の開発	内田 直希
5-(3)-ウ	AIST11*	アジア太平洋地域地震・火山ハザード情報整備	宝田 晋治
	ERI 24	マルチプラットフォーム次世代WINシステムの開発	中川 茂樹
	HKD 08	地殻変動等多項目データの全国流通一元化公開解析システムの高度化	高橋 浩晃
	KOC 02	地震波形データ流通のための、新WIN伝送プロトコルの検討・開発	大久保 慎人
	MFRI02*	火山モニタリングと地下水流動把握のための多点連続重力観測	本多 亮
	NICT01*	先端リモートセンシングによる地震及び火山の被害状況把握技術の高度化	川村 誠治
	NIED05*	基盤的観測網の運用	青井 真
5-(3)-エ	AIST11*	アジア太平洋地域地震・火山ハザード情報整備	宝田 晋治
	ERI 25	研究成果共有データベースの構築	鶴岡 弘
	GSI 09	全国活断層帯情報整備	宗包 浩志
	GSI 10	火山基本図・火山土地条件図整備	宗包 浩志
	GSI 11	地殻活動データベース整備・更新	宗包 浩志
	JCG 04	海域火山観測	藤原 琢磨
	JMA 13	地磁気観測成果のデータベース化	有田 真
	JMA 14	全国地震カタログの作成	森脇 健
	JMA 15	火山現象に関する基礎データの蓄積と活用	山本 哲也
	NICT01*	先端リモートセンシングによる地震及び火山の被害状況把握技術の高度化	川村 誠治
	MFRI02*	火山モニタリングと地下水流動把握のための多点連続重力観測	本多 亮
5-(6)	JMA 16	地震・津波・火山防災情報の改善に係る知見・成果の共有	福満 修一郎
	JMA 17	防災・減災に関する知識の普及啓発	福満 修一郎

*複数の項目に関連する研究課題

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28	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 北大	2名
平成28	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 北大	1名
平成28 ～29	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	松本 聡 九大	3名
平成28	火山ガス観測による箱根山等の熱水系構造解明と群発地震発生予測	大場 武 東海大	2名
平成28 ～29	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	0名
平成28 ～29	高頻度爆発的噴火履歴の摩周火山におけるマグマ供給系と噴火過程	和田 恵治 北海道教育大	1名
平成28 ～30	富山県弥陀ヶ原火山・地獄谷内での高精度地形測量と水準測量による地盤変動と表中温度の計測モニタリング	楠本 成寿 富山大	5名
平成28 ～30	草津白根火山の完新世噴火履歴の解明	石崎 泰男 富山大	3名
平成28	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	3名
平成28	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	2名
平成28 ～30	地震先行VLF帯電磁波強度減少の統計的評価と発生メカニズムの解明	鴨川 仁 東京学芸大	6名
平成28	旧気仙郡地域における歴史地震・津波に関する災害史料の収集とデータベース化	蝦名 裕一 東北大災害科学	0名
平成28	古地震のウェブを目指して～GIS機能をもったポータルサイトの構築	林 晋 京大	3名
平成28	史料を用いた、雲仙寛政噴火と眉山崩壊の推移の解明	津久井 雅志 千葉大	0名
平成28	包括的なハザード情報を活用した個人の避難計画策定支援データベース	井ノ口 宗成 静岡大	2名
平成29	古地震のウェブを目指して～GIS機能をもったポータルサイトと翻刻アプリの融合	林 晋 京大	3名
平成29	南アフリカ大深度金鉱山における100m級断層の強度直接測定	伊藤 高敏 東北大	3名
平成29 ～30	地球化学的観測手法を用いた箱根山等における熱水系の構造解明、地震活動評価、および火山ガスの化学的連続観測技術の高度化	大場 武 東海大	9名
平成29 ～30	宏観異常現象の検証—漁獲量と地震との関係を中心に—	織原 義明 東京学芸大	0名
平成29 ～30	多種の地震活動度解析による大地震先行的地震活動変動の検知	上田 誠也 東大地震研	4名
平成29	明治前期における自治体からの地震・津波報告の研究—帝国大学理科大学の調査から—	蝦名 裕一 東北大災害科学	1名
平成30	南アフリカ大深度金鉱山における M5.5 地震震源域の応力場直接測定	伊藤 高敏 東北大	3名
平成30	白山火山の最近5000年間の噴火履歴解明	川崎 一雄 富山大	2名

平成30	北海道中央部, 大雪火山, 御鉢平カルデラ噴火を対象とした噴火推移とマグマ供給系の変遷の解明	佐藤 鋭一 神戸大	1名
平成30	後屈斜路カルデラ期の摩周火山及び中島火山の噴火履歴とマグマ供給系	和田 恵治 北海道教育大	2名
平成30	北海道摩周における火山活動の化学的調査	鹿兒島 涉悟 東大大気海洋研究所	2名
平成30	火山性湖沼における地下熱水流動系の解明: 噴火予測への新たな指標	知北 和久 北大	3名
平成30	蔵王山、御釜を火口とする活動の噴火推移の解明	伴 雅雄 山形大	0名
平成30	地震先行VLF帯電磁波強度減少研究のための超小型衛星のブレッドボードモデルの開発	児玉 哲哉 宇宙航空研究開発機構	2名
平成30	「地震学及地理学研究材料報告」に基づく歴史津波の痕跡調査	蝦名 裕一 東北大災害科学	1名
平成30	歴史災害研究のオープンサイエンス化に向けた検討	橋本 雄太 国立歴史民俗博物館	4名
平成30	史料中の有感地震記録を用いた歴史地震研究の新展開	石辺 岳男 地震予知総合研究振興会	5名
平成31	南アフリカ大深度金鉱山直下で発生したM5.5地震震源域の力学的・物質科学的解明	伊藤 高敏 東北大	7名
平成31 ~令和2	地震先行VLF帯電磁波強度減少研究のための超小型衛星のブレッドボードモデル及びエンジニアリングモデルの製作	児玉 哲哉 宇宙航空研究開発機構	5名
平成31 ~令和2	行政等が所有する宏観異常現象に関わるデータを用いた地震発生の確率予測	織原 義明 東海大	0名
平成31 ~令和3	地震先行VLF帯電磁波強度減少の発生メカニズムの解明	鴨川 仁 静岡県立大	4名
平成31	古地磁気方位を利用した火山層序の高精度化	望月 伸竜 熊本大	2名
平成31 ~令和2	カルデラ・リサージェンスモデルに基づく北海道屈斜路カルデラの大規模噴火予測	後藤 芳彦 室蘭工業大	0名
平成31	玄武岩質およびデイサイト質マグマの噴火準備過程の高精度解明	佐藤 鋭一 大阪府立大	3名
平成31	北海道摩周火山の噴火履歴とマグマ供給系の変遷	和田 恵治 北海道教育大	2名
平成31	マグマ起源物質の地球化学的モニタリングによる火山性流体挙動解明および火山活動評価	大場 武 東海大	8名
平成31 ~令和3	火山ガス観測による焼岳火山の活動評価とガス輸送システムの解明	齋藤 武士 信州大	2名
平成31 ~令和3	北海道摩周周辺における火山熱水活動の地球化学的調査	鹿兒島 涉悟 東大大気海洋研究所	1名
平成31	八幡平火山~秋田・駒ヶ岳の熱水流動系が周辺水域に与える影響評価: 広域的火山活動と田沢湖関連水域との関係	知北 和久 北大	2名
平成31 ~令和3	蔵王山、過去約800年間の活動の噴火推移の類型化	伴 雅雄 山形大	0名

平成31	2018年1月の草津白根火山の噴火における緊急時の災害情報伝達に関する研究	地引 泰人 東北大	0名
平成31	歴史災害研究のオープンサイエンス化に向けた検討	橋本 雄太 国立歴史民俗博物館	3名
平成31 ～令和3	有感地震記述ならびに震度の距離減衰式に基づく地震活動解析	石辺 岳男 地震予知総合研究振興会	7名
令和2 ～3	富士山頂における全磁力通年観測	長尾 年恭(令和2) 佐柳 敬造(令和3) 東海大	2名
令和2 ～3	水蒸気噴火が懸念される火山におけるマグマ起源流体の挙動解明と火山活動評価	大場 武 東海大	11名
令和2	みんなで拓本ー地震・津波・火山噴火伝承碑のデジタル収集と解説	上相 英之 国文学研究資料館	2名
令和2	火山活動推移に対応したマグマ供給系の変遷モデルの構築	佐藤 鋭一 大阪府立大	1名
令和3	東京海洋大学練習船での海底地殻変動観測	中東 和夫 東京海洋大	5名
令和3	海底電磁気観測による伊豆大島火山マグマ供給系の解明	多田 訓子 海洋研究開発機構	4名
令和3	石基組織から読み解く北海道摩周火山の噴火推移過程	佐野 恭平 兵庫県立大	1名
令和3	活火山火口湖の水・熱・化学物質収支の長期評価と火山活動変動との関係について:蔵王山と御釜	知北 和久 北大	2名
令和3	阿蘇中岳火山灰の岩石磁氣的性質の時系列変化に関する研究	望月 伸竜 熊本大	1名
令和3	有珠山を事例とした住民自治組織の火山防災の基礎情報収集調査ー火山防災制度及び火山活動推移の理解度の解明ー	地引 泰人 東北大	0名
令和3	GNSS-A海底測地観測データの高精度化に向けた精度評価システムの構築	横田 裕輔 東大生産技術研究所	0名
令和3	地震先行VLF帯電磁波強度減少研究のための超小型衛星のエンジニアリングモデル及びフライトモデルの製作	児玉 哲哉 宇宙航空研究開発機構	7名
令和3	古地磁気学を用いた火山活動推移の検討とマグマ供給系の変遷モデルの構築	佐藤 鋭一 大阪府立大	2名

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

課題募集型研究(平成28-30)

年度	研究課題名	研究代表者	担当教員
平成28	17世紀以降に形成された歴史津波堆積物の放射性炭素年代推定法の高度化	後藤 和久 東北大災害科学	佐竹 健治 森 信人
平成28-29	緊急地震速報を利用した建物地震災害誘因のリアルタイム予測	倉田 真宏 京大防災研	楠 浩一 倉田 真宏
平成28	東北地方太平洋沿岸の歴史地形の復元・可視化に基づく歴史災害研究	蝦名 裕一 東北大災害科学	西山 昭仁 加納 靖之
平成28-29	巨大災害想定のコミュニケーション戦略に関する研究	田中 淳 東大情報学環	古村 孝志 牧 紀男
平成28	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 北大工学研究院	飯高 隆 川瀬 博
平成28	地震波動伝播シミュレーションのための基盤的コミュニティ・コードの開発	前田 拓人 東大地震研	前田 拓人 土井 一生
平成28-29	詳細地盤構造と活動セグメントの新たな解釈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	市村 強 松島 信一
平成28	ダム湖に隣接する地すべり土塊の南海トラフ巨大地震に対する危険度評価と斜面の不安定土塊の位置検出法の開発・高度化	齊藤 隆志 京大防災研	佐藤 比呂志 齊藤 隆志
平成28-29	実践的人材育成のための防災担当者研修プログラムに関する研究	吉本 充宏 富士山科学研究所	中田 節也 井口 正人
平成28-29	長周期地震動予測のための深部地盤構造モデル化手法の高度化に関する共同研究	山中 浩明 東工大	瀧 一起 川瀬 博 松島 信一
平成28	東日本大震災の実経験からの学びを活かした人材育成プログラムの開発と実践	佐藤 健 東北大災害科学	平田 直 矢守 克也
平成29	津波堆積物の広域年代対比に基づく北海道における17世紀の津波波源の高精度推定	後藤 和久 東北大災害科学	佐竹 健治 森 信人
平成29	被災者の心の復興 ～精神的苦痛の計量及びその時間推移モデルの構築～	岡田 成幸 北大	牧 紀男 瀧 一起
平成29-30	地震時の斜面災害軽減を目的とした地震波動伝播シミュレーションの活用	土井 一生 京大防災研	土井 一生 前田 拓人
平成29	擬似雑音弾性波を用いた火山地下構造のリアルタイム観測方式の研究 Research on Real Time Observation System of Volcanic Underground Structure Using Pseudonoise Elastic Wave	棚田 嘉博 京大防災研	山本 圭吾 中道 治久 井口 正人 森田 裕一
平成29	南海トラフ巨大地震に対する山地斜面の崩壊危険度予測の高度化と減災のためのハザードマップ作成	齊藤 隆志 京大防災研	齊藤 隆志 佐藤 比呂志
平成29	歴史資料に基づく海岸・河川地形の復元による災害研究手法の構築	蝦名 裕一 東北大災害科学	加納 靖之 西山 昭仁
平成30	歴史地震評価のための振動計測と引き倒し実験による伝統木造建造物の耐震性能評価	川瀬 博 京大防災研	川瀬 博 市村 強
平成30	歴史被害地震の活動セグメントの推定とそれを考慮した強震動・建物被害シミュレーションに基づく震源破壊過程の推定に関する研究	松島 信一 京大防災研	松島 信一 市村 強
平成30	強震動評価のための浅部地盤と深部地盤の統合モデル化に関する研究	山中 浩明 東工大	川瀬 博 松島 信一 瀧 一起
平成30	地震による被災から回復までの個人世帯生活被災度時間関数の構築	岡田 成幸 北大	牧 紀男 瀧 一起
平成30	地震随伴火災の経時的な発生予測モデルの開発と出火防止対策の有効性評価	西野 智研 京大防災研	西野 智研 市村 強
平成30	建物個別の応答予測と揺れ継続時間のリアルタイム情報配信	倉田 真宏 京大防災研	倉田 真宏 楠 浩一

一般課題型研究(平成31-令和3)

年度	研究課題名	研究代表者	担当教員
平成31- 令和2	不均質な断層すべり分布を考慮した津波の確率論的予測と不確実性の評価	佐竹 健治 東大地震研	森 信人 佐竹 健治
平成31- 令和2	強震観測点におけるサイト特性評価手法の開発に関する多国間共同研究 Multi-national joint-research on the development of the evaluation scheme for site characteristics at strong motion observation sites	川瀬 博 京大防災研	川瀬 博 市村 強
平成31	テフラの成層構造の発達と風化に伴う物性変化を考慮した斜面崩壊発生場の予測	松四 雄騎 京大防災研	松四 雄騎 王 功輝 土井 一生 加納 靖之
平成31- 令和2	強震動のブラインド予測のための共用地盤モデルの構築に関する研究	山中 浩明 東工大	松島 信一 岩田 知孝 浅野 公之 川瀬 博 纈纈 一起
平成31- 令和2	火山砕屑物からなる斜面の崩壊に対する地震とその前後の降雨の影響評価	渦岡 良介 京大防災研	渦岡 良介 市村 強
平成31- 令和2	活断層における地殻変動に伴う盆地形成過程から推定される盆地端部での基盤構造を考慮した地震動増幅特性に関する研究	松島 信一 京大防災研	松島 信一 市村 強
平成31- 令和2	建物の応答を考慮した高精度地震情報配信手法の開発	倉田 真宏 京大防災研	倉田 真宏 池田 芳樹 鶴岡 弘 楠 浩一
平成31	地震発生の切迫性を伝える災害情報モデル構築 ～北海道胆振東部地震の主要被災3町(厚真・むかわ・安平)における人的被害に関する全世帯調査を通して～	岡田 成幸 北大	松島 信一 纈纈 一起
平成31	訪日外国人旅行者に対する地震・火山に関する情報提供と風評被害対策に関する事例分析 -2018年胆振東部地震、2018年大阪府北部地震、2018年草津白根噴火、2015年箱根山噴火を対象として-	秦 康範 山梨大	牧 紀男 三宅 弘恵
平成31	災害に備えた文化財等データベースの作成と防災マップの構築	蝦名 裕一 東北大災害科学	山田 真澄 加納 靖之
令和2	テフラ堆積域における地震動に伴う斜面崩壊の発生場と規模の予測	松四 雄騎 京大防災研	加納 靖之 王 功輝 松四 雄騎
令和2	桜島大規模火山噴火を対象とした事前避難を実現するためのリスクコミュニケーション方法に関する実践的研究	大西 正光 京大防災研	井口 正人 矢守 克也 竹之内 健介 中野 元太 前野 深
令和2	地震発生の切迫性を伝える災害情報モデルとシナリオの構築 ～北海道胆振東部地震からみえた新たな課題としての複合連鎖問題の解釈を通して～	岡田 成幸 北大広域複合災害 研究センター	松島 信一 纈纈 一起
令和2	地震シナリオの不確実性を考慮した津波被害の確率論的評価	浅井 光輝 九大	市村 強 渦岡 良介
令和2	文化財等の所在情報と災害情報の重ね合わせによる文化財等災害予測マップの構築と活用	蝦名 裕一 東北大災害科学	加納 靖之 土井 一生
令和3	津波被害予測における震源モデルの不確実性の評価	宮下 卓也 京大防災研	佐竹 健治 古村 孝志 綿田 辰吾 佐藤 哲郎 宮下 卓也 森 信人 志村 智也

令和3	リアルタイム地震情報配信手法の高度化に向けた地盤特性の影響度評価	倉田 真宏 京大防災研	鶴岡 弘 楠 浩一 倉田 真宏 池田 芳樹 山田 真澄
令和3	強震動のブラインド予測結果に基づく強震動予測技術の精度と信頼性に関する研究	山中 浩明 東工大	松島信一 岩田知孝 浅野公之 川瀬博 三宅弘恵
令和3	地震により被害を受けた事業継続建築物の火災リスク評価手法の開発	西野 智研 京大防災研	西野 智研 楠 浩一
令和3	1m-LiDAR DEMを用いて検出された地すべりなどの不安定土塊の微動及び地震動観測による相対的危険度評価	齊藤 隆志 京大防災研	齊藤 隆志 佐藤 比呂志
令和3	邑知潟平野の推定地盤速度構造の非線形地盤応答を考慮した強震動予測	松島 信一 京大防災研	松島 信一 市村 強
令和3	既存在来木造建物に大きな被害を引き起こす地震動の発生要因に関する研究	境 有紀 京大防災研	境 有紀 松島 信一 三宅 弘恵
令和3	文化遺産の所在情報と災害情報の重ね合わせによる文化遺産災害情報マップの構築と活用	蝦名 裕一 東北大災害科学	蝦名 裕一 加納 靖之 土井 一生
令和3	ばらつきを考慮したハザード想定結果の「受け取られ方」に関する評価研究	牧 紀男 京大防災研	牧 紀男 松島 信一 飯高 隆

参加者募集型研究(平成28-30)

年度	研究課題名	担当教員
平成28-30	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	川瀬 博 森田 裕一
平成28	時間軸を考慮した災害リスク評価に関する研究	松島 信一 京大防災研
平成28	地震被害の経済評価のためのシミュレーション統合	堀 宗朗 東大地震研
平成28-29	巨大地震の災害リスク評価のための震源モデルの構築	古村 孝志 東大地震研
平成28-29	構造物の被害予測手法の高度化	川瀬 博 京大防災研
平成29-30	巨大地震時における地盤増幅率の予測手法の高精度化	上田 恭平 京大防災研
平成29-30	震源モデルに着目した巨大地震に伴う強震動予測の高度化	宮澤 理稔 京大防災研
平成30	ばらつきのある被害リスク評価をふまえた防災計画の検討	牧 紀男 京大防災研
平成30	将来時点でのエクスポージャー予測のためのデータ解析とモデル化手法の構築	西嶋 一欽 京大防災研

重点推進研究(平成31-令和3)

年度	研究課題名	担当教員
平成31, 令和3	巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進	市村 強 (平成31) 加藤尚之 (令和3) 松島 信一
平成31-令和2	ばらつきのある被害リスク評価をふまえた防災計画の検討	牧 紀男 京大防災研
平成31-令和2	定常的地震活動の震源および地震波速度構造の精度向上による地震波動場推定の高度化	望月 公廣 東大地震研
令和2-3	巨大地震による斜面災害発生個所の事前予測方法の検討	齊藤 隆志 京大防災研
令和3	不確実性を考慮した浅部地盤の非線形応答評価手法の検討	上田 恭平 京大防災研
令和3	即時建物被害予測技術の高度化	楠 浩一 東大地震研

2.2. 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	ロシア科学アカデミー極東支部火山学地震学研究所（ロシア） Institute of Volcanology and	アジア北東地域の地震・火山・ジオダイナミクス研究	政府間科学技術協力協定	平成8年～
北海道大学	ロシア科学アカデミー等（ロシア） Russian Academy of Sciences	日本国及びロシア連邦の隣接地域における地震、火山噴火及び津波の予測、警戒及び対処の分野の研究	政府間協力プログラム	平成19年～
北海道大学	ロシア科学アカデミー本部（ロシア） Russian Academy of Sciences	アジア北東地域の地震・火山・ジオダイナミクス研究	学術協力協定	平成19年～
北海道大学	科学アカデミー極東支部火山学地震学研究所等 Institute of Volcanology and	地球物理学的観測によるアジア北東地域のテクトニクスモデルの刷新	学術協力協定	平成25～29年
北海道大学	ロシア科学アカデミー極東支部火山学地震学研究所（ロシア） Institute of Volcanology and	アバチンスキー火山の都市型噴火災害軽減に向けた噴火様式予測の試み	JSPS二国間型交流事業共同研究	平成29～30年度
北海道大学	極東連邦大学（ロシア） Far Eastern Federal University	中国ロシア日本を統合するGNSS観測ネットワークで見る東アジア変動帯の全容	学術協力協定	令和元～4年度
北海道大学	ロシア科学アカデミー地球物理調査所カムチャツカ支部 Kamchatka Branch of Geophysical Survey	カムチャツカ海溝におけるスロー地震の探索	学術協力協定	令和2～5年度
北海道大学	中国地震局地震予測研究所（中国） Intitute of Earthquake Forecasting	中国ロシア日本を統合するGNSS観測ネットワークで見る東アジア変動帯の全容		令和元～4年度
北海道大学	ベルゲン大学（ノルウェー）、ポーランド科学アカデミー	ノルウェー・クニボッチ海嶺における海底地下構造探索		令和元年
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～平成30年度
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	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	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・火山テクト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～
東北大学	ドイツ航空宇宙センター	シミュレーション予測技術と地球観測技術の融合による広域被害把握技術の高度化に関する共同研	大学間学術交流協定	平成29年（更新）～
東北大学	マレーシア工科大学	災害科学・安全学分野における国際共同研究	大学間学術交流協定	令和2年～
東北大学災害科学国際研究所・東北大学大学院理学研究科	クレルモン・オーベルニュ大学（フランス）	広域災害発生直後の早期の被災地の被害把握技術の高度化・実装	部局間学術交流協定	令和2年～
東北大学災害科学国際研究所・東北大学大学院理学研究科	ニュージーランド地質・核科学研究所	沈み込み帯における地震活動・火山活動の相互比較	部局間学術交流協定	平成26年～
東北大学災害科学国際研究所	ジャクアラ大学数理学部	Evaluation of Post-disaster Recovery towards Enhancing Disaster Resiliency Objectives	部局間学術交流協定	令和1年（更新）～
東北大学災害科学国際研究所	ペルー国立工科大学日本・ペルー地震防災センター	広域災害発生直後の早期の被災地の被害把握技術の高度化・実装	部局間学術交流協定	平成30年～
東京大学地震研究所	国立核物理研究所ナポリ研究所・INFN Section of Napoli（イタリア）	THE DEVELOPMENT OF THE MONTE CARLO MUON GENERATOR	COLLABORATION AGREEMENT	平成28年度
東京大学地震研究所	Seoul National University, Research Institute of Oceanography（韓国）	Agreement on scientific research cooperation	Agreement on scientific research cooperation	平成28年～令和3年度
東京大学地震研究所	Institute of Earth Sciences, Academia Sinica（台湾）	Agreement on scientific research cooperation	Agreement on scientific research cooperation	平成30年～令和5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	Taiwan Ocean Research Institute, National Applied Research Lab (台湾)	Agreement on scientific research cooperation	Agreement on scientific research cooperation	平成30年～令和5年度
東京大学地震研究所・海洋研究開発機構 東京大学地震研究所	コンセプション大学 (DGeo/UdeC) (チリ)	East/central Pacific International campaign Cruise Leg2	Agreement	平成30年～令和2年度
東京大学地震研究所	German Research Centre for Geosciences (GFZ) (ドイツ)	New generation of earthquake forecasting experiments in Japan	Collaborative Research Agreement on Academic Cooperation	平成30年～令和元年度
東京大学地震研究所・日本電気株式会社	Wigner Research Center for Physics (ハンガリー)	Developments of MWPC-based muography	Collaborative Research Agreement	平成30年～令和3年度
東京大学地震研究所・日本電気株式会社・一般財団法人電力中央研究所	Wigner Research Center for Physics (ハンガリー)	Improvements of accuracy in muographic measurements and developments of underground muography	Collaborative Research Agreement	平成30年～令和3年度
東京大学地震研究所	The College of Natural Sciences, Seoul National University, Republic of Korea (SNU) (韓国)	Pioneering Research on the Thermal-Structural Evolution of Ocean Basin Together and the Development of Next Generation Ocean Bottom Observation Instruments	AGREEMENT ON COLLABORATIVE RESEARCH	令和2年～3年度
東京大学地震研究所	中国地震局地質研究所 Institute of Geology, China Earthquake Administration	学術交流	東京大学地震研究所と中国地震局地質研究所との間における学術交流に関する協定書	平成10年～令和5年
東京大学地震研究所	パシフィック・ノースウェスト国立研究所 (米国) Pacific Northwest National Laboratory	学術・研究交流 Cosmic Ray Muon Density Tomography (Muography)	東京大学地震研究所とパシフィック・ノースウェスト国立研究所との間におけるミュオグラフィーに関する学術・研究協力交流協定書	平成18年～令和4年
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の間における学術交流に関する協定書	平成18年～令和4年
東京大学地震研究所	南カリフォルニア地震センター (SCEC) (アメリカ)	学術交流	東京大学地震研究所と南カリフォルニア地震センターの間における学術協力に関する協定書	平成18年～令和8年
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り、双方の研究や教育の資源を共有し、その発展を目指す。	東京大学とパリ第7・ディドロ大学との間における学術交流に関する協定書	平成20年～令和5年
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（幅広い研究分野における学生・研究者交流）	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（大気海洋研究所担当）	平成21年～令和6年
東京大学地震研究所	西プルトーニュ大学ヨーロッパ海洋研究所 (フランス)	学術交流	東京大学地震研究所と西プルトーニュ大学ヨーロッパ海洋研究所の研究および教育における協力に関する協定書	平成22年～令和7年
東京大学地震研究所	パリ地球物理研究所 (IPGP) (フランス)	学術交流	東京大学地震研究所とパリ地球物理研究所との間における学術交流に関する協定書	平成23年～令和8年
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	東京大学とリヨン大学との間における学術交流に関する協定書	平成24年～令和4年
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	東京大学とチリ大学との間における学術交流に関する協定書	平成24年～令和5年
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	東京大学とコレージュ・ド・フランスとの間における学術交流に関する協定書	平成24年～令和6年
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～（期限なし）
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間における学術交流に関する覚書	平成25年～令和5年
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（プロトコル）	平成25年～令和5年
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間における学術交流に関する協定書	平成27年～令和7年
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。インドとユーラシア大陸の間のメガスラストの形状を地震学的に明らかにするための観測を継続中。	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年～令和7年
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。インドとユーラシア大陸の間のメガスラストの形状を地震学的に明らかにするための観測を継続中。	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年～令和7年
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（両大学間の分野横断的な教育研究の交流を推進）	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（グローバルキャンパス推進本部担当）	平成27年～令和7年
東京大学地震研究所	国立原子核物理研究所 (INFN) (イタリア)	学術交流	東京大学と国立原子核物理研究所（イタリア）との間における学術協力協定書	平成28年～令和3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	イタリア国立宇宙物理学研究所（INAF）（イタリア）	学術・研究交流 Cosmic Ray Muon Density Imaging (Muography)	東京大学地震研究所とイタリア国立宇宙物理学研究所との間におけるミュオグラフィーに関する学術・研究協力交流基本合意書（Letter of	平成28年～令和3年
東京大学地震研究所	国立地球物理学火山学研究所（INGV）（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。	東京大学と国立地球物理学火山学研究所との間における学術交流に関する協定書	平成28年～令和8年
東京大学地震研究所	フランス地質調査所（BRGM）（フランス）	学術・研究交流 Cosmic Ray Muon Density Tomography (Muography)	東京大学地震研究所とフランス地質調査所との間におけるミュオグラフィーに関する学術・研究協力交流協定書	平成29年～令和4年
東京大学地震研究所	ドイツ地球科学研究センター（GFZ）（ドイツ）	学術交流	東京大学地震研究所とドイツ地球科学研究センターとの間における学術交流に関する協定書	平成29年～令和4年
東京大学地震研究所	中国科学院大学（UCAS）（中国） College of Earth Science, University of Chinese Academy of Sciences	学術交流	東京大学地震研究所と中国科学院大学との間における相互協力に関する覚書	平成29年～令和4年
東京大学地震研究所	北京大学 地球・空間科学学院（PKU-SESS）（中国）	学術交流	東京大学地震研究所と北京大学地球・空間科学学院との間における学術交流に関する覚書	令和元年～令和5年
東京大学地震研究所	地質・核化学研究所（GNS）（ニュージーランド）	固体地球物理学および双方に重要な学術分野における地球科学・地震工学に関する研究交流	東京大学地震研究所と地質・核化学研究所との間における学術協力・交流に関する協定書	令和3年～令和8年
東京大学地震研究所	GNS Science	地震、津波、火山噴火などの自然災害に関する地球科学的研究について、地震研究所とGNS Scienceの研究者で研究	東京大学地震研究所とGNS Scienceとの間における学術交流に関する覚書	令和3～8年度（自動更新）
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）	不均質媒質中の地震波伝播の研究	東京大学ーオーストラリア国立大学戦略パートナーシップ協定	平成28～令和3年
東京大学大気海洋研究所	国立台湾大学（台湾） National Taiwan University	台湾における地震・火山活動に関する地球化学的研究	学術協力協定	平成30年～
東京大学大気海洋研究所	ソウル大学校（韓国） Seoul National University	韓国における地震活動に関する地球化学的研究	協定書なし	平成30年～
東京大学大気海洋研究所	天津大学（中国） Tianjin University	中国における大規模断層の地震活動に関する地球化学的研究	協定書なし	平成31年～
東京工業大学理学院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
東京工業大学理学院火山流体研究センター・京都大学	イスタンブール大学・ボアジチ大学（トルコ）	科研費基盤B：断層すべりの多様性は構造不均質により規定されるのか？	学術協力協定（東工大-ボアジチ大学）	令和元～3年度
東京工業大学理学院火山流体研究センター	GNS Science（ニュージーランド）	科研費新学術領域研究（研究領域提案型）プレート間カップリングと流体の3次元分布の解明ーヒ克蘭ギ沈み込み帯での検証		令和29～30年度
東京工業大学理学院火山流体研究センター	GNS Science（ニュージーランド）	Understanding Zealandia, Plate Boundary Tectonic Processes		令和元～2年度
東京大学工学系研究科・東京工業大学社会理工学院・理学院火山流体研究センター研究センター	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
東京工業大学理学院火山流体研究センター	GNS Science（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 New Zealand Royal Society Marsden award: ASL-1301	平成26～28年度
東京工業大学理学院火山流体研究センター	GNS Science（ニュージーランド）	Geothermal: The next generation	2019 Endeavour Fund - Research Programmesニュージーランド政府	令和元年～5年
東海大学海洋研究所	PHIVOLCS（フィリピン）	フィリピンにおける火山監視の高度化に関する研究	STUDYING THE MAGMA-HYDROTHERMAL FLUID SYSTEM FOR THE IMPENDING ERUPTION OF TAAL AND MAYON	平成28年度～令和2年度
千葉大学理学部・大学院理学研究科	インドネシア気象・気候・地球物理庁（インドネシア） The Meteorology, Climatology and	学術交流	大学間交流協定（学術交流協定・学生交流協定）	平成26年11月10日～
千葉大学理学部・理学研究科・融合理工学府	国立中央大学（台湾） National Central University	学術交流・学生交流	大学間交流協定（学術交流協定・学生交流協定）	平成29年11月22日～
千葉大学理学部・大学院理学研究科	インドネシア科学院地質工学研究開発センター（インドネシア） Research and development center for Geotechnology, Indonesian institute of	学術交流	部局間交流協定（学術交流協定）	平成13年3月14日～

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
千葉大学理学部・大学院理学研究院	インドネシア気象・気候・地球物理庁（インドネシア）The Meteorology, Climatology and Geophysics Agency	電磁気学的アプローチによる地震・斜面崩壊の監視・予測とそのモデリング	部局間交流協定（学術交流協定）	平成20年11月7日～
千葉大学理学部・大学院理学研究院	国立中央大学地球科学学院（台湾）College of Earth science, National Central University	台湾における電磁気学的アプローチによる地震活動監視に関する研究	部局間交流協定（学術交流協定）	平成24年12月17日～
千葉大学理学部・大学院理学研究院	北京大学地球与空間科学学院（中国）School of earth and space sciences, Peking	電磁気学的アプローチによる地震・斜面崩壊の監視・予測とそのモデリング	部局間交流協定（学術交流協定）	平成22年3月1日～
千葉大学大学院理学研究院	チャップマン大学地球システムモデリング観測センター（アメリカ）Center of excellence in earth systems modeling and observations, Chapman University	衛星・地上観測による短期地震予測手法の開発プログラム	部局間交流協定（学術交流協定）	平成24年12月5日～
千葉大学理学部・大学院理学研究科	バシリカータ大学工学部（イタリア）School of Engineering, University of Basilicata	地上観測および衛星観測による地球物理学（地球電磁気学）的な地殻活動の監視とそのモデリング	部局間交流協定（学術交流協定）	平成27年4月6日～
千葉大学理学部・大学院理学研究院・融合理工学部	吉林大学 儀器科学与電気工程学院	電磁気学的アプローチによる地震活動監視に関する研究	部局間交流協定（学術交流協定）	平成31年6月3日～
千葉大学理学部・大学院理学研究院・融合理工学部	中国南方科技大学 地球与空間科学系	電磁気学的アプローチによる地震・斜面崩壊の監視・予測とそのモデリング	部局間交流協定（学術交流協定）	平成30年7月28日～
千葉大学理学部・大学院理学研究院	北京大学深セン研究生院 地震活動予測技術研究センター	電磁気学的アプローチによる地震活動監視に関する研究	部局間交流協定（学術交流協定）	令和元年9月18日～
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 fo 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	学術交流協定	平成14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	学術交流協定	平成17年～
名古屋大学環境学研究科	シアクラ大学農学部 Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University	2004年スマトラ沖地震後の長期復興過程と地域開発に関する研究 Research on long-term recovery process and regional development in the post-Sumatra Earthquake period	学術交流協定	平成29年～令和4年
名古屋大学	バンドン工科大学（インドネシア）Institute Technology Bandung	インドネシアの地震防災に関する研究 Research on earthquake disaster mitigation in Indonesia	大学間学術交流協定	平成30年協定更新
名古屋大学	ガジャマダ大学（インドネシア）Universitas Gadjah Mada	歪エネルギーの蓄積と解放の収支解析に基づく地震発生ポテンシャル評価	大学間学術交流協定	令和3年～令和7年
名古屋大学環境学研究科	ガジャマダ大学地理学部 Faculty of Geography, Universitas Gadjah Mada	インドネシアの都市災害とコミュニティ防災に関する研究 Research on urban disasters and the community-based disaster risk reduction in Indonesia	学術交流協定	令和3年～
名古屋大学環境学研究科	中国地震局地球物理研究所 Institute of geophysics, China Earthquake	地震災害に関する文理融合型の日中比較研究 Interdisciplinary China-Japan comparative research on an mega-earthquake disaster	学術交流協定	平成29年～
名古屋大学環境学研究科	國立成功大学理学院・工学院 College of Science and College of Engineering, National Cheng Kung University	学術交流	学術交流協定	令和2年～
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～
名古屋大学環境学研究科	モンゴル科学アカデミー地理学地生態学研究所（モンゴル）Institute of Geography and Geoecology, Mongolian academy of	学術交流および活断層に関する共同研究 Joint research on active faults in Mongolia	学術交流協定	平成19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
京都大学防災研究所	GNS Science (ニュージーランド)	Endeavour Fund-Research programmers (New Zealand) (Title: earthquake-induced landslides and landscape dynamics: planning for, and avoiding landslide hazard and risk)	MEMORANDUM OF UNDERSTANDING between The GNS Science, New Zealand and The Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University	平成31年(令和元年)～令和6年
京都大学防災研究所	USGS (米国)	Did You Feel It Project (USGS)を利用した地震リスク認知と参加型地震モニタリングシステムに関する研究	協定書なし (JSPS (外国人招へい) および科研費)	平成30年～令和元年
京都大学防災研究所	米国コロンビア大学	海底圧力観測記録の地震動成分の抽出	協定書なし	平成30年～令和元年
京都大学防災研究所	GNS Science (ニュージーランド)	海底圧力観測によるニュージーランド北島東方沖のスロー地震活動調査	MEMORANDUM OF UNDERSTANDING between The GNS Science, New Zealand and The Disaster Prevention Research Institute.	平成30年～令和元年
京都大学防災研究所	USGS (米国)	海底地震計記録からテクトニック微動を検出する手法開発	協定書なし	平成30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学と火山災害軽減に関する研究 Research on volcanology and volcanic hazard mitigation in Indonesia	学術協力協定	令和元年～5年度
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	火山噴火リアルタイムハザード予測の高度化とその社会実装に向けた実証試験 IStudy on advancement of real-time hazard prediction of volcanic eruption and verification test for	持続可能開発目標達成支援事業 aXis	令和2年度～3年度
京都大学防災研究所	ハンブルグ大学・地球システム研究およびサステナビリティセンター (ドイツ) Center for Earth System Research and Sustainability	レーダーによる噴煙観測 Observation of volcanic plume using meteorological radars	学術協力協定	令和元年～5年度
鳥取大学工学部	バダワン州立大学工学部	地方都市における効果的な地震防災対策に関する共同研究の計画・実施 教員・学生の交流、短期セミナーの実	学術交流協定	平成27年度～(令和2年度更新)
立命館大学	地球科学研究所 (南アフリカ) Council for Geoscience (South Africa)	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	研究協力協定	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 (South Africa)	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	平成27年～
立命館大学	国際陸上科学掘削プログラム (ICDP)・地球科学研究所 (南アフリカ) International Continental Scientific Drilling Program (ICDP) Council for Geoscience (South Africa)	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 Drilling into seismogenic zones of M2.0-5.5 earthquakes in South African gold mines (ICDP DSeis)	研究協力協定	平成28年～
立命館大学	Witwatersrand大学 (南アフリカ) インド工科大学 ハイデラバード校 (インド) テルアピブ大 (イスラエル) University of the Witwatersrand (South Africa) Indian Institute of Technology Hyderabad	南アフリカとインドの国際科学地震掘削計画を軸にした研究交流 Research cooperation between ICDP projects to drill into seismic zones in South Africa and India	協定書なし (JSPS 研究拠点形成事業 B. アジアアフリカ)	平成29年～令和元年
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29年～
防災科学技術研究所	ユトレヒト大学 (オランダ)	Upscaling Laboratory Fault Friction Laws	共同研究契約書	平成28年度～平成31年度
防災科学技術研究所	National. Society for Earthquake Technology-Nepal (NSET)	小型UAVを用いた2015年4月ネパール地震の被害マッピング	J-RAPID	H27年度～H28年度
防災科学技術研究所、中部大学	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia	小型UAVを用いた災害リスク評価・監視・対応のための情報収集・利用システム インドネシア・日本・アジア太平洋およびインド洋地域における地震津波災害軽減を目的とし、両国における地震・津波監視・警報技術の強化のための研究開発を共同して行う	e-ASIA共同研究プログラム (e-ASIA TRP)	H28年度～H31年度
防災科学技術研究所	インドネシア共和国気象気候地球物理庁 (BMKG)			H28年度～R2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
名古屋市立大学 (防災科学技術研究所 が参画)	Department of Disaster Management, Ministry of Home and Cultural Affairs (DDM)	ブータンにおける組積造建築の地震リ スク評価と減災技術の開発	SATREPS	H29年度～R3年 度
防災科学技術研究 所、中部大学	フィリピン火山地震観測 所(PHIVOLCS)	フィリピンにおける火山・地震・津 波・地滑りおよび災害観測の高密度・ 高頻度化の実証実験	aXis	R2年度～R3年 度
防災科学技術研究所	GNS Science	活断層ごく近傍の強震動調査に基づく 地震ハザード評価の高度化	J-RAPID	H28年度
防災科学技術研究所	米国地震工学会	平成28年熊本地震災害の全体像の把握	J-RAPID	H28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28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(カナダ)	「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」実施取決め	共同研究 (IA)	平成24年度～ 平成28年度
海洋研究開発機構	ノルウェー科学技術大学 (ノルウェー)	「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」に関す る共同研究契約	共同研究 (IA)	平成26年度～ 平成28年度
海洋研究開発機構	ヘルムホルツ・キール海洋 研究センター(ドイツ)	「超深海OBSを用いた海洋プレート構造」 に関する共同研究契約	共同研究 (IA)	平成26年度～ 平成28年度
海洋研究開発機構	マヒドン大学理学部(タイ)	「地球物理観測」に関する実施取決め	共同研究 (IA)	平成24年度～ 平成29年度
海洋研究開発機構	国土環境気候変動資源省 (トンガ)	「地球物理観測」に関する実施取決め	共同研究 (IA)	平成24年度～ 平成29年度
海洋研究開発機構	ボアジチ大学 カンデリ地 震観測所(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」に関する共同研究実 施取決め	共同研究 (IA)	平成24年度～ 平成30年度
海洋研究開発機構	豪州地球科学機構(オース トラリア)	ロードハウライズプロジェクト (LHR) 事 前調査に関するプロジェクト合意書 (PA)	プロジェクト合意書 (PA)	平成27年度～ 平成30年度
海洋研究開発機構	韓国地質資源研究院 地震 研究センター(韓国)	「地球物理観測」に関する実施取決め	共同研究 (IA)	平成26年度～ 令和5年度
海洋研究開発機構	ハワイ大学 海洋地球科学 部(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 関する共同研究契約	共同研究 (IA)	平成26年度～ 令和30年度
海洋研究開発機構	西オーストラリア大学 (オーストラリア)	「OBS構造探査データ解析手法の高度化― 疎らなOBSデータによる波形解析手法の開 発研究」に関する実施取決め	共同研究 (IA)	平成29年度～ 平成30年度
海洋研究開発機構	GNSサイエンス(ニュージ ーランド)	「ニュージーランド地震発生帯（ヒクラ ンギ沈み込み帯）における海底地震観測 に関する共同研究」に関する実施取決め	共同研究 (IA)	平成29年度～ 令和4年度
海洋研究開発機構	インドネシア気象気候地球 物理庁(インドネシア)	「インドネシアにおける共同地球物理観 測」に関する実施取決め	共同研究 (IA)	平成29年度～ 平成30年度
海洋研究開発機構	パラオ短期大学(パラオ)	「地球物理観測」に関する実施取決め	共同研究 (IA)	平成27年度～ 令和6年度
海洋研究開発機構	マヒドン大学(タイ)	「タイにおける機動広域帯地震観測網 (TSAR)」に関する共同研究契約	共同研究 (IA)	平成28年度～ 令和元年度
海洋研究開発機構	グルノーブル・アルプ大学 (フランス)	「波形インバージョン解析による地殻構 造研究の高度化」に関する共同研究契約	共同研究 (IA)	平成29年度～ 令和元年度
海洋研究開発機構	カナダ天然資源省 陸輸物 統括部(カナダ)	「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」	共同研究 (IA)	平成29年度～ 令和元年度
海洋研究開発機構	ポーランド科学アカデミー 地球物理学研究所(ポー ランド)	「OBS構造探査データ再解析による南海 トラフ・プレート境界域の詳細イメージ ング研究」に関する共同研究契約	共同研究 (IA)	平成29年度～ 令和元年度
海洋研究開発機構	台湾海洋研究所(台湾)	「琉球海溝の沈み込み過程のダイナミ クスの解明」に関する実施取決め	共同研究 (IA)	平成30年度～ 令和元年度
海洋研究開発機構	国立自然科学技術センター 地球物理研究所(ベトナム)	「地震計太平洋域ネットワーク観測」に 関する実施取決め	共同研究 (IA)	平成28年度～ 令和2年度
海洋研究開発機構	コンセプション大学 東京大学(チリ 日本)	「みらい」をもちいた共同研究航海に関 する合意書	共同研究 (IA)	平成30年度～ 令和2年度
海洋研究開発機構	テキサス大学地球物理研究 所(アメリカ)	ニュージーランド・ヒクランギ沈み込み 帯における反射法・屈折法データの統合 解析に関する共同研究	共同研究 (IA)	令和元年度～ 令和3年度
海洋研究開発機構	インペリアル大学(イギリ ス)	3次元OBS探査データを用いた波形イン バージョン解析に関する共同研究	共同研究 (IA)	令和2年度～令 和3年度
海洋研究開発機構	サザンプトン大学(イギリ ス)	分布型光ファイバー振動センサーを用い た沈み込みプレートの地球ダイナミクス 解析に関する共同研究 ※署名まだ(3/25時点)	共同研究 (IA)	令和30年度～ 令和3年度
海洋研究開発機構	ハワイ大学 海洋地球科学 技術学部(アメリカ)	環太平洋域の沈み込み帯、リソスフェア 形成及びプレートダイナミクスに関する研 究	共同研究 (IA)	平成31年度～ 令和3年度
海洋研究開発機構	OCTIO Environmental(ノル ウェー)	沈み込み帯における海底同相度 重力・圧力経時変化観測に関する共同研 究	共同研究 (IA)	令和元年度～ 令和3年度
海洋研究開発機構	南カリフォルニア大学(ア メリカ)	地震活動カタログの作成に関する共同研 究	共同研究 (IA)	令和元年度～ 令和4年度
海洋研究開発機構	ボアジチ大学 地震観測研 究所(トルコ)	トルコマルマラ海における海底地震観測 に関する共同研究	共同研究 (IA)	令和2年度～令 和3年度
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)	地球内部ダイナミクスと地球進化に関す る共同研究	共同研究 (IA)	平成16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
海洋研究開発機構	カリフォルニア大学バークレイ校 地震研究所(アメリカ)	地球内部ダイナミクスと地球進化に関する共同研究	共同研究 (IA)	平成14年度～平成30年度
海洋研究開発機構	パリ地球物理研究所(フランス)	研究協力に関する実施取り決め	共同研究 (IA)	平成16年度～平成30年度
海洋研究開発機構	中国国家地震局 地震科学研究所(中国)	研究協力に関する実施取り決め	共同研究 (IA)	平成18年度～平成30年度
産業技術総合研究所	米国地質調査所(USGS)	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28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(GNS)	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29年度～
産業技術総合研究所	トルコ鉱物資源調査総局(MTA)	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	令和2年度～
産業技術総合研究所	イタリア国立地球物理火山研究所(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31年度～
産業技術総合研究所	ベトナム科学技術院(VAST)	地震に関する研究	産業技術総合研究所とベトナム科学技術院(VAST)との包括協力協定	令和2年度～
産業技術総合研究所	フランス地質・鉱山研究所(BRGM)	地震に関する研究	フランス地質・鉱山研究所(BRGM)と産総研地質調査総合センターとの研究協力覚書	平成31年度～
産業技術総合研究所	カナダ天然資源省地質調査所(NRCan, GSC)	地震・津波に関する研究	カナダ天然資源省地質調査所(NRCan, GSC)と産総研地質調査総合センターとの研究協力覚書	令和元年～
産業技術総合研究所	韓国地質資源研究院(KIGAM)	活断層・地震災害に関する研究	韓国地質資源研究院(KIGAM)と産総研地質調査総合センターとの研究協力	平成29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	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。	国土地理院からIAG(International Association of Geodesy)議長へのIGS参加表明	平成6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～
気象庁	国際地震センターISC	気象庁データの提供 I S C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 N D C - 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	(外務省との文書) 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	平成2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	ガジャマダ大学(インドネシア) Universitas Gadjah Mada	学術交流	包括連携協定	平成26年～
山梨県富士山科学研究所	ウダヤナ大学(インドネシア) UDANAYA UNIVERSITY	JICA草の根技術協力事業 「地方大学を拠点とした低頻度大規模災害に対応可能な防災コミュニティ	包括連携協定	令和3年～

23-1. 予算及び機構定員整備状況

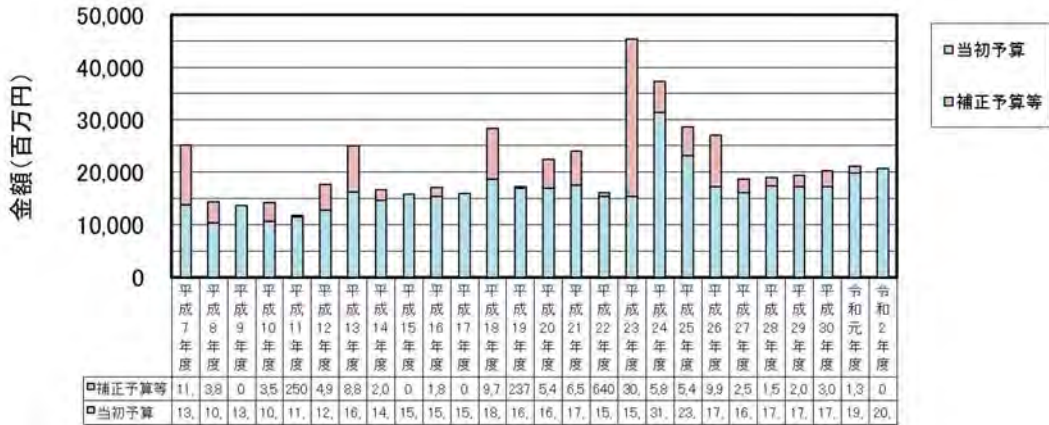
1. 地震及び火山研究予算

地震火山観測研究計画の実施機関における、平成7年度以降の地震及び火山研究予算の推移を示す。

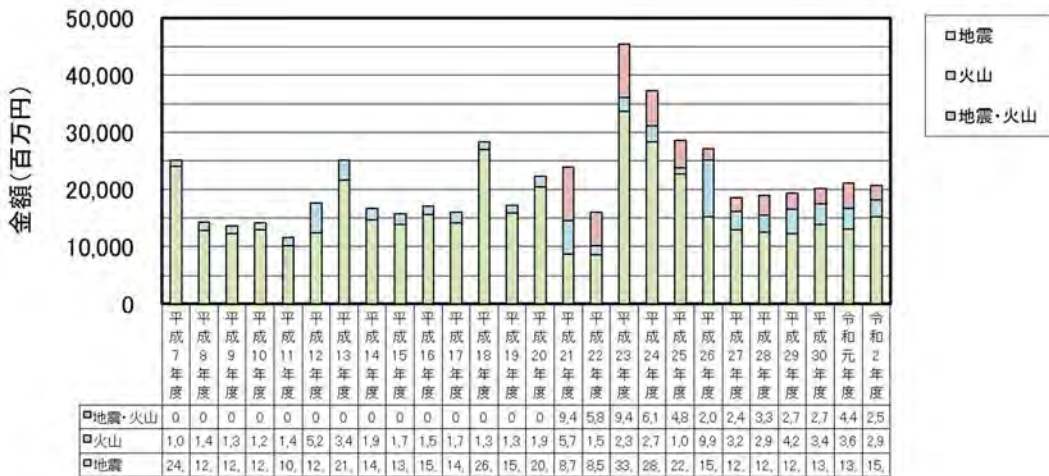
- ※ 平成16年度より海洋研究開発機構、平成21年度より立命館大学、東海大学、平成27年度より東京大学大気海洋研究所、山梨県富士山科学研究所、北海道立総合研究機構地質研究所、平成31年度より東北大学災害科学国際研究所、千葉大学、東京大学大学院情報学環、東京大学地震火山史料連携研究機構、新潟大学、富山大学、神戸大学、兵庫県立大学が参加。
- ※ 東海大学は平成30年度まで。
- ※ 「補正予算等」には予備費を含む。「当初予算」には競争的資金その他を含む。
- ※ 「外部資金」は、外部研究費（競争的資金を含む）、寄付金を集計。
- ※ 途中で算出方法の見直し等を行っている機関がある。
- ※ データの精査により、過去の公表値から変更が生じているものがある。

1-1. 予算総額（政府機関等、国立研究開発法人等、国立大学法人等）

地震火山研究予算 総額（当初予算・補正予算等別）

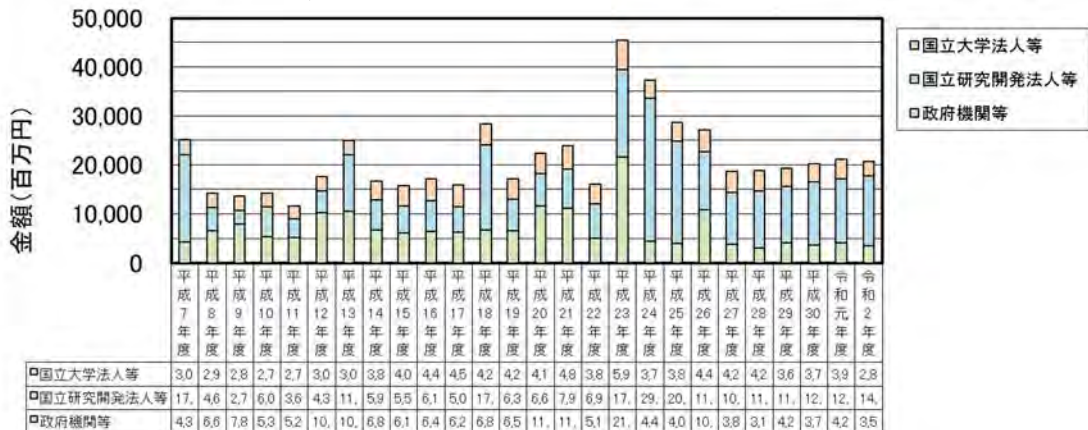


地震火山研究予算 総額（地震・火山別）



※平成21年度以降は地震・火山切り分け不能の項目を追加

地震火山研究予算 総額（機関別）



1-2. 政府機関等の予算

※地震火山観測研究計画の実施機関のうち、国土地理院、気象庁、海上保安庁、山梨県富士山科学研究所における、地震火山研究予算の推移（平成7年度以降）

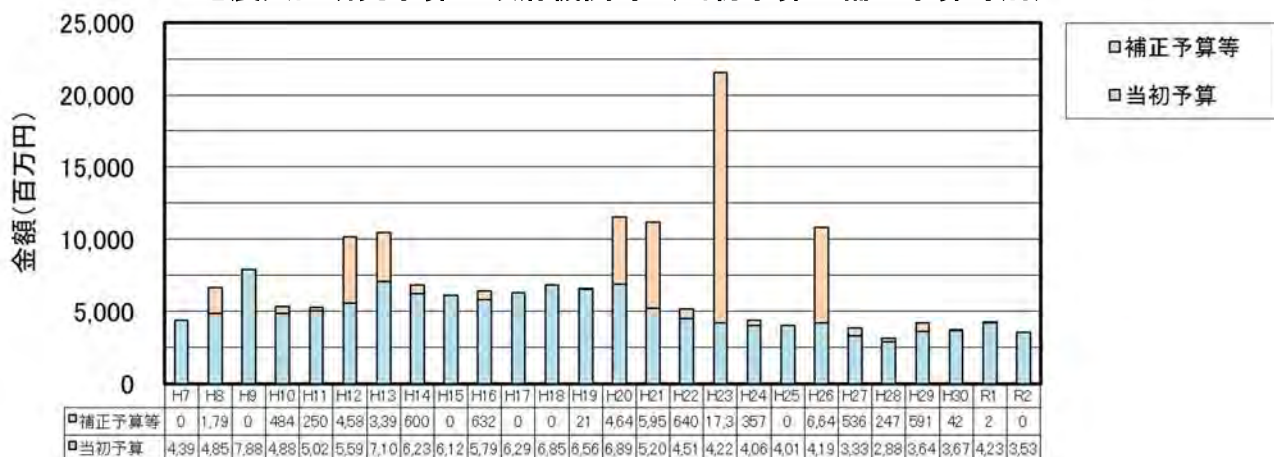
※政府機関における地震関連予算は、地震調査研究推進本部取りまとめの「地震調査研究関係政府予算案（省庁別）」による。

※平成27年度より山梨県富士山科学研究所が参加。

※気象庁は、平成26年度より火山関係経費の積算方法を一部変更している。

※国土地理院は、平成23年度より電子基準点測量費等を内数表記としているため、本表には計上していない。

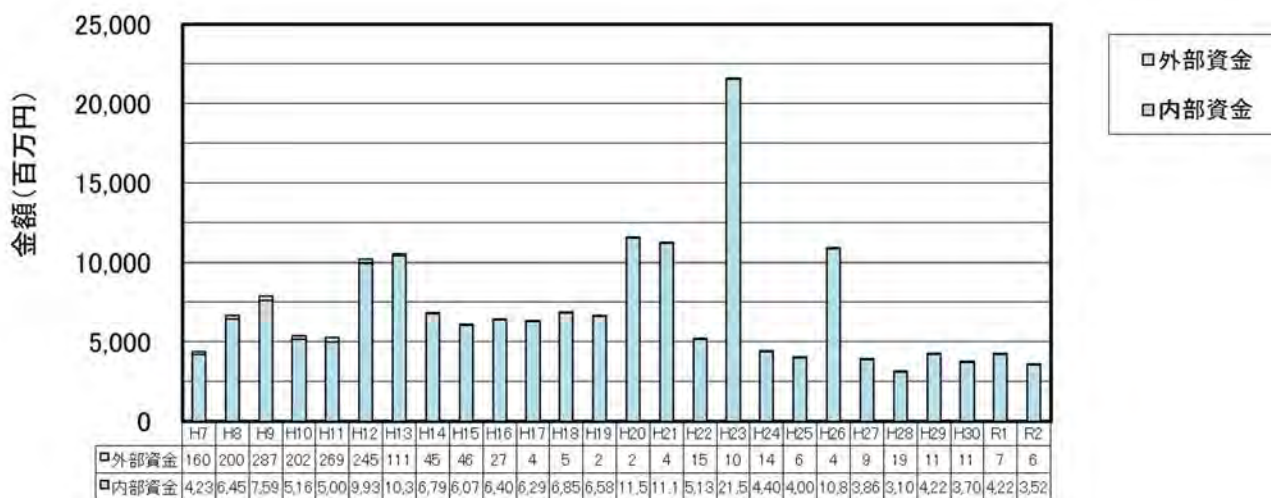
地震火山研究予算 政府機関等（当初予算・補正予算等別）



地震火山研究予算 政府機関等（地震・火山別）



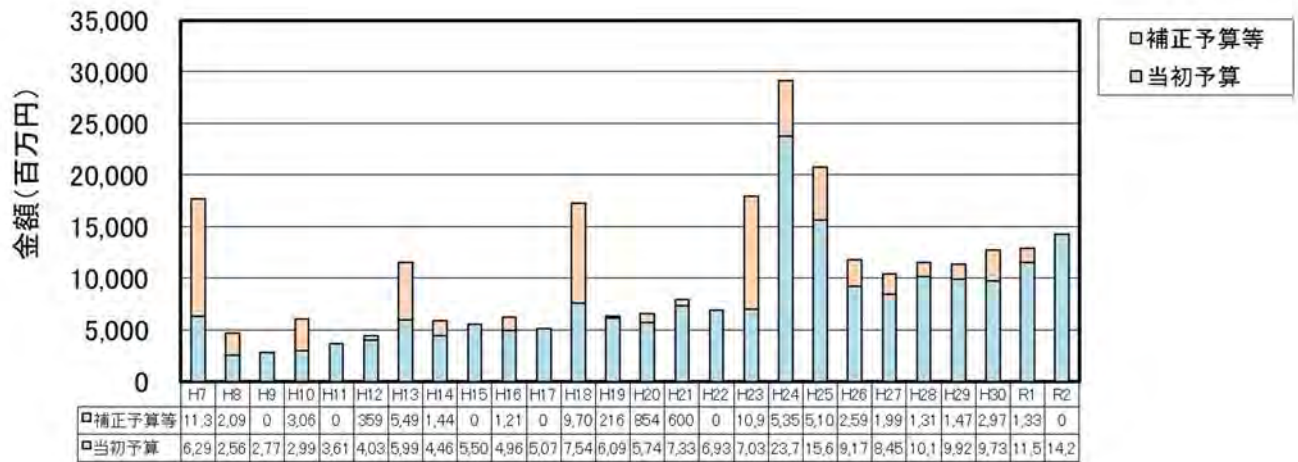
地震火山研究予算 政府機関等（項目別）



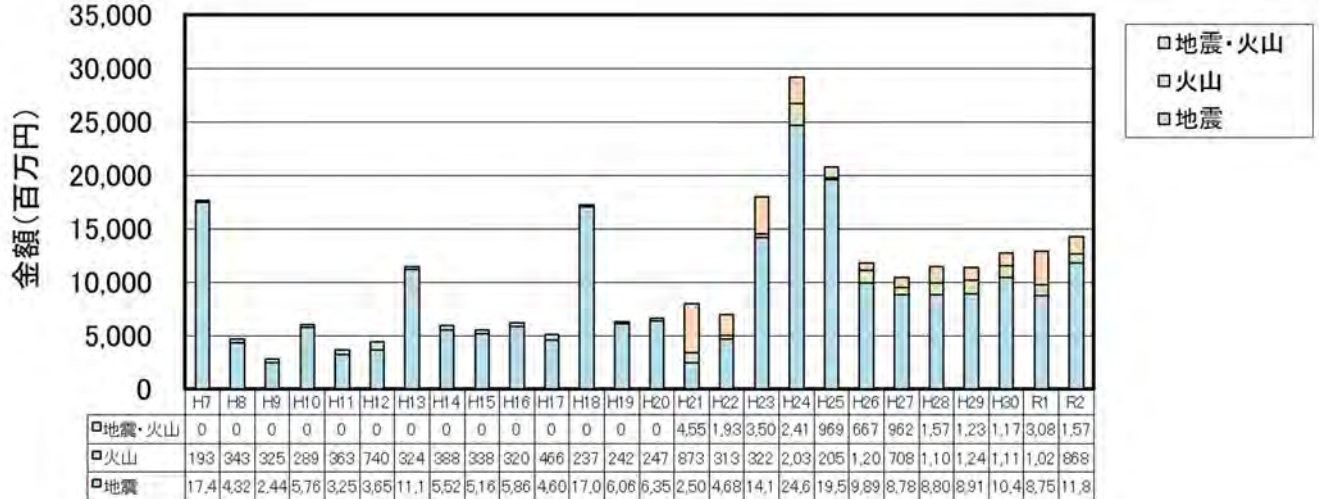
1-3. 国立研究開発法人等の予算

※地震火山観測研究計画の実施機関のうち、情報通信研究機構、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、北海道立総合研究機構における、地震火山研究予算の推移（平成7年度以降）
 ※平成16年度より海洋研究開発機構、平成27年度より北海道立総合研究機構が参加。

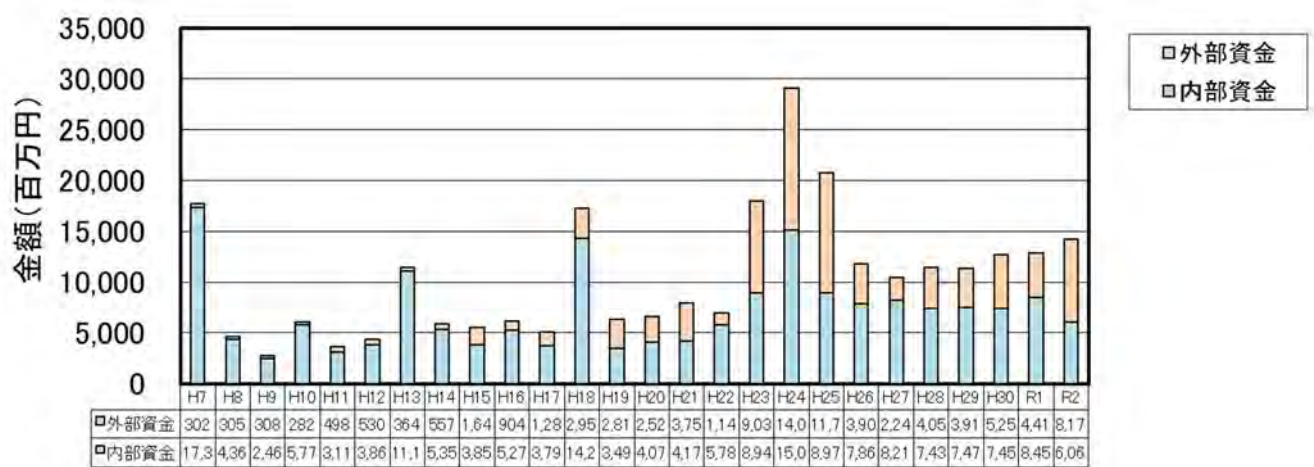
地震火山研究予算 国立研究開発法人等（当初予算・補正予算等別）



地震火山研究予算 国立研究開発法人等（地震・火山別）



地震火山研究予算 国立研究開発法人等（項目別）



1-4. 国立大学法人等の予算

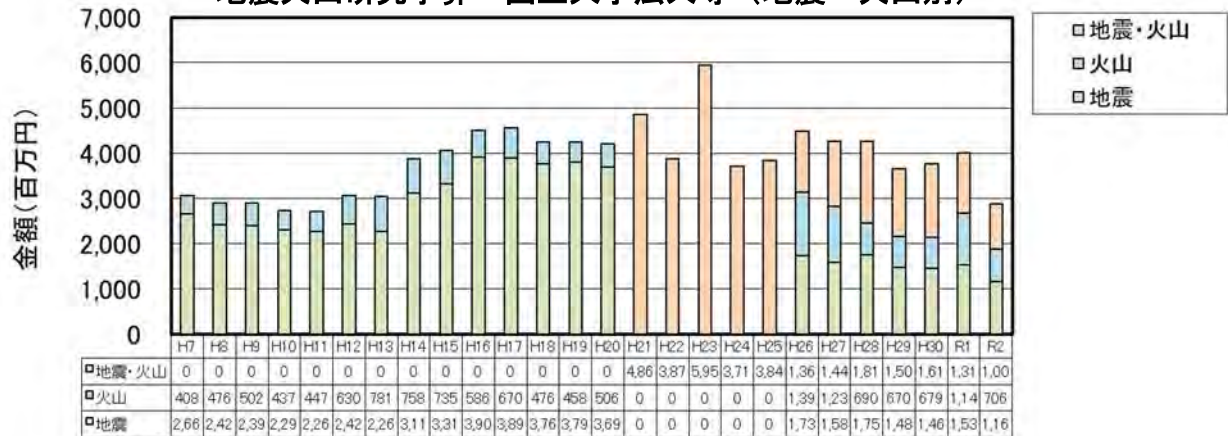
※地震火山観測研究計画の実施機関のうち、国立大学法人及び立命館大学、東海大学、兵庫県立大学、奈良文化財研究所における、地震火山研究予算の推移（平成7年度以降）

※国立大学は平成16年度から法人化。

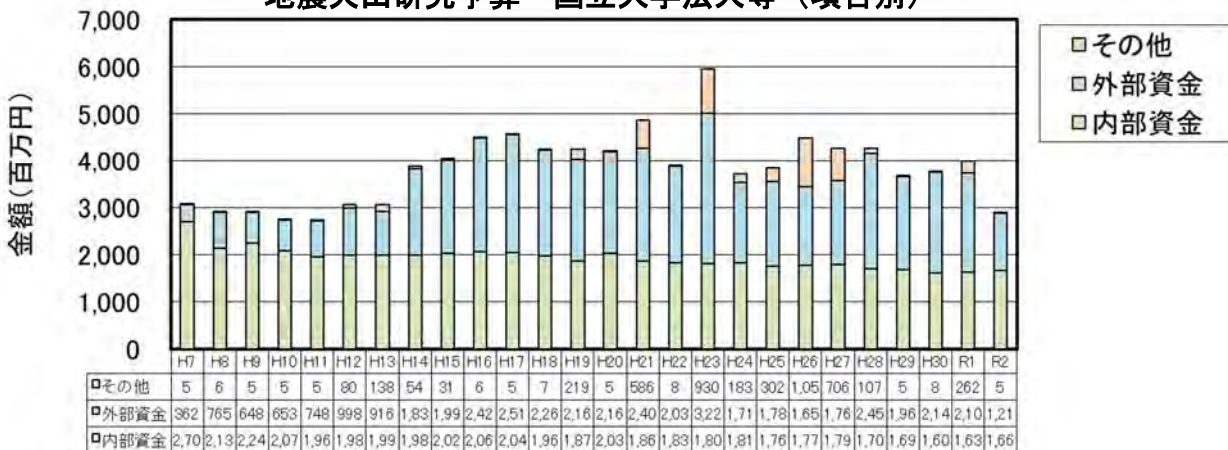
※平成21年度より立命館大学、東海大学が参加。平成27年度より東京大学大気海洋研究所、平成31年度から、東北大学災害科学国際研究所、千葉大学、東京大学大学院情報学環、東京大学地震火山史料連携研究機構、新潟大学、富山大学、神戸大学、兵庫県立大学が参加。

※東海大学は平成30年度まで。

地震火山研究予算 国立大学法人等（地震・火山別）

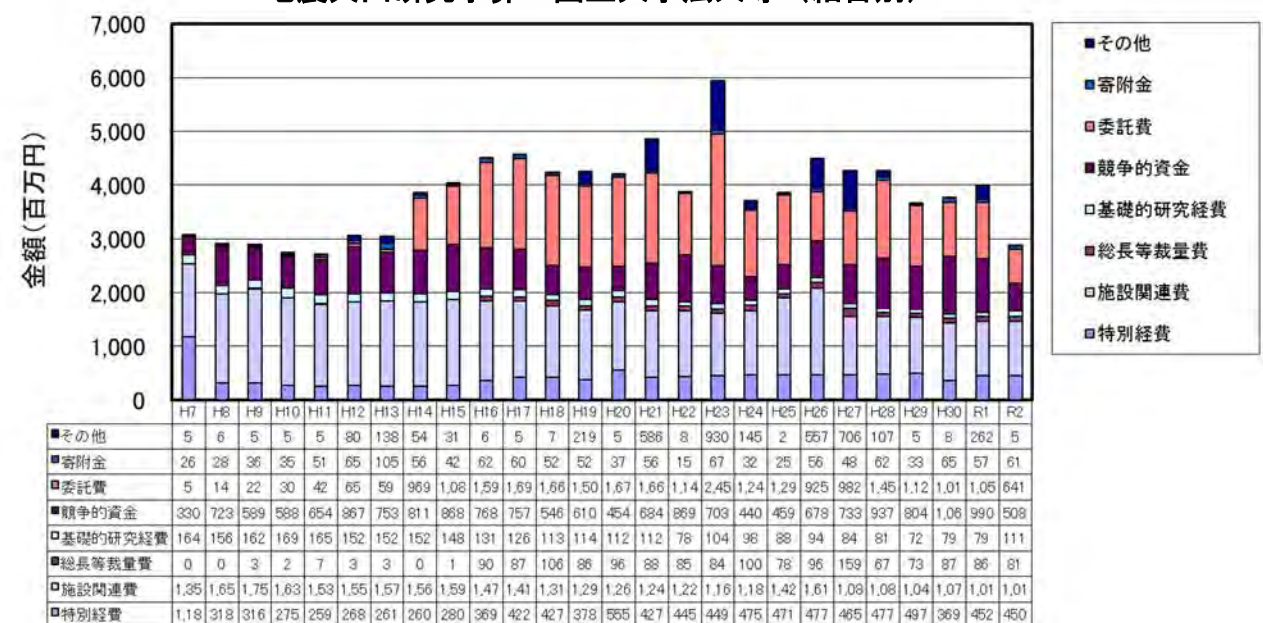


地震火山研究予算 国立大学法人等（項目別）

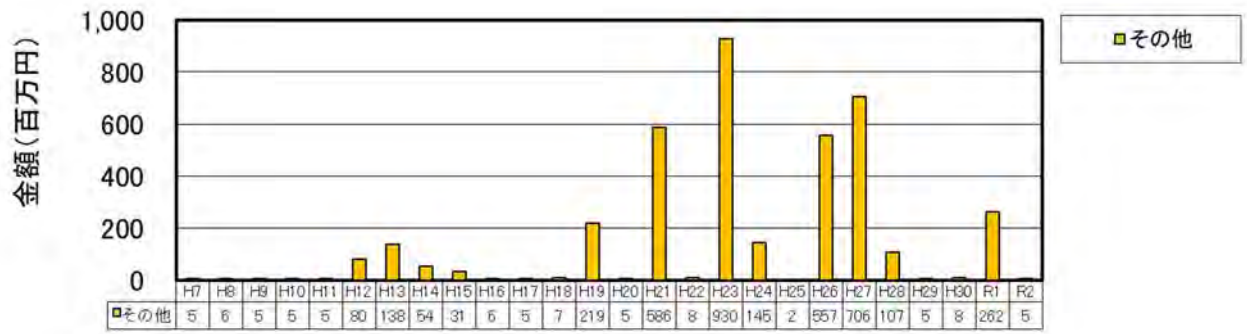


※「その他」には、衛星テレメータの更新（平成21年度）、災害復旧関連（平成23年度）、平成23年度以降の補正予算が含まれる。

地震火山研究予算 国立大学法人等（細目別）

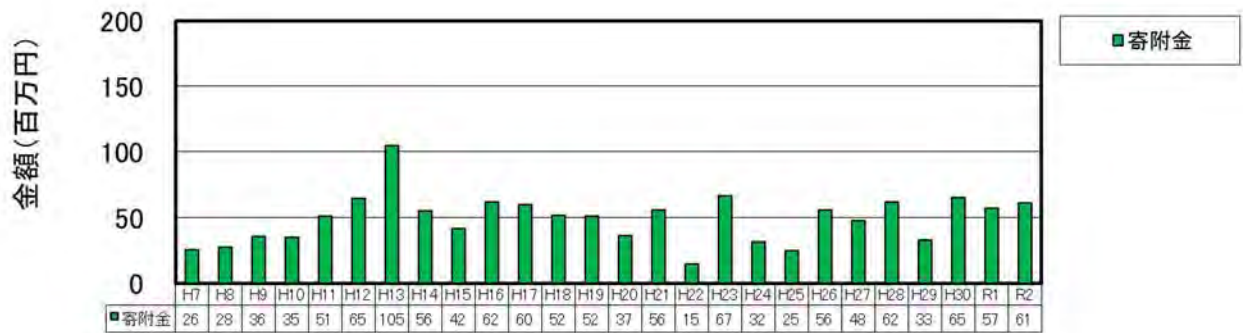


地震火山研究予算 国立大学法人等（その他）

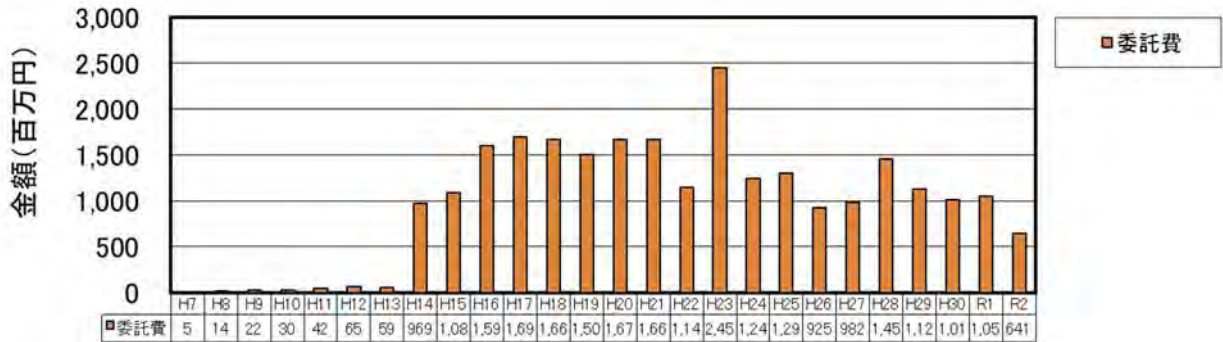


※衛星テレメータの更新（平成 21 年度）、災害復旧関連（平成 23 年度）、平成 23 年度以降の補正予算を含む。

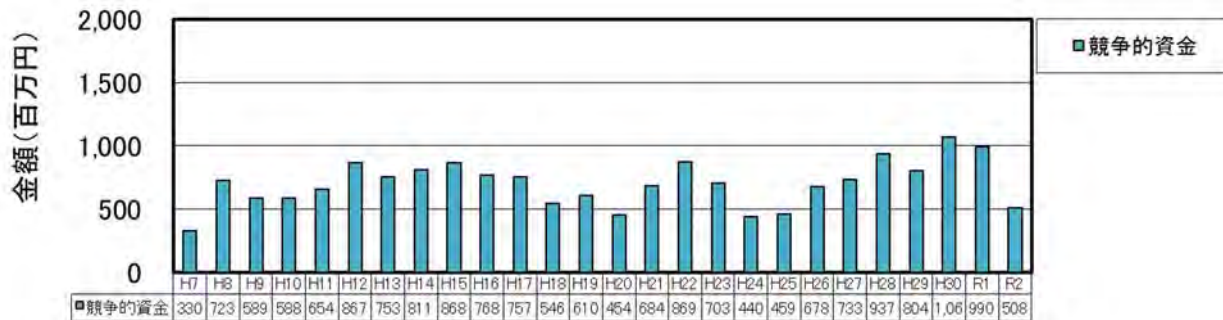
地震火山研究予算 国立大学法人等（寄附金）



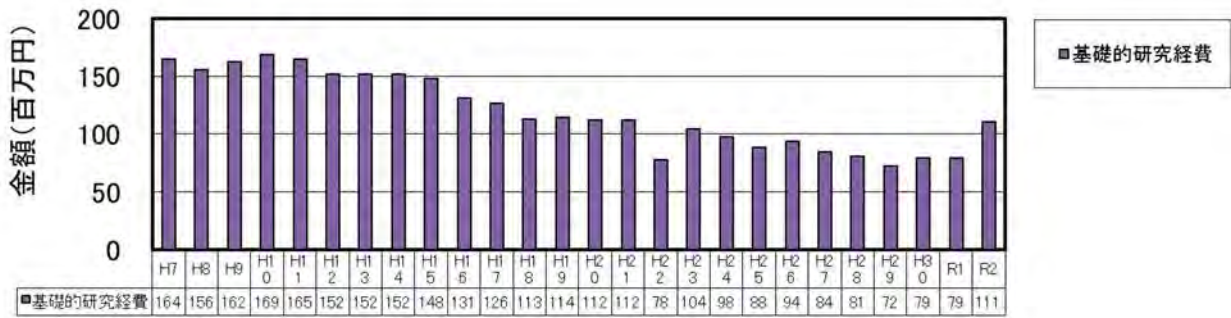
地震火山研究予算 国立大学法人等（委託費）



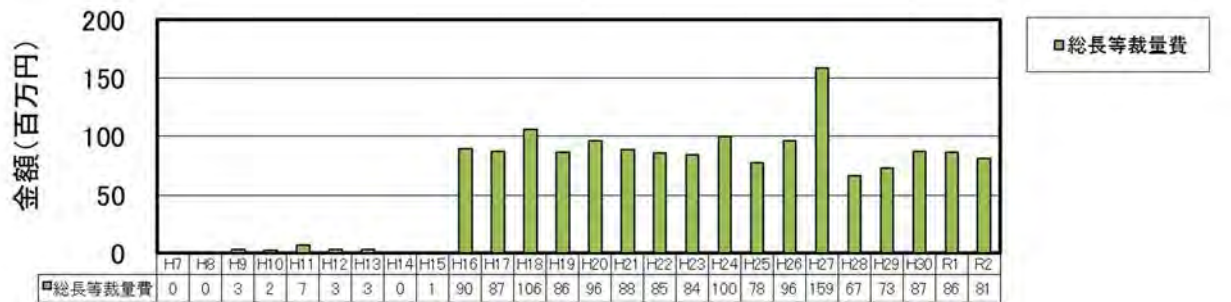
地震火山研究予算 国立大学法人等（競争的資金）



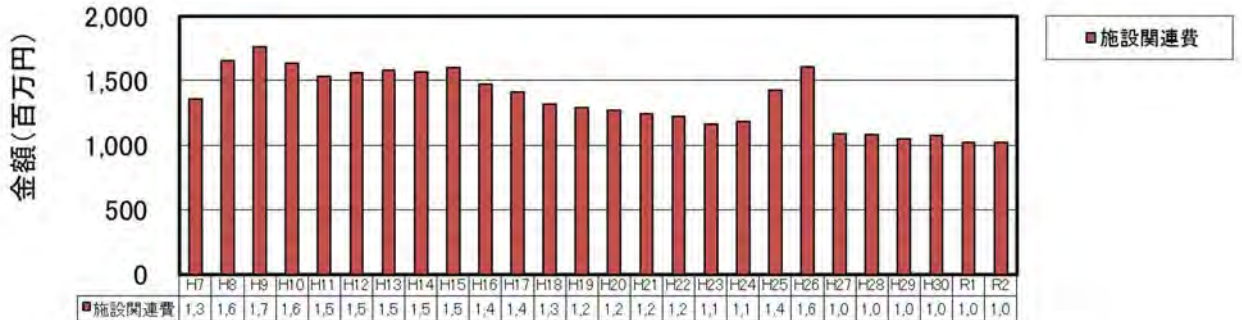
地震火山研究予算 国立大学法人等（基礎的研究経費）



地震火山研究予算 国立大学法人等（総長等裁量費）

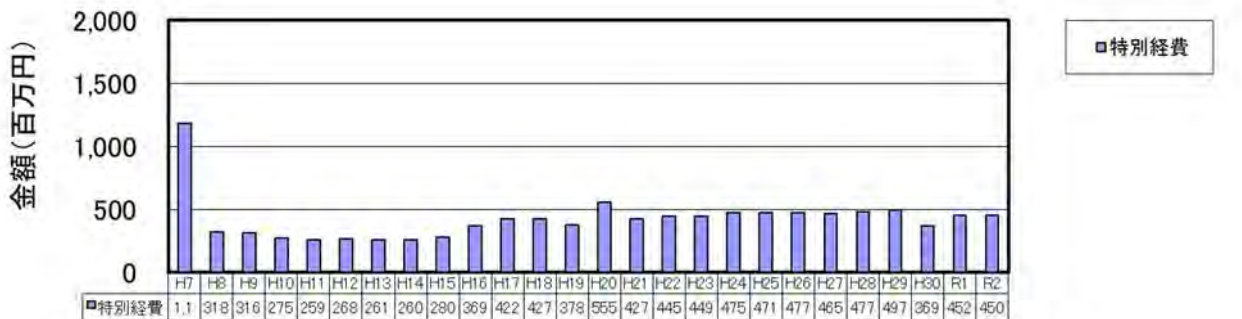


地震火山研究予算 国立大学法人等（施設関連費）



※補正予算によるものを含む。

地震火山研究予算 国立大学法人等（特別経費）



※平成21年度以前は特別教育研究経費。
 ※地震火山観測研究計画の経費はここに含まれる。
 ※平成7年度は、衛星テレメータの整備を含む。

2. 地震及び火山研究者数等

地震火山観測研究計画の実施機関における、平成7年度以降の地震火山研究者数の推移を示す。

※ 平成16年度より海洋研究開発機構、平成21年度より立命館大学、東海大学、平成27年度より東京大学大気海洋研究所、山梨県富士山科学研究所、北海道立総合研究機構地質研究所、平成31年度より東北大学災害科学国際研究所、千葉大学、東京大学大学院情報学環、東京大学地震火山史料連携研究機構、新潟大学、富山大学、神戸大学、兵庫県立大学が参加。

※ 東海大学は平成30年度まで。

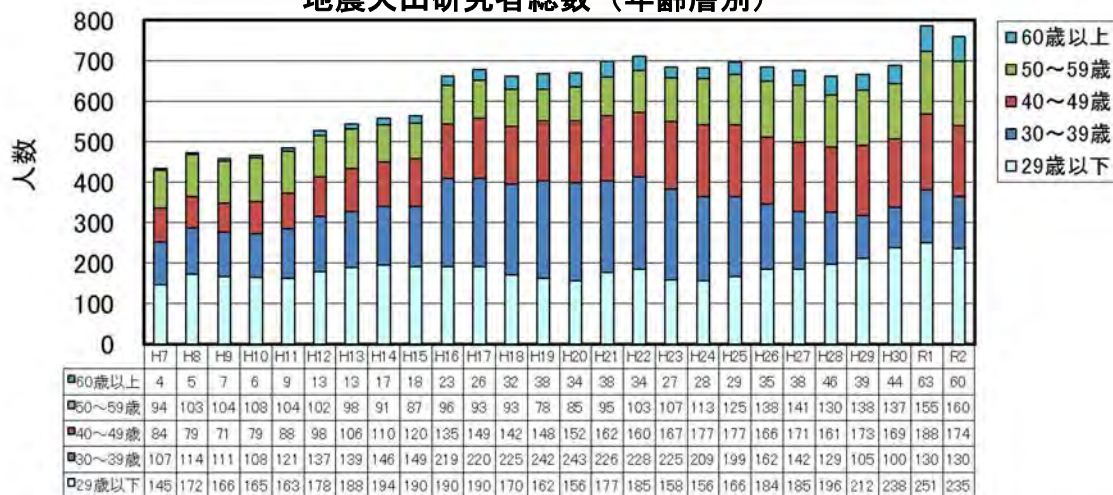
※ 国立大学法人等の地震火山研究者は大学院生（博士課程、修士課程）を含む。

※ 途中で算出方法の見直し等を行っている機関がある。

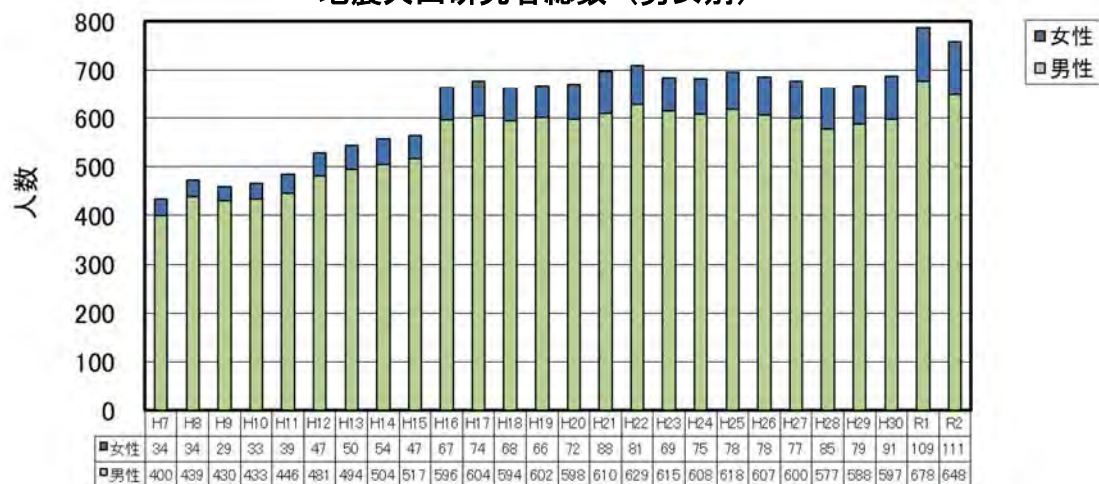
※ データの精査により、過去の公表値から変更が生じているものがある。

2-1. 研究者総数（政府機関等、国立研究開発法人等、国立大学法人等）

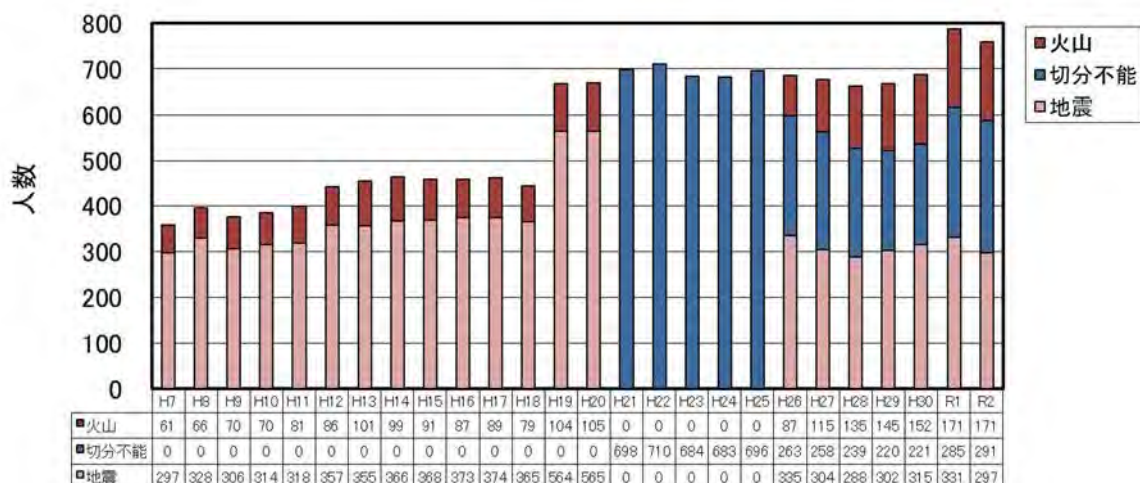
地震火山研究者総数（年齢層別）



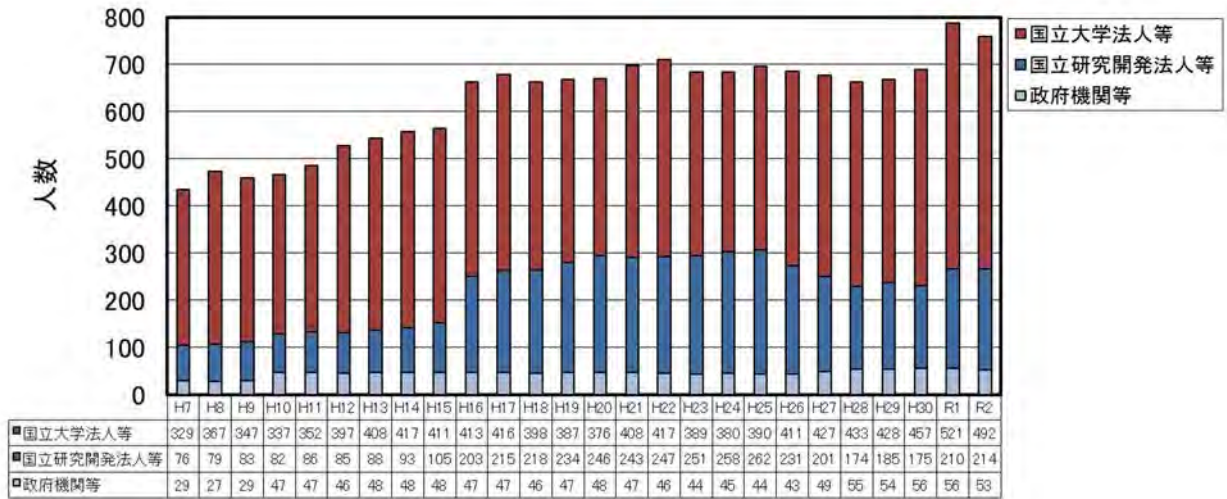
地震火山研究者総数（男女別）



地震火山研究者総数（地震・火山別）



地震火山研究者総数（機関別）



2-2. 政府機関等の研究者数

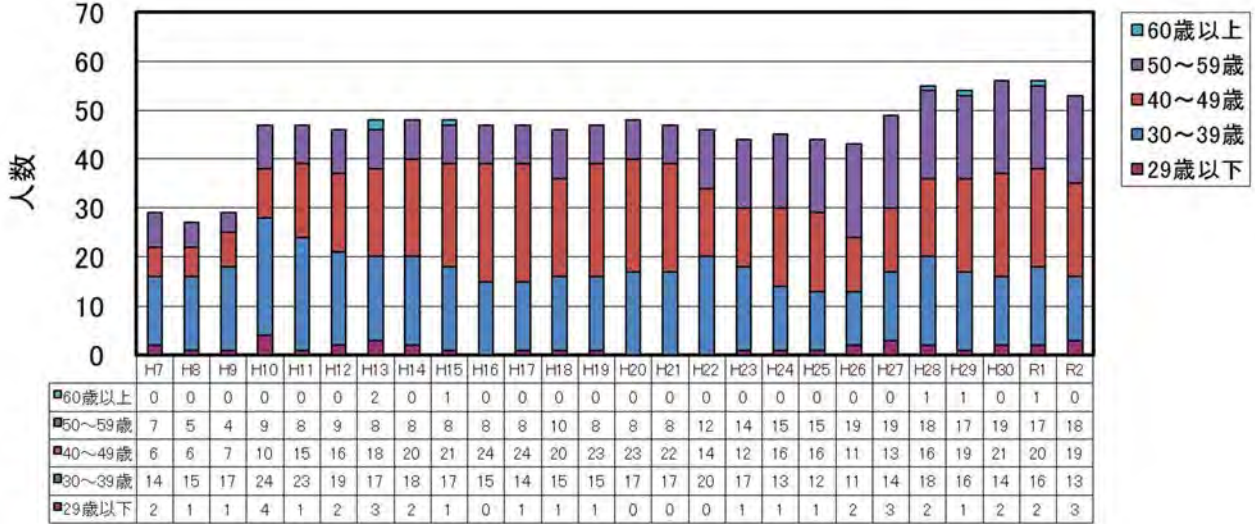
※地震火山観測研究計画の実施機関のうち、国土地理院、気象庁、海上保安庁、山梨県富士山科学研究所における、地震火山研究者数の推移（平成7年度以降）

※平成27年度より山梨県富士山科学研究所が参加。

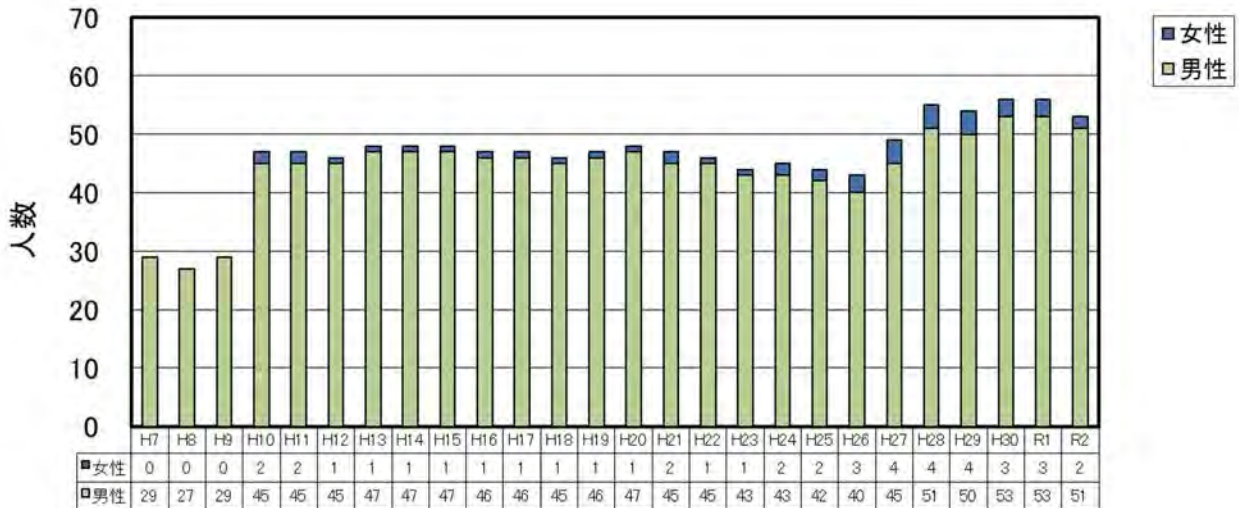
※政府機関は一般給与法における研究職の人数。

※国土地理院は平成10年度から研究職を設置。

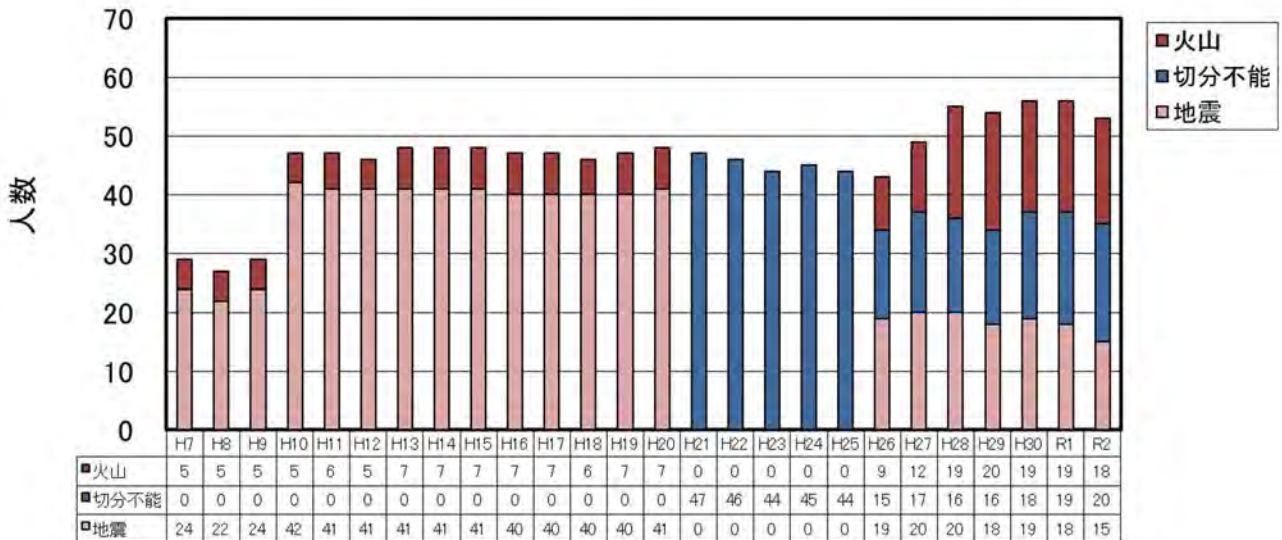
政府機関等地震火山研究者数（年齢層別）



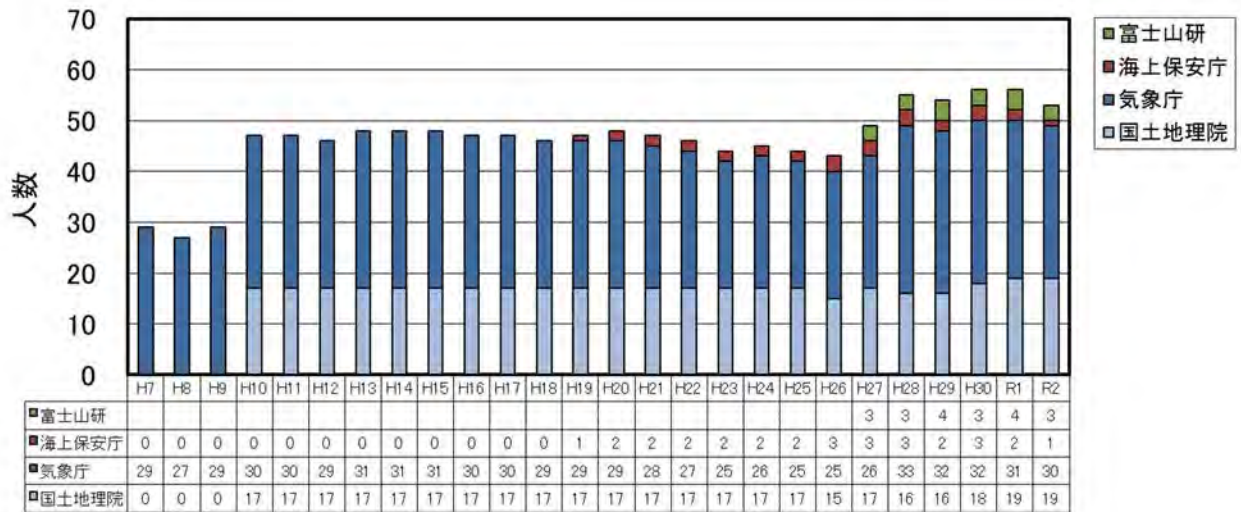
政府機関等地震火山研究者数（男女別）



政府機関等地震火山研究者数（地震・火山別）



政府機関等地震火山研究者数（機関別）



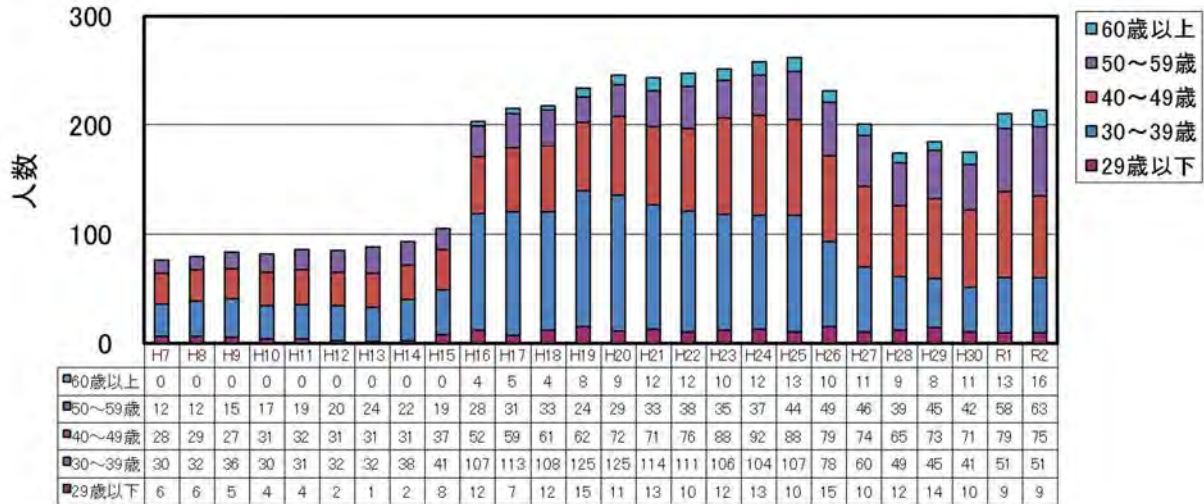
2-3. 国立研究開発法人等の研究者数

※地震火山観測研究計画の実施機関のうち、情報通信研究機構、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、北海道立総合研究機構における、地震火山研究者数の推移（平成7年度以降）

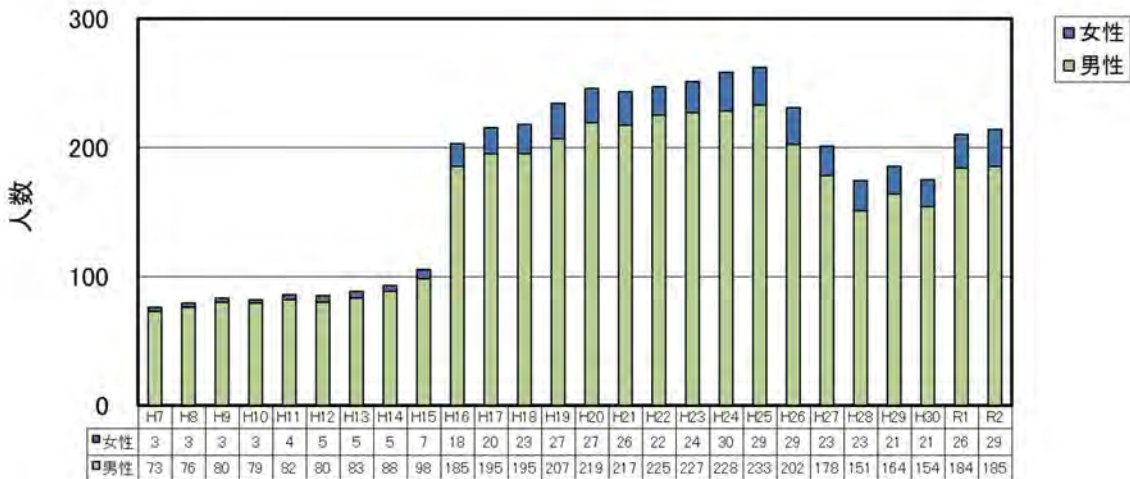
※平成16年度より海洋研究開発機構、平成27年度より北海道立総合研究機構が参加。

※海洋研究開発機構において平成26年度に実施課題の再編を行い、研究者の対象範囲について掘削等の研究者を除く見直しを行ったため、研究者数が減少している。

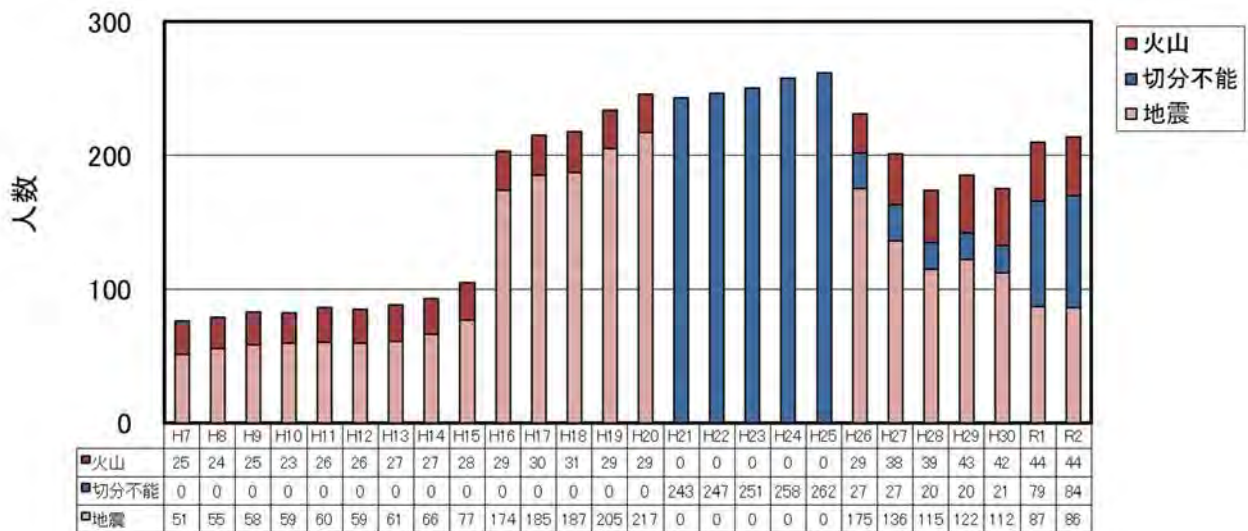
国立研究開発法人等地震火山研究者数（年齢層別）



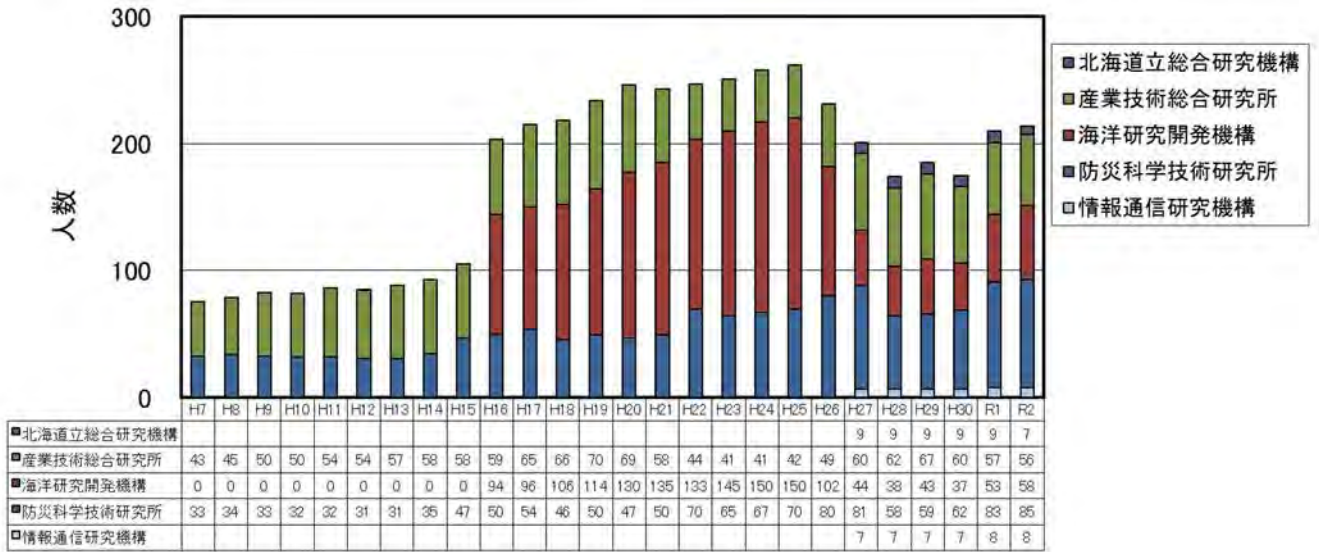
国立研究開発法人等地震火山研究者数（男女別）



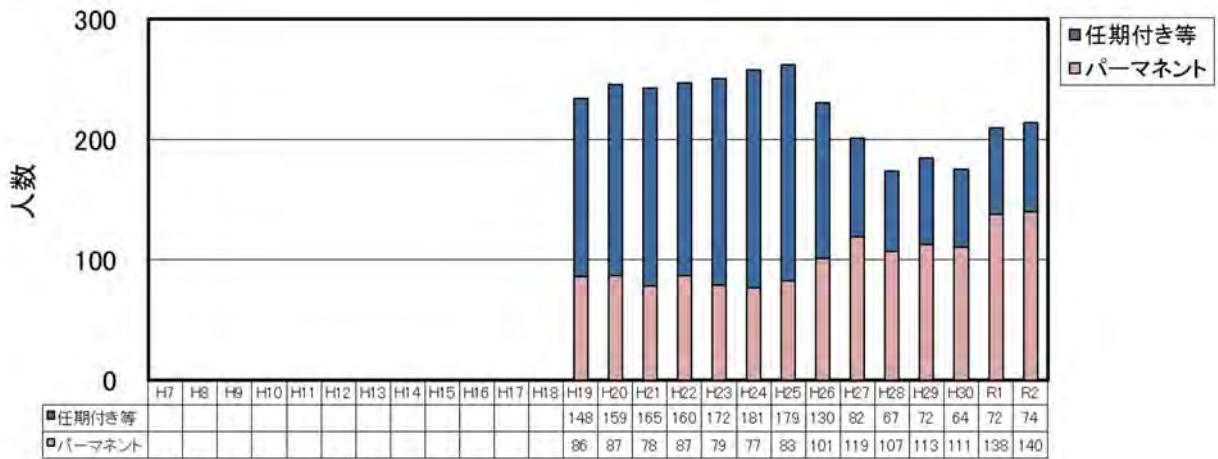
国立研究開発法人等地震火山研究者数（地震・火山別）



国立研究開発法人等地震火山研究者数（機関別）



国立研究開発法人等地震火山研究者数（職種別）



2-4. 国立大学法人等の研究者数

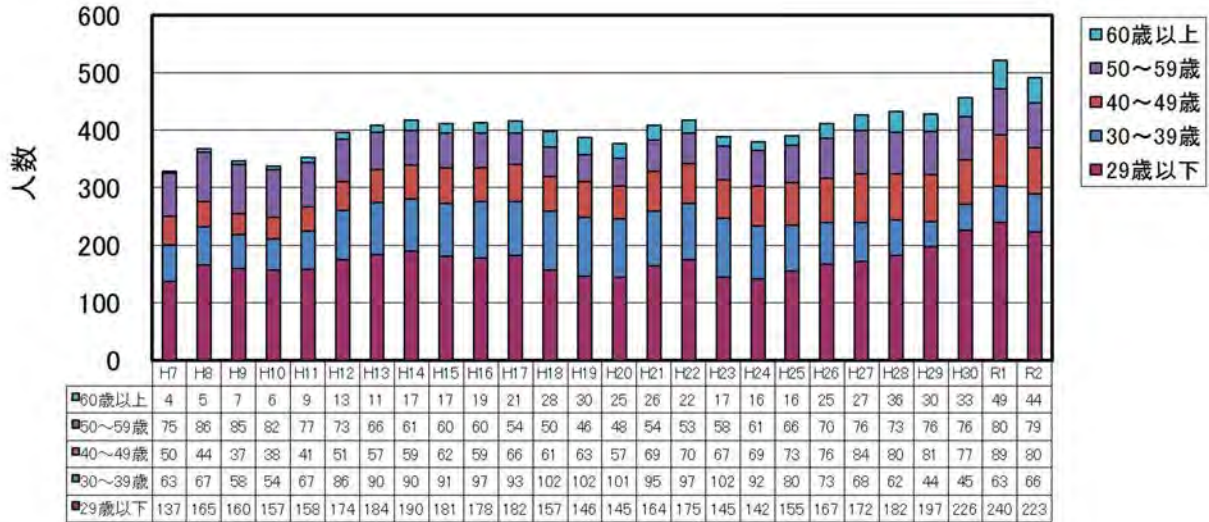
※地震火山観測研究計画の実施機関のうち、国立大学法人及び立命館大学、東海大学、兵庫県立大学、奈良文化財研究所における、地震火山研究者数の推移（平成7年度以降）

※国立大学は平成16年度から法人化。

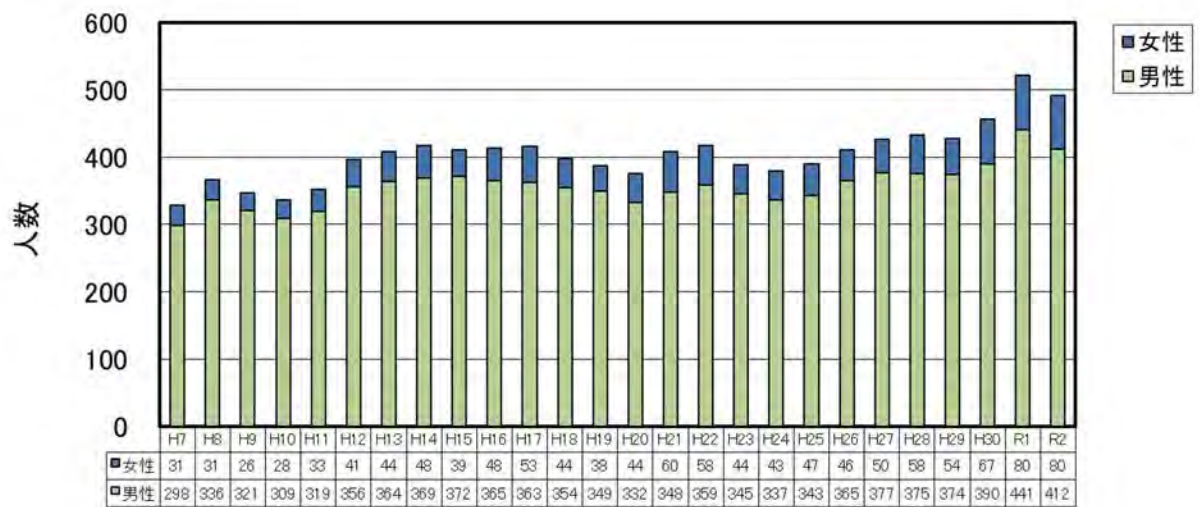
※平成21年度より立命館大学・東海大学が参加。平成27年度より東京大学大気海洋研究所、平成31年度から、東北大学災害科学国際研究所、千葉大学、東京大学大学院情報学環、東京大学地震火山史料連携研究機構、新潟大学、富山大学、神戸大学、兵庫県立大学が参加。東海大学は平成30年度まで。

※国立大学法人等の地震火山研究者は、パーマネント研究者（教授、准教授、講師、助教等）、任期付き研究者（ポスト含む）、大学院生（博士課程、修士課程）を集計。

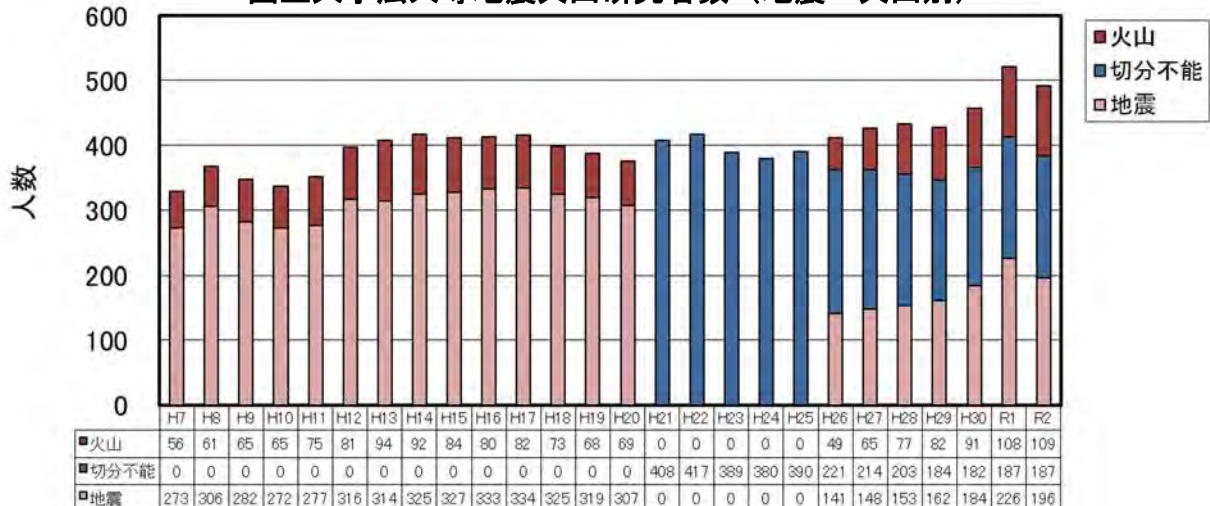
国立大学法人等地震火山研究者数（年齢層別）



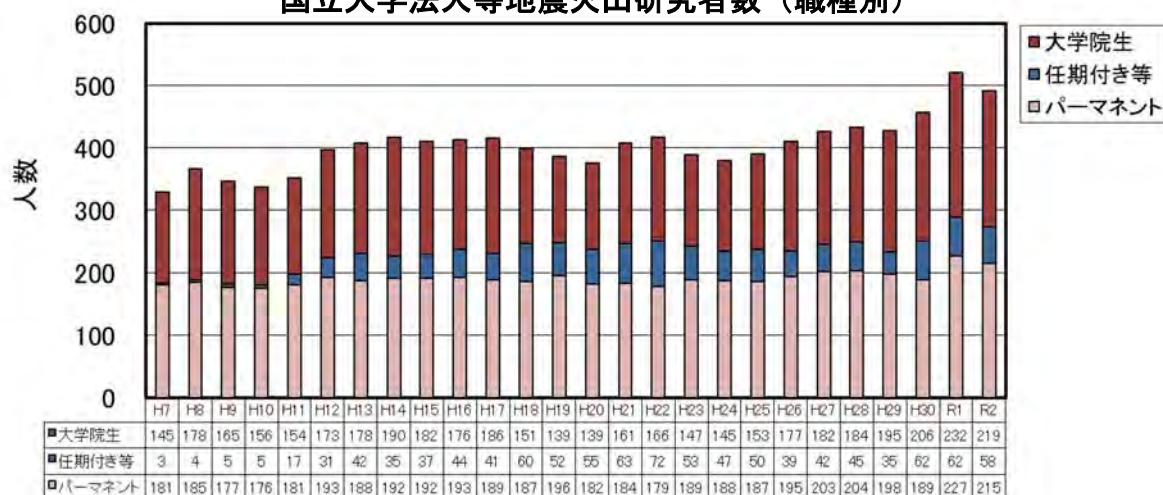
国立大学法人等地震火山研究者数（男女別）



国立大学法人等地震火山研究者数（地震・火山別）

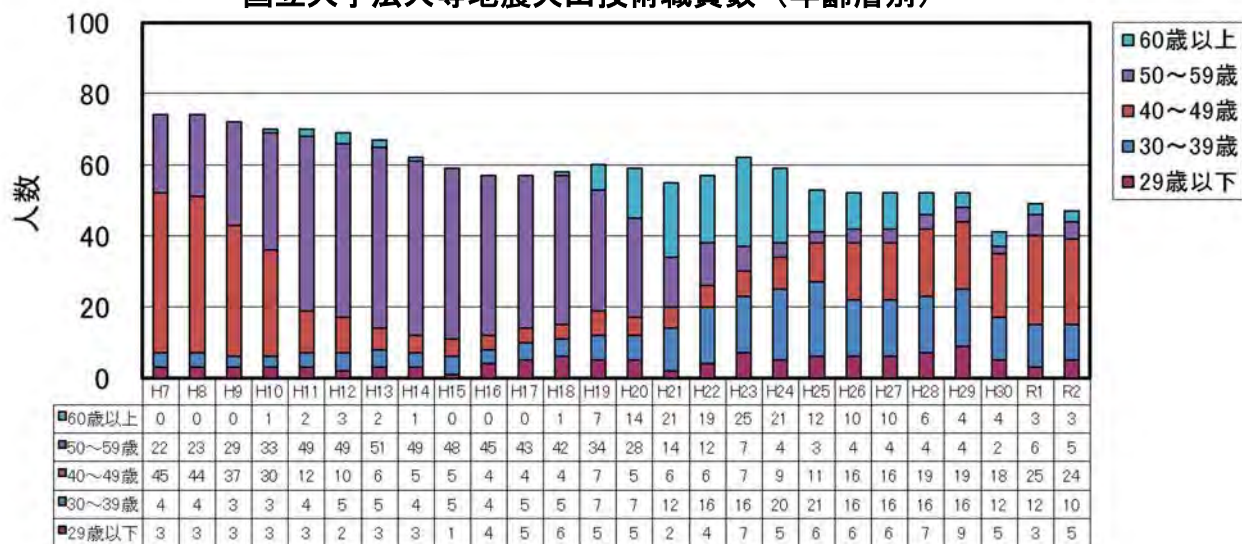


国立大学法人等地震火山研究者数（職種別）

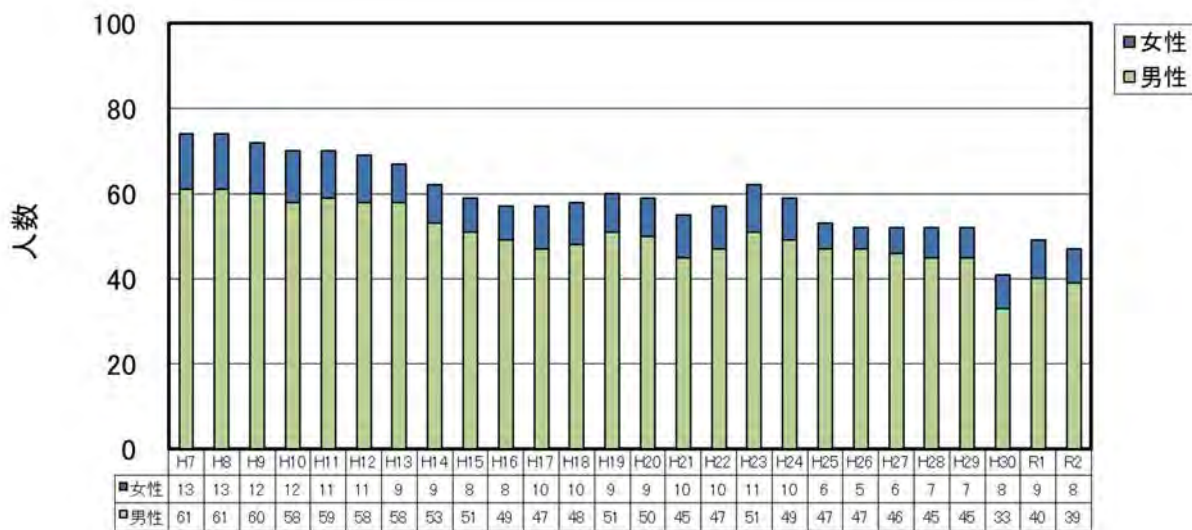


2-5. 国立大学法人等の技術職員数

国立大学法人等地震火山技術職員数（年齢層別）



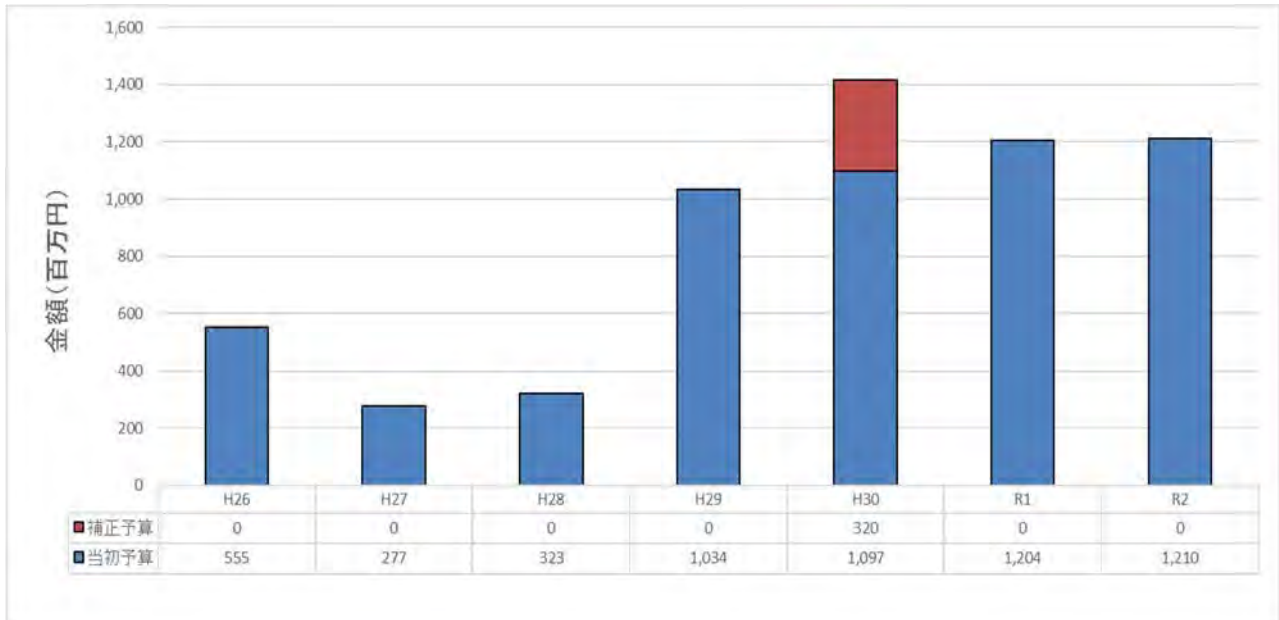
国立大学法人等地震火山技術職員数（男女別）



3. 関連分野研究予算

地震火山観測研究計画の実施機関における、平成26年度以降の関連分野研究予算の推移を示す。

関連分野研究予算 総額（当初予算・補正予算等別）



関連分野研究予算 総額（機関別）

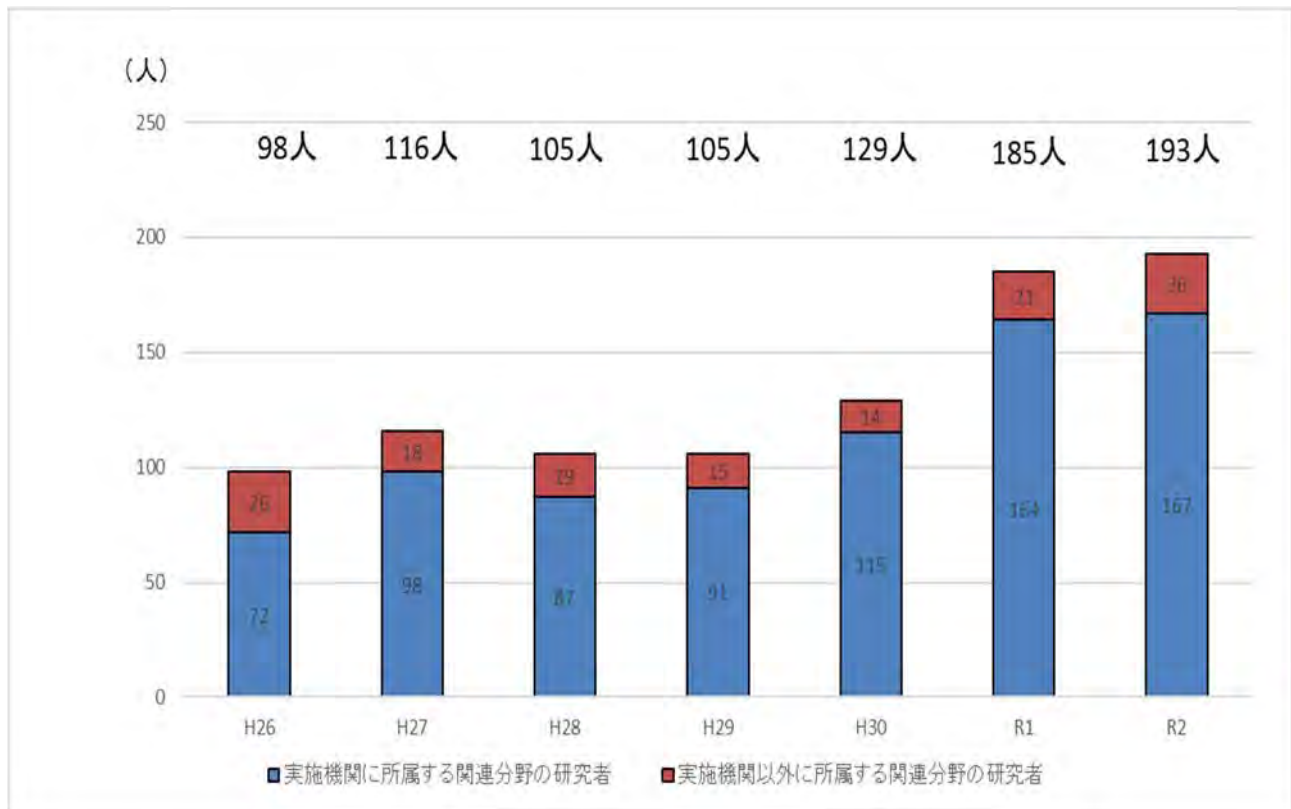


4. 関連分野研究者数

地震火山観測研究計画に関連した、分野融合による関連分野の研究者数を示す（大学院生を含む）。

※実施機関以外に所属する関連分野の研究者は、分野融合の公募課題に参加している研究者数を集計

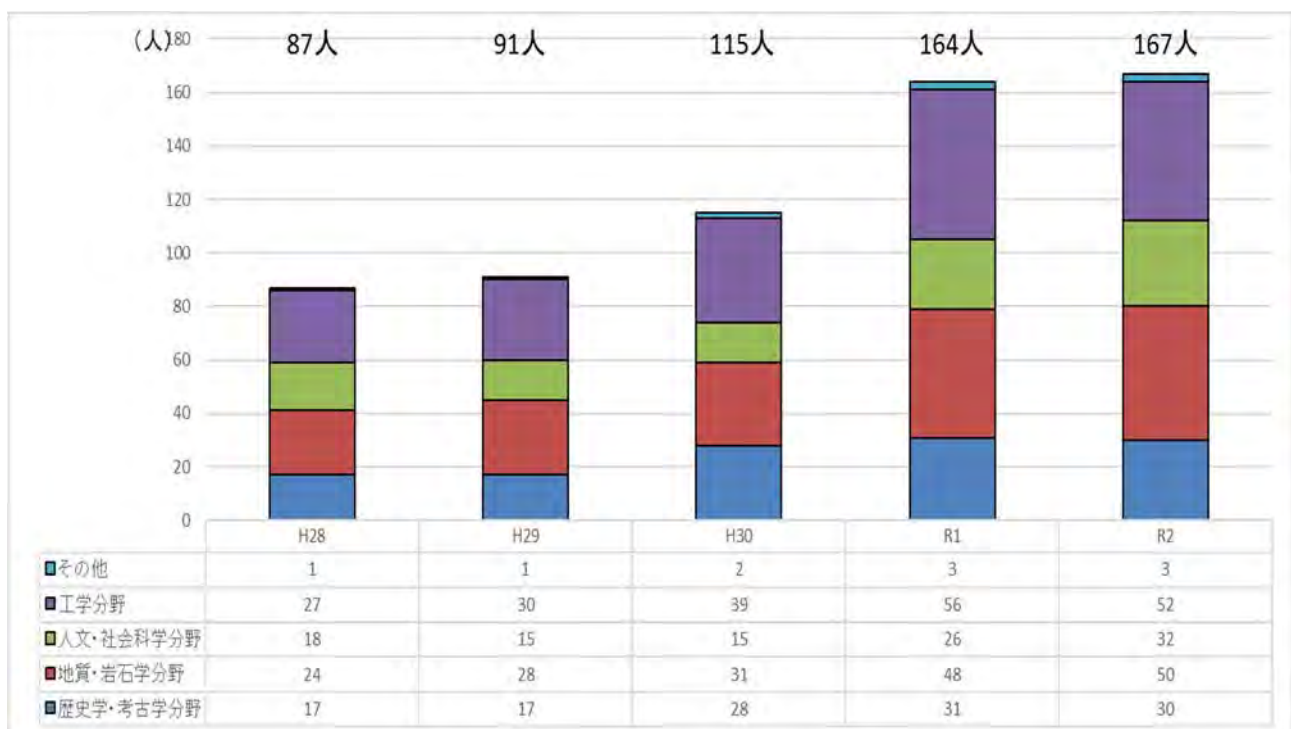
○関連分野の研究者総数



○関連分野研究者の分野別内訳 ※平成 28 年度以降集計

地震火山観測研究計画の実施機関に所属する関連分野の研究者の分野別内訳。

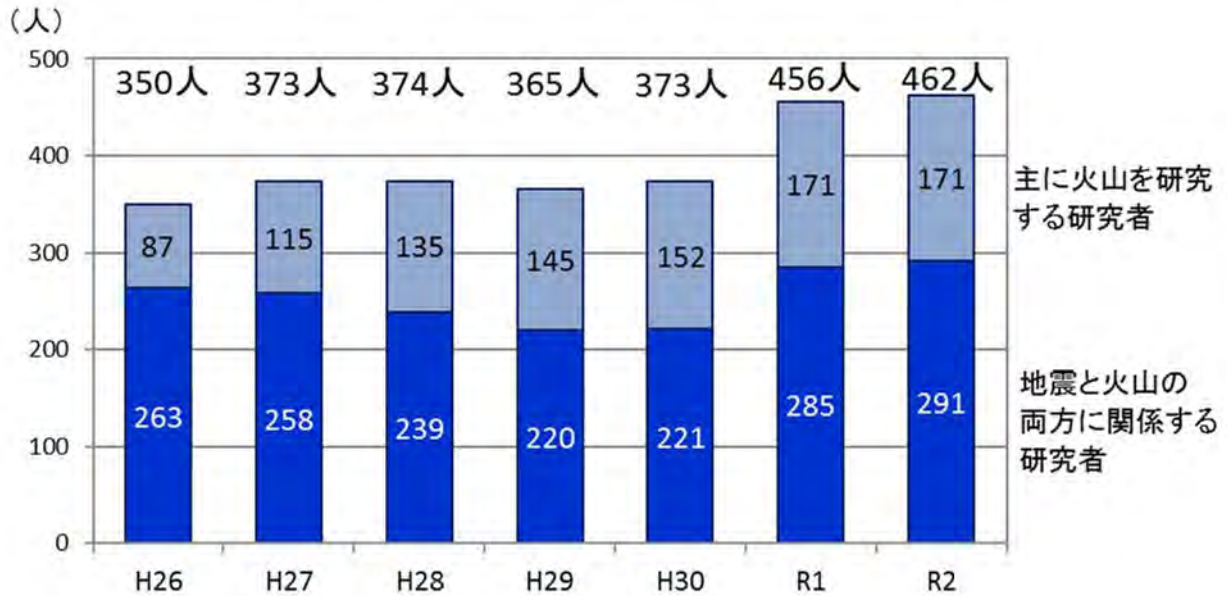
※その他は情報学分野など



5. 火山関係研究人材

地震火山観測研究計画の実施機関に所属する、火山研究者の総数を示す。

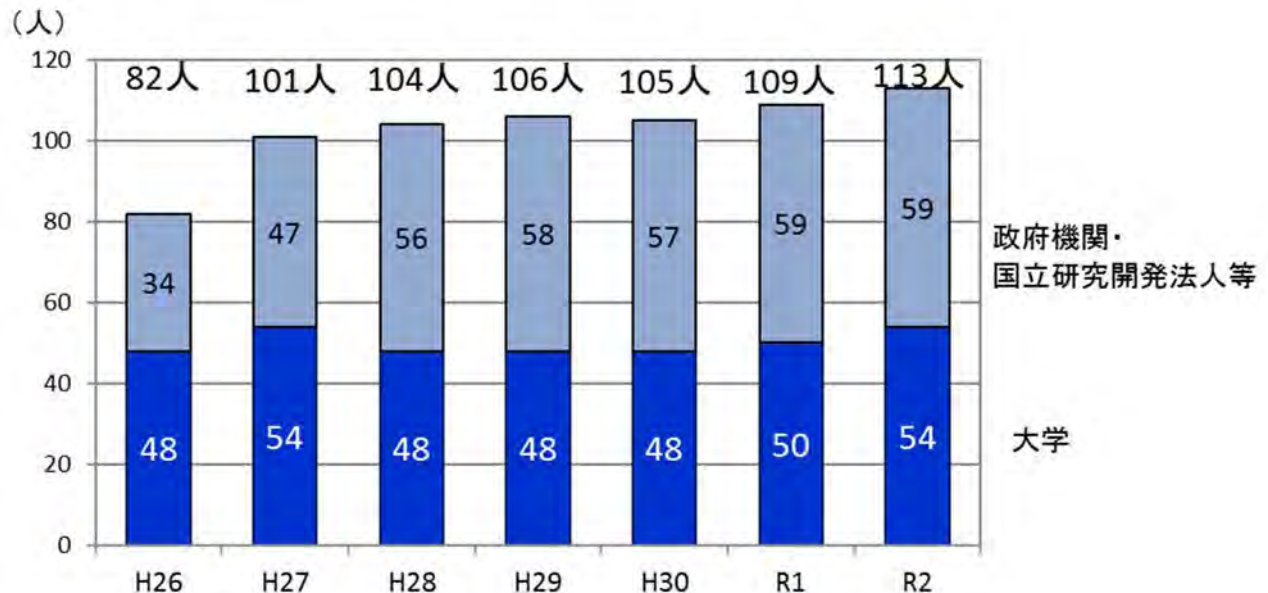
(1) 火山研究者総数



※研究者には、任期付き研究員、大学院生を含む。

(2) 火山噴火予測研究者総数

(1)の火山研究者のうち、観測点の維持・管理にも携わりながら火山噴火研究を実施している研究者。



※大学の研究者は、教授・准教授・講師・助教・任期付き研究員を集計。

※地震と火山の両方に関する研究者を含む。

23-2. 予算及び機構定員整備状況（地震予知計画）

〔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 地震地質部 (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。)

23-3. 予算及び機構定員整備状況（火山噴火予知計画）

〔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 4 9 5 3 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 5 4 5 8 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 5 9 1 6 3 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) 九重山火山業務 (大分) 航空路火山灰情報センター (東京航空地方気象台)	〔新設〕 火山調査係 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。

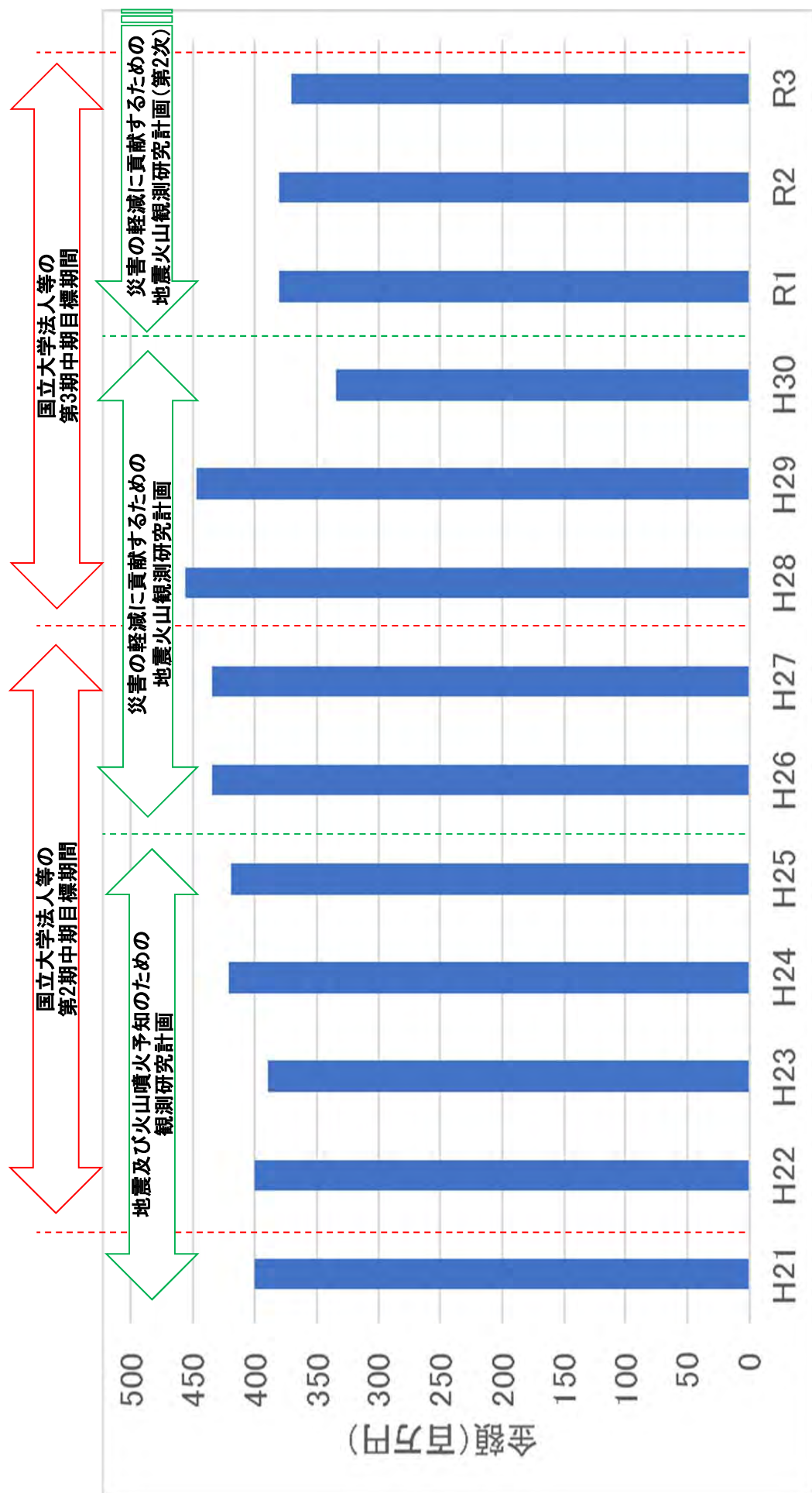
注3 情報通信研究機構は、独立行政法人化により予算額が「運営交付金の一部」として支給されたため、平成12年度までの額。

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。）

23-4. 予算及び機構定員整備状況（地震火山観測研究計画経費の推移）



※地震火山観測研究計画経費は、「地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点」に係る運営費交付金として東京大学地震研究所に配分されており、共同利用・共同研究拠点は国立大学法人等の中期目標期間における業務実績評価の対象となっている

2 4. 地震火山観測研究計画に関する論文及び報告書

(論文及び報告書の総数)

本計画の項目名	論文総数
1. 地震・火山現象の解明のための研究	987
(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解析	138
(2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明	121
(3) 地震発生過程の解明とモデル化	216
(4) 火山現象の解明とモデル化	146
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化	366
2. 地震・火山の予測のための研究	607
(1) 地震発生の新たな長期予測	96
(2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測	219
(3) 先行現象に基づく地震発生の確率予測	110
(4) 中長期的な火山活動の評価	140
(5) 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測	42
3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究	278
(1) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化	114
(2) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化	122
(3) 地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究	42
4. 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究	117
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明	50
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究	67
5. 研究を推進するための体制の整備	442
(1) 推進体制の整備	1
(2) 分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制	10
(3) 研究基盤の開発・整備	406
(4) 関連研究分野との連携強化	5
(5) 国際共同研究・国際協力	14
(6) 社会との共通理解の醸成と災害教育	4
(7) 次世代を担う研究者, 技術者, 防災業務・防災対応に携わる人材の育成	2
総 数	2,431

(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	DOI	最も関連性の深い鍵詞の項目	次に関連性の深い鍵詞の項目	概要説明
榎原雅治	2020	文禄五年豊後地震に関する文献史学からの検討	日本歴史	865	18-36	○		1(1)ア		文禄五年豊後地震は発生日について議論が繰り返している。文献史学の立場からより正確な年代に近づけるために、別府藩に津波被害をもたせた地震が元暦七月二日に発生したとする説の確実な根拠となる史料は存在せず、同七月九日に発生したとするのが妥当であることを示した。
Ebara, M., A. Nishiyama, T. Murata, and R. Sugimori	2020	Research on Pre-modern Earthquakes Based on Fusion of Humanities and Sciences	J. Disaster Res.	15(2)	76-86	○	10.20965/jdr.2020.150076	1(1)ア		歴史学、考古学、情報学などとの連携による地震研究と最近の成果や展望についてまとめた。
Satake, K. and T. Ishibe	2020	Toward Homogeneous Estimation of Long-Term Seismicity from Historical Materials: Number of Felt Earthquakes in Tokyo since 1668	Seismol. Res. Lett.	91(5)	2601-2610	○	10.1785/0220200060	1(1)ア		江戸・東京で有感となった地震について、江戸時代以降現代までの期間での発生頻度や震源などを明らかにした。江戸時代については、大名の江戸参府の日記から有感地震記録を抽出し、明治以降の気象台・気象庁による観測データと接続することにより400年近い長期間にわたる地震活動を明らかにした。
加納靖之・杉森玲子・榎原雅治・佐竹健治	2021	歴史のなかの地震・噴火一過去がしめす未来	東京大学出版会	260pp.				1(1)ア	5(7)	東京大学教養学部の学術プロブレマティクス講義の内容を冊子にまとめた書籍。最新の研究成果のほか、歴史噴火研究の手法や歴史についてのもままとめている。
片桐昭彦	2021	中世の災害記録としての『三國一覽合運図』写本—東山文庫本、熊谷大学本、および『大暦日本五代年代記』の史料学的検討—	災害・復興と資料	13	1-7	○		1(1)ア		中世の史料である『三國一覽合運図』の熊谷大学本と東山文庫本、及び『大暦日本五代年代記』が同時代史料であることを確認し、1361年から1585年までの30年の地震記録が信頼できることを明らかにした。
村田泰輔	2021	藤原宮下層遺跡SD1901Aの層序	泰文研論叢	2	151-159	○		1(1)イ		藤原宮下層遺跡SD1901Aの層序について資料の紹介を行った。
齋藤瑞穂	2020	縄文三陸地震津波への接近	考古学ジャーナル	738	50-53	○		1(1)イ	1(2)	これまで縄文三陸地震津波研究の到達点を総括し今後の課題を提示した。歴史学・考古学の対接は「自然現象」としての地震・津波だけでなく、それが引き起こした災害という「社会現象」であることをあらためて強調する。今後の展望として、考古学からみた運動型超巨大地震の検討、気候変動との関連性、災害対応行動の種類の3項目の確明を挙げた。
ウ. 地質データ等の収集・集成と分析										
産業技術総合研究所地質調査総合センター	2016-2020	日本の火山データベース (WEB)						1(1)ウ	2(4)ア	日本の火山データベースとして、460の第四紀火山、111の活火山について1万年噴火イベントデータ集、20万分の1日本火山図で第四紀火山の噴火履歴、火口位置、噴出物分布など火山地質情報を整備して公開している (https://gbank.gsj.jp/volcano/)。
Oikawa, T., M. Yoshimoto, S. Nakada, F. Maeno, J. Komori, T. Shimeno, Y. Takeshita, Y. Ishizuka, and Y. Ishimine	2016	Reconstruction of the 2014 eruption sequence of Ontake Volcano from Recorded images and interviews	Earth Planet. Space	68	79	○	10.1186/s40623-016-0468-5	1(1)ウ	1(4)ア, 2(4)ア, 2(5)	戦後最大の死者行方不明者を出した御嶽火山の2014年噴火は、VEIスケール2の水蒸気噴火であった。この噴火は、新しく形成された火口群から噴煙柱前線型の乾燥した火砕サーージの発生と多量の噴道火山岩塊の放出が90程度あった後、噴煙が上昇して最高高度に到達し降雨まじりの霧火山崩落が下。その後火口から火口噴出型ラハールが流下といった推移をたどったことを地質学的調査及び被災者からの聞き取りで覆元した。
堤浩之・遠田善次・後藤泰昭・熊原康博・石村大輔・高橋直也・谷口薫・小塚雅志・郡谷順英・五味雄宏・浅野公之・岩田知孝	2018	熊本県益城町寺中における2016年熊本地震断層のトレンチ調査	活断層研究	49	31-39	○	10.11462/afrr.2018.49_31	1(1)ウ	2(1)イ	2016年熊本地震の際に益城町寺中に出現した地震断層のトレンチ調査から、トレンチ壁面に露出した断層の上下変位量は、地表で観察された30cmの両側隆起よりもさらに大きく、変位の累積性があることを確認された。断層の埋積・変形構造から、2016年を含まず3回の断層活動の痕跡を見出し、放射状変位年代測定から、過去9000年間に少なくとも2回の断層活動があったことが分かった。
山田泰広・Jim Mori・氏家恒太郎・林為夫・小平秀一	2018	東北地方太平洋沖地震後の緊急調査掘削(100P第343次航海-J-FAST)の成果	地質学雑誌	124(1)	67-76	○	10.5575/geosoc.2017.0080	1(1)ウ	1(6)ウ	2011年東北地方太平洋沖地震の後に日本海溝で発生された緊急掘削調査から、断層帯が深く(5m)弱かった(低遷すべり条件と遷すべり条件をそれぞれ摩擦係数の2・0・26と0・09・0・1)こと、この低摩擦性の性質は、断層帯に粘土鉱物の一種であるスチクタイトが多く含まれることと Internal pressurizationと呼ばれる摩擦熱による同層水圧上昇が原因であると多くの地震前と地震後で応力環境が圧縮から伸縮に変化したこと、など多くの成実が得られた。
石崎泰男・瀧川暁・亀谷伸子・吉本充宏・寺田曉彦	2020	本白根火山、本白根火砕丘群の地質と形成史	地質学雑誌	126(9)	473-491	○	10.5575/geosoc.2020.0022	1(1)ウ	1(2)	本白根火山の地質調査によって、本白根火砕丘群の活動年代が明らかにになり、主要子フラの断層と年代、物質科学的データをもとに完新世の噴火履歴が整理された。
(2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明										

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
Garrett, E. O., Fujiwara, P., Garrett, V. M. A., Heyerart, M., Shishikura, Y., Yokoyama, A. H., Ferreri, H., Bruckner, A., Nakanura, M. D., Batsist, and the QuakeTechankai Team	2016	A systematic review of geological evidence for Holocene earthquakes and tsunamis along the Nankai-Suruga Trough, Japan	Earth Sci. Rev.	159	337-357	○	10.1016/j.ea.2016.06.011	1(2)	1(1)ウ	南海トラフでは繰り返し巨大地震が起きている。近年、放射性炭素による津波堆積物の年代決定により、過去数千年間の地震活動の復元が行われようになった。本研究ではこれらの研究による放射性炭素年代をコンパイルし、過去の南海トラフ地震の震源域の時空間分布をまとめた。さらに得られた結果から巨大地震の発生間隔について検討を行った。
Ando, M., A. Kitamura, Y. Tu, Y. Ohashi, T. Inai, M. Nakamura, R. Ikuta, Y. Miyairi, Y. Yokoyama, and M. Shishikura	2017	Source of high tsunamis along the southernmost Ryukyu trench inferred from tsunami stratigraphy	Tectonophysics	722	265-276	○	10.1016/j.tecto.2017.11.007	1(2)	1(1)ウ	津波源域から推定される琉球海溝最南端の高津波の発生源について調べた。この地域の古津波堆積物は1771年の最大潮高30mの歴史的津波を含む。過去2000年の津波を記録しており、海底地溝などの非テクトニックな震源モデルではなく、プレート境界のテクトニックな震源モデルを支持する。
Kawakami, G., K. Nishina, Y. Kase, J. Tajika, K. Hayashi, W. Hirose, T. Sagayama, T. Watanabe, S. Ishimaru, K. Koshimizu, R. Takahashi, and K. Hirakawa	2017	Stratigraphic records of tsunamis along the Japan Sea, southwest Hokkaido, northern Japan	Island Arc	26	e12197	○	10.1111/iar.12197	1(2)	3(1)ウ	北海道西部の日本海沿岸域において津波堆積物調査を行い、津波発生履歴を明らかにした。奥尻島では少なくとも5枚の津波堆積物が確認でき、古津波の発生間隔は平均500年程度であることが明らかとなった。これは、北海道南西沖で発生した大地震の発生間隔を示している可能性がある。
Komori, J., M. Shishikura, R. Ando, Y. Yokoyama, and Y. Miyairi	2017	History of the great Kanto earthquakes inferred from the ages of Holocene marine terraces revealed by a comprehensive drilling survey	Earth Planet. Sci. Lett.	471	74-84	○	10.1016/j.epsl.2017.04.044	1(2)	1(1)ウ, 1(3)イ	相模トラフ沿いの房総半島南東部に位置する千歳低地の4つのレベルの海成段丘の離水年代について、海成堆積物から採取した自化石の放射性炭素年代測定による推定を行った。その結果、層位の段丘から順にそれ、6830cal, 6800cal, 3000cal, 2200cal, 1980cal, 1070calと推定された。さらにこれまでに認識されていなかった上層の段丘が検出され、その年代は8800cal, 7900calであった。これらの年代は、従来の推定値よりも1000年近く若く、また年間間隔もばらばらであり、変化に富んでいる。
Fujiino, S., H. Kimura, J. Komatsubara, D. Matsumoto, Y. Naneгава, Y. Sawai, and M. Shishikura	2018	Stratigraphic evidence of historical and prehistoric tsunamis on the Pacific coast of central Japan. Implications for the variable recurrence of tsunamis in the Nankai Trough	Quat. Sci. Rev.	201	147-161	○	10.1016/j.quascirev.2018.09.026	1(2)	1(2)ウ	南海トラフにおける過去の歴史的な文書記録を補充し、先史時代の津波記録を復元するために、三重県の海岸低地でコアリング調査を行った。その結果、約4500年前から500年前の間に堆積した10層のイベントポイント砂層を発見した。最近3回のイベントポイントは1498年明応、1096年永長、684年白鳳の南海トラフ地震にそれぞれ対比される可能性がある。
Kuritani, T., A. Yamaguchi, S. Fukumitsu, M. Nakagawa, A. Matsumoto, and T. Yokoyama	2018	Magma plumbing system at Izu-Oshima Volcano, Japan: constraints from petrological and geochemical analyses	Front. Earth Sci.	6	178	○	10.3389/feart.2018.00178	1(2)	1(5)ア	過去1.5千年間に噴出した玄武岩質の溶岩と火砕物の岩石学・地球化学分析を行い、最近のマグマ供給システムの時間発展を検討した。最近の噴火は深さ13~18kmのマグマ溜りからのporphyriticマゼマの上昇と深さ8~10kmのマグマ溜りへの注入に基づいて引き起こされたことを明らかにした。
Maeno, F., S. Nakada, M. Yoshimoto, T. Shimano, N. Hokanishi, A. Zaennudin, and M. Iguchi	2019	A sequence of a plinian eruption preceded by dome destruction at Kelud volcano, Indonesia, on February 13, 2014, revealed from tephra fallout and pyroclastic density current deposits	J. Volcanol. Geotherm. Res.	382	24-41	○	10.1016/j.jvolgeores.2017.03.002	1(2)	1(4)ア, 1(4)イ, 2(4)ア, 2(5)	2014年にインドネシアのケルダ火山で発生したプリニエ式噴火について、堆積物の解析をもとに噴火推移を詳細に明らかにした。特に噴火初期にフランス語で発生していたことや、後期に火砕密度流が発生していたことなど、地球物理学観測では十分に制約できない新しいプリニエ式噴火の火口近傍での現象と推移を明らかにした。
Matsumoto, A. and M. Nakagawa	2019	Reconstruction of the eruptive history of Usu volcano, Hokkaido, Japan, inferred from petrological correlation between tephra and dome lavas	Island Arc	28(3)	e12301	○	10.1111/iar.12301	1(2)	1(4)ア, 1(4)イ	チラと岩室ドームの岩石学的関係から推定される有珠火山の噴火史を再構築し、1683年から1853年の一連の活動に関する新しい解釈を行った。地質学的証拠と岩石学的相関関係が、火山噴火のシグナスの復元だけでなく、将来起こりうる噴火に対する制約を得るためにも有用であることを示した。
矢田俊文・堀田嵩洋	2019	地震被害評価方法の再検討	資料学研究	16	1-15	○		1(2)	1(1)ア	1707年宝永地震、1854年嘉永東海地震、1855年安政江戸地震などにおける家屋の地震被害に関する史料記述を検討し、家屋倒壊率を導き出す方法の再検討を行った。その結果、史料に記されている家屋の「半壊」状態は、家屋倒壊率を導き出すための被害動として使用することは不相当であり、広域の地震被害を検討する際には、家屋全壊率を家屋倒壊率として用いることが妥当であると結論に至った。
Hua, Y., D. Zhao, G. Toyokuni, and Y. Xu	2020	Toneography of the source zone of the great 2011 Tohoku earthquake	Nat. Commun.	11	1163	○	10.1038/s41467-020-14745-8	1(2)	1(5)ア	地震波トモグラフィ法をS-netデータに適用して2011年東北巨大地震震源域の不均質構造を調べた結果、この大地震の破壊は深い側の硬い岩石と浅い側の柔らかい岩石との構造境界から開始し、浅い側の柔らかい岩石は日本海溝まで続いていることが明らかになった。このような構造によって海溝付近まで大きな滑りが生じて大津波が生じたと考えられる。
Kuritani, T., M. Nakagawa, J. Nishimoto, T. Yokoyama and T. Miyamoto	2020	Magma plumbing system for the Millennium Eruption at Changbaishan volcano, China: constraints from whole-rock U-Th disequilibrium	Lithos	366-367	105564	○	10.1016/j.lithos.2020.105564	1(2)	2(4)ア	過去2000年間における世界最大規模のカルデラ形成噴火である白頭山の10世紀紀噴火を対象に、山頂部非平衡を軸とした地球化学的解析を行った。その結果、主要な微量元素は2万年以上前から地殻内のマグマ溜まりに蓄積されていたこと、そして新しい玄武岩質マグマが成長マグマ溜まりに貫入したことによって噴火が引き起こされたこと、などを明らかにした。
Okamura, Y. and M. Shishikura	2020	New hypothesis to explain Quaternary forearc deformation and the variety of plate boundary earthquakes along the Suruga-Nankai Trough by oblique subduction of undulations on the Philippine Sea Plate	Earth Planet. Space	72	55	○	10.1186/s40623-020-01183-5	1(2)	1(1)ウ	フィリピン海プレート上の起伏の斜め沈み込みによる第四紀前弧変形と駿河南海トラフ沿いのプレート境界地震の多様性を説明する新仮説を提案した。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い項目	次に関連の深い項目	概要説明
矢田 俊文	2020	1804年象潟地震における家屋倒壊数と死亡者数 / 1854年東海地震震川大左衛門代官領の被害	前近代歴史地震史料研究会 (編)「歴史学による前近代歴史地震史料集 2—近世以前地震家屋倒壊数・死亡者数基礎史料—」	11	84-87	○	10.1038/s41598-021-86020-9	1(2)	1(1)ア	1804年象潟地震、1828年三条地震、1854年東海地震の被害史料を分析した。①一軒当り死亡者数が0.27人以上の村は活断層近くの村であり、活断層近くの村では家屋全壊率も90%を越える。②活断層近くの村でなくとも家屋全壊率も90%を越える場合、活断層近くの村と比較すると一軒当り死亡者数はそれほど多くない。③活断層とそれほど近くなく家屋全壊率90%を越え、一軒当り死亡者数がそれほど多くない村は地盤が極めて弱く明らかなに示された。
Nakata, R., T. Hori, S. Miura, and R. Hino	2021	Presence of interplate channel layer controls of slip during and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake through the frictional characteristics	Sci. Rep.	11	6480	○	10.1038/s41598-021-86020-9	1(2)	1(3)ア	日本海溝南部のプレート境界帯において、2011年東北沖地震時の大規模すべりは家屋を、地震後に顕著な余効すべりが進行している原因を、すべり様式の境界が重なり帯分布の境界と一致していることに注目し、海山の沈み込みに起因するプレート境界沿いの低速度・低密度の薄い層の存在を考慮した地震サイクリングモデルにより説明した。
(3) 地震発生過程の解明とモデル化										
ア. 地震発生機構の解明										
Hirauchi, Ki., K. Fukushima, M. Kido, J. Muro, and A. Okamoto	2016	Reaction-induced rheological weakening enables oceanic subduction.	Nat. Commun.	7	12550	○	10.1038/ncomms12550	1(3)ア	1(3)イ	帯内での岩石変形実験の結果を元に、海水のプレート内帯への浸透と水と鉱物との反応によって生じる弱い鉱物の存在が「どのようにしてプレートラクトニクスが始まったのか」にまつ重要な要素であることを明らかにした。本論文では海洋底に存在するトランスフォーム断層に海水が浸透することにより「力学的に異常に弱い帯」が形成されることがプレートの沈み込みが起きる上で重要な役割を果たすことを突き止めた。
Sano, Y., N. Takahata, T. Kagoshima, T. Shibata, T. Onoue, and D. Zhao	2016	Groundwater helium anomaly reflects strain change during the 2016 Kumamoto earthquake in Southwest Japan	Sci. Rep.	6	37939	○	10.1038/srep7939	1(3)ア	1(3)ア	2016年の熊本地震の前後で、震源周辺の地下水の希ガスを調べ、化学組成の変化と歪み変化量とに相関があることを明らかにした。
Fukuda, J. and I. Shimizu	2017	Theoretical derivation of flow laws for quartz dislocation creep: Comparisons with experimental creep data and extrapolation to natural conditions using water fugacity corrections	J. Geophys. Res.: Solid Earth	122(8)	5956-5971	○	10.1002/2016JB013798	1(3)ア	1(3)イ	石英の転位クリープは、地殻深部の地殻発生帯の下限の深さを規定する重要なプロセスで、これまで多くの実験が行われてきたが、実験で得られた流動則の天然系への外挿には大きな不確実性があった。本論文では転位帯存在下の石英流動則を理論モデルにより厳密に推定し、内帯地殻のプレート断層を推定した。この結果は、地殻中部の温度 300°C~400°C付近で脆性転位帯が起きるといった観測・観察事実と調和的である。
Chanard, K., A. Nicolas, T. Hatano, F. Petrelis, S. Latour, S. Vinciguerra, and A. Schubnel	2019	Sensitivity of acoustic emission triggering to small pore pressure cycling perturbations during brittle creep	Geophys. Res. Lett.	46(13)	7414 - 7423	○	10.1029/2019gl082098	1(3)ア	1(3)イ	脆性クリープ中の微小間隙水圧サイクルの擾乱に対するアコースティックエミッションのトリガー感度の検討を行った。2004年のスマトラ沖地震や2011年の東北沖地震の発生段階において、潮汐荷重が地震発生率を変化させた可能性があるという理論的観測を実験室規模の観測で裏付けた。
Esobar, M., N. Takahata, T. Kagoshima, K. Shirai, K. Tanaka, J. Park, H. Ohata, and Y. Sano	2019	Assessment of Helium Isotopes near the Japan Trench 5 Years after the 2011 Tohoku-Oki Earthquake	ACS Earth Space Chem.	3	581-587	○	10.1021/acsearthsp.8b00190	1(3)ア	1(3)ア	2011年の東北沖地震後の海床の堆積物を、震源付近の堆積物に含まれる希ガスを調べて調べ、地震5年後には深部流体の移動は著しく減ったことを明らかにした。
Ide, S.	2019	Frequent observations of identical onsets of large and small earthquakes	Nature	573	112-116	○	10.1038/s41586-019-1508-5	1(3)ア	1(3)イ	日本海溝周辺のプレート境界において、大地震と小地震の始まりが極めてよく似ている場合があることをデータ分析から示した。地震の破壊が階層的な構造を破壊しつつ成長するという様子を明らかにし、地震の限定的予測可能性を示した。
Kano, M., A. Kato, and K. Obara	2019	Episodic tremor and slip silently invades strongly locked megathrust in the Nankai Trough	Sci. Rep.	9	9270	○	10.1038/s41598-019-45781-0	1(3)ア	2(2)ア	プレート沈み込み帯深部で発生する短周期的SSEに同期して、浅部の固着域下端でも微小なゆっくりにすべりが生じていることを見出した。
Okada, T., Y. Iio, S. Matsumoto, S. Bannister, S. Ohmi, S. Horuchi, I. Sato, T. Miura, J. Petteinga, F. Ghisetti, and R. H. Sibson	2019	Comparative tomography of reverse-slip and strike-slip seismotectonic provinces in the northern South Island, New Zealand	Tectonophysics	765	172-186	○	10.1016/j.tecto.2019.03.016	1(3)ア	1(5)イ, 5(5)	ニュージーランド南島北部で実施した臨時地震観測データを用いて、同地域の地震波速度トモグラフィを実施した。その結果、断層帯深部およびワイコウラ地震の震源付近に地震波速度低速度・高いVp/Vsの領域を抽出した。この地震波速度低速度・高いVp/Vsの領域は高い間隙流体圧の領域を示していると考えられ、断層活動や地震活動と流体との関連が示唆される。
Takemura, S., T. Matsuzawa, A. Noda, T. Tanezawa, Y. Asano, T. Kimura, and K. Shiomi	2019	Structural characteristics of the Nankai Trough shallow plate boundary inferred from shallow very low frequency earthquakes	Geophys. Res. Lett.	46(8)	4192-4201	○	10.1029/2019gl082446	1(3)ア	1(5)ア	S-netで観測された海震動記録の最大加速度、最大周期、加速度応答スペクトルについて、距離帯域の特徴を調べた結果、短周期成分は観測地点と類似した特徴を有するのに対し、長周期成分は明らかにS-net観測地点の値が大きいことを示した。この特徴は緊急地震速報の高度化に不可欠な情報である。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
Barnes, P. M., L. M. Wallace, D. M. Saffer, R. E. Bell, M. B. Underwood, A. Fagereng, F. Meneghini, H. M. Savage, H. S. Rabinowitz, J. K. Morgan, H. Kitajima, S. Kutterolf, Y. Hashimoto, C. H. Engelmann, G. L. Shephard, A. D. Woodhouse, R. N. Harris, M. Wang, S. Henrys, D. H. N. Barker, K. E. Petronotis, S. M. Bourlange, M. B. Clemens, A. E. Cook, B. E. Dugan, J. Elger, P. M. Fulton, D. Gamba, A. Greve, S. Hen, A. Hipers, M. J. Ikari, Y. Ito, G. Y. Kim, H. Koge, H. Lee, X. Li, M. Luo, P. R. Malle, G. F. Moore, J. J. Mountjoy, D. D. Mckamara, M. Paganoni, E. J. Screaton, U. Shankar, S. Shreedharan, E. A. Solomon, X. Wang, H. Y. Wu, I. A. Pecher, L. J. LeVay, and IODP Expedition 372 Scientists	2020	Slow slip source characterized by lithological and geometric heterogeneity	Sci. Adv.	6 (13)	eay3314	○	10.1126/sciadv.aay3314	1(3)ア 5(5)		ニューブラント北東部沖のヒクランゴ沈み込み帯で実施された国際海洋探査プロジェクトによる調査で、プレート境界部のプレート境界付近の科学探査を実施した。その結果、スロースリップの震源域付近における、極めて非常に多様な不均質構造が明らかになった。これらの結果は、スロースリップ現象が周囲と大きく異なる岩石学的、力学的および摩擦的な不均一性によりその発生が促進されている可能性を示した。
Kubota, T., T. Saito, and W. Suzuki	2020	Millimeter-scale tsunami detected by a wide and dense observation array in the deep ocean: fault modeling of an Mw 6.0 interplate earthquake off Sanriku, NE Japan	Geophys. Res. Lett.	47 (4)	e2019GL085842	○	10.1029/2019GL085842	1(3)ア 5(3)ア		海域の地震の震源域直上に設置された海底水圧計記録から地震動成分のみ分離する手法を考案し、2011年東北地方太平洋沖地震の震源域直上の地震動記録を抽出することに成功した。これまで、巨大地震に伴う震源近く近傍の海底の地震動記録が得られた例は世界的にもないだけでなく、水圧計の地震動成分の活用可能性を示した点でも有用である。
Sato, Y., S. Shinzato, T. Ohmura, T. Hatano, and S. Ogata	2020	Universal scaling in nanoindentation pop-ins	Nat. Commun.	11	4177	○	10.1038/s41467-020-17918-7	1(3)イ		非結晶系のモデルに関する分子動力学シミュレーションを行い、構造緩和の時系列特性を幅広い密度領域で確認し、臨界密度においては応力の緩和挙動がべき乗則になることを確かめた。
Tomonaga, Y., K. Yasasaki, J.-O. Park, J. Ashi, S. Toyoda, N. Takanaha, and Y. Sano	2020	Fluid Dynamics along the Nankai Trough: He Isotopes Reveal Direct Seafloor Mantle-Fluid Emission in the Kumano Basin (Southwest Japan)	ACS Earth Space Chem.	4	2105-2112	○	10.1021/acsearthsp.0c00229	1(3)ア		南海トラフで大海様地震を起こすと考えられる断層付近で、堆積物に含まれる希ガスを用いて調査し、地下深部から物質がもたらされたことを明らかにした。このことは本邦断層が存在することを示唆する。
Yokota, Y. and T. Ishikawa	2020	Shallow slow slip events along the Nankai Trough detected by GNSS-A	Sci. Adv.	6 (3)	eay2786	○	10.1126/sciadv.aay5786	2(2)ア		GNSS-A海底地震動観測のデータを統計的に検証した結果、南海トラフプレート境界直下におけるスロースリップ発生の可能性を示唆する非定常変動の発現に成功した。
Cruz-Atienza, V. M., J. Tago, C. Villafuerte, M. Wei, R. Garza-Girón, L. A. Domínguez, V. Kostoglodov, T. Nishimura, S. I. Franco, J. Real, M. A. Santoyo, Y. Ito, and E. Kazachkina	2021	Short-term interaction between silent and devastating earthquakes in Mexico	Nat. Commun.	12	2171	○	10.1038/s41467-021-22326-6	5(5)		日本・メキシコによる国際共同研究の一環として、メキシコ合衆国のグレロ州の太平洋沿岸のグレロ地震空白域周辺のGNSS及び地震観測網を強化し、2017-2018年にかけてメキシコ中南部で発生した3つの大地震およびその周辺で発生したスロースリップの同時観測に成功した。解析の結果、2017年から2019年にかけてメキシコで発生した3つの大地震とスロースリップの運動と2つの関連性を明らかにした。
Mgadi, S. B., A. Tsutsumi, Y. Onoe, M. S. D. Manzil, R. Durrheim, Y. Yabe, H. Ogasawara, S. Kaneki, N. Wechsler, A. Ward, M. Naoi, H. Moriya, and M. Nakatani	2021	The effect of a gouge layer on rupture propagation along brittle shear fractures in deep and high-stress mines	Int. J. Rock Mech. Min. Sci.	137	104454	○	10.1016/j.ijrms.2020.104454	1(5)		珪岩中の薄板状採掘前線前方で準静的に生まれ準静的に成長した破壊を、直井らがSAREPS計画で詳細を描出した。この珪岩と破壊を10DP DSais計画によって回収した。室内摩擦実験によって破壊の準静的成長と重合性のある結果が得られた。
イ. 地震断層滑りのモデル化										
Hirone, T., K. Tsuda, W. Tanikawa, J. P. Ampuero, B. Shibasaki, M. Kinoshita, and J. Mori	2016	Near-trench slip potential of megasequakes evaluated from fault properties and conditions	Sci. Rep.	6	28184	○	10.1038/srep28184	1(3)イ	1(2), 1(5)ア, 2(1)ア, 2(2)ア, 5(2)ウ, 5(3)イ	実験室で得られた断層の特性と断層の弱体化および破壊域のシミュレーションを統合して巨大地震の海溝近接すべりパラメータについて評価し、本研究のアプローチが、津波を引き起こす極端な海溝付近のすべりを予測するための新しいツールとして汎用可能であることを示した。
Shigenatsu, N., M. Kamezaka, N. Inada, M. Miyawaki, A. Miyakawa, J. Kameda, T. Togo, and K. Fujimoto	2017	Evolution of the Median Tectonic Line fault zone, SW Japan, during exhumation	Tectonophysics	696-697	52-69	○	10.1016/j.tecto.2016.12.017	1(3)イ		天然の断層である中央構造線の露頭の解析に基づき、異なる深度における断層運動の違いの地質的可能性を探った。解析を行った露頭では、異なる時期に異なる地殻深部において断層運動を繰り返しており、深度ごとに異なる変形作用を繰り返していることが明らかになった。今後、この露頭における深度ごとの力学運動の違いの解析が期待される。
Tomita, F., M. Kido, Y. Ohta, T. Iinuma, and R. Hirno	2017	Along-trench variation in seafloor displacements after the 2011 Tohoku earthquake	Sci. Adv.	3 (7)	e1700113	○	10.1126/sciadv.aay0113	1(5)ア, 2(1)ア, 2(2)ア, 5(2)ウ, 5(3)イ		2011年東北地方太平洋沖地震後の海溝沿いの海底地震変動について、2012年9月に既報4年間の繰り返し海底GPS観測から情報を得た。結果として、粘弾性緩和モデルを構築するための大きな洞察が得られ、プレート境界に沿った余効滑りと固着域の空間変化を高空間分解能で示すことで、地震ハザード評価の向上のための貴重な情報を提供した。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い鍵の項目	次に関連の深い鍵の項目	概要説明
桑野修	2018	高速せん断される摩擦接触面の発熱の可視化	可視化情報学会誌	38 (149)	21-24	○	10.3154/jvs.38.149_21	1(3)イ	3(1)ア	高速せん断される摩擦面の発熱を高速カメラで撮影し、二色温度計の原理を適用することで摩擦接触面の温度を推定することに成功した。本手法により、岩石の高速摩擦を支配する局所発熱する接触点の強度と物理素過程の解明が期待できる。
Matsumoto, N. and N. Shigemitsu	2018	In-situ permeability of fault zones estimated by hydraulic tests and continuous groundwater-pressure observations	Earth Planet. Space	70	13	○	40623-017-0765	1(3)イ	1(5)ア	中央構造線を通過する地下水位観測井の長期的その構造測により、断層の内帯構造に対応した透水性構造を明らかにした。透水性構造は様々な断層活動に影響を与え、一方、スケールの問題から評価が困難であったが、これらの問題を解決した。
Yoshida, S.	2018	Numerical simulations of earthquake triggering by dynamic and static stress changes based on a revised friction law	J. Geophys. Res.: Solid Earth	123 (5)	4109-4122	○	10.1029/2017JB014781	1(3)イ	2(2)イ	Negeta et al. (2012)によって改訂された速度・状態依存の摩擦法則を用いて、地震誘発の数値シミュレーションを実施し、様々な特徴を得た。
Huang, Y., T. Nakatani, M. Nakamura, and C. McCammon	2019	Saline aqueous fluid circulation in mantle wedge inferred from olivine wetting properties	Mat. Commun.	10	5557	○	10.1038/s41467-019-13513-7	1(3)イ	1(3)ア, 1(6)イ	カンラン石の濡れ性が推定されるマントルウェッジにおける塩水性流体循環の解明を行った。
Ohtani, M., N. Kame, and M. Nakatani	2019	Synchronization of megathrust earthquakes to periodic slow slip events in a single-degree-of-freedom spring-slider model	Sci. Rep.	9	8285	○	10.1038/s41598-019-44684-4	1(3)イ	1(3)ア	1自由度スプリングスライダモデルにおけるメガトラスト地震と周期的スロースリップの同期性について調べた。地震とSSEの同期性は、SSEの周期内のSSE駆動負荷の割合、SSEの再来周期、SSEの継続時間によって様々なパターンが見られたが、同期そのものは依然として一般的な特徴であることが判明した。非同期性は、SSEの継続時間が長い場合にのみ認められた。
Okamoto, A. S., B. A. Verberne, A. R. Niemeijer, M. Takahashi, I. Shimizu, T. Ueda, and C. J. Spier	2019	Frictional properties of simulated chlorite gouge at hydrothermal conditions: Implications for subduction megathrusts	J. Geophys. Res.: Solid Earth	124 (5)	4545-4565	○	10.1029/2018JB017120	1(3)イ	1(3)ア, 2(2)ア	断層帯においては基岩土質物が摩擦強度の低下をもたらすことが知られてきたが、海溝型地震発生帯や地殻中部に広がる高温高圧条件下での実験は少なく、緑泥石については皆無であった。本論文では低圧・大変位摩擦試験により、緑泥石が広い温度圧力条件下で0.3程度の低い摩擦係数と速度強化特性を示すことを明らかにした。この結果は沈み込みプレート境界断層の性質が岩質に強く依存することを示唆している。
Shibazaki, B., H. Noda, and M. J. Ikari	2019	Quasi-dynamic 3D modeling of the generation and afterslip of a Tohoku-oki earthquake considering thermal pressurization and frictional properties of the shallow plate boundary	Pure Appl. Geophys.	176	3951-3973	○	10.1007/s00024-018-02089-w	1(3)イ	1(2)ア, 1(5)ア, 2(1)ア, 2(2)ア, 5(2)ウ, 5(3)イ	thermal pressurizationと速いプレート境界の摩擦特性を考慮した東北沖地震の発生と余効滑りの動的3次元モデリングを行い、観測値を説明するとともに、浅いSSE領域でのすべりの促進を明らかにした。
Noda, H., D. S. K. Sato, and Y. Kurihara	2020	Comparison of two time-marching schemes for dynamic rupture simulation with a space-domain BEM	Earth Planet. Space	72	76	○	10.1186/s40623-020-01202-5	1(3)イ	2(2)ア	地震破壊の動的伝播、核生成、シーケンスなどの地球物理学的过程をシミュレーションするために用いられる重要な数値手法の一つである境界積分方程式法を用いた比較計算を行い、その結果を検証した。
Yoshida, K., T. Taira, Y. Matsumoto, T. Saito, K. Emoto, and T. Matsuzawa	2020	Stress release process along an intraplate fault analogous to the plate boundary: a case study of the 2017 M 5.2 Akita-Daisen earthquake, NE Japan	J. Geophys. Res.: Solid Earth	125 (5)	e2020JB019527	○	10.1029/2020JB019527	1(3)イ	1(5)イ	2017年M5.2秋田県大仙市の地震は東北沖地震・余効変動の応力変化と調和的な南北走向断層で発生した。前震活動や余震活動のマイグレーションから、本震発生前に断層移行形成過程、余効滑りなどの非地震学的な応力再分配、間隙水圧膨張が進行していた可能性を示した。
Park, J.-O., N. Takahata, E. Jamali Hondori, A. Yanaguchi, T. Kagoshima, T. Tsuru, G. Fujie, Y. Sun, J. Ashi, M. Yamano, and Y. Sano	2021	Mantle-derived helium released through the Japan trench bend-faults	Sci. Rep.	11	12026	○	10.1038/s41598-021-10481-2	1(3)イ	1(4)ア	東北沖の日本海溝に沈み込み前の海洋地殻を断ち切る大規模正断層の構造と物性を明らかにし、その断層に沿ったマントル流体上昇を発生させた。海溝の海側に発達する正断層に沿ったマントル流体上昇と海水浸透の証拠が初めて得られ、マントルと海洋を結ぶ大規模な流体循環モデルを構築した。マントル由来の水は海洋プレート内部の巨大地震の引き金になり得るため、マントル流体の変動的な定常観測は今後の地震・津波防災に重要である。
Sawa, S., J. Muto, N. Miyajima, R. Shiraiishi, M. Kido, and H. Nagahana	2021	Strain localization bands in fine-grained aggregates of germanate olivine and pyroxene deformed by a Grieges type apparatus	Internat. J. Rock Mech. Mining Sci.	144	104812	○	021.104812	1(3)イ	1(5)イ	活断層は固相の岩石と空隙率や透水率が異なるため、地下への水浸透を理解する上で重要である。しかしながら、非常に細粒な実験試料で歪集中帯が観察された例はほとんどなかった。そこで、細粒なケルマニウムからなる試料を用いて実験を行ったところ、数百ナノサイズの粒子で充填された多数の歪集中帯が見られ、変形によって生じた転位（結晶の面欠陥）に沿って粒子が破壊し、歪集中帯が形成されたことが明らかになった。
Matsumoto, Y., K. Yoshida, T. Matsuzawa and A. Hasegawa	2021	Fault-valve behavior estimated from intensive foreshocks and aftershocks of the 2017 M 5.3 Kagoshima Bay earthquake sequence, Kyushu, southern Japan	J. Geophys. Res.: Solid Earth	126 (5)	e2020JB020278	○	10.1029/2020JB020278	1(3)イ	1(5)イ	2017年鹿児島県M5.3の地震の前震-本震-余震系列の高精度震源分布を定めたこと、前震活動、余震活動の発生場所が徐々に移動したことが分かった。このことから前震-本震-余震系列の発生に深部から浅部への流体移動が関与していた可能性が考えられる。
(4) 火山現象の解明とモデル化										
ア. 火山現象の定量化と解明										
Maeno, F., S. Nakada, and T. Kaneko	2016	Morphological evolution of a new volcanic islet sustained by compound lava flows	Geology	44 (4)	259-262	○	10.1130/G37461.1	1(4)ア	1(2), 1(4)イ, 2(5)	西之島の2013年以降の噴火における噴火様式、噴出率の変遷やマグマ組成を明らかにした。海洋島における溶岩流出プロセスや噴火推移の特徴を、詳細な時系列データに基づき議論した。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
Maeno, F., S. Nakada, T. Oikawa, M. Yoshimoto, J. Komori, Y. Ishizuka, Y. Takeshita, T. Shimano, T. Kaneko, and M. Nagai	2016	Reconstruction of a phreatic eruption on central Japan, based on proximal pyroclastic density current and fallout deposits	Earth Planet. Space	68	82	○	10.1186/s40623-016-0449-6	1(4)ア	1(4)イ, 2(4)ア, 2(5)	2014年に御嶽山で発生した水蒸気噴火について、噴火堆積物の分布、順序、構成や粒度の分布を基に、噴火堆積物を詳細に明らかにした。また、噴出量、水蒸気密度流の流速や粒子濃度など、水蒸気噴火の地表現象を特徴づける物理量を明らかにした。
Yanada, T., H. Aoyama, T. Nishimura, H. Yakiwara, H. Nakamiuchi, J. Oikawa, M. Iguchi, M. Hendrasto, and Y. Suparman	2016	Initial phases of explosion earthquakes accompanying Vulcanian eruptions at Lokon-Empung volcano, Indonesia	J. Volcanol. Geotherm. Res.	327	310-321	○	10.1016/j.jvolgeores.2016.08.011	1(4)ア	2(4)イ, 5(6)	Lokon-Empung山で発生するブルカノ式噴火の広帯域地震、空震活動、傾斜変動観測を行った。観測データの特徴や爆発地震機構の解明が、桜島や諏訪之瀬山などの西内火山での観測研究で得られている噴火機構の概念モデルと整合的であることを示した。
Itohihara, M. and S. Matsumoto	2017	Relative source locations of continuous tremor before and after the subplinian events at Shinmoe-dake, in 2011	Geophys. Res. Lett.	44(21)	10871-10877	○	10.1002/2017GL075293	1(4)ア	1(5)イ	2011年新燃岳のサブplinianイベント前後の連続振動の相対震源決定から、その震源が噴火の1週間前から火口下の深さを要し、深さ約1kmから面上まで上向きに移動し、それぞれ浅い膨張と小噴火の後に発生した。マグマと一緒にガスが移動し、それがさらに水の層に熱を運び、サブplinian噴火を誘発したと解釈できることを示した。
Meeda, Y., A. Kato, and Y. Yamataka	2017	Modeling the dynamics of a phreatic eruption based on a tilt observation: Barrier breakage leading to the 2014 eruption of Mount Ontake, Japan	J. Geophys. Res.: Solid Earth	122(2)	1007-1024	○	10.1002/2016JB013739	1(4)ア	1(4)イ, 2(4)ア	傾斜変動波形の逆解析法により、2014年御嶽山噴火の直前直後過程が深さ1.1 kmの鉛直開口クラックで表現されることを示した。直前過程の前半は時間的線形関数、後半は指数関数で表現され、これらは一定レートでの加熱沸騰、正のフィードバックを伴う減圧沸騰に対応すると考えられる。本研究は水蒸気噴火の直前過程を決定した数少ない事例であり、水蒸気噴火の準備過程・発生過程の解明に役立つことが期待される。
Takano, T., T. Nishimura, and H. Nakahara	2017	Seismic velocity changes concentrated at the shallow structure as inferred from correlation analyses of ambient noise during volcano deformation at Izu-Oshima, Japan	J. Geophys. Res.: Solid Earth	122(8)	6721-6736	○	10.1002/2017JB014140	1(4)ア	1(5)ウ, 2(4)イ	数ヶ月程度の火山体膨張回縮変動に伴って火山体のごく浅部の地震波速度構造が時間変化することを明らかにした。
Tanaka, R., T. Hashimoto, N. Matsushima, and T. Ishido	2017	Permeability-Control on Volcanic Hydrothermal System: Case Study for Mt. Tokachi-dake, Japan, Based on Numerical Simulation and Field Observation	Earth Planet. Space	69	39	○	10.1186/s40623-017-0623-5	1(4)ア	1(5)ウ	水蒸気噴火を起こす火山を念頭に、火道とその周辺域での熱水流動に伴う温度・圧力場の時間的推移を数値計算で調べた。火道下部で、熱水噴出に伴う浸透率の低下が起ること、熱や流体の放出が阻害され、水蒸気噴火が発生しやすい状態になることがわかった。
橋本武志・青山裕・小山寛・森井教司・三嶋渉・牧野敬・高橋良・岡崎紀俊	2018	非噴火時における多項目観測の重要性 (樽前山の事例)	月刊地球	40(3)	163-169			1(4)ア	1(5)ウ	地磁気全磁力、火山ガス組成、火口温度、地震活動、地殻変動等の多項目観測データを総合して、最近20年程度の樽前山の火山活動推移モデルを提示した。
Suzuki, Y., F. Maeno, M. Nagai, H. Shibutani, S. Shimizu, and S. Nakada	2018	Conduit processes during the climactic phase of the Shinmoe-dake 2011 eruption (Japan): Insights into intermittent explosive activity and transition in eruption style of andesitic magma	J. Volcanol. Geotherm. Res.	358	87-104	○	10.1016/j.jvolgeores.2018.02.008	1(4)ア	1(2), 1(4)イ, 2(5)	新燃岳2011年噴火のクライマックス期における火道プロセスについて、安山岩質マグマの断続的な爆発活動と噴火様式の変遷に関する知見を得た。
Tsukamoto, K., K. Aizawa, K. Chiba, W. Kanda, M. Uveshima, T. Koyama, M. Utsugi, K. Seki, and T. Kishita	2018	Three-Dimensional Resistivity Structure of Iwo-Yama Volcano, Kirishima Volcanic Complex, Japan: Relationship to Shallow Seismicity, Surface Uplift, and a Small Phreatic Eruption	Geophys. Res. Lett.	45(22)	12821-12828	○	10.1029/2018GL080202	1(4)ア	1(5)ウ	霧島黄山周辺での抵抗構造調査から、粘土層下部 (液相の熱水) と上部 (液相-気相) の2箇所構造が水蒸気噴火の発生に重要であることを初めて指摘した。難溶性の粘土層で蓋をされた熱水となり、火山と地殻地帯で一般的な構造と考えられ、水蒸気噴火の発生源となりうる。論文により比抵抗構造の特徴と地殻変動源、地震との対応から水蒸気噴火の潜在的可能性がある場所を評価できることが示された。
Fujita, E., Y. Iriyama, T. Shimbori, E. Sato, K. Ishii, Y. Suzuki, K. Tsunematsu, and K. Kiyosugi	2019	Evaluating volcanic hazard risk through numerical simulations	J. Disaster Res.	14(4)	604-615	○	10.20965/jdr.2019.p0604	1(4)ア	1(4)イ	今後発生するハザードや現在進行中のハザードについては、迅速かつ的確な評価が必要である。これらのハザードに対する火山ハザード評価システム、すなわち、入力パラメータデータベースを作成し、脆弱性データベースを考慮して対策情報を提供するシステムの開発概念を提示した。
Ishii, K., A. Yokoo, T. Kagiya, T. Ohkura, S. Yoshikawa, and H. Inoue	2019	Gas flow dynamics in the conduit of Strombolian explosion inferred from seismo-acoustic observation at Aso volcano, Japan	Earth Planet. Space	71	13	○	10.1186/s40623-019-0992-z	1(4)ア	1(5)ウ	阿蘇火山を対象として、噴火口内の気相流速を推定することをより、噴火口爆発モデルの検証を試みた。モデルによる、ガスフラックスが一時的に増加したため、ガス相が火道内を高速で上昇し、マグマ表面への通路を作ったことが分かった。
Kaneko, T., A. Yasuda, K. Takasaki, S. Nakano, T. Fujii, Y. Honda, K. Kajiwara, and H. Murakami	2020	A new infrared volcano monitoring using GCOM-C (SHIKISAI) satellite: applications to the Asia-Pacific region	Earth Planet. Space	72	115	○	10.1186/s40623-020-01246-7	1(4)ア		GCOM-C (SHIKISAI) 衛星による新しい赤外線火山観測をアジア太平洋地域へ応用した。4つの実用事例を分析して、GCOM-Cの観測画像が火山活動の様々な側面を観測するのにも有益であり、そのリアルタイム利用が噴火に伴う災害の軽減に貢献する可能性があることを示した。
Shinohara, H., A. Yokoo, and R. Kazahaya	2018	Variation of volcanic gas composition during the eruptive period in 2014-2015 at Nakadake crater, Aso volcano, Japan	Earth Planet. Space	70	151	○	10.1186/s40623-018-0919-0	1(4)イ	1(4)ア, 1(5)ウ	阿蘇火山中岳火口において、2014~2015年の噴火期および噴火前の静穏期にマルチガスによる繰り返し火山ガス組成測定を実施した。観測されたガス組成の変動から噴火活動を明らかにした。

イ. マグマ溜まりと火道内過程のモデル化

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
Kazahaya, R., H. Shinohara, T. Ohminato, and T. Kaneko	2019	Airborne measurements of volcanic gas composition during unrest at Kudinoerabujima volcano, Japan	Bull. Volcanol.	81	7	○	10.1007/s00445-018-1262-9	1(4)イ	1(4)ア, 1(5)ウ	口永良部島の2014-2015年噴火前後に実施した、無人ヘリコプターを用いた火山ガス組成物測定結果の解析を行い、噴火前後における火山ガス組成の変動を定量化した。火山ガスのCO ₂ /S比は2014-2015年噴火前後で大きな変動は見られなかったが、SO ₂ /H ₂ S比は2014年噴火以前の3程度から、2014年噴火後には10に上昇し、その後再び3程度に減少した。この変動は脱ガス圧力の変動に起因すると推定された。
Geshi, N., J. Browning, and S. Kusumoto	2020	Magmatic overpressures, volatile exsolution and potential explosivity of fissure eruptions inferred via dike aspect ratios	Sci. Rep.	10	9406	○	10.1038/s41598-020-66226-z	1(4)イ		火道形状と母岩物性から推定される火道内のマグマの過剰圧と実際の噴火爆発性の関係を明らかにした。
Miyagi, I., N. Geshi, S. Hamasaki, T. Okawa, and A. Tomiya	2020	Heat source of the 2014 phreatic eruption of Mount Ontake, Japan	Bull. Volcanol.	82	33	○	10.1007/s00445-020-1358-x	1(4)イ		御嶽山2014年9月噴火を駆動した熱源としての潜在マグマ抽出及びその組成及び熱力学的挙動解析を行った。
Mujin, M. and M. Nakamura	2020	Late-stage groundmass differentiation as a record of magma stagnation, fragmentation, and rewelding	Bull. Volcanol.	82	48	○	10.1007/s00445-020-1389-1	1(4)イ	1(4)ア, 2(5), 5(2)エ	異なる噴火様式もたらす浅いマグマ過程を明らかにするため、2011年霧島新燃岳噴火のマグマの停滞、分裂、再溶接の記録としての後期段階の地塊分化について調べた。結果として、後期段階の地塊分化が、浅いマグマ過程を制御することができることを示した。
Shinohara, H., R. Kazahaya, T. Ohminato, T. Kaneko, U. Tsunogai, and M. Morita	2020	Variation of volcanic gas composition at a poorly accessible volcano: Sakurajima, Japan	J. Volcanol. Geotherm. Res.	407	107098	○	10.1016/j.jvolgeores.2020.107098	1(4)イ	1(5)ウ	桜島火山におけるSO ₂ -O ₃ Sを用いた火山ガス組成の連続観測。セナナ機による繰り返し観測の結果を解析し、火山ガス組成の特徴と活動推移に伴う火山ガス組成の変化について明らかにした。桜島の火山ガスのSO ₂ /S比はほぼ一定であるのに対し、SO ₂ /H ₂ S比は1-1000と大きな変動を示しており、30を超えれば火山灰の放出時のみ観測され、1-30の間の変動は爆発回数と相関があることが見出された。
Matsumoto, K. and N. Geshi	2021	Shal low crystallization of eruptive magma inferred from volcanic ash microtextures: a case study of the 2018 eruption of Shimoda volcano, Japan	Bull. Volcanol.	83	31	○	10.1007/s00445-021-01451-6	1(4)イ		霧島新燃岳2018年噴火噴出物の微細組織解析に基づく火道浅部でのマグマ減圧結晶化過程とそれによる噴火推移変化の解析を行った。
(5) 地震発生及び火山活動と海洋プレート内部の地震										
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震										
Arai, R., T. Takahashi, S. Kodaira, Y. Kaiho, A. Nakanishi, G. Fujie, Y. Nakamura, Y. Yamamoto, Y. Ishihara, S. Miura, and Y. Kaneda	2016	Structure of the tsunamigenic plate boundary and low-frequency earthquakes in the southern Ryukyu Trench	Nat. Commun.	7	12255	○	10.1038/ncomms12255	1(5)ア	1(5)オ	琉球海溝南部における津波を発生させるプレート境界の構造と低周波地震(LFE)について調べた。LFEの分布は浅い津波発生領域と深いローレスリップ領域の間を埋めるように見える。プレート境界は低速度のウエッジに覆われ、反射波の極性の反転を伴うことから、それに沿った様々な深さで流体が存在することが示された。
Tonegawa, T., E. Araki, T. Kimura, T. Nakamura, M. Nakano, and L. Suzuki	2017	Sporadic low-velocity volumes spatially correlate with shallow very low frequency earthquake clusters	Nat. Commun.	8	2048	○	10.1038/s41467-017-02276-8	1(5)ア	1(5)オ	伊予半島沖の南海津加体先端部において、点在している地震波低速領域と浅部の超低周波地震クラスターに空間的な相関があることを示した。
Fujie, G., S. Kodaira, Y. Kaiho, Y. Yamamoto, T. Takahashi, S. Miura, and T. Yamada	2018	Controlling factor of incoming plate hydration at the north-western Pacific margin	Nat. Commun.	9	3844	○	10.1038/s41467-018-06320-z	1(5)ア	1(5)オ	北西太平洋縁辺部におけるプレートの水和の空間変動を制御している因子について調べた。新隆の屈曲がプレートの水和の空間変動を制御していることが示唆された。
Mochizuki, K., R. Sutherland, S. Henrys, D. Bassett, H. Van Avendonk, R. Arai, S. Kodaira, G. Fujie, Y. Yamamoto, N. Bangs, and D. Barker	2019	Recycling of depleted continental mantle by subduction and plumes, Hikurangi Plateau large igneous province, southwest Pacific	Geology	47(8)	795-798	○	10.1130/G46250.1	1(5)ア	5(5)	太平洋西部のヒクランギ海台の反射・屈折法地震探査から、この地域の火山地域のリソソフィアが、沈み込みとプレートの上昇によって、枯死した大陸マントルの海相期から形成されたことを推定した。
Sasaizima, R., B. Shibazaki, H. Iwamori, T. Nishimura, and Y. Nakai	2019	Mechanism of subsidence of the Northeast Japan forearc during the late period of a gigantic earthquake cycle	Sci. Rep.	9	5726	○	10.1038/s41598-019-42169-y	1(5)ア	1(5)イ	東北日本において、巨大地震発生時の前弧の鉛直変位のメカニズムを数値モデルで解明することを試みた。巨大地震のアスベリティが固着している期間が数百年に及ぶと、プレート境界面深部のすべり欠陥速度が増加し、前弧の地震間欠隙速度の増加が示唆された。また西部の千島沈み込み帯では、巨大地震のアスベリティが数百年にわたり固着し続けていることが示唆された。
Warren-Smith, E., B. Fry, L. Wallace, E. Chon, S. Henrys, A. Sheehan, K. Mochizuki, S. Schwartz, S. Webb, and S. Lebedev	2019	Episodic stress and fluid pressure cycling in subducting oceanic crust during slow slip	Nat. Geosci.	12	475-481	○	10.1038/s41561-019-0367-x	1(5)ア	5(5)	ニューゼランド北島のヒクランギ沈み込み帯において、海底地震観測網で記録された地震の震源メカニズムを用いて、沈み込み海溝域内の地殻応力と流体圧力が、スロースリップイベントの前と発生時に変化することを示した。
Kodaira, S., T. Fujiwara, G. Fujie, Y. Nakamura, and T. Kanamatsu	2020	Large coseismic slip to the trench during the 2011 Tohoku-oki earthquake	Annu. Rev. Earth Planet. Sci.	48	321-343	○	10.1146/annurev-earth-071719-055216	1(5)ア	1(2)	2011年東北地方太平洋沖地震における海溝への大きな地震時すべりについて調べ、日本海溝中央部に広がる約50mの海溝変位が、本震時の滑りとして海溝近くの浅い領域まで及んだことを示した。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
Nishimura, T.	2020	Slow slip events in the Kanto and Tokai regions of central Japan detected using GNSS data during 1994-2020	Geochemistry, Geophysics, Geosystems	22 (2)	e202006009329	○	10.1029/2020GC0099329	1 (5) ア		GNSSデータを用いて検出された1994-2020年の関東・東海地方におけるスロースリップ現象 (SSE) について、短期的なSSEの断層時間を推定するための系統的な検索を行った。検出されたSSEは他のスロー地震や群発地震との時間的相関が低く、多くの要因がスロー地震や定常的に発生する地震の発生を制御していることが示唆された。
Ishise, M., A. Kato, S. Sakai, S. Nakagawa, and H. Hirata	2021	Improved 3-D P Wave Azimuthal Anisotropy Structure beneath the Tokyo Metropolitan Area, Japan: New Interpretations of the Dual Subduction System Revealed by Seismic Anisotropy	J. Geophys. Res.: Solid Earth	126 (3)	e2020JB021194	○	10.1029/2020JB021194	1 (5) ア	5 (2) イ	首都圏下の3次元波方位角異方性構造を改善し、地震波異方性が示す二重沈み込み系の新たな解釈を行った。
Mochizuki, K., S. Henrys, D. Haijima, E. Warren-Smith, and B. Fry	2021	Seismicity and velocity structure in the vicinity of repeating slow slip earthquakes, northern Hikurangi subduction zone, New Zealand	Earth Planet. Sci. Lett.	563	116887	○	10.1016/j.epsl.2021.116887	1 (5) ア	5 (5)	繰り返しのスロースリップが発生しているニュージーランド北部のヒクラング子構造帯において、海底地震計のデータから震源域近傍の地震活動と速度構造を明らかにした。
Wang, Z. W. and D. Zhao	2021	3D anisotropic structure of the Japan subduction zone	Sci. Adv.	7 (4)	eabc9620	○	10.1126/sciadv.abc9620	1 (5) ア	1 (5) ウ	地震波異方性トモグラフィ法を改良して日本列島下の3次元異方性構造とマントル対流について調べた。その結果、太平洋プレート沈み込みとその変形がマントル対流のパターンを支配していることを発見した。
イ. 内陸地震										
Iio, Y., I. Yoneda, M. Sawada, T. Miura, H. Katao, Y. Takada, and S. Horieuchi	2017	Which is heterogeneous, stress or strength? An estimation of high-density seismic observations	Earth Planet. Space	69	144	○	10.1186/s40623-017-0730-3	1 (5) イ		長野県西部に設置された高密度地震観測網のデータから、発震機構を精度良く決定し、高解像度の応力場を推定した。本震の震源近傍では、発震機構とP軸が大きく異なり、この地域では、応力場は均一であると見なすことができるが、断層の強度が不均質であることを示した。
Nishimura, T. and Y. Takada	2017	San-in shear zone in southwest Japan, revealed by GNSS observations	Earth Planet. Space	69	85	○	10.1186/s40623-017-0673-8	1 (5) イ		西日本の山陰部断層についてGNSS観測データから測地学的特徴を明らかにした。これまでの測地学的、地震学的、地形学的観察から、この断層帯は地質学的時間スケールで見ると、発震途上の若い断層帯であることが示唆された。
Terakawa, T.	2017	Overpressurized fluids drive microseismic swarm activity around Mt. Ontake volcano, Japan	Earth Planet. Space	69	87	○	10.1186/s40623-017-0671-x	1 (5) イ		メカニズム解から間隙流体圧を推定する逆解析法により、御嶽山周辺域の群発地震発生域の間隙流体圧レベルを推定した。また、本手法で間隙流体圧を推定するために応力場を仮定することは、モデル誤差の原因になることを実例を挙げて説明した。
Yukutake, Y. and Y. Iio	2017	Why do aftershocks occur? Relationship between mainshock rupture and aftershock sequence based on highly resolved hypocenter and focal mechanism distributions	Earth Planet. Space	69	68	○	10.1186/s40623-017-0650-2	1 (5) イ	1 (3) ア	余震の起源を明らかにするために、2000年に発生した鳥取県西部地震の余震の震源と震源メカニズムを高精度地震観測データを用いて精密に解析した。余震の多くが本震の震源断層周辺の割れ目の破壊を表し、その広がりが本震時の不均質なすべり分布による応力変化によって制御されている可能性を示唆した。
Fukushima, Y., S. Toda, S. Miura, D. Ishimura, J. Fukuda, T. Demachi, and K. Tachibana	2018	Extremely early recurrence of intraplate fault rupture following the Tohoku-Oki earthquake	Nat. Geosci.	11	777-781	○	10.1038/s41561-018-0201-x	1 (5) イ	1 (3) イ, 2 (2) ア	衛星レーザーとGNSSが捉えた変位データから、2011年東北地方太平洋沖地震後に関東北部で発生した2つのM6地震が同一の断層を破壊したことを示した。東北沖地震の地震後の急激で大きな変形が短時間でこれらの地震を再発させたことを推察される。
Hayashida, Y., S. Matsumoto, Y. Iio, S. Sakai, and A. Kato	2020	Non-double-couple microearthquakes in the focal area of the 2000 western Itoori earthquake (M 7.3) via hyperdense seismic observations	Geophys. Res. Lett.	47 (4)	e2019GL084841	○	10.1029/2019GL084841	1 (5) イ	1 (3) ア	2000年鳥取県西部地震震源域で1000点に及ぶ地震観測を行った結果、余震の中には通常の断層滑りのほかに、クラックが開く成分を持つ地震があることが明らかにされた。この結果は断層帯の成熟過程や余震発生過程の理解にとつて重要な結果である。
Mitsuoka, A., A. Shito, S. Matsumoto, Y. Yamashita, M. Nakamoto, S. Sakai, Y. Iio, H. Shimizu, K. Goto, T. Okada, M. Ohzono, Y. Yamanaka, M. Kosuga, M. Yoshimi, and Y. Asano	2020	Spatiotemporal change in the stress state around the hypocentral area of the 2016 Kumamoto earthquake sequence	J. Geophys. Res.: Solid Earth	125 (9)	e2019JB018515	○	10.1029/2019JB018515	1 (5) イ		2016年熊本地震前後の断層帯の断層帯による応力場推定を行い、熊本地震の断層帯の形状、一部の地域での差応力絶対値を求めた。差応力は10MPa程度と低いことが明らかにされた。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連性の深い建物の項目	次に関連性の深い建物の項目	概要説明
志藤あすさ・光岡郁穂・松本聡・松島健・相澤 広紀・清水洋・内田和也・神前めぐみ・手塚佳子・中丸真美・宮野真太郎・一柳昌義・大國真子・岡田和見・勝俣啓・高田真幸・高橋浩亮・谷岡真希・山口照寛・小田正裕・東龍介・内田直希・江本賢太郎・太田雄策・岡田知己・畑田俊輔・小園誠史・鈴木秀希・高木涼太・出町知嗣・中原恒・中山真史・平原聡・松澤輔・三浦智・山本希・今西和俊・内出寿彦・吉見飛行・青井真・浅野陽一・岩崎貴哉・藤田英輔・阿部英二・飯草隆一・椎名高裕・丹澤正人・田中伸一・中川慎一・増田正孝・宮川幸治・八木権夫・渡邊篤志・後藤和彦・伊藤武男・奥田健二・寺川寿子・堀川信一郎・前田裕太・松廣尾浩・加納晴之・津田寛大・三浦勉・村本智也・山下裕英・大久保慎人・山品匡史・大倉敬宏・中尾茂・平野舟一郎・宮野真太郎・八木原寛	2020	2016年熊本地震合同地震観測データ——地質学的解析の基礎的資料として——	地震2	73	149-157	○	10.4294/zisin.2019-11	1(5)エ 2(1)イ	2(1)イ	2016年熊本地震合同地震観測データとそれ以前のデータを用いて震源域の三次元地震波速度構造・震源理決定・震源メカニズムを報告した。三次元地震波速度構造モデルおよび熊本地震発生後の震源情報を公開するものである。
Terakawa, T., M. Matsui ura, and A. Noda	2020	Elastic strain energy and pore-fluid pressure control of aftershocks	Earth Planet. Sci. Lett.	535	116103	○	10.1016/j.epsl.2020.116103	1(5)イ	2(1)イ	従来、余震の発生は、地震時の応力変化によるクーロン破壊応力 (ΔOFS) の変化に基づいて分析されてきた。本研究では、 ΔOFS では無視されている絶対応力場の影響を考慮して余震の発生を理解するために、剪断歪エネルギー及び体積歪エネルギーに基づく新しい地震破壊線を描画した。この新しい破壊線は、地震時変化 (ΔEFS) を用いて、1992年ランダーズ地震の余震データを分析し、その余震発生推定能力を確認した。
Yuasa, Y., S. Matsumoto, S. Nakao, T. Matsushima, and T. Ohkura	2020	Inelastic strain rate and stress fields in and around an aseismic zone of Kyushu Island, Japan, inferred from seismic and GNSS data	Geophys. J. Int.	221(1)	289-304	○	10.1093/gji/ggaa008	1(5)イ	1(6)エ	熊本西部の非地震域の原因について地震観測データとGNSS観測データを用いて検討を行った。その結果、この地域は相対的に速度が遅く、その周りで活発な活動が起こっていることが分かった。九州地方の地震活動のない領域において下部地殻の非弾性ひずみを地表のひずみ変化と地震のモーメントテンソルを比べて推定した。非弾性ひずみは、温度が高いか流体が存在するあるいはその両方であることが示唆された。
Aizawa, K., S. Takakura, H. Asanue, K. Koike, R. Yoshimura, K. Yamazaki, S. Komatsu, M. Utsugi, H. Inoue, K. Tsukamoto, M. Uyeshima, T. Koyama, W. Kanda, T. Yoshinaga, N. Matsushima, K. Uchida, Y. Tsukashima, T. Matsushima, H. Ichihara, D. Muramatsu, Y. Teguri, A. Shito, S. Matsumoto, and H. Shimizu	2021	Electrical conductive fluid-rich zones and their influence on the earthquake initiation, growth, and arrest processes: observations from the 2016 Kumamoto earthquake sequence, Kyushu Island, Japan	Earth Planet. Space	73	12	○	10.1186/s40623-020-01340-w	1(5)イ	1(3)ア 1(3)イ 2(1)イ	熊本地震震源域で高空間分解の比抵抗構造を推定し、高精度震源分布やすべり分布との対応を検討することで、これまで指摘されてこなかった以下の項目をはじめ指摘した。1. 低比抵抗域の深部で破壊が開始する。2. 大きな地震に発展しやすい。3. 流体と間隙水圧分布の不均質が上記の2つを支配する。これらは内陸地震の空間テンソル評価を行う上で重要な知見となる。
Nakagami, K., T. Terakawa, S. Matsumoto and S. Horikawa	2021	Stress and pore fluid pressure control of seismicity rate changes following the 2016 Kumamoto earthquake, Japan (vol. 73, pg 11, 2021)	Earth Planet. Space	73	24	○	10.1186/s40623-021-01358-8	1(5)イ		逆解析による間隙流体圧場の推定と ΔOFS の計算を通じて、2016年熊本地震前後の地震活動率の変化における応力と間隙流体圧場の影響を定量的に調べた。熊本地震前に間隙流体圧が高かった領域では、 ΔOFS よりも拘わらず地震活動率が増加した領域があり、大地震後の間隙流体圧の上昇が余震の発生メカニズムに重要な役割を果たすことを示した。
Abe, Y., T. Ohkura, T. Shibutani, K. Hirahara, S. Yoshikawa, and H. Inoue	2017	Low-velocity zones in the crust beneath Aso caldera, Kyushu Japan derived from receiver function analyses	J. Geophys. Res.: Solid Earth	122(3)	2013-2033	○	10.1002/2016JB013686	1(5)ウ	1(2)	阿蘇カルデラ周辺の高密度地震観測網で観測されたデータをレシーバー関数解析し、カルデラ内の地殻内低速帯を推定した。この低速帯の下からは高温のマagmaが侵入し、新たにマagmaが蓄積されている可能性を示唆した。
Takahaishi, K., S. Takakura, N. Matsushima, and T. Fujii	2018	Relationship between volcanic activity and shallow hydrothermal system at Meakandake volcano, Japan, inferred from geoelectric and audio-frequency magnetotelluric measurements	J. Volcanol. Geotherm. Res.	349	351-369	○	10.1016/j.jvolgeores.2017.11.019	1(5)ウ		北海道東部の雄物山において、2004年から2014年の地殻気観測とMT探査から火山活動と浅部熱水系の関係について調べた。他の物理観測結果と合わせて、2008年の水蒸気噴火は、最近の群発地震で形成された流体に電荷が蓄積して熱水貯留層に熱が急速に流入したことによって引き起こされたことを示唆された。
Yamazaki, T., T. Kobayashi, T. J. Wright, and Y. Fukahata	2018	Viscoelastic crustal deformation by magmatic intrusion: A case study in the Kutchi caldera, eastern Hokkaido, Japan	J. Volcanol. Geotherm. Res.	349	128-145	○	10.1016/j.jvolgeores.2017.11.011	1(5)ウ		長期的な火山変形の特徴をマagma貫入による粘弾性地震変動で示すために、北海道東部屈路路カルデラを事例に、有限要素モデルを用いて数値実験を行った。粘弾性変形を考慮すると、弾性モデルから推定されるマagmaの体積変化が過小評価される可能性があることを示唆した。

ウ. 火山噴火を支配するマagma供給系・熱水系の構造の解明

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
Araya, N., M. Nakamura, A. Yasuda, S. Okumura, T. Sato, M. Iguchi, D. Miki, and N. Geshi	2019	Shallow magma pre-charge during repeated Plinian eruptions at Sakurajima volcano	Soci. Rep.	9	1979	○	10.1038/s41588-019-38494-x	1(5)ウ	2(4)ア	桜島火山の過去3回の歴史時代プリニアン式噴火に共通したマグマの "pre-charge" 現象を発見した。いずれの噴火でも、爆発的に噴出したマグマは、噴火の直前には深部(約10km)のマグマ溜りからそれより大規模に浅い火道(桜島直下の深さ1~3km)に移動していたことが判明した。噴火発生し得る大規模噴火が同じ前駆過程を経る場合、上昇開始からごく短時間で噴火に至る可能性があることを明らかにした。
Kanda, W., M. Utsugi, S. Takakura, and H. Inoue	2019	Hydrothermal system of the active crater of Aso volcano (Japan) inferred from a three-dimensional resistivity structure model	Earth Planet. Space	71	37	○	10.1186/s40623-019-1017-7	1(5)ウ	1(4)ア	三次元比抵抗構造モデルから推定される阿蘇火山活火山の熱水系について調べた。AMTデータの3次元インバージョンにより、得られた導電性構造は磁気帯を誘導する導電性流体によって形成されたと解釈され、これまでに2次元モデルによる解釈を修正し、活火山下の流体挙動の理解を促進する。
Matsunaga, Y., W. Kanda, S. Takakura, T. Koyama, Z. Saito, K. Seki, A. Suzuki, T. Kishita, Y. Kinoshita, and Y. Ogawa	2020	Magnetic hydrothermal system inferred from the resistivity structure of Kusatsu-Shirane Volcano	J. Volcanol. Geotherm. Res.	390	106742	○	10.1016/j.jvolgeor.2019.10.06742	1(5)ウ	1(4)ア	2015年と2016年に連発した白根火山で収集された広帯域AMTデータによる白根火山周辺の電気抵抗構造から、マグマ熱水系について調べた。湯釜火口湖付近から広がり、流体時間遅延の存在から、この火山の地下に大規模なマグマ熱水系が形成されていることを示唆した。
Matsushima, N., M. Utsugi, S. Takakura, T. Yamasaki, M. Hata, T. Hashimoto, and M. Uyeshima	2020	Magnetic-hydrothermal system of Aso Volcano, Japan, from electrical resistivity structures	Earth Planet. Space	72	57	○	10.1186/s40623-020-01180-8	1(5)ウ	1(4)ア	広帯域AMT探査データ解析から推定した阿蘇火山のマグマ熱水系の分布と、低抵抗帯のマグマ熱水系への影響を調べた。主深部マグマ溜りから中岳火口へ運ばれた塩水とマグマからなるマグマ熱水系の存在を示唆し、その上に水平に存在する低抵抗帯は、マグマ熱水系の周囲に発達した高い熱水系を裏すと解釈した。
Tseng, K-H, Y. Ogawa, Nurhasan, S. B. Tank, N. Ujihara, Y. Honkura, A. Terada, Y. Usui, and W. Kanda	2020	Anatomy of Active Volcanic Edifice at the Kusatsu-Shirane Volcano, Japan, by Magnetotellurics: Hydrothermal Implications for Volcanic Unrests	Earth Planet. Space	72	161	○	10.1186/s40623-020-01283-2	1(5)ウ	1(4)ア	草津白根火山におけるAMT探査により詳細な比抵抗構造を解明し、火山噴火の熱水系への影響を調べた。低抵抗帯の分布と、低抵抗帯と熱湯噴出や火山性地震の震源との位置関係から、深部のシリカ-リソリウムにより貯めこまれた熱水たまりから、より浅部の熱水変質した粘土層下部への間欠的な熱水の供給が浅部火山活動に強く寄与していることを示唆した。
Ichiki, M., T. Kaida, T. Nakayama, S. Miura, M. Yamamoto, Y. Morita, and M. Uyeshima	2021	Magma reservoir beneath Azumayama Volcano, NE Japan, as inferred from a three-dimensional electrical resistivity model explored by means of magnetotelluric method	Earth Planet. Space	73	150	○	10.1186/s40623-021-01451-y	1(5)ウ	1(4)ア	吾妻山付近の深さ20km程度までの比抵抗構造を推定した。大火山口を中心とした南北約20km、東西約15km、深さ約3-15kmの範囲に顕著な低抵抗帯領域が確認できた。この低抵抗帯領域の広がりは、東北沖地震時の沈降とSAR解析で得た低抵抗帯領域より精緻化したマグマ溜りのイメージを提供した。
Seki, K., W. Kanda, K. Mannen, S. Takakura, T. Koyama, R. Noguchi, Y. Yukutake, M. Ishikawa, M. Fukui, M. Harada, and Y. Abe	2021	Imaging the source region of the 2015 phreatic eruption at Owakudani, Hakone Volcano, Japan, using high-density audio-frequency magnetotellurics	Geophys. Res. Lett.	48(1)	e2020GL091568	○	10.1029/2020GL091568	1(5)ウ	1(4)ア	箱根大涌谷周辺のAMT探査により、2015年に小規模な水蒸気噴火が発生した場所の地下では、キャップロックと思われる低抵抗帯が100m程度と周辺より深くは、キャップロックの下に下部にガスが豊富に存在すると認められ、高抵抗帯領域が存在していることが明らかにされた。このような構造が水蒸気噴火に重要な役割を果たしていることが示唆された。
筒井智樹・高栗健・井口正人	2021	人工地震記録による始良カルデラ西部の地殻内S波地震反射面の推定	火山	66(2)	71-81	○	10.18940/kezam.66.2.71	1(5)ウ	1(4)ア	人工地震観測記録と自然地震観測記録の両方に現れる後継相から始良カルデラ西部の深部下13.6kmに明確なS波地震速度不連続面の存在を示唆することを目指した論文。人工地震記録に現れる後継相の走時は地下13.6kmのS波速度不連続面に入射したS波が反射時S波に変換したもので説明できる。この不連続面は始良カルデラ西部を横断する自然地震記録にS波後継相の存在を示唆することも説明でき、始良カルデラ地下のマグマたまりの上面である可能性を指摘した。
Yamada, T., A. Kurokawa, A. Terada, W. Kanda, H. Ueda, H. Aoyama, T. Ohkura, Y. Ogawa, and T. Terada	2021	Locating hydrothermal fluid injection of the 2018 phreatic eruption at Kusatsu-Shirane volcano with volcanic tremor amplitude	Earth Planet. Space	73	14	○	10.1186/s40623-020-01349-1	1(5)ウ	1(4)ア, 2(5)	既往の観測研究で顕著な火山活動が確認されなかった本白根火砕丘における草津白根山2018年噴火について、山体膨張に同期する火山性微動を地震記録から見出した。この火山性微動の動起源は既存の地震発生領域の直上に対応することを示し、噴火前後の地震活動も参照しながら噴火を駆動した熱水系と噴火機構について議論した。
Yukutake, Y., Y. Abe, R. Honda, and S. Sakai	2021	Magma reservoir and magmatic feeding system beneath Hakone volcano, central Japan, revealed by highly resolved velocity structure	J. Geophys. Res.: Solid Earth	126(4)	e2020JB021236	○	10.1029/2020JB021236	1(5)ウ	1(5)エ	細密地震観測データから箱根火山の地下構造を高分解能で推定し、マグマ熱水系についても概観モデルを得た。
Yagi, Y., R. Okumaki, B. Enescu, A. Kasahara, A. Miyakawa, and M. Utsubo	2016	Rupture process of the 2016 Kumamoto earthquake in relation to the thermal structure around Aso volcano	Earth Planet. Space	68	118	○	10.1186/s40623-016-0492-3	1(5)エ	1(3)イ	阿蘇火山周辺の熱構造との関連からみた2016年熊本地震の破断過程について調べ、本震の破断過程と糸霧の分布が、阿蘇山のマグマ溜り周辺の高温域の影響を受けていることを示唆した。
Yamada, W., K. Ishitsuka, T. Mogi, and M. Utsugi	2019	Surface displacements of Aso volcano after the 2016 Kumamoto earthquake based on SAR interferometry: implications for dynamic triggering of earthquake-volcano interactions	Geophys. J. Int.	218(2)	755-761	○	10.1093/gji/fgz187	1(5)エ	1(5)エ	SAR干涉法に基づく2016年熊本地震後の阿蘇火山の地表変位の解析から、カルデラ下の北西部で発生した地震の沈降が、マグマまたは水性流体の移動によるものと判断された。

工. 地震発生と火山活動の相互作用の理解

オ. 構造共通モデルの構築

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連性の深い建物の項目	次に関連性の深い建物の項目	概要説明
Ichimura, T., R. Agata, T. Hori, K. Hirahara, C. Hashimoto, M. Hori, and Y. Fukahata	2016	An elastic/viscoelastic finite element analysis method for crustal deformation using a 3D island-scale high-fidelity model	Geophys. J. Int.	206 (1)	114-129	○	10.1093/gji/egw123	1(5)ア 2(1)ア	1(5)ア 2(1)ア	高忠実度地殻構造データを用いた有限要素(FE)モデルの構築方法と、解析コストを低減する高速7階折角を提案した。提案手法を用い、日本全国を対象とした100億自由度の高忠実度地殻構造FEモデルを構築し、このモデルを用いた弾性・粘弾性地殻変動解析を、数値シミュレーションの精度も十分確保した上で実施した。
今西和俊、内出崇彦・大谷真紀子・松下レイケン・中井来理	2019	関東地域の地殻応力マップの作成	地質調査研究報告	70 (3)	273-298		10.9795/bulligs.70.1(5).273			関東地域の地殻応力マップを作成するため、過去14年間にわたるM1.5以上の地震の発震機構解析を法定し100km×100kmの底力マップとして纏めた。纏められた底力マップは非常に複雑な様相を示しており、圧縮方位が急変する場所があること、伊豆半島から北側に向けて圧縮方位が時計回りに回転していること、数十kmスケールの複数の応力区が確認できると、太平洋沿岸帯は正断と層場が卓越するなどの特徴が明らかになった。
Matsubara, M., H. Sato, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Kanazawa, N. Takahashi, K. Suzuki, and S. Kamiya	2019	Seismic velocity structure in and around the Japanese island arc derived from seismic tomography including NIED MINILAS Hi-net and S-net data, Seismic Waves	Probing Earth System. IntechOpen	1-19		○	10.5772/intechopen.86936	1(5)ア 5(3)ア		2011年東北地震の直後に発生した岩手県沖および茨城県沖の地震も含め、岩手県沖・茨城県沖で発生したプレート境界型大地震の地震前・地震時・地震後の断層破壊とスロー地震の空間的な関係を調べた。その結果、大地震時の破壊領域はスロー地震の活動域とは空間的に相補的であった一方、大地震の前震や余震の多くがスロー地震の活動域で発生していたことを示した。
2. 地震・火山噴火の予測のための研究										
(1) 地震発生の新たな長期予測										
ア. 海溝型巨大地震の長期予測										
Saito, T. and T. Kubota	2020	Tsunami modeling for the deep sea and inside focal areas	Annu. Rev. Earth Planet. Sci.	48	121-145	○	10.1146/annurev-earth-071119-054845	2(1)ア	5(2)ア	津波モデリングと最近の深海地域での観測の発展との関係について概説した。沖合や震源域の新しい観測データをを用いて津波現象を完全に理解するために、流体力学に加えて弾性力学の重要性が増していることを示した。
Noda, A., T. Saito, E. Fukuyama, and Y. Urata	2021	Energy-Based Scenarios for Great Thrust-Type Earthquakes in the Nankai Trough Subduction Zone, Southwest Japan, Using an Interseismic Slip-Deficit Model	J. Geophys. Res.: Solid Earth	126 (5)	e2020JB020041	○	10.1029/2020JB020417	2(1)ア 5(2)ア	2(2)ア 5(2)ア	南海トラフの海溝型巨大地震を引き起こす応力蓄積の状況を明らかにするために作成した応力分布モデルをもとに、今後起こりうる大地震発生シナリオを作成した。さらに、作成した破壊シナリオの中から実観性の高いシナリオを選択することを目的に、経験的摩擦係数とエネルギーパラメータを利用する基本手法を開発した。
イ. 内陸地震の長期予測										
Hashima, A., T. Sato, H. Sato, K. Asao, H. Furiya, S. Yamamoto, K. Kameo, T. Miyayuchi, T. Ito, N. Tsumura, and H. Kaneda	2016	Simulation of tectonic evolution of the Kanto Basin of Japan since 1 Ma due to subduction of the Pacific and Philippine Sea plates and the collision of the Izu-Bonin arc	Tectonophysics	679	1-14	○	10.1016/j.tecto.2016.04.005	1(3)ア 1(3)オ 2(1)ア		太平洋プレートとフィリピン海プレートの沈み込みと伊豆弧の衝突による1Ma以降の関東海盆のテクトニック進化のシミュレーションを行った。
Sugito, N., H. Goto, Y. Kumihara, H. Tsutsumi, T. Nakata, K. Kagohara, N. Matsuta, and H. Yoshida	2016	Surface fault ruptures associated with the 14 April foreshock (Mj 6.5) of the 2016 Kumamoto earthquake sequence, southwest Japan	Earth Planet. Space	68	170	○	10.1186/s11886-016-0547-5	2(1)イ		2016年熊本地震列島4月14日前震(Mj6.5)に伴う表面断層破壊について、詳細な地質学的観測と地球物理学的モデルによりその複雑な過程を明らかにした。
Toda, S., H. Kaneda, S. Okada, D. Ishimura, and Z. K. Mifdoun	2016	Slip-partitioned surface ruptures for the Mw 7.0 16 April 2016 Kumamoto, Japan, earthquake	Earth Planet. Space	68	188	○	10.1186/s11886-016-0560-8	2(1)イ		2016年4月16日熊本地震のスリップベクタータイプシミュレーション型表面破壊について、詳細な地質学的観測と地球物理学的モデルによりその複雑な過程を明らかにした。
Hashima, A. and T. Sato	2017	A megathrust earthquake cycle model for Northeast Japan: bridging the mismatch between geological uplift and geodetic subsidence	Earth Planet. Space	69	23	○	10.1186/s11886-017-0606-6	2(1)イ	1(3)ア 1(5)オ 2(1)ア	東北日本弧の地質学的隆起と測地的沈降のミスマッチを解消するため、アセノスフェアの粘弾性緩和と構造性侵食を考慮した巨大地震発生サイクルの動的破壊シミュレーションの予測能力を2016年カイクウコラ(ニュージーランド地震)について観測データとの比較により検証した論文。断層に走る構造が重要なパラメータであり、予測能力を左右する要因であることが分かった。
Ando, R. and Y. Kaneko	2018	Dynamic rupture simulation reproduces spontaneous multi-fault rupture and arrest during the 2016 Mw 7.9 Kaikoura earthquake	Geophys. Res. Lett.	45 (23)	12875-12833	○	10.1029/2018GL080550	2(1)イ	3(1)ア	
Li, Y., D. Wang, S. Xu, L. Fang, Y. Cheng, G. Luo, B. Yan, B. Enescu, and J. Mori	2019	Thrust and Conjugate Strike-Slip Faults in the 17 June 2018 MwMA 6.1 (Mw 5.5) Osaka, Japan, Earthquake Sequence	Seismo. Res. Lett.	90 (6)	2132-2141	○	10.1785/0220190122	2(1)イ	3(1)ア	2018年6月16日に大阪で発生した一連の地震活動の、逆断層と共役滑り断層について調べ、この地震は北北西に走る逆断層から始まり、北東に走る滑り断層に伝播したと推定した。
Noda, A., T. Saito, E. Fukuyama, T. Terakawa, S. Tanaka, and M. Matsuyama	2020	The 3-D Spatial distribution of shear strain energy changes associated with the 2016 Kumamoto earthquake sequence, southwest Japan	Geophys. Res. Lett.	47 (3)	e2019GL086369	○	10.1029/2019GL086369	2(1)イ	1(2) 1(5)イ	2016年熊本地震によるせん断ひずみエネルギー変化の3次元分布を算出し、深さ10km付近では、せん断ひずみエネルギーの局所的な増大が余震の発生を活性化させ、せん断ひずみエネルギーの総量が減少していることを明らかにした。
Saito, T. and A. Noda	2020	Strain energy released by earthquake faulting with random slip components	Geophys. J. Int.	220 (3)	2009-2020	○	10.1093/gji/egz561	2(1)イ	1(2)	断層上のすべり変動と非一様な応力変化を想定した、ランダムなすべり成分を持つ断層断層が放出するひずみエネルギーについて調べてその特徴をまとめた。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
Toda, S. and R. S. Stein	2020	Long- and Short-term stress interaction of the 2019 Ridgecrest sequence and Coulomb-based earthquake forecasts	Bull. Seismol. Soc. Am.	110(4)	1765-1780	○	10.1785/0120200169	2(1)イ	2(2)イ	2019年リッジクレスト地震(M7.1)地震後の周辺の地震活動に、クーロン破壊応力変化とすべり状態依存則に基づき予測モデルを適用した。このモデルを用いるとサン・アンドレス断層の大地震が1年間に発生する確率は1.15%となり、リッジクレスト地震の影響により長期的な発生確率の3.5倍となることが推定される。
(2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測										
ア. プレート境界滑りの時空間変化の把握に基づく予測										
Iinuma, T., R. Hino, N. Uehida, W. Nakamura, M. Kido, Y. Usada, and S. Miura	2016	Seafloor observations indicate spatial separation of coseismic and postseismic slips in the 2011 Tohoku Earthquake	Mat. Commun.	7	13506	○	10.1038/ncomms13506	2(2)ア	1(3)イ, 5(3)イ	2011年東北地方太平洋沖地震における海底観測により、高応力帯の地震前後のすべり分布の推定から、これらが空間的に分離していることが明らかになった。またプレート間地震や繰り返し地震の活動とも一致することがわかった。
Obara, K. and A. Kato	2016	Connecting slow earthquakes to huge earthquakes	Science	353(6296)	259-257	○	10.1126/science.1251512	2(2)ア		スロー地震は、発見されてから20年も経っていないが、巨大地震に対して、①Analog(類似現象)、②Stress meter(応力状態を反映するインジケータ)、③Stress transfer(周囲への応力伝播)の3つの役割を担う可能性があることが、これまで観測研究により明らかになってきた。今後、スロー地震の活動を継続的にモニタリングし、その活動機構や発生原因の解明を進めることにより、巨大地震の発生過程に関する理解の進展にも繋がることを期待される。
Fukuda, J.	2018	Variability of the space-time evolution of slow slip events off the Boso Peninsula, central Japan, from 1996 to 2014	J. Geophys. Res.: Solid Earth	123(1)	732-760	○	10.1002/2017JB014709	2(2)ア		1996年から2014年にかけての豊後半島沖のスロースリップ現象の時空間変動の解明を行った。この期間に発生した5つのSSEは、核生成の模式とすべりの時空間変動が異なることが明らかになった。
Tadokoro, K., M. Nakamura, M. Ando, H. Kimura, T. Matanabe, and K. Matsushiro	2018	Interplate Coupling State at the Nansai-Shoto (Ryukyu) Trench, Japan, Deduced From Seafloor Crustal Deformation Measurements	Geophys. Res. Lett.	45(14)	6869-6877	○	10.1029/2018GL078655	2(2)ア	1(2)イ	沖縄本島南～南西沖の2カ所で海底地殻変動観測を行い、平均変位速度を得た。この海域では、少なくとも長さ130km×幅20～30km(最大幅60km)にわたってプレート境界が強く固着している部分があることが分かった。この領域は1791年に沖縄本島に津波が到来した地震の波源域と重なっており、沖縄本島南の方の沖合で地下フランスの海溝型地震が発生し、与那原に1mの津波を押し寄せたことが報告されている。今回発見した固着域は、この津波を起したとされる領域と重なっており、将来的な海溝型地震と津波の発生を予測する結果である。
Agata, R., S. D. Barbot, K. Fujita, M. Hyodo, T. Iinuma, R. Nakata, T. Ichimura, and T. Hori	2019	Rapid mantle flow with power-law creep explains deformation after the 2011 Tohoku mega-quake	Mat. Commun.	10	1385	○	10.1038/s41467-019-08984-7	2(2)ア	2(2)イ	2011年東北地方太平洋沖地震後の変形が、べき乗クリープを伴う急激なマントル流によって説明されることを明らかにした。
Nishikawa, T., T. Matsuzawa, K. Ohta, N. Uchida, T. Nishimura, and S. Ide	2019	The slow earthquake spectrum in the Japan Trench illuminated by the S-net seafloor observatories	Science	365(6455)	808-813	○	10.1126/science.1365618	2(2)ア	1(5)ア	海底地震計ネットワークS-netの新しい観測データを用いて、日本海溝沿いのスロー地震をマッピングした。その結果、2011年の地震で破壊された地域は、ゆっくりとした地震が多く発生する地域に囲まれていることがわかった。このことは、今後の大地震のリスクを評価する上で重要である。
Baba, S., A. Takeo, K. Obara, T. Matsuzawa, and T. Maeda	2020	Comprehensive Detection of Very Low Frequency Earthquakes Off the Hokkaido and Tohoku Pacific Coasts, Northeastern Japan	J. Geophys. Res.: Solid Earth	125(1)	e2019JB017988	○	10.1029/2019JB017988	2(2)ア		北海道・東北地方太平洋沖地震における2003年1月から2018年7月の超低周波地震の包括的な検知を行ない、2003年十勝沖地震と2011年東北地方太平洋沖地震の余効滑りによって活性化されたことが分かった。巨大地震の地震すべり領域で3ヶ月から1年おきに観測されたエピソードな活動は、巨大地震と地震の間的小さなすべりを示している可能性がある。
Hirose, H. and T. Kimura	2020	Slip distributions of short-term slow slip events in Shikoku, southwest Japan from 2001 to 2019 based on tilt change measurements	J. Geophys. Res.: Solid Earth	125(6)	e2020JB019601	○	10.1029/2020JB019601	2(2)ア	1(3)ア	四国で発生している短期的スロースリップイベント(SSE)のすべり分布を防災科学技術研究所H-netによる傾斜変化(オフセット)データセットに基づいて推定し、2001年から2019年にかけて発生した61イベントについてすべり分布を求めることに成功した。この結果、短期的SSEのすべり量は空間的に一様ではなく、また2012年頃を境に、それ以降のSSEではより大規模のものが増える傾向がみられた。
Uchida, N., R. Takagi, Y. Asano, and K. Obara	2020	Migration of shallow and deep slow earthquakes toward the locked segment of the Nankai megathrust	Earth Planet. Sci. Lett.	531	115986	○	10.1016/j.epsl.2020.115986	2(2)ア	1(5)ア	プレート境界で連続的にスロースリップを起しているプレート境界の時間スケールと変動様式を明らかにした。
Igarashi, T. and A. Kato	2021	Evolution of aseismic slip rate along plate boundary faults before and after megathrust earthquakes	Commun. Earth Environ.	2	60	○	10.1038/s43247-021-00127-5	2(2)ア	1(2)	巨大地震発生前後のプレート境界断層沿いの非地震性すべり速度の変化について調べた。1989年から2016年の間に世界中で発生した中程度の規模の類似地震を同定し、プレート間地震すべりの時空間特性を明らかにした。
イ. 地震活動評価に基づく地震発生予測・検証実験										
Kato, A., J. Fukuda, S. Nakagawa, and K. Obara	2016	Foreshoek migration preceding the 2016 Mw 7.0 Kumamoto earthquake, Japan	Geophys. Res. Lett.	43(17)	8945-8953	○	10.1002/2016GL070079	2(2)イ	2(3)	2016年熊本で発生したMw6.2新震とMw7.0本震を含む一連の深いプレート内地震に伴う地震前後の時空間的変化を調査した。Mw6.2新震時に発生した地震性・非地震性すべりによる応力伝播が本震の主要断層に応力を負荷し、破壊に近づいた可能性が高いことがわかった。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
Omi, T., Y. Ogata, K. Shiomi, B. Enescu, K. Sawazaki, and K. Aihara	2016	Automatic aftershock forecasting: A test using real-time seismicity data in Japan	Bull. Seismol. Soc. Am.	106 (6)	2450-2458	○	10.1785/0120160100	2(2)イ	3(3)	2016年M7.0熊本地震に先行する前震の移動、余震の自動予測について日本国内のリアルタイム地震観測データをを用いた検証を行ない、本研究の予測方法とHi-net自動カタログが、日本でリアルタイム余震予測に実用的であることを示した。
Guo, Y., J. Zhuang, and Y. Ogata	2019	Modeling and forecasting aftershocks can be improved by incorporating rupture geometry in the ETAS model	Geophys. Res. Lett.	46 (22)	12881-12889	○	10.1029/2019GL084775	2(2)イ	1(3)ア	ETASモデルに破壊形状を組み込むことで、余震のモデリングと予測を改善できることを示した。
Hirose, F., K. Maeda, and O. Kamigaito	2019	Tidal forcing of interplate earthquakes along the Tonga-Kermadec trench	J. Geophys. Res.: Solid Earth	124 (10)	10498-10521	○	10.1029/2019JB018088	2(2)イ		トンガケルマデック海溝沿いのプレート間地震に対する潮汐力について調べた。地震発生に潮汐力よりも法線応力よりも相関があり、潮汐力が断層すべりを促進するときには地震発生傾向があることがわかった。また、潮汐応力レベルが正の値で大きいと地震が発生しやすく、負の値で大きいと地震が抑制される傾向があった。
Nanjo, K.Z.	2020	Were changes in stress state responsible for the 2019 Ridgecrest, California, earthquakes?	Nat. Commun.	11	3082	○	10.1038/s41467-020-16867-5	2(2)イ	2(3)	2019年のカリフォルニア州リッジクレスト地震について応力状態の変化を調べた。M6.4とM7.1の地震の破壊は、高い応力状態を示す4個が低い領域から共通して開始していることを示した。
(3) 先行現象に基づく地震発生の確率予測										
Ouzounov, D., S. Puljetics, K. Hattori, and P. Taylor (eds.)	2018	Pre-Earthquake Processes: A Multidisciplinary Approach to Earthquake Prediction Studies	AGU Geophysical Monograph, Wiley		384pp.	○	10.1002/978111919156949	2(3)	2(2)イ、5(5)	Wileyから出版された米国地球物理学会 (AGU) の地球物理学モノグラフィーズ。査読あり。最新の地震先行現象に関する観測やモデリングの最新成果をまとめたもので、読者が編者の一人。地震に先行する物理的、大気的、地球化学的な現象やそのモデルを紹介し、その中には地上や衛星で観測されたULF磁場変動、電離圏電子数変動、衛星熱赤外線変動なども含まれている。
Nanjo, K.Z., J. Izutsu, Y. Orihara, M. Kamogawa, and T. Nagao	2019	Changes in seismicity pattern due to the 2016 Kumamoto earthquakes identify a highly stressed area on the Hinagu fault zone	Geophys. Res. Lett.	46 (16)	9489-9496	○	10.1029/2019GL083463	2(3)	2(2)イ	2016年熊本地震による地震発生パターンの変化から、日奈久断層帯の高応力域が特定されることを示した。
Ueda, T. and A. Kato	2019	Seasonal variations in crustal seismicity in San-in district, southwest Japan	Geophys. Res. Lett.	46 (6)	3172-3179	○	10.1029/2018GL081789	2(3)	2(2)イ	山陰地方における地殻内地震の季節変動について調べた。春と秋に増加する背景地震の半年間変動が1980年から2017年まで統計的に有意で、秋の減少による地殻内での間隔水圧の上昇と、春の融雪による地表面積の減少によって説明できることを示した。
Han, P., J. Zhuang, K. Hattori, C.-H. Chen, F. Febriani, H. Chen, C. Yoshino, and S. Yoshida	2020	Assessing the potential earthquake precursory information in ULF magnetic data recorded in Kanto, Japan during 2000-2010: distance and magnitude dependences	Entropy	22 (8)	859	○	10.3390/e22080859	2(3)	2(2)イ	Hattori et al., Survey in Geophysics 2013で報告した厚紙と伊豆で観測された地震と有震相関のあるULF磁場変動について、ROC解析を導入し、予測パフォーマンスを定量化し、最適な予測パラメータを調査した。その結果、磁場異常に基づいた地震予測がランダムな推測よりも大幅に優れていることを示し、磁場データに有用な前兆情報が含まれていることを示した。また、先行情報には、震源距離と地震のサイズ依存性があることを示し、予測のための最適なパラメータも提示した。
Nakatani, M.	2020	Evaluation of phenomena preceding earthquakes and earthquake predictability	J. Disaster Res.	15 (2)	112-143	○	10.20965/jdr.2020.p0112	2(3)		地震動、地殻変動、スロースリップ、地殻流体、地殻物性、電磁気現象、動物行動などを検討対象として、地震前兆現象の評価と地震予知能力について調べた。
Genzano, N., C. Filizzola, K. Hattori, M. Pergola, and V. Tramuto	2021	Statistical correlation analysis between thermal infrared anomalies observed from MTSATs and large earthquakes occurred in Japan (2005-2015)	J. Geophys. Res.: Solid Earth	126 (2)	e2020JB020108	○	10.1029/2020JB020108	2(3)	2(2)イ	気象衛星ひまわり6-7号データを用いて衛星熱赤外線異常と地震発生との時空間関係を統計的に解析した(2005年から2015年までの11年間の夜間衛星画像)。その結果、a) 観測期間中にわずか290の熱赤外線異常が発生し、b) そのうち180の異常は、地震との見かけの時空間で発生し、c) そのうち13個は地震の前に発生し、d) ROC的な解析により、熱赤外線異常と地震発生との間には有意相関があり、M≥6.5の場合、最大4.30の確率利得があることがわかった。
Heki, K.	2021	Chapter 21: Ionospheric Disturbances Related to Earthquakes in Ionospheric Dynamics and Applications	Space Physics and Aeronomy Collection Volume 3: Ionosphere Dynamics and Applications. Geophysical Monograph (Eds. Huang C. and G. Lu)	3	511-526	○	10.1002/9781119815617.ch21	2(3)	1(3)ア	GNSSネットワークで観測できる地震に伴う電離圏TEC変動の解説論文。地震の発起/沈下は音波を動かし、周期が4~5分の成分が電離圏F層に伝播し、TEC変動を引き起こし、地震の約10分後、約1km/sの速度で磁気赤道方向へ伝播するTEC変動として出現する。非散乱による地震の後には、何時間経過後も共鳴大気振動がより発生する。レイリー表面波も音波を発生させ、震源地から数千キロメートル離れた場所でTEC振動を引き起こす。大地震の直前に発生するTECの変化は、地震の10-80分前に始まり、破壊しより断層の上昇の電子密度異常を作り、それらの継続時間、TEC率の変化等はMwとの正の相関を示した。
Katsumata, K. and M. Nakatani	2021	Testing the seismic quiescence hypothesis through retrospective trials of alarm-based earthquake prediction in the Kurile-Japan subduction zone	Earth Planet. Space	73	100	○	10.1186/s40623-021-01418-z	2(3)	2(2)イ	千島込み込み帯における警報型地震予知のレトロスペクティブ・トライアルによる地震予知性能の検証を行った。
Mito, J., Y. Yasuoka, N. Miura, D. Iwata, H. Nagahama, M. Hirano, Y. Ohmoto, and T. Mukai	2021	Preseismic atmospheric radon anomaly associated with 2018 Northern Osaka earthquake	Sci. Rep.	11	7451	○	10.1038/s41598-021-86777-z	2(3)		2018年6月18日の大阪北部地震発生前後に大阪医科薬科大学で観測された大気中ラドン濃度データを解析した結果、2014年から観測されてきた大気中ラドン濃度は、地震の約1年前から減少し、本震後2020年6月まで低いことがわかった。一方、観測期間中の地震活動は地震前に比べて減少していた。さらに、本震後の地震活動も余震域を除く近畿地方全域で低下しており、地震後もラドン濃度が増加しなかったと考えられる。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連性の深い建物の項目	次に関連性の深い建物の項目	概要説明
Omori, Y., H. Nagahama, Y. Yasuoka, and J. Muto	2021	Radon degassing triggered by tidal loading before an earthquake	Sci. Rep.	11	4092	○	10.1038/s41598-021-83499-0	2(3)		1995年兵庫県南部地震発生前に観測されたラドン濃度データを解析した結果、地球に周期的な荷重をもたらす潮汐に由来する変化が、ラドン濃度データに認められた。さらに、この周期的な変化は地震発生前5年間（1990年から1994年）のデータに認められた。この時期はラドン濃度近傍の断層において地殻の圧縮速度が小さくなったと報告されており、これがラドンの周期的な変化を生じさせたことを指摘した。
(4) 中長期的な火山活動の評価										
ア. 火山噴火の長期活動の評価										
Obroodka, S. P., Y. Yokoyama, M. Yoshimoto, S. Yanamoto, Y. Miyairi, G. Nagano, A. Nakamura, K. Tsunenatsu, L. Lamire, A. Hubert-Ferrari, B. C. Lougheed, A. Hokanishi, A. Yasuda, V. M. A. Heyvaert, M. De Batist, O. Fujiwara and the QuakeReoNankai Team	2018	Mt. Fuji Holocene eruption history reconstructed from proximal lake sediments and high-density radiocarbon dating	Quat. Sci. Rev.	200	395-405	○	10.1016/j.quascirev.2018.09.001	2(4)ア		近接湖底堆積物と高密度放射線炭素年代測定から復元した富士山新世噴火史について調べ、火山噴火の特徴を理解するための強力なツールとして、湖沼堆積物の有用性を示した。
Maeno, F., S. Nakada, M. Yoshimoto, T. Shimano, N. Hokanishi, A. Zaemudin and M. Iguchi	2019	Eruption pattern and a long-term magma discharge rate over the past 100 years at Kelud volcano, Indonesia	J. Disaster Res.	14(1)	27-39	○	10.20965/jdr.2019.p0027	2(4)ア	1(2), 1(4)ア, 1(4)イ, 2(5)	インドネシア・ケルード火山における過去100年間の休止期間と累積噴出物量の関係を検討し、長期的なマグマ流出量と将来的噴火の可能性、危険性を推定した。
イ. モニタリングによる火山活動の評価										
Mori, T., M. Morita, M. Iguchi, and Fukuoka Regional Headquarters	2017	Sulfur dioxide flux monitoring using a public ferry after the 2014 eruption of Kuchinoerabujima Volcano, Japan	J. Nat. Disaster Sci.	38(1)	105-118	○	10.2328/jnds.38.10	2(4)イ	5(3)イ	フェリーを用いた口永良部島の二酸化硫黄放出率の継続的測定手法を開発について記した論文。2015年5月29日の噴火前後の二酸化硫黄放出率の変化について議論した。
高木朗亮	2019	深部圧力源による火山性地殻変動に基づく噴火発生予測の評価	火山	64(2)	63-81	○	10.18940/kazan.64.2_63	2(4)イ	1(5)ウ	GEONETの基線に沿ったひずみ計測にスタッキング法を適用し、国内9火山によって検出された火山性地殻変動イベントの期間とひずみ変化量をまとめた。
Takahashi, R., N. Okazaki, M. Tamura, T. Ogino, and Y. Murayama	2019	The interaction of volcanic gas and deep magmatic fluid with shallow aquifers at Tokachidake volcano, Japan	J. Volcanol. Geotherm. Res.	388	106678	○	10.1016/j.jvolgeor.2019.10.06678	2(4)イ		十勝岳周辺の温泉において、30年以上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泉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変化する際のマグマ性熱水や火山ガスとの供給に強化が認められ、その変化は温泉観測によって検知でき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。
Kameko, T., F. Maeno, A. Yasuda, M. Takeo, and K. Takasaki	2019	The 2017 Nishinoshima eruption: combined analysis using Himawari-8 and multiple high-resolution satellite images	Earth Planet. Space	71	140	○	10.1186/s40623-019-1121-8	2(4)イ	2(5)	2017年西之島噴火について、ひまわり8号と複数の高分解能衛星画像を用いた複合解析を行い、溶岩の噴出速度の時間変化が噴出した溶岩の流路形成や地形的特徴にどのような影響を与えたかを考察した。
Ono, T., T. Mori, and F. Tsunonori	2020	High-frequency field auto-sampling of volcanic waters discharged near craters of active volcanoes	Bull. Volcanol.	82	16	○	10.1007/s00445-020-1357-y	2(4)イ	2(5)	火山口傍で排出される火山灰水採取するためのフィールドオートサンプリングツールを開発し、水の採取精度を向上させることに成功した。
Permana, I., T. Nishimura, and H. Makihara	2020	Reliability evaluation of volcanic tremor source location determination using cross-correlation functions	Geophys. J. Int.	220(2)	1300-1315	○	10.1093/gji/egz523	2(4)イ	1(4)ア	これまで精度の高い震源決定が難しかった火山性微動の震源決定法を提案するとともに、その決定精度を明らかにした。
Ohba, T., M. Yaguchi, U. Tsunogai, M. Ito, and R. Shingubara	2021	Behavior of magmatic components in fumarolic gases related to the 2018 phreatic eruption at Ebukogen Ioyama volcano, Kirishima Volcanic Group, Kyushu, Japan	Earth Planet. Space	73	81	○	10.1186/s40623-021-01405-4	2(4)イ	1(5)ウ	九州霧島火山群えびの高原硫黄山2018年水蒸気噴火に関する噴火ガス中のマグマ成分の挙動について調べた。硫黄山火山の地下のマグマ溜りでは、マグマの封じ込めと新成岩への輸送が同時に起こったと結論付けられた。
(5) 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測										
Hotta, K., M. Iguchi, T. Okura, M. Hendrasto, H. Gunawan, U. Rosadi, and E. Kriswati	2018	Method for estimating the end of the deflation initiated in 2014 at Sinabung volcano, Indonesia, under the assumption that the magma behaves as a Bingham fluid	Earth Planet. Space	70	107	○	10.1186/s40623-018-0884-7	2(5)	1(5)ウ, 5(5)	マグマが非圧縮性でトンガム流体として振る舞うという仮定のもと、2014年から始まったインドネシア・シナブン火山で進行中の収縮の終了を推定した。結果としてシナブンの収縮は2018年8月から9月の間に終了すると推定される。1991-1998年の粟畑岳の事例と比較すると、シナブンの収縮の総量は同程度であるが、その期間は約1年長い。
伴雅雄・及川壽樹・山崎隆子・後藤章夫・山本希・三浦哲	2019	近代的噴火観測事例のない火山での噴火推移予測：蔵王火山の例	火山	64(2)	131-138	○	10.18940/kazan.64.2_131	2(5)	1(4)ア, 1(4)イ	蔵王ステーションの火山活動の履歴をもとに、今後の蔵王火山活動の可能性を検討した。前兆現象、御釜火口や馬の背カレラ内からの水蒸気噴火、五色岳からのマグマ噴火が発生し、規模が大きくなる。水蒸気噴火に先行したマグマ噴火の可能性も否定できない。まれに活動がさらに活発化し、サブクリニア噴火に至ることもある。可能性は非常に低い。五色岳周辺の火口規模な水蒸気噴火の可能性も挙げるべきであろう。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
Kondo, G., H. Aoyama, T. Nishimura, M. Ripepe, G. Lacanna, R. Genco, R. and E. Kawaguchi, T. Yamada, T. Miwa, and E. Fujita	2019	Gas flux cyclic regime at an open vent magmatic column inferred from seismic and acoustic records	Sci. Rep.	9	5678	○	10.1038/s41588-019-4203-z	2(5)	1(4)ア, 1(4)イ, 2(4)イ	本研究は2014年7月に発生したストロントロピ火山の山頂溶岩流出噴火前後の地震及び空振記録の解析から、溶岩流出前に特微的に現れた地震動や空振運動のサイクルを見出した。山頂の噴火活動が活発になった溶岩流出前10日程度は、山頂口からの火山ガス放出が周期的な脈を呈示するようになり、山頂噴火に移行した後に一切見られなくなった。ストロントロピ火山における火山活動の急激な変化に先行する現象の一つと考えられる。
Makamiuchi, H., M. Iguchi, H. Triastuty, M. Hendrastra, and I. Mulyana	2019	Differences of precursory seismic energy release for the 2007 effusive dome-forming and 2014 Plinian eruptions at Kelud volcano, Indonesia	J. Volcano. Geotherm. Res.	382	68-80	○	10.1016/j.jvolgeor.2017.08.004	2(5)	5(5)	プリニ式噴火(爆発性が高い噴火)とドーム形成噴火(爆発性が低い噴火)に前駆する地震エネルギーの時間変化から、爆発性の高い噴火には増加が著速な地震エネルギー増加速的に増加するが、爆発性が低い噴火では増加が著速であることを示した。
3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究										
(1) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化										
ア. 強震動の事前評価手法										
Asano, K. and T. Iwata	2016	Source rupture processes of the foreshock and mainshock in the 2016 Kumamoto earthquake sequence estimated from the kinematic waveform inversion of strong motion data	Earth Planet. Space	68	147	○	10.1186/s40623-016-0519-9	3(1)ア		強震記録を用いた2016年熊本地震の前震及び本震の震源過程推定を行った。本震のすべりは田川断層帯布田川断層間で大きく、地表地震断層が現れた区間に対応していた。
Meeda, T., S. Takemura, and T. Furumura	2017	OpenSNPC: An open-source integrated parallel simulation code for modeling seismic wave propagation in 3D heterogeneous viscoelastic media	Earth Planet. Space	69	102	○	10.1186/s40623-017-0687-2	3(1)ア	3(2)ア	OpenSNPC, 3次元非均質粘弾性体中の地震波伝播モデリングのためのオープンソース統合並列シミュレーション・コードを構築した。
Hallo, M., I. Opršal, K. Asano, and F. Gallovič	2019	Seismotectonics of the 2018 northern Osaka M6.1 earthquake and its aftershocks: joint movements on strike-slip and reverse faults in inland Japan	Earth Planet. Space	71	34	○	10.1186/s40623-019-1016-8	3(1)ア		2018年大阪府北部の地震(M6.1)とその余震の地震テクニクスについて、内陸部の横ずれ断層と逆断層の運動の観点から調べた。本震で活動した横ずれ断層は有馬・高槻構造線に平行、逆断層はおよそ南北東構造で上町断層帯と同様に50°東に傾斜していた。両断層の運動的運動が本震の地震モーメントに大きく寄与した。
関口春子・岩田知孝・淺野公之	2019	奈良盆地の3次元速度構造モデルの構築と検証	地質学雑誌	125(10)	715-730	○	10.5575/geosoc.2018.0053	3(1)ア	5(2)ア	奈良盆地の深部地下構造モデルを、各種地球物理学探査結果をもとに構築した。構築された地下構造モデルに対して、M4クラスの地震の波形シミュレーションを行い、既存地下構造モデルより再現性がよくなっている点や、更に改善が必要な地域についての検討を行った。
Furumura, T. and B. L. N. Kennett	2021	Azimuthal Variation of Lithospheric Heterogeneity in the North-west Pacific Inferred From Po/So Propagation Characteristics and Anomalous Large Ground Motion of Deep In-Slab Earthquakes	J. Geophys. Res.: Solid Earth	126(5)	e2021JB021171	○	10.1029/2021JB021171	3(1)ア	3(1)ウ	北西太平洋での海底で観測されるPo/So波の伝播特性は強い方位角変動を示し、特定の方向以上に大きな地震動が伝播する。数値シミュレーションにより、特定の方向に伝播する方向に長軸を持つ海洋プレート内のラミナ状の短波長不均質構造がその原因であることが示された。
イ. 津波の事前評価手法										
Watanabe, S., Y. Bock, D. Melgar, and K. Tadokoro	2018	Tsunami Scenarios Based on Interseismic Models Along the Nankai Trough, Japan, From Seafloor and Onshore Geodesy	J. Geophys. Res.: Solid Earth	123(3)	2448-2461	○	10.1002/2017JB014799	3(1)イ	2(2)ア	海底と陸上の測地観測結果を利用した南海トラフ沿いの地震間モデルに基づく津波想定を行った。プレート境界形状の不確かさを考慮した2種類のモデルはほぼ同様の結果を示すが、いくつかの地点での津波のピーク波高とその到達時間について、予想されるハザードに大きな差があることがわかった。
Ioki, K., Y. Tanioka, H. Yanagisawa, and G. Kawakami	2019	Numerical simulation of the landslide and tsunami due to the 1741 Oshima-Oshima eruption in Hokkaido, Japan	J. Geophys. Res.: Solid Earth	124(2)	1991-2002	○	10.1029/2018JB016166	3(1)イ	1(2), 5(2)ア, 5(2)ウ	1741年渡島大島津波は火山活動による山体崩壊により誘起された津波として知られてきた。また、最近の海底調査や津波堆積物調査により地すべりの大きさや津波の発生が明らかになってきた。本研究では全ての崩壊子一タを再現できる地すべりモデルを構築し、摩擦係数等のパラメータを推定した。開発された地すべりモデルと推定されたハラメーターは、将来の地すべり津波を事前評価するための重要な手法となる。
ウ. 大地震による災害リスク評価手法										
Kagawa, T., T. Noguchi, S. Yoshida, and S. Yamamoto	2017	Effect of the surface geology on strong ground motions due to the 2016 Central Tottori Earthquake, Japan	Earth Planet. Space	69	106	○	10.1186/s40623-017-0689-0	3(1)ウ		2016年10月21日に発生した鳥取県中部の地震(M6.6)の本震および余震の強震観測記録について解析し、地盤応答特性による多様性および非線形応答の影響について示した。
松中亮治・大庭哲治・中川大・森倉達太	2018	全国における土地利用及び土地利用規制と災害リスクとの関連性に関する経年分析	都市計画論文集	53(1)	19-26	○	10.11361/journal.lop.ij.53.19	3(1)ウ	3(3)	日本全国を対象に地震・洪水・土砂災害と土地利用及び土地利用規制に關係する都市計画上の区分についてデータベースを構築し、災害リスクの指標である壊滅人口を地点と比較した。その結果、全国で居住5人以上に達する可能性のある人口割合が1.9%、浸水の恐れがある地域に居住する人口割合が0.4%増加している一方で、土砂災害のリスクは減少していることを定量的に示した。
エ. 地震動や火山活動による斜面崩壊の事前評価手法										

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
千木良雄・田近洋・石丸聡	2019	2018年胆振東部地震による降下火砕物の崩壊：特に火砕物の風化状況について	京都大学防災研究所年報	62B	348-356			3(1)エ		2018年北海道胆振東部地震において発生した崩壊地帯において発生した崩壊地帯において地質調査をおこなない、すべり面の崩壊を明らかにしたところ、9000年前の樽前山の噴出物から構成されるテフラ層Ta-dの最下部層、Ia-d直下の軽石混じり火山灰土、Ia-b全体直下のIa-b再堆積土、Ia-d直下の20000年前の厚皮山の噴出物から構成されるテフラ層En-aの再堆積土、En-a直下の火山灰土に分かれることがわかった。
佐藤源之・柳立龍・ジヨバンニ ニコ・菊田和孝	2019	GB-SAR(地表設置型合成開口レーダ)による変位・振動計測	電子情報通信学会論文誌	J-102B(11)	844-852		10.14923/transcomj.2019AP003	3(1)エ	5(2)オ、5(3)イ、5(5)	本論文では地表設置型合成開口レーダ(GB-SAR)の開発経緯と技術的な特徴を説明した上で、高精度な計測に必要な大気補正手法について述べ、高度な地表面情報を得るための順次利用、多周波計測などを提案した。また強風のGB-SAR装置は送信機をレベル上で移動してデータを取得するのに対し、固定した種類のアンテナを利用するMIMOレーダ技術で耐環境性に優れた次世代型GB-SARが実現できることを示した。なお本論文は2020年度電子情報通信学会論文賞を受賞した。
Doi, I. and T. Kamae	2020	Relationship between earthquake-induced excess pore water pressure and strong ground motion observed in a monitored fill slope	Eng. Geol.	266	105391		10.1016/j.engeco.2019.106539	3(1)エ		PGAが120galまでのイベントに対し、谷地めんど土斜面における地震動に対する間隙水圧応答について調べた。間隙水圧の上昇量はPGAやPGVと強い相関がある。また、間隙水圧上昇のタイミングにおける瞬間的な間隙水圧の急激な上昇は、間隙水圧の上昇の遅れが原因で起こる。さらに、間隙水圧の上昇の間には比較的高い揺れが長く継続時間によって示された。
オ. 火山噴出物による災害誘因の事前評価手法										
平川泰之・岡野和行・榎野利康・里梁好文・堤大三・宮田秀介	2019	噴火後20年を経過した雲仙普賢岳の火砕流堆積物面における土石流発生を助長する地形・地質的条件	砂防学会誌	72(1)	21-31		10.11475/sabo.72.1	3(1)オ		雲仙普賢岳の平成噴火前後の地形機型の縦断面・横断面を用いて、噴火前の地表面位置、火砕流堆積物の深さ、床勾配、集水域、侵食深度と土石流の発生履歴の関係を探り、現状において土石流の発生を促進する地形的・地質的要因を整理した。
Iguchi, M.	2019	Proposal of Estimation Method for Debris Flow Potential Considering Eruptive Activity	J. Disaster Res.	14(1)	126-134		10.20965/jdr.2019.p0126	3(1)オ		雨をきっかけとした土石流の発生可能性を評価するために、土石流ポテンシャルの推定方法を提案する。積雪の昭和火口の噴火活動の活発化により、土石流ポテンシャルが0.4mに達すると、土石流が噴発したり、雨季に大きな土石流が誘発されたりすることがわかった。この土石流ポテンシャルの概念は、インドネシアの火山にも適用された。
(2) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化										
ア. 地震動の即時予測手法										
Kodera, Y., Y. Yamada, K. Hirano, K. Tamari, Ichii, S. Adachi, N. Hayashimoto, M. Morimoto, M. Nakamura, and M. Hoshiba	2018	The Propagation of Local Undamped Motion (PLUM) method: a simple and robust seismic waveform estimation approach for earthquake early warning	Bull. Seismol. Soc. Am.	108(2)	983-1003		10.1785/0120170085	3(2)ア		緊急地震速報のためのサンプルでロバストな地震動推定法として、対象地点付近で観測されたリアルタイムの地震動から直接地震動を予測するPLUM法を提案した。
Furumura, T., T. Maeda, and A. Oba	2019	Early forecast of long-period ground motions via data assimilation of observed ground motions and wave propagation simulations	Geophys. Res. Lett.	46(1)	138-147		10.1029/2018GL081163	3(2)ア	3(1)ウ	観測地震動と有限差分法による3次元非均質構造中の地震波伝播シミュレーションのデータ同化に基づき、巨大地震によって堆積盆地に発生する長周期の地震動を早期に予測する効率的な手法を提案した。
Kodera, Y., N. Hayashimoto, K. Moriwaki, K. Noguchi, J. Saito, J. Akutagawa, S. Adachi, M. Morimoto, K. Okamoto, S. Honda, and M. Hoshiba	2020	First-year performance of a nationwide earthquake early warning system using a waveform-based ground-motion prediction algorithm in Japan	Seismol. Res. Lett.	91(2A)	826-834		10.1785/0220190263	3(2)ア		2018年3月から2019年3月に発生した地震を用い、気象庁研システムへの導入初年度のPLUMアルゴリズムの性能を評価した。PLUMは大きな誤差なく地震動を予測し、警報の真実と誤差を減らすことができた。波動ベースの本手法の導入は、一般市民を含む警報の許容度の許容度が高いEER利用者によりメリットがあることを示した。
イ. 津波の即時予測手法										
Ohno, K., Y. Ohta, S. Kawamoto, S. Abe, R. Hirno, S. Koshimura, A. Mura, and H. Kobayashi	2021	Real-time automatic uncertainty estimation of coseismic single rectangular fault model using GNSS data	Earth Planet. Space	73	127		10.1186/s40623-021-01425-0	3(2)イ	1(6)ア	MCMCを用いて断層モデルの推定不確実性をリアルタイムで推定する手法を提示した。同手法を用いることにより、一枚断層層の未知パラメータや地震規模の誤差を定量的に推定することが可能となった。同手法は国土地理院のリアルタイムGNSS観測システムREGARDへの技術移転が完了しており、2021年6月現在、同システムにおいて試験運用が実施されている。将来的に実際の地震変動監視に活用することが期待され、その重要性はきわめて高い。
Wang, Y. and K. Satake	2021	Real-time tsunami data assimilation of S-net pressure gauge records during the 2016 Fukushima earthquake	Seismol. Res. Lett.	92(4)	2145-2155		10.1785/0220200447	3(2)イ		2016年福島県沖地震におけるS-net圧力計記録のリアルタイム津波データ同化について調べた。津波シグナルの自動検出アルゴリズムと津波数値シミュレーションとを組み合わせた、三陸沿岸の検潮所における津波の到来とその波形を到着前に予測できることを示した。
ウ. 火山噴出物による災害誘因の即時予測手法										
Iguchi, M., H. Nakamichi, and T. Taneguri	2020	Integrated study on forecasting volcanic hazards of Sakurajima volcano, Japan	J. Disaster Res.	15(2)	174-186		10.20965/jdr.2020.p0174	3(2)ウ	2(5)	桜島火山の火山災害予測に関する統合研究についてまとめた。
Syarifuddin, M., S. Oishi, H. Nakamichi, M. Maki, R. I. Hapsari, H. G. Mawandha, N. Aisyah, A. Basuki, A. Loecman, M. Shimamura, and M. Feuchi	2020	A real-time tephra fallout rate model by a small-compact X-band Multi-Parameter radar	J. Volcanol. Geotherm. Res.	405	107040		10.1016/j.jvolgeores.2020.107040	3(2)ウ		シナプソン火山とメラピ火山において、小型Xバンドマルチパラメータレーダによるテフラ降下量時間計測モデル化を行った。噴火時のリアルタイムデータによるテフラ降下の監視における、Xバンドレーダの重要性を確認することができた。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
Tanaka, H., H. Nakamichi, and M. Iguchi	2020	PIUFF model prediction of volcanic ash plume dispersal for Sakurajima using MP radar observation	Atmosphere	11(11)	1240	○	10.3330/atmos1111-240	3(2)ウ		MPレーダー観測による桜島のPIUFFモデルによる火山灰飛散予測を行った。本研究により、MPレーダーによる直接観測が煙柱高度と飛散のモデル予測値を明らかに改善し、予測モデルの信頼性を向上させたことを実証した。
Meki, M., Y. Kim, T. Kobori, K. Hirano, D. Lee, and M. Iguchi	2021	Analyses of three-dimensional weather radar data from volcanic eruption clouds	J. Volcanol. Geotherm. Res.	412	107178	○	10.1016/j.jvolgeor.2021.107178	3(2)ウ		火山噴火雲の3次元気象レーダーデータの解析を行った。気象レーダーデータの次元解析と可視化が、噴火柱の内部構造とその3次元気象分布の解析に有効であることを示し、火山噴火柱のダイナミクスと降灰の水平輸送の理解に寄与する。
Miwa, T., N. Geshi, J. Itoh, T. Tanada, and M. Iguchi	2021	Automatic onsite imaging of volcanic ash particles with VOLCAT: towards quasi-real-time eruption style monitoring	J. Volcanol. Geotherm. Res.	416	107267	○	10.1016/j.jvolgeor.2021.107267	3(2)ウ	1(4)ア	火山噴火雲の噴火様式モニタリングに向けたVOLCATによる火山灰粒子の自動オンライン撮影を行った。VOLCATによる火山灰粒子の迅速な特性把握は、火山活動継続中の噴火様式をリアルタイムで評価することを可能にする。
Sato, E.	2021	Kusatsu-Shirane volcano eruption on January 23, 2018: observed using JMA operational weather radars	Earth Planet. Space	73	117	○	10.1186/s40623-021-01445-w	3(2)ウ	3(3)	気象庁運用気象レーダーで観測した2018年1月23日の草津白根火山噴火の様子について調べた。レーダーのエコー伝播の観測値は噴火時の迅速な噴出物と一致する。噴煙高度の範囲と噴火時の火山性微動の継続時間に基づき噴出物の推定値は現地調査の結果と一致せず、噴火様式をパラメトリックに考慮する必要があることを示した。
新堀敏基・石井憲介	2021	気象庁移流拡散モデル設計書	気象研究所技術報告	84	146 pp		10.11483/jmritechre.p084	3(2)ウ	3(3)	気象庁は火山灰情報(VAA)や火山灰降灰予報(VAFF)を出すために全球および地域大気輸送モデル(ATM: JMA-GATM, JMA-RATM)を運用している。本テクニカルレポートでは、新JMA-ATMの設計・開発について紹介する。
(3) 地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究										
内藤健裕・橋本雄一	2018	積雪寒冷都市における津波避難困難地域に関する空間分析—北海道釧路市を事例に—	GIS—理論と応用	27	123	○		3(3)	5(6)	積雪寒冷都市の沿岸都市内における津波避難困難地域において、避難圏域と避難場所到達圏域に注目し、避難者と避難場所収容能力との関係から、都市部における避難場所の収容能力不足、周辺部における避難場所への到達困難という状況を明らかにした。
安本真也・石津陵・森野周・関谷直也	2020	「南海トラフ地震に関連する情報」に対する住民の反応	災害情報	18	95-105	○		3(3)	5(6)	「南海トラフ地震」に関連する情報に対して、静岡県・草刈町の住民が發出時どう反応するかの調査を実施した。結果、この情報については約半数の人が知っているものの、それをもとにどう判断すればよいかは難しいと考えられていること、南海トラフ地震に関連する情報(臨時)が出された際、その情報だけでなく気象庁がどう呼びかけるか、地方自治体からのような情報を出すまで避難の意思が大きく変わることなどがわかった。
4. 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究										
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明										
室井研二	2018	発展途上国における開発と災害—スマトラ地震とアチエの事例	地域社会学会年報	30	97-110	○		4(1)	4(1)	スマトラ沖地震、津波による最大の被災地であるインドネシアのアチエの社会変化について紹介する。アチエ州の災害復興は、災害研究のみならず、地方分権が進む現体制下でのコミュニティ研究、地域研究にとっても意義深いものである。
澤田雅浩	2019	割地制度の廃止と被災地への応用可能性に関する一考察—新潟県長岡市信濃川沿岸での実態調査を通じて	地域安全学会論文集	35	59-65	○	10.11314/jiss.35.59	4(1)	4(2)	信濃川流域における割地制度の特長を明らかにしている。河川の増水などによって割地が被害を受けた場合のリスクの共有や、土地買収や地地の借借によって生じた金融的やりとりが土地の維持管理に有用であることを指摘している。
杉森裕子	2020	「江戸大地震之図」を読む	角川選書		272pp.			4(1)	1(1)ア	国史・島津堂文庫中の「江戸大地震之図」、ほぼ同じ絵巻がアイルランドのチエスター・ビニー図書館にあり、近衛家に目撃されたという2本の絵巻はなぜ作られたのか。地震による混乱と復興はどう描かれているのか。薩摩藩邸とそこにいた黒船を描く意図は何か。画像を解析し、文献史料をあわせて読むと、地震にとどまらぬ事実が浮き彫りになっていく。安政江戸地震を通して幕末の政治と江戸の社会を語る絵巻史料に迫る。
Xu, J. and M. Takahashi	2020	Progressing vulnerability of the immigrants in an urbanizing village in coastal China	Environ. Dev. Sustain.	23	8012-8026	○	10.1007/s10688-020-00914-8	4(1)	5(5)	中国沿海部の都市化する村において、新しく移住した人々にとどのようにして災害脆弱性が生じているかを調べた。本研究の結果は、意思決定者に対して、地元民と移住してきた人々との間の不公平を軽減し、ハザードリスクに対する社会の結束力を高めるための政策を提言する。
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究										
Sakamoto, M., M. Kuri, M. Iguchi, N. Meki, T. Ichiko, N. Sekiya, and H. Kobayashi	2016	Disaster Governance in Disaster Management Planning—Analysis of the Evacuation Planning Process for Kuchinoerabujima Volcano Eruption	J. Nat. Disaster Sci.	37(2)	105-117	○	10.2328/jnds.37.105	4(2)	4(1)	防災計画における災害方ハナンスについて、口永良島火山噴火における避難計画プロセスの分析を行った。2014年8月3日の火山噴火後、災害方ハナンスが政府主導から民間とコミュニティの協働に移行し、避難計画がより効果的に取られたことがわかった。
Iinouchi, M., K. Tamura, H. Hayashi, and K. Shimizu	2017	Time-Series Analysis of Workload for Support in Rebuilding Disaster Victims' Lives—Comparison of the 2016 Kumamoto Earthquake with the 2007 Niigataken Chuetsu-oki	J. Disaster Res.	12(6)	1161-1173	○	10.20965/jdr.2017.12.1161	4(2)	4(1)	被災者生活再建支援の業務量時系列分析で2016年熊本大地震と2007年新潟県中越沖地震の比較を行った。一定の条件を満たした場合、日々の業務量を推定できる可能性が高いことがわかった。

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連の深い建物の項目	次に関連の深い建物の項目	概要説明
Kimura, R., S. Ohtomo, and N. Hirata	2017	A Study on the 2016 Kumamoto Earthquake: Citizen's Evaluation of Earthquake Information and Their Evacuation and Sheltering Behaviors	J. Disaster Res.	12 (6)	1117-1138	○	10.20965/jdr.2017.p1117	4 (2)	4 (1)	平成28年熊本地震に関する一考察として、地震情報に対する市民の評価とその避難・避難行動について調べた。2016年末に実施したアンケート調査から、熊本地震の一連の現象が、被災者の対応行動や被災地の復旧・復興に大きな影響を与えたと考えられる。
Sugiura, M., R. Nouchi, A. Honda, S. Sato, T. Abe, and F. Imanura	2020	Survival-oriented personality factors are associated with various types of social support in an emergency disaster situation	PLoS One	15 (2)	e0228875	○	10.1371/journal.pone.0228875	4 (2)	5 (6) 5 (7)	2011年東日本大震災の津波被災者を対象とした調査データを用い、津波避難の最中の自助行動と災害発生から8因子との関係性を調べた。避難中の者がけいこにリーダシップやボランティア活動的健康が、実際の自助行動の問題解決、参加者エチケット、自己超越が関与していた。8つの「生きている力」のうち6つの因子が、他者を助けることに関係していたことは、我々の心が他者を助けることが自分が生きることに関与していることを示している。
5. 研究を推進するための体制の整備										
(1) 推進体制の整備										
Ohkura, T. and K. Nogami	2020	Five-Year Achievements of Volcano Program Promotion Panel	J. Disaster Res.	15 (2)	106-111	○	10.20965/jdr.2020.p0106	5 (1)	2 (4)イ, 2 (5)	火山プログラム推進協議会の5年間の成果についてまとめた。低周波から大規模までの火山現象の解明、火山噴火のモデル化、観測手法の改善について、主な成果の概要を紹介した。
(2) 分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制										
ア. 南海トラフ沿いの巨大地震										
Fujiwara, O., K. Goto, R. Ando, and E. Garrett	2020	Paleotsunami research along the Nankai Trough and Ryukyu Trench subduction zones - Current achievements and future challenges	Earth-Sci. Rev.	210	1033333	○	10.1016/j.earscirev.2020.103333	5 (2)ア	1 (3)	南海トラフと琉球海溝の沈み込み帯に沿った古津波研究について、現在の成果と今後の課題をまとめた。
Shibutani, T.	2020	General Research Group for the Nankai Trough Great Earthquake	J. Disaster Res.	15 (2)	165-173	○	10.20965/jdr.2020.p0165	5 (2)ア		南海トラフ巨大地震総合研究グループについて、5年間(2014年～2018年)に開催されたワークショップについて報告し、研究班のスキームに沿った5カ年計画の成果をまとめた。また、これらの活動の中で表面化した問題点についても考察した。
イ. 首都直下地震										
ウ. 千島海溝沿いの巨大地震										
Katsumata, K. and Zhuang, J.	2020	A new method for imaging seismic quiescence and its application to the Mw=8.3 Kurile Islands earthquake on 15 November 2006	Pure Appl. Geophys.	177	3619-3630	○	10.1007/s00024-020-02498-w	5 (2)ウ	1 (2), 2 (2)イ, 2 (3)	地震静化の識別と可視化のための新しいイメージング手法を提唱し、2006年11月15日に発生した千島列島地震へ適用した。地震静化期間は、1990年1月に始まり、15.4年間続くこと、これまで他の方法では認識されていなかったものが確認された。
Tanioka, Y.	2020	Improvement of near-field tsunami forecasting method using ocean-bottom pressure sensor network (S-net)	Earth Planet. Space	72	132	○	10.1186/s40623-020-01268-1	5 (2)ウ	1 (2)	Tanioka and Gusman (2018) で開発された震源域近傍の海底圧力観測データを同化する事で津波予測を高度化し、実際のS-net観測点配置で津波即時予測可能とした。また、北海道太平洋沖17世紀型巨大地震モデルや根室半島沖巨大地震モデルに適用し有効性を確かめた。
エ. 桜島大規模火山噴火										
オ. 高リスク小規模火山噴火										
(3) 研究基盤の開発・整備										
ア. 観測基盤の整備										
Tsuji H. and H. Hatanaka	2018	GEOMET as infrastructure for disaster mitigation	J. Disaster Res.	13 (3)	424-432	○	10.20965/jdr.2018.p0424	5 (3)ア	5 (3)イ	国土地理院が運用する1300点以上からなるGNSS基準局網、GEOMETについて、被災のためのインフラの観点からまとめた。4つのブレイクに囲まれ、相互作用によって地震や火山活動が連鎖的に起こる日本では、地震変動をリアルタイムで監視し、災害を軽減するための測地インフラを維持することが重要である。
Tekagi, R., N. Uchida, T. Nakayama, R. Azuma, A. Ishigami, T. Okada, T. Nakamura, and K. Shiomi	2019	Estimation of the orientations of the S-net cabled ocean bottom sensors	Seismol. Res. Lett.	90 (6)	2175-2187	○	10.1785/01220190093	5 (3)ア	1 (6)ア	S-netの地震計センサーは三成分の方向が未知であるため、そのままでは観測データを十分に活用できない。本論文では、観測データをS-netに全150観測点のセンサー設置姿勢、方位を推定し、三成分記録を活用できることを示した。本研究の結果は、最先端観測網のデータに対して多様な地震学的解析を可能にするものであり、今後の重要な研究資源となると考えられる。
Aoi, S., Y. Asano, T. Kunugi, T. Kimura, K. Uehira, N. Takahashi, H. Ueda, K. Shiomi, T. Matsumoto, and H. Fujiwara	2020	MONLAS: NIED observation network for earthquake, tsunami and volcano	Earth Planet. Space	72	126	○	10.1186/s40623-020-01250-x	5 (3)ア		防災科学技術研究所津波火山観測網(MONLAS)は、平成7年(1995年)兵庫県南部地震及び平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の発生を契機に構築され、2017年11月より運用されている。MONLASで取得されるリアルタイムデータは、地震学的研究のみならず、緊急地震速報、津波警報、地震工学、鉄道制御などにも活用され、社会実装が確実に進捗している。
イ. 観測・解析技術の開発										

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	DOI	最も関連性の深い建物の項目	次に関連性の深い建物の項目	概要説明
Kawamoto, S., Y. Ohta, Y. Hiyama, M. Todoriki, T. Nishimura, T. Furuya, Y. Sato, T. Yahagi, and K. Miyagawa	2017	REGARD: A new GNS3-based real-time finite fault modeling system for GEONET	J. Geophys. Res.: Solid Earth	122(2)	1324-1349	○	10.1002/2016JB013485	5(3)イ	3(2)ア	GEONETのためのGNS3ベースの新しいリアルタイム有限断層モデリングシステム、REGARDについて紹介し、このシステムが地震計に基づくマグニチュード決定システムを補完できることを示した。
Sandenbata, O., S. Wataada, K. Satake, Y. Fukao, H. Sugioka, A. Ito, and H. Shirobara	2017	Ray tracing for dispersive tsunamis and source amplitude estimation based on Green's law: Application to the 2015 volcanic tsunami earthquake near Torishima, South of Japan	Pure Appl. Geophys.	175	1371-1385	○	10.1007/s00024-017-1746-0	5(3)イ	1(3)ア	分散型津波の波数追跡とグリーン関数の法則に基づく震源振幅推定を行い、2015年に発生した島島近海火山性津波地震へ適用した。
Olah, L., H. K. M. Tanaka, T. Ohminato, and D. Varga	2018	High-definition and low-noise muography of the Sakurajima volcano with gaseous tracking detectors	Sci. Rep.	8	3207	○	10.1038/s41598-018-21423-9	5(3)イ		ガス状粒子追跡検出器による桜島火山の高精細・低ノイズミュオングラフィについて紹介し、新たな技術を用いたミュオングラフィ観測により、昭和火口の各クレタの高精細密度マップをこれまで達成できなかった高精度で決定できることを示した。
Yokota, Y., T. Ishikawa, and S. Watanabe	2018	Seafloor crustal deformation data along the subduction zones around Japan obtained by GNS3-A observations	Sci. Data	5	180182	○	10.1038/sdata.2018.182	5(3)イ	2(1)ア	GNS3-A観測による日本周辺沈み込み帯の海底地震変動データについて紹介した。1990年代半ばから開始されてきた全地球規模沈み込み帯システム-音響測距(GNS3-A)複合技術によるデータは、日本周辺の沈み込み帯での地震学的現象の調査に利用でき、メガトラス帯のさらなる理解が促進される。
篠原雅尚	2019	海底における地震・津波・地殻変動のモニタリング - 海底ケーブルネットワーク	海洋調査技術	31	11-16	○		5(3)イ		海底における地震・津波・地殻変動のモニタリングについて、近年の海底ケーブルネットワークによる観測研究を紹介した。
Tsutsui, T., Y. Hirayama, T. Ikeda, K. Takeuchi, and H. Ando	2019	Feasibility Study on a Multi-Channelled Seismometer System With Phase-Shifted Optical Interferometry for Volcanological Observations	J. Disaster Res.	14(4)	592-603	○	10.20965/jdr.2019.140592	5(3)イ		光ファイバによって伝送されたレーザ光によって振りの変位を検出する地震計のフェーズシフトシステムを実験を行い、この地震計システムが火山観測に使用できる可能性があることを確認した。
牛嶋正則・児島正一郎・山田真章	2020	ESPRIT-TomoSARを用いたマルチベースライン航空機SARデータの三次元イメージング	電子情報通信学会論文誌	J103-B(8)	321-331	○	10.14923/transsonj.201910P013	5(3)イ		マルチベースラインによる地表の高精度な高度計測法を提案し、その精度評価を実施して、実用レベルで地表の構造物の3次元計測ができることを明らかにした。
Matsumoto, H., E. Araki, T. Kimura, G. Fujie, K. Shiraiishi, T. Tonegawa, K. Ohana, R. Arai, Y. Kaiho, Y. Nakamura, T. Yokobiki, S. Kodaira, N. Takahashi, R. Ellwood, V. Yartsev, and M. Karrenbach	2020	Detection of hydroacoustic signals on a fiber-optic submarine cable	Sci. Rep.	11	2797	○	10.1038/s41598-021-82093-8	5(3)イ	2(1)ア	分散型音響センシング (DAS: Distributed Acoustic Sensing) 技術により、光ファイバ海底ケーブルを利用して、エーガンによる人工震源からの水中音波の観測と検出を行った。DASにより、ハイドロフォンと等価な波形が観測されること、また10kmにわたるコーヒレントな水中音波を明確に観測できることが明らかとなった。さらに陸上から50kmまで観測が連続的に観測されることから、DASは微小の水中音波を検知できることが期待できる。
中川茂樹・加藤慶太郎	2020	WINフォーマットデータをObsPyで読み込む新しいモジュール	東京大学地震研究所技術研究報告	26	31-36	○		5(3)ウ	5(3)ア	ObsPy付属のWIN読み込みモジュールには、WINフォーマットデータの圧縮解凍や次元等の取扱いにバグがあり、動作も遅いという問題点が存在したため、WINシステムの共有ライブラリを用いた新たなモジュールを作成し、これらの問題を解決した。
Takarada, S.	2017	The Volcanic Hazards Assessment Support System for the Online Hazard Assessment and Risk Mitigation of Quaternary Volcanoes in the World	Front. Earth Sci.	5	102	○	10.3389/feart.2017.00102	5(3)エ	1(1)ウ	6-MER火山災害予測支援システムは、火山噴火、火山噴火、火山噴火、火山噴火、火山噴火の統合化を図り、火山ハザード評価の支援ツールとしての活用を目指し、WebGISにより、ユーザーが利用しやすいインターフェイスを提供している。火山重力流 (エンジェルコーンとTan2D)、地下テフラ (Ephra2) のシミュレーションが実行でき、世界中のほぼ全ての第四紀火山で、ハザード評価を行うことができる。
Kano, M., N. Aso, T. Matsuzawa, S. Ide, S. Annoura, R. Arai, S. Baba, M. Bostock, K. Chao, K. Heki, S. Itaba, Y. Ito, N. Kamaya, T. Maeda, J. Maury, M. Nakamura, T. Nishimura, K. Ohana, K. Ohta, N. Pojata, B. Rousset, H. Sugioka, R. Takagi, T. Takahashi, A. Takeo, Y. Tu, N. Uchiida, Y. Yamashita, and K. Obara	2018	Development of a Slow Earthquake Database	Seismol. Res. Lett.	89(4)	1566-1575	○	10.1785/srl201800215	5(3)エ	1(1)ア, 1(3)ア, 4(2)イ, 2(2)ア	2000年前後から世界中で発見されてきた各種スロー地震について、それらのカタログを収集し、フォーマットを整え、データベースを構築して公開を行っている。公開WEBではカタログをダウンロードできるとともに、グループマップ上で集積カタログをオーバーレイ可能であり、様々な研究に活用されることを期待される。
須藤巧哉・山崎文雄・松田昌志・井ノ口宗成・郷江啓・劉ウエン	2019	益城町の罹災証明データに基づく2016年熊本地震に対する建物被害関数の構築	日本地震工学会論文集	19(4)	4_13-4_31	○	10.5610/jae.19.4_13	5(4)		2016年熊本地震における熊本県益城町の家屋被害認定調査結果に基づき建物被害関数を構築した。その結果、木造建物の全壊率は、地震、S震、LS震と比較して、建物の罹災証明データが古くなるほど大きく異なる傾向が顕著にみられた。建物被害関数は最大地震震度および計測震度に対する、構造別、木造の建築年代別とし、1995年兵庫県南部地震より同一の最大地震震度における全壊率が低くなる傾向であった。

(4) 関連研究分野との連携強化

ウ. 地震・火山現象のデータ流通

エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

著者名	発表年	題名	雑誌名	巻	ページ	査読の有無	D01	最も関連の深い建議の項目	次に関連の深い建議の項目	概要説明
(5) 国際共同研究・国際協力										
Hardebeck, J. L. and T. Okada	2018	Temporal stress changes caused by earthquakes: A review	J. Geophys. Res.: Solid Earth	123 (2)	1350-1365	○	10.1002/2017JB014617	5 (5)	1 (3) ア	東北地方太平洋沖地震を始めとする世界中の地震時の応力変化についてレビューを行った。地震時の応力変化から背景の差応力を推定する手法について既報論文を確認し、提案した。今後の課題として、地震後の回復過程の検討や、応力の不均質性を考慮する可能性などを示した。
Graham, K. M., M. K. Savage, R. Arnold, H. J. Zai, T. Okada, Y. Iio, and S. Matsumoto	2020	Spatio-temporal analysis of seismic anisotropy associated with the Cook Strait and Kaikoura earthquake sequences in New Zealand	Geophys. J. Int.	223 (3)	1987-2008	○	10.1093/gji/egaa433	5 (5)	1 (3) ア	カイトワラ地震に関連した応力再配分を確認することをも目的に、カイトワラ地震領域のS波スプリッティング解析を行った。得られた速いS波の振動方向には空間変化が見られた。原因としては断層等の構造性の異方性や応力による異方性などが考えられる。S波スプリッティングとNP/NBの時間変化も見られたが、震源分布の速い応力に異なる異方性領域を通過したことが原因の可能性もある。
(6) 社会との共通理解の醸成と災害教育										
Kimura, R., H. Miyake, K. Tamura, N. Kato, Y. Morita, M. Iguchi, Y. Tanioke, K. Koketsu, Y. Kuroda, H. Oshima, and K. Satake	2020	Research for contributing to the field of disaster science: A review	J. Disaster Res.	15 (2)	152-164	○	10.20965/jdr.2020.p0152	5 (6)	4 (1), 4 (2)	災害科学分野に貢献するための研究をレビューした。地震・火山噴火の災害事例研究、地震・火山噴火の災害発生メカニズムの解明、地震・火山噴火の減災のための情報の高度化、防災業務・防災対応に関わる研究者・技術者・人材の育成の4つの観点から、研究成果を整理した。
(7) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成										
吉本充宏	2016	日本火山学会における火山防災への取り組み	地質と調査	145	44-48	○		5 (7)		日本火山学会では、火山学による火山災害の軽減を目的として2004年に臨時委員会として火山防災委員会を設置し、2013年に常設委員会とし、防災に関連する活動を行っている。その火山防災委員会の活動について紹介した。
吉本充宏・千葉達朗	2016	火山における直接・間接的災害の形態とその特性	地盤工学会誌：火山による災害特性と防災技術(4)	64	49-56	○		5 (7)		火山災害の形態と特徴を示し、火山災害の事例を紹介した。火山噴火は火山ごとに特有の場があるため、火山災害を細く人やサーブドマップへの理解を深め、観光客や登山者への対策も含めて、防災情報として活用することが大切となる。

25. 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

【令和2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（第2次）」令和2年度成果報告シンポジウム

日時：令和3年3月16日（火）9:30～3月17日（水）17:10

場所：オンライン開催

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：東京大学地震研究所，京都大学防災研究所

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：352名

○ 地震長期予測ワークショップ

日時：令和2年12月14日（月）13:30～16:30

場所：オンライン開催

主催：東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会 地震（長期予測）部会，企画部戦略室

参加人数：61名

○ 拡大計画推進部会

日時：令和2年5月26日（火）10:00～16:40

場所：オンライン開催

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

参加人数：午前168名、午後163名

【平成31年度（令和元年度）】

○ 新潟県中越地震15周年災害資料シンポジウム「繰り返す災害と長く向き合うために」

日時：令和元年12月15日（日）13:30～17:00

場所：新潟大学五十嵐キャンパス 人文社会科学系棟F棟5階大会議室

主催：災害・復興科学研究所、東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会 史料考古部会「日本海沿岸地域を中心とした地震・火山現象の解明のための史料収集と解析」研究グループ

共催：新潟大学人文学部地域文化連携センター，新潟歴史資料救済ネットワーク，新潟史学会

後援：科学研究費特別推進研究「地域歴史資料学を機軸とした災害列島における地域存続のための地域歴史文化の創成」

参加人数：31名

【平成 30 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 30 年度成果報告シンポジウム

日時：平成 31 年 3 月 13 日（水）13:00 ～3 月 15 日（金）14:50

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，東京大学地震研究所地震・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：300 名

○ 地震予知連絡会 50 周年記念企画公開シンポジウム

日時：平成 31 年 3 月 16 日（土）13:00～15:30

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：地震予知連絡会事務局・国土地理院 地理地殻活動研究センター

共催：東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会

後援：日本地震学会

参加人数：211 名

○ 国際シンポジウム「スロー地震学国際合同研究集会 2018」（予知協海溝型地震研究推進部会・ほか）**International Joint Workshop on Slow Earthquakes 2018**

日時：平成 30 年 9 月 21 日（金）～9 月 23 日（日）

場所：アクロス福岡（福岡県福岡市）

主催：科研費新学術領域「スロー地震学」，東京大地震研究所共同利用研究集会，京都大学防災研究所共同利用研究集会，東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会 海溝型地震部会（合同開催）

参加人数：129 名

○ 地震史料シンポジウム「地域史料から地震学へのアプローチ」

日時：平成 30 年 11 月 30 日（金）13:00～17:30

場所：東京大学福武ラーニングシアター

主催：東京大学地震火山史料連携研究機構，東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会 史料・考古部会

共催：東京大学史料編纂所，東京大学地震研究所

協力：歴史資料ネットワーク，情報処理学会 人文科学とコンピュータ研究会

参加人数：124 名

○ **国際シンポジウム「International Symposium on Earthquake Forecasting/5th International Workshop on Earthquake Preparation Processes」**

日時：平成 30 年 5 月 25 日（金）9:10～5 月 27 日（日）12:20

場所：千葉大学自然科学系総合研究棟 1 自然科学大会議室

主催：千葉大学，東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会

共催：東京大学地震研究所

後援：台湾国立中央大学，米国チャップマン大学，東海大学，地震予知学会

参加人数：136 名

【平成 29 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 29 年度成果報告シンポジウム**

日時：平成 30 年 3 月 14 日（水）9:00～3 月 16 日（金）11:00

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，東京大学地震研究所地震・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：297 名

○ **次期計画検討シンポジウム**

日時：平成 29 年 5 月 1 日（月）9:00～5 月 2 日（火）12:50

場所：東京大学武田先端知ビル 5F 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：東京大学地震研究所，京都大学防災研究所

参加人数：185 名

【平成 28 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 28 年度成果報告シンポジウム**

日時：平成 29 年 3 月 6 日（月）9:30～3 月 7 日（水）18:00

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，東京大学地震研究所地震・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：307名

○ 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

（注）本資料は、研究活動の一環として研究者を対象に開催されたシンポジウム・セミナー等の開催状況を取りまとめたもの

26. 地震火山観測研究計画に関連したアウトリーチ活動

活動種別及び細分	件数	活動種別及び細分	件数
プレスリリース	159	外部主催セミナー等への参加・出展	272
研究成果・論文発表等	55	自治体	112
プロジェクト開始・協定締結等	10	行政機関	18
市民参加プロジェクト	8	民間団体	45
イベント開催・出展	11	その他大学等	22
観測施設・システム整備	14	学会等	24
研究成果の活用	8	その他	51
受賞等	2	国際アウトリーチ活動	37
業務報告・観測成果の発表	48	広報誌・パンフレット(その他)	2
その他	3	建議機関主催シンポジウム・セミナー等(建議機関主催)	9
広報誌・パンフレット	45	外部主催セミナー等への参加・出展(その他大学等)	10
建議参加機関	41	外部主催セミナー等への参加・出展(学会等)	7
学会誌	3	外部主催セミナー等への参加・出展(その他)	7
その他	1	その他(マスメディア対応)	2
建議機関主催シンポジウム・セミナー等	232	その他	111
建議機関主催	196	マスメディア対応	54
プロジェクト主催	36	ラポソアー	36
サイエンスカフェ	35	その他	21
地震・火山噴火予知研究協議会	20	合 計	1056
その他	15		
小中高生向けイベント	165		
小学生向け	23		
中学生向け	19		
高校生向け	72		
小学生向け、中学生向け	5		
中学生向け、高校生向け	15		
その他	31		

・本資料は、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」及び「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」の成果の一般向けの実施状況を取りまとめたものである。
 ・定期的あるいは複数回実施している活動を1件としたものを含む。
 ・国際アウトリーチ活動は、種別毎の件数とは別に計上(重複計上はしていない)。

2.6. 地震火山観測研究計画に関連したアウトリーチ活動 (各活動種別における主なアウトリーチ活動とその概要)

・本資料は、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」及び「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」の成果の一般向けの普及啓発のために各機関で実施されたアウトリーチ活動の実施状況について、活動種別及びその細分毎に主な活動を選択し、取りまとめたものである。

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期（年月日）	国際アウトリーチ活動
1	プレスリリース	研究成果・論文発表等	東京大学地震研究所		UTOKYO VOICES 掲載 ・平成30年3月 031：地震予知はできるのか？ その解明に挑む ・平成30年3月 034：境界を設けずに取り組む ・平成31年3月 051：「もう一声」を追い求め、世界最高性能の超大規模シミュレーションアルゴリズムを開発 ・平成31年4月 057：大容量化の一途を辿る地震ビッグデータの解析アルゴリズム開発プロジェクトを牽引	平成30年3月～平成31年4月（計4回）	
2	プレスリリース	研究成果・論文発表等	海洋研究開発機構・東北大学		無人海上観測機「ウェーブライダー」を用いたGNSS-音響測距結合方式海底地殻変動観測システムを開発し、多くの地点での観測データを1ヶ月あまりの間に自動で取得することに成功	令和2年9月30日	
3	プレスリリース	研究成果・論文発表等	海洋研究開発機構・産総研地質調査総合センター		「ちきゅう」による遠州灘掘削の速報：長期間の連続した地震記録試料を採取	令和2年1月29日	
4	プレスリリース	研究成果・論文発表等	産総研地質調査総合センター		約50年ぶりに富士山の地質図を全面改定 一防災・減災への寄与に期待	平成28年7月15日	
5	プレスリリース	業務報告・観測成果の発表	海上保安庁		・西之島の活動状況に関する観測結果を広報（35回） ・明神礁における変色水確認に関する広報（8回） ・海徳海山における調査結果を広報（1回） ・南西諸島の海域火山観測結果について広報（1回）	平成28年4月～令和2年11月（計45回）	
6	プレスリリース	業務報告・観測成果の発表	気象庁		大規模な地震の発生やその後の推移、噴火警報等の発表時など、地震火山現象への防災対応を呼びかける報道発表に加え、そうした現象発生時におけるJETT（気象庁防災対応支援チーム）・気象庁機動調査班（JMA-MOT）の派遣について、報道発表してお知らせ	随時（現象発生時）	
7	プレスリリース	業務報告・観測成果の発表	気象庁		毎月の地震活動及び火山活動、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会、火山噴火予知連絡会など、地震火山に関する観測・評価結果についてとりまとめたものを報道発表してお知らせ	随時	
8	プレスリリース	プロジェクト開始・協定締結等	東京大学地震研究所		川崎市においてIoT活用による津波被害軽減に向けた共同プロジェクトを開始	平成29年11月24日	
9	プレスリリース	プロジェクト開始・協定締結等	東京大学地震研究所・海洋研究開発機構		小笠原諸島西之島の火山成長過程と生物相成立過程の調査を開始	平成28年9月	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
10	プレスリリース	プロジェクト開始・協定締結等	立命館大学(海洋研究開発機構・J-DESC・東北大学と共同)		国際陸上科学掘削計画(ICDP):南アフリカ金鉱山の大深度からの地震掘削調査の開始～世界初の地震の震源近傍の掘削調査を目指す～	平成29年3月14日	
11	プレスリリース	プロジェクト開始・協定締結等	防災科学技術研究所、JGN		国立研究開発法人防災科学技術研究所と特定非営利活動法人日本シオネットワークとの包括的連携に関する協定の締結について	平成30年10月4日	
12	プレスリリース	プロジェクト開始・協定締結等	防災科学技術研究所、海洋研究開発機構		「南海トラフ地震・津波をはじめとした地震・津波防災に資する調査観測、研究等についての包括的連携協力に関する協定」を締結	令和2年10月8日	
13	プレスリリース	プロジェクト開始・協定締結等	防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、香川大学、坂出市		観測データの南海トラフ地震・津波災害対策への活用に関する連携協定を締結します	令和3年1月29日	
14	プレスリリース	市民参加プロジェクト	京都大学防災研究所・東京大学地震研究所		Webアプリケーション「みんなで翻刻【地震史料】」の公開～市民参加で地震史料を後世に残し、新たな史料発掘へ～	平成29年1月	
15	プレスリリース	市民参加プロジェクト	気象庁地震火山部、防災科学技術研究所		長周期地震動の予測情報に関する初めての実証実験を実施～実証実験への皆様の参加をお待ちしています～(第1期～第3期、計3回)	平成29年11月～令和元年11月(計3回)	
16	プレスリリース	イベント開催・出展	東北大学		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は、スリーエム仙台市科学館と共同して連携展示を開始	令和3年1月21日	
17	プレスリリース	イベント開催・出展	京都大学理学研究科火山研究センター		2016年熊本地震により被災した火山研究センターのマスコミ公開: ・平成29年4月 被災した火山研究センター公開 ・令和2年5月 復旧工事(ジャッキアップ)作業 ・令和3年2月 復旧工事完了とポアホール地震計設置作業	平成29年4月～令和3年2月(計3回)	
18	プレスリリース	イベント開催・出展	防災科学技術研究所東京大学地震研究所		E-ディフェンス公開実験のお知らせ ～災害拠点建物の災害時機能継続性を検証する～	令和元年11月14日	
19	プレスリリース	イベント開催・出展	山梨県富士山科学研究所		「山梨県防災シンポジウム」県公式YouTube公開	令和2年11月25日	
20	プレスリリース	観測施設・システム整備	防災科学技術研究所		日本海溝海底地震津波観測網(S-net)開所記念式典(鹿島陸上局、亘理陸上局、宮古陸上局、八戸陸上局)およびの海底ケーブル陸揚げ作業員学会を千葉県南房総市で実施	平成28年4月～平成28年10月(計5回)	
21	プレスリリース	観測施設・システム整備	防災科学技術研究所		陸海統合地震津波火山観測網をMOWLAS(モウラス)と命名し、本格的な統合運用と周知啓発活動を開始	平成29年10月31日	
22	プレスリリース	観測施設・システム整備	海上保安庁		南海トラフに海底地震変動観測点を新設することについて広報	令和元年7月30日	
23	プレスリリース	観測施設・システム整備	産総研地質調査総合センター		南海トラフ沿いにおける地殻変動監視の強化について	令和2年6月23日	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
24	プレスリリース	観測施設・システム整備	産総研地質調査総合センター		日本全国440火山の情報がひとめでわかるウェブ総合システムを開発 - 世界的にも高精度な「20万分の1日本火山図」データベースを公開 -	令和2年3月24日	
25	プレスリリース	観測施設・システム整備	防災科学技術研究所		日本全国の地震リスクをWeb上で閲覧できるシステム「J-SHIS Map RJ」を開発・公開	令和2年1月28日	
26	プレスリリース	観測施設・システム整備	防災科学技術研究所		「南海トラフ沿いで発生する大地震の確率論的津波評価」をウェブ上で詳しく閲覧できる日本初の確率論的津波ハザード情報を提供するシステム「津波ハザードステーション(J-THIS)」の運用開始	令和2年2月21日	
27	プレスリリース	研究成果の活用	東北大学・大阪大学・NEC・国際航業・エイツ		地震発生後30分以内に津波浸水被害を推計するシステムが内閣府の「津波浸水被害推定システム」として採用	平成29年5月25日	
28	プレスリリース	研究成果の活用	気象庁		南海トラフ地震に関連する情報の新設や津波フラッグの運用開始、気象庁が発表する情報の表現方法の変更(東日本太平洋沖地震の余震の表現等)や技術的な改善の内容などについて、報道発表してお知らせ	随時	
29	プレスリリース	研究成果の活用	気象庁、防災科学技術研究所		津波情報に活用する観測地点の追加について-より迅速かつ、より精度の高い津波情報に向けて-	平成28年7月21日	
30	プレスリリース	研究成果の活用	気象庁、防災科学技術研究所		海底地震観測データの緊急地震速報への活用について	令和元年6月21日	
31	プレスリリース	研究成果の活用	防災科学技術研究所、鉄道総合技術研究所、東日本旅客鉄道株式会社、東海旅客鉄道株式会社、西日本旅客鉄道株式会社		海底観測網データが初めて鉄道の地震防災対策に活用開始へ	平成29年10月30日	
32	プレスリリース	研究成果の活用	ヤフー株式会社、防災科学技術研究所		「Yahoo!天気・災害」、防災科学技術研究所の協力のもと地震の揺れを瞬時かつ視覚的に確認できる「リアルタイム震度」の情報を新たに提供開始	令和元年11月28日	
33	プレスリリース	受賞等	Newton		科学雑誌Newtonの2021年5月号の国内理工系大学ランキングの「地球科学」研究力ランキングで東北大学が2位となり、東北大学の趙教授の研究を紹介	令和3年3月28日	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
34	広報誌・パンフレット	建議参加機関	東京大学地震研究所	東京大学地震研究所	<p>ニュースレターPLUS: No. 24 特集: 地震の経験則の背後にある普遍的理論を導き出す No. 25 特集: 地殻変動観測の限界を超える No. 26 特集: 西之島、初の上陸調査 No. 27 特集: 特集: 2016年熊本地震の本震前に前震域が拡大 No. 28 特集: 日記史料から有感地震データベースを構築 No. 29 特集: 地震後の建物は危険? 安全? 即時残余耐震性能 判定システムを開発 No. 30 特集: 太平洋アレイ」展開開始! No. 31 特集: 地球を数理科学する No. 32 特集: 日本海地震・津波調査プロジェクト No. 33 特集: ネパールの次の巨大地震に備える No. 34 特集: 衛星によって噴火推移をリアルタイムに捉える No. 35 特集: 電磁気で地下構造を観る</p>	平成28年4月～令和3年4月 (計12回)	
35	広報誌・パンフレット	建議参加機関	京都大学防災研究所	京都大学防災研究所	京都大学防災研究所ニュースレター: Vol. 81「2016年熊本地震の震源破壊過程」	平成28年8月1日	
36	広報誌・パンフレット	建議参加機関	立命館大学	立命館大学	立命館大学広報誌RadiantおよびWeb「世界初、震源を直接観測し、地震発生のメカニズムに迫る」	平成30年8月	
37	広報誌・パンフレット	建議参加機関	東京大学大学院理学系研究科	東京大学大学院理学系研究科	学生に伝える研究最前線:地震の始まり方と大きさをわかること	令和2年1月	
38	広報誌・パンフレット	建議参加機関	新潟大学	新潟大学	新潟大学季刊広報誌「六花」 堆積物による日本海沿岸の津波履歴の解明について解説	令和3年7月1日	
39	広報誌・パンフレット	建議参加機関	気象庁	気象庁	パンフレット: 平成29年「活断層の地震に備える - 陸域の浅い地震 -」 平成30年3月『火山 - その監視と防災 -』 令和3年3月「地震と津波」	平成29年～令和3年3月 (3回)	
40	広報誌・パンフレット	建議参加機関	気象庁	気象庁	リーフレット: 平成28年3月「火山への登山の備え」, 「降灰予報」 平成29年「津波防災」 平成30年3月「緊急地震速報～まわりの人に声をかけながらあわてず、まず身の安全を!」 平成30年12月「知ってる? 長周期地震動のこと」 平成31年2月「その震度、どんなゆれ?」 平成31年3月「なるほど! 火山」 令和元年5月「噴火警報と噴火警戒レベル」 令和元年6月「南海トラフ地震 - その時の備え -」 令和2年3月「地震・津波 安全のおしり」 令和3年5月「地震だ、津波だ、すぐ避難!」	平成28年3月～令和3年5月 (計11件)	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
41	広報誌・パンフレット	建設参加機関	山梨県富士山科学研究所	山梨県富士山科学研究所	広報誌・パンフレットでの紹介： ・平成29年6月 ニューズレターVol.21「富士山北麓の噴火の痕跡を探る」 ・平成30年3月 富士山を訪れる登山者の動態を把握する-「富士山チャレンジ」がめざす火山防災のはじめの一歩 ・平成30年12月 富士山火山観察会 ・平成31年3月 テフカラから富士山の爆発的噴火史を調べる ・令和2年12月 絶えず変化する富士山の重力 マグマ移動を捉えるための重力観測で見えるもの	平成29年6月～令和2年12月(計7件)	
42	広報誌・パンフレット	その他	北海道大学	えりも町	えりも町広報誌「広報えりも」防災情報版寄稿	平成23年5月から現在まで毎月1回	
43	建設機関主催シンポジウム・セミナー等	建設機関主催	北海道大学		北大地震火山センター公開講座：北海道の地震と防災(平成28年～令和元年)	平成28年6月～令和元年6月(計4回、毎回2日間開催)	
44	建設機関主催シンポジウム・セミナー等	建設機関主催	北海道大学		北大地震火山センターシンポジウム： 平成28年度 北海道周辺域の地震・津波・火山研究-自然災害に国境はない(日露共同研究の成果) 一 平成29年度 北海道の内陸地震を考える～平成28年熊本地震観測研究を受けて～ 平成30年度 平成30年北海道胆振東部地震～観測から迫る地震発生のメカニズム～ 令和2年度 2000年有珠山噴火から20年 一 経緯を未来に生かす 一	平成29年～令和3年3月(R2除く毎年度末、計4回)	
45	建設機関主催シンポジウム・セミナー等	建設機関主催	東北大学	東北大学・読売新聞	市民のためのサイエンス講座「火山噴火の謎に迫る」	平成28年9月	
46	建設機関主催シンポジウム・セミナー等	建設機関主催	東北大学		東北大学大学院理学研究科・公開サイエンス講座「地震はなぜ起きるのか？」講演	平成29年9月	
47	建設機関主催シンポジウム・セミナー等	建設機関主催	東北大学災害研・京都大学		コロナ時代の不確実性と地震リスク：複眼学習の視点から見直そう(オンラインワークショップ)	令和2年10月	
48	建設機関主催シンポジウム・セミナー等	建設機関主催	東北大学災害研	東北大学災害研・七ヶ浜町	七ヶ浜町×東北大学オンライン・防災シンポジウム2020を開催	令和2年10月	
49	建設機関主催シンポジウム・セミナー等	建設機関主催	東北大学災害研		東北大学災害科学国際研究所主催シンポジウム「東日本大震災から10年とこれから」を開催	令和3年3月	
50	建設機関主催シンポジウム・セミナー等	建設機関主催	東京大学地震研究所		みんなで翻刻ソン(東京大学体験活動プログラム・大学生向け)	令和元年9月～令和3年9月(計3回)	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウトリーチ活動
51	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	東京大学地震研究所		<p>一般公開セミナー： ・平成28年8月 断層運動と地震波、大地震後に建物の継続使用を可能にする技術 ・平成29年8月 電気と磁気で視る地球内部 ・平成30年8月 災害の軽減のための地震発生予測はどこまでできるか？、ししんがいはなし ・令和元年8月 惑星『地球』のふしぎとしくみ、地震の歴史にまなぶ ・令和2年9月 噴煙から読み解く火山噴火メカニズム、あんな、地震の何なのさ？—短期前兆のメタ理論と予知の可能性(オンライン配信)</p>	平成28年8月～令和2年9月(毎年開催)	
52	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	東京大学地震研究所	国立歴史民俗博物館主催、東京大学史料編纂所、東京大学地震研究所、東京大学地震火山史料連携研究機構共催	歴博国際シンポジウム「デジタル化する歴史災害研究」の共催	令和元年7月20日	○
53	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	東京大学地震研究所		地震研究所ホームカミングデー公開講義： ・「スロー地震学」 ・「高性能計算とAIによる地震シミュレーションの高度化」	平成30年10月20日、令和元年10月19日	
54	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	東京大学地震火山史料連携研究機構・史料編纂所・地震研究所		地震史料シンポジウム「地域史料から地震学へのアプローチ」	平成30年11月	
55	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	東京大学地震研究所災害救援ボランティア推進委員会	東京大学地震研究所・災害救援ボランティア推進委員会	東大地震研究所災害救援ボランティア講座(2回)	平成29年8月13-20日、平成30年8月18-25日	
56	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	新潟大学		新潟大学公開講座： (平成29年度前期)「平成28年熊本地震での土砂災害」 (平成29年度前期)「平成28年熊本地震での建物被害と地震災害」 (平成29年度前期)「新潟地域の地震環境と予測される災害」 (平成29年度前期)「よい地盤とわるい地盤とは」 (令和元年度前期)「最近の火山噴火から学ぶこと」 (令和3年度前期)「近年発生した地震・津波災害の特徴と備え」	平成29年5月～令和2年5月(計6回)	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
57	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	新潟大学災害・復興科学研究所		<p>災害環境科学セミナー： 第9回「火山における地殻変動観」 第15回「鳥海山の1801年(享和元年)ブルカノ式噴火に伴う火山噴火」 第25回「火山活動の観測からとらえる噴火の予兆」 第26回「地域とつながる気象台～最近の取り組み～」 第28回「湖底から火山供給源へ：湖底火山精密度流堆積物の特徴と高時間分解能解析に基づく消えた陸上噴火記録の復元、福島県猪苗代湖の例」 第30回「岩手県内における自主防災組織立ち上げ、活性化への取り組みについて」 第31回「新潟県中越地震から15年 人を育む・未来を創る～防災を通して教育～」 第32回「学校現場ですぐに役立つ防災教育と災害時の対応」 第34回「2018年北海道胆振東部地震による地盤・斜面災害について」 第35回「新潟県内の先生を対象とした防災研修 学校現場ですぐに役立つ防災教育と災害時の対応」 第36回「主体的・対話的で深い学びのある防災教育」 第39回「日本海・津波研究」</p> <p>公開シンポジウム 「新潟県中越地震から15年-被災地の復興支援活動と今後の課題-」 9名の発表者から「復旧・復興における地域性を反映させた支援制度」、「復旧期の支援活動・手法事例」、「地域性をふまえた復興事例」、「未来への伝承、教育」について報告</p> <p>新潟県中越地震15周年災害資料シンポジウム「繰り返す災害と長く向き合うために」 被災歴史資料・民族資料の保全活動について報告し議論</p> <p>地震短期予測への挑戦、千葉大学理学部公開講座「南関東で発生した巨大地震と地震短期予測への挑戦」</p> <p>公開ワークショップ ・「東日本大震災からの復興：社会学×社会学」 ・「リスクをめぐる地震学×社会学」</p> <p>Special panel: comparative study of mega-disaster and society in Japan, China, Indonesia</p> <p>China-Japan workshop on recovery and reconstruction from catastrophes</p> <p>公開コロキウム「大規模地震災害からの復興と備え」</p>	平成28年7月～令和3年8月(計12回)	
58	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	新潟大学災害・復興科学研究所			令和元年9月22日	
59	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	新潟大学災害・復興科学研究所			令和元年12月15日	
60	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	千葉大学大学院理学研究院			令和元年11月9日	
61	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	名古屋大学	名古屋大学コミュニケーション防災研究会		平成28年5月22日、平成28年8月23日	
62	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	名古屋大学	名古屋大学コミュニケーション防災研究会		平成28年8月8日	○
63	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	名古屋大学	名古屋大学コミュニケーション防災研究会		平成30年3月21日	○
64	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	名古屋大学	名古屋大学コミュニケーション防災研究会		平成30年11月23日	
65	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	名古屋大学減災連携研究センター	名古屋大学コミュニケーション防災研究会		平成29年6月29日	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
66	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	鳥取大学工学部		防災・減災シンポジウム「近年の自然災害を教訓に今後に備える」(於鳥取大)	平成31年3月29日	
67	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	鳥取大学工学部		地震調査報告会(於鳥取大)： ・平成28年熊本地震 ・平成28年鳥取県中部の地震 ・平成30年島根県西部の地震	平成28年6月23日， 平成28年11月26日， 平成30年6月7日	
68	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	京都大学防災研究所	京大、鳥取大地主催、 鳥取県共催	・鳥取県中部地震1年地震防災講演会 ・鳥取県中部地震2年フォーラム	平成29年9月23日， 平成30年10月20日	
69	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	京都大学防災研究所		「京大ウィークス」と呼ばれる活動の一環で、毎年施設公開および研究活動を紹介、南海トラフ地震や中央構造線に関係する四国の過去の斜面災害等について現地見学や観測の取り組みを紹介	平成28年10月～令和2年10月(毎年開催)	
70	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	国立研究開発法人 報道通信研究機構		知って！学べる！SARデータ分析チャレンジ：オンライン学習と会場イベント。約2か月にわたり、情報通信研究機構から提供されるシステム基盤とSARデータの分析トレーニング教材を使って個々のペースでオンライン学習に取り組み、会場イベントにて、チームでオリジナル災害マップの制作にチャレンジした。	平成31年3月18日～令和元年5月17日	
71	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	気象庁		南海トラフ地震 地域「防災・減災」シンポジウム： 南海トラフ地震臨時情報、緊急地震速報、津波警報、長周期地震動に関する情報などの活用を紹介するとともに、南海トラフ地震や東日本大震災を振り返りながら、防災に関する取組など命を守るための地域防災をテーマに議論	平成30年～現在	
72	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	気象庁		学校等教育機関と連携した防災教材・教育コンテンツの作成、及びそれを踏まえたワークショップ等の開催	随時	
73	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	海上保安庁		水路記念日の展示 ・パネル展「生きている鹿児島海域火山」を実施 ・特別展示「日本の海を広げた西之島」	平成29年9月6日， 平成29年9月15日	
74	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	海洋研究開発機構		横浜研究所休日開館公開セミナー ・「地震波を使って海底下を診る」 ・「南海トラフ地震観測の最前線」 ・「海底観測から「新種の地震」の謎に迫る」	平成28年8月20日， 平成29年8月19日， 平成30年4月21日	
75	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	海洋研究開発機構		シンポジウム次の巨大地震に備える～海域地震津波・地殻変動観測の成果と展望～ 講演タイトル「JAMSTEC研究成果・計画の概要」(地震課題シンポジウム)	平成29年3月16日	
76	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	海洋研究開発機構・東北大学		海洋研究開発機構・東北大学共催シンポジウム 我々は東北沖地震から何を学んだか？—その時何が起こり、これからどうなるのか—	令和2年2月27日	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
77	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	国土地理院		地震予知連絡会を主催。議事公開、重点検討課題などの検討内容のWeb配信などを通じて、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た。また、地震活動の予測手法の現状を報告、検討することで、地震発生の予知予測に関する研究の現状を社会に伝えた。	平成29年度～令和3年度	
78	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	国土地理院	地震予知連絡会	地震予知連絡会50周年シンポジウム	平成31年3月16日	
79	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	産総研地質調査総合センター		地震・津波・火山に関する自治体職員研修	年1回開催	
80	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	奈良文化財研究所		「大地鳴動～大地の知らせる危機と私たちの生活」展 平城宮跡資料館令和3年度春季特別企画展 発掘調査で見られる災害痕跡についての写真や土層転写資料、データベースを用いた展示	令和3年4月29日～5月30日(6月30日まで会期延長)	
81	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	防災科学技術研究所		シンポジウム「地震津波火山災害に強い社会を目指して」 ～全国を網羅する陸海統合観測網の誕生～	平成29年11月29日	
82	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	防災科学技術研究所	国家防災研究院(韓国NDMI)、国家災害防救科技センター(台湾NCDR)、NIED	日韓台防災ワークショップ 第9回日韓台防災ワークショップ	平成30年6月19日	○
83	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	防災科学技術研究所	海洋研究開発機構	DONET室戸一般公開	平成28年8月19-21日	
84	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	防災科学技術研究所、リアルタイム地震・防災情報利用協議会		国土セイフティネットシンポジウム ・第16回「自然災害に立ち向かうSIP」～世界の防災技術をどう活かすか～ ・第17回「災害から学ぶ新たな防災技術」～ Society5.0で活かす防災技術～ ・第18回「日本経済を直撃する巨大災害リスク」～企業に求められる災害への備え～ ・第19回「激甚災害から社会・経済を守る」	平成29年2月～令和2年2月(計4回)	
85	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	北海道立総合研究機構		道総研地域セミナーで津波浸水想定について紹介	平成31年1月	
86	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	山梨県富士山科学研究所		国際シンポジウム主催 ・2016「堆積物から噴火の歴史を読み取るー火山山麓の湖から」 ・2017「火山噴火と防災対応」 ・2018「火山モニタリング観測と火山活動予測」 ・2019「火山噴火とリスクコミュニケーション」	平成29年1月～令和元年11月(計4回)	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
87	建議機関主催シンポジウム・セミナー等	建議機関主催	山梨県富士山科学研究所		山梨県防災シンポジウム「富士山火山防災対策」 地震・火山噴火予測研究のサイエンスカフェ 第1回：近年の浅間山噴火等を例にした、火山噴火予測研究の現状 第2回：大地震発生後の地震活動の推移予測の難しさ 第3回：地震に先行する現象の評価：災害情報への利用可能性 第4回：火山の観測研究体制・人材育成の現状と課題 第5回：地震の基盤観測 第6回：歴史記録を地震の長期予測に役立てる 第7回：千島海溝沿いの巨大地震 第8回：余震観測からわかること 第9回：雲仙普賢岳火砕流から30年：発生過程の解明と災害の教訓 第10回：コンゴ・ニイラゴンゴ火山の噴火と火山研究における国際協力	令和2年11月20日	
88	サイエンスカフェ	地震・火山噴火予知研究協議会	東京大学地震研究所		懇談の場： ・「遠地津波の到達はなぜ予想時刻から遅れるのか?」「今の地震学に出来ないこと」→非線形と非平衡の物理で挑む地震 ・「地殻変動観測の限界を超える」 ・「西之島の噴火活動」 ・「2016年熊本地震の本震前に前震域が拡大」 ・「日記史料から有感地震データベースを構築」 ・「地震後の建物は危険?安全?即時残余耐震性能判定システムを開発」 ・「『太平洋アレイ』展開開始!」 ・「地球を数理科学するービッグデータと統計学で拓く地震研究の未来ー」 ・「日本海地震・津波調査プロジェクト」 ・「電磁気で地下構造を観る」	令和元年12月～令和2年7月(計10回)	
89	サイエンスカフェ	地震・火山噴火予知研究協議会	東京大学地震研究所			平成28年6月～令和3年5月(計10回)	
90	サイエンスカフェ	その他	名古屋大学環境学研究科地球環境科学専攻		サイエンスカフェ「地震データから御嶽山の声を聴く」	平成28年6月25日	
91	サイエンスカフェ	その他	京都大学防災研究所		阿武山地震観測所オーブンラボにおける地震観測機器見学と解説(講義)	平成28年～令和3年(計307回)	
92	サイエンスカフェ	その他	神戸大学海洋底探査センター		サイエンスカフェ伊丹での講演で「巨大噴火と災害」の内容を解説	令和元年10月19日	
93	サイエンスカフェ	その他	神戸大学海洋底探査センター		シンポジウム「都市防災備災の現状と展望」(サイエンスアゴラin大阪)での講演で「世界一の地震・火山大国に暮らすということ」の内容を解説	平成31年3月4日	
94	サイエンスカフェ	その他	兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科		減災・未来カフェを開催、南海トラフ地震を中心とする防災意識啓発を実施(計4回)	令和元年6月～令和2年1月(計4回)	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
95	小中高生向けイベント	小学生向け	東北大学	洋野町立中野小学校	出前授業『地震・津波とは? ～正しく理解する～』(洋野町立中野小学校)	平成28年11月	
96	小中高生向けイベント	小学生向け	東京工業大学	草津町教育委員会	草津小学校授業・行事 ・平成30年7月6年生学年行事(イベント)、噴火で被災したゴンドラの見学・火口観察 ・5年生、社会科の授業担当(2回)	平成30年7月～令和2年11月(計3回)	
97	小中高生向けイベント	小学生向け	新潟大学教育学部	附属長岡小学校	附属長岡小学校大学訪問:新潟地域における近年の様々な自然災害について質問形式で講義するとともに、屋外でサブメシ(サブバイタルメシタキ)を実施・体験し、災害時の備えについて解説	平成28年6月～令和元年6月(計4回)	
98	小中高生向けイベント	小学生向け	名古屋大学	蟹江町学戸小学校	蟹江町学戸小学校区防災講演会「南海トラフ巨大地震に備える」	平成29年6月11日	
99	小中高生向けイベント	小学生向け	名古屋大学	三岳小学校	地域学習/講師・現地案内/研究施設と木曾町三岳内の観測点見学	令和元年10月30日	
100	小中高生向けイベント	小学生向け	京都大学大学院理学研究科	日本火山学会	2017年度秋季大会に合わせて、熊本大学工学部において参加体験型の公開講座「親子で火山実験～マグマを作ろう!カルデラを作ろう」を実施	平成29年9月24日	
101	小中高生向けイベント	小学生向け	兵庫立大学大学院減災復興政策研究科	兵庫県たつの市教育委員会	兵庫県たつの市教育委員会主催のSTEAM教育推進事業にて、地震防災に関する授業を小学6年生対象に実施	平成28年～令和2年度(計5回、毎年3～4日開催)	
102	小中高生向けイベント	小学生向け	海上保安庁		近隣の小学校に対して下里水路観測所見学会を実施	令和3年3月1日	
103	小中高生向けイベント	小学生向け	海洋研究開発機構	伊勢原市立高部屋小学校	・平成28年12月 横浜国立大学金沢小学校「JAMSTECが取り組む地震・津波研究開発」 ・平成29年11月 伊勢原市立高部屋小学校「深海底から地震と津波を探る」 ・平成29年12月 横浜国立大学金沢小学校 海の総合学習「深海から知る地震と津波」	平成28年11月～平成29年12月(計3回)	
104	小中高生向けイベント	小学生向け	北海道立総合研究機構	上ノ国町立滝沢小学校	上ノ国町立滝沢小学校で津波防災について紹介	平成28年9月	
105	小中高生向けイベント	中学生向け	東北大学	山形県西川町立西川中学校	「施設見学」にて『地震・噴火予知研究観測センターの紹介と地震発生・火山噴火のメカニズム』について講演	平成28年5月	
106	小中高生向けイベント	中学生向け	東京大学地震研究所		中学生向け授業・研究室訪問対応: ・慶應義塾大学、洗足学園中学校、宇都宮大学附属中学校、横須賀市立浦賀中学校、三鷹市立第4中学校、都立富士高校附属中学校(2回)、府中市立浅間中学校、南三陸町歌津中学校	平成29年12月～令和元年11月(計9回)	
107	小中高生向けイベント	中学生向け	新潟大学教育学部	附属長岡中学校	附属長岡中学校大学訪問:新潟地域における近年の様々な自然災害について質問形式で講義するとともに、屋外でサブメシ(サブバイタルメシタキ)を実施・体験し、災害時の備えについて解説	平成28年9月～令和元年9月(計4回)	
108	小中高生向けイベント	中学生向け	東京工業大学	草津町教育委員会	草津中学校講義・実習: ・総合学習「草津白根山について」 ・総合学習「郷土の自然を知ろう」	平成29年5月28日、令和元年6月12日	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
109	小中高生向けイベント	中学生向け	京都大学防災研究所	鳥根県飯南町立頓原中学校	鳥根県飯南町立頓原中学校での講演	令和3年2月26日	
110	小中高生向けイベント	中学生向け	海洋研究開発機構	明星中学校	明星中学校「地震・津波の基礎知識や観測方法について」	平成28年12月21日	
111	小中高生向けイベント	高校生向け	東北大学	岩手県立大東高等学校	高校生向け授業・講演 岩手県立大東高校、宮城県宮城第一高校(2回)、秋田県立本荘高校	平成29年12月～令和元年12月(計4回)	
112	小中高生向けイベント	高校生向け	東北大学大学院理学研究科		ぶらりがく for ハイスクール「火山噴火の兆候を宇宙技術でとらえる」オンライン講義	令和3年3月	
113	小中高生向けイベント	高校生向け	東京大学地震研究所		高校生向け授業・研究室訪問対応： 富山県立高岡高校、越谷北高校、開智高校、自由学園高校(2回)、都立上野高校(2回)、岡山一宮高校(2回)、お茶の水女子大学附属高校、ラ・サール高校、茨城県立土浦第一高等学校、英真学園高校、愛知県立時習館高校、岡山県津山高校(3回)、岡山県立岡山城東高校、海城高等学校、宮崎県立宮崎第一高校、宮城県仙台第一高校(2回)、群馬県立前橋高校、山梨県立都留高校、静岡県立掛川西高校(2回)、大阪府立三国丘高校、都立足立工業高校、都立田園調布高校(2回)、都立豊島高等学校(2回)、都立本所高校、土浦第一高校、島根県立松江北高校(2回)、都立多摩高校、都立町田高校、都立堀切本所高校、埼玉県立大宮高校	平成29年4月～令和3年2月(計38回)	
114	小中高生向けイベント	高校生向け	東京大学地震研究所	日本学術振興会	日本学術振興会のサイエンスダイアログプログラムによる栃木県立宇都宮女子高校にて研究紹介の講演を実施	令和2年11月4日	
115	小中高生向けイベント	高校生向け	東京大学地震研究所		ひらめき☆ときめきサイエンス： ・2019年「古文書を読んでむかしの災害を調べよう」、「味噌汁の実験から考えるマンホール対流」 ・2020年「古文書を読んでむかしの災害を調べよう」	令和元年8月8日、 令和元年10月10日	
116	小中高生向けイベント	高校生向け	東京工業大学	神奈川県立相模原高等学校	神奈川県立相模原高等学校 SSH	令和2年	
117	小中高生向けイベント	高校生向け	名古屋大学	愛知県教育委員会	愛知県高大連携/高校生防災セミナー講師 ・平成29年7月「地震の基礎と海溝型地震」 ・令和元年7月「地理・地形と災害―活断層と内陸地震―」	平成29年7月21日、 令和元年7月23日	
118	小中高生向けイベント	高校生向け	名古屋大学	松本県ヶ丘高校	松本県ヶ丘高校研修	令和2年12月2日	
119	小中高生向けイベント	高校生向け	京都大学防災研究所	大阪府立牧野高校	大阪府立牧野高校での講演	令和元年9月26日	
120	小中高生向けイベント	高校生向け	京都大学防災研究所		ひらめき☆ときめきサイエンス「桜島を測ろう！」	令和2年10月18日	
121	小中高生向けイベント	高校生向け	神戸大学	広島大学附属高校	広島大学附属高等学校SSH 先端科学研修実施、サイエンスプロジェクト 講義と演習実施	平成28年9月～令和元年9月(計4回)	
122	小中高生向けイベント	高校生向け	海洋研究開発機構	桐朋高校	在校生卒業生懇談会講師(桐朋高校)	令和元年11月16日	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
123	小中高生向けイベント	高校生向け	海洋研究開発機構		高校生向け授業： 和歌山県立新宮高校、立命館宇治高校、宮城県多賀城高校(2回)、熊本県立済々黌高校(2回)	平成28年11月～令和元年12月(計6回)	
124	小中高生向けイベント	高校生向け	海上保安庁		下里水路観測所長が近隣の高校で授業を実施(2回)	平成30年10月23日、令和元年6月11日	
125	小中高生向けイベント	高校生向け	山梨県富士山科学研究所	山梨県立吉田高校	山梨県立吉田高校理数科2年生「課題研究」(2回)	平成30年7月23日、令和元年7月29日	
126	小中高生向けイベント	小学生向け、中学生向け	九州大学	島原半島ジオパーク推進協議会・島原市	島原防災塾：島原半島の小中学生に火山の科学や防災について学んでもらう	令和2年12月6日	
127	小中高生向けイベント	小学生向け、中学生向け	鹿児島大学	諏訪之瀬島小中学校	鹿児島郡十島村立諏訪之瀬島小・中学校の社会学級の講師担当	平成31年1月26日	
128	小中高生向けイベント	小学生向け、中学生向け	海洋研究開発機構	初島小中学校	初島小中学校生徒・教員向け授業「地震・津波 研究開発の最先端」	平成28年9月16日	
129	小中高生向けイベント	中学生向け、高校生向け	東京大学地震研究所	聖セシリア女子中学校・高校	中学生、高校生向け授業： 聖セシリア女子中学校・高校、栄東中学・高校、岡山学芸館清 秀中学校・高等部、公文国際学園、桜蔭学園、山梨英和中学 校・高校、私立智辯学園和歌山中学校・高校、仙台市立仙台青 陵中等教育学校、東京大学教育学部附属中等教育学校(3 回)、東京都大付属中学校・高校	平成29年8月～令和3年4月(計12回)	
130	小中高生向けイベント	その他	京都大学防災研究所		地震・津波災害に関する防災授業・発表会	平成28年～令和3年(計39回)	
131	小中高生向けイベント	その他	京都大学防災研究所		地震計を活用した地震防災学習会	平成28年～令和3年(計31回)	
132	小中高生向けイベント	その他	東京大学地震研究所		オンライン配信による講座 ・「みんなが翻刻してみた2020」(2回) ・「超みんなが翻刻してみた2020」(2回)	令和2年3月～令和2年7月(計4回)	
133	小中高生向けイベント	その他	山梨県富士山科学研究所		富士山研まつり ・2017 ・2018「富士山、どこまで知ってる？」 ・2019「ひらけ！富士山へのとびら」 ・2020「オンラインで富士山をもっと深く知ろう！学ぼう！体験してみよう！」 ・2021「学ぼう！遊ぼう！With ふじさん」	平成29年8月～令和2年8月(毎年開催)	
134	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	東北大学	蔵王自然の家	令和元年度蔵王自然の家主催事業 第3回環境と登山「蔵王山の火山活動と防災について」講演	令和元年10月	
135	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	東北大学災害研	仙台市	岩手市民センターにおいて『内陸直下型地震「長町-利府線断層帯の現状と影響」』と題して活断層に関する講演を実施	令和元年12月	
136	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	東京大学	石垣市	石垣市防災シンポジウム基調講話「明和と津波から250年、東日本大震災から10年一いつの災害から学ぶべき教訓」・およびパネルディスカッション	令和3年4月24日	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
137	外部主催セミナー等への参加・出展	自治体	東京大学地震研究所	東京消防庁	東京消防庁向け講演・協力： ・平成29年11月 狛江消防署職員の教育プログラムでの講義 ・平成30年6月 東京消防庁都市防災研究会において地震火山に関する講演 ・令和元年8月 地震から身を守る室内安全セミナー：南海トラフ地震で想定される強震動(長周期地震動)と津波について ・令和元年8月 東京消防庁主催「地震から身を守る室内安全セミナー」への協力 教員向け講演・講演： ・平成30年8月 学校安全教育セミナーで千葉県教員を対象とした講演 ・平成31年1月 新潟県高校教育研究会理科部会での「巨大地震・津波のメカニズム」講演 ・平成31年2月「全国学校安全教育研究大会」での講演 ・平成31年3月 新宿区立小学校教育研究会の教員向け講演	平成29年11月～ 令和元年8月(計4回)	
138	外部主催セミナー等への参加・出展	自治体	東京大学地震研究所	富山県総合政策局防 災・危機管理課	富山県防災士養成研修 講演(計3回)： ・富山県で発生する可能性のある津波発生時のしくみと特徴 ・富山県・日本海側で発生する地震・津波の特徴と災害	平成30年8月～平成31年3 月(計4回)	
139	外部主催セミナー等への参加・出展	自治体	東京大学地震研究所	富山県総合政策局防 災・危機管理課	富山県防災士養成研修 講演(計3回)： ・富山県で発生する可能性のある津波発生時のしくみと特徴 ・富山県・日本海側で発生する地震・津波の特徴と災害	平成31年1月～令和3年3 月(計3回)	
140	外部主催セミナー等への参加・出展	自治体	東京大学情報学環	浜松市	浜松市オンライン講演「南海トラフにどう備えるか? - 東日本大震災から10年 改めて防災を考える -」	令和3年3月	
141	外部主催セミナー等への参加・出展	自治体	東京工業大学	草津町教育委員会	吾妻町村連携講座「ふるさと探訪」in 草津 「火山との共生～白根山系の自然環境について～」	令和元年6月26日	
142	外部主催セミナー等への参加・出展	自治体	東京工業大学	富山校長会	富山校長会「弥陀ヶ原火山の現状」(於：富山県立富山商業高等学校)	平成29年9月11日	
143	外部主催セミナー等への参加・出展	自治体	新潟大学	新潟市・新潟日報社	ふるま防炎フェスタ2016, 2017 市民の防災意識向上を図ることを目的として、液状化実験装置 エツキ一、ゆらゆら(建物固有振動実験装置)、ドンで地震 (地震計)、復水実験及び新潟地震地盤災害図・パネルの展 示・説明	平成28年6月11日、 平成29年6月10日	
144	外部主催セミナー等への参加・出展	自治体	千葉大学大学院理学研 究院	千葉市科学館	空から地震を予知できる? 宇宙からのアプローチ、千葉市科 学館「大人が楽しむ科学教室2019」地球・防災シリーズ③	令和元年9月22日	
145	外部主催セミナー等への参加・出展	自治体	名古屋大学	長野県	長野県でのセミナー等講演・講習： ・平成29年12月 長野県火山コンソーシアムインターシッ 修 ・そまジュニアマイスター養成講座での講師(平成30年～令和 2年、毎年1回) ・御嶽火山マイスター基礎講習 講師(平成30年～令和2年、 毎年1回) ・御嶽山安全対策連絡会/木曾町、三岳支所(令和2年6月、12 月)	平成29年12月～令和2年 12月(計9回)	
146	外部主催セミナー等への参加・出展	自治体	京都大学防災研究所	自治体での講演： 茨木市防災講演会、京都市市民防災センター講演会、岐阜県火 山防災行政担当者セミナー、鹿児島市消防研修会、鹿児島市地 区別防災研修会(3回)(計7件)	平成28年10月～平成30年 6月(計7件)		

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アワードリーチ活動
147	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	京都大学防災研究所	高槻市	高槻市主催の「けやきの森市民大学講座」で講師を務め、地震に関して講演	平成28年6月～令和元年6月(毎年実施)	
148	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	京都大学防災研究所	鹿児島市役所	桜島地域における火山防災勉強会(東桜島地区、改新校区、桜洲・桜峰校区、黒神高免校区)(4回)	令和2年8月28日～令和2年10月7日(4回)	
149	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	立命館大学	滋賀県	滋賀県が主催する啓蒙イベント『防災カフェ』の第14回において『前震・本震・余震とは何か』というテーマで、本計画の成果に関する話題を提供	平成29年7月7日	
150	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	神戸大学海洋底探査センター	西宮市生涯学習事業課	西宮市生涯学習事業課(宮水学園事務局)主催の講演で「世界一の変動帯に暮らすということ(1)～地震大国・火山大国ニッポン～」の内容を解説	令和3年5月18日	
151	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科	神戸市中央区	兵庫県神戸市中央区港島地区における地区防災計画の策定支援を継続的に実施	令和元年5月以降基本的に月1回開催	
152	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科	福良町づくり推進協議会・淡路県民局・南あわじ市	兵庫県南あわじ市福良での「福良津波防災フォーラム」にて津波防災に関する後援、調査発表および防災劇などの避難啓発(毎年1回)	平成29年9月～令和2年12月(計4回)	
153	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	鳥取大学工学部	鳥取県	鳥取県防災フェスタに出展(H28鳥取市、H29米子市、R1倉敷市)	平成28年9月10日、平成29年9月30日、令和元年11月17日	
154	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	九州大学	長崎県	長崎県防災推進員(自主防災リーダー)養成講座：地震や火山噴火の仕組みやその防災についての講演を実施	令和2年11月22日、令和2年12月6日	
155	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	海上保安庁	串本町	「串本まつり」での下里水路観測所SLR局パネル展示	平成28年8月～令和元年8月(計4回)	
156	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	海洋研究開発機構	横須賀市市民大学	横須賀市市民大学 ・「東北地方太平洋沖地震津波のメカニズムと地質構造について」 ・「地震発生サイクルの揺らぎを知る：～東北地方太平洋沖地震を教訓として～」	平成28年12月6日、平成29年1月6日	
157	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	海洋研究開発機構	鎌倉自主防災連絡会	鎌倉自主防災連絡会「津波に強くなるために知って欲しいあれこれ」講演(2回)	平成30年2月19日、平成30年3月14日	
158	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	防災科学技術研究所	埼玉県・千葉県・東京都・神奈川県・横浜市・川崎市・千葉市・さいたま市・相模原市	九都県市合同防災訓練 第40回九都県市合同防災訓練	令和元年9月1日	
159	外部主催セミナーへの参加・出展	自治体	北海道立総合研究機構		中富良野町防災講演会で十勝岳の現況と防災について紹介	令和元年12月	
160	外部主催セミナーへの参加・出展	行政機関	京都大学防災研究所	鹿児島地方裁判所	桜島に関する講演会	平成28年7月8日	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
161	外部主催セミナーへの参加・出展	行政機関	東京工業大学	陸上自衛隊第32普通科連隊	我が国の火山活動と火山災害、陸上自衛隊大宮駐屯地	平成28年4月28日	
162	外部主催セミナーへの参加・出展	行政機関	東京大学地震研究所	文部科学省・地震調査研究推進本部他	ぎゅっとぼうさい博！ ・2017年「地震火山現象の科学的解明」 ・2018年「地震・火山噴火の解明を災害軽減に役立てる」	平成29年2月18日 平成30年1月27日	
163	外部主催セミナーへの参加・出展	行政機関	東北大学・防災科学技術研究所	防災推進国民大会2017実行委員会(内閣府・防災推進協議会・防災推進国民会議)、日本地震学会	防災推進国民大会2017にて講演	平成29年11月26-27日	
164	外部主催セミナーへの参加・出展	行政機関	名古屋大学	中部地方整備局	大規模土砂災害対応研修/「火山防災の考え方」	令和2年11月27日	
165	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	海洋研究開発機構	静岡商工会議所	静岡商工会議所【南海トラフ地震観測の最前線 -地球深部探査船「ちきゅう」と海底ケーブルを利用したリアルタイム海底地震・地殻変動観測網の実現-】	平成30年11月30日	
166	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	京都大学防災研究所	大阪商工会議所	大阪商工会議所第606回定例朝食懇談会での講演	平成30年9月27日	
167	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	京都大学防災研究所	建設コンサルタンツ国際支部	建設コンサルタンツ国際支部での講演	平成28年8月25日	
168	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	東京工業大学	古河電工あかがね倶楽部	古河電工あかがね倶楽部第443回講演会「活発化する日本列島の火山」	平成28年12月2日	
169	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	東京工業大学	自然公園財団草津支部	自然公園財団草津支部・講演会 ・「草津白根山の歴史を考える～過去に学ぼう」 ・「草津白根山の噴火史と噴火前兆現象」 ・「最近の草津白根火山に関する諸問題」	平成28年7月26日 平成29年7月25日 平成30年7月24日	
170	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	東京大学地震研究所	一般財団法人 日本建築センター	日本建築センターで鉄筋コンクリート建造物の許容応力度計算法の講義	平成29年6月25-29日	
171	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	東京大学地震研究所	新銀座ロータリークラブ	2016年熊本地震のメカニズムと首都直下地震の課題	平成28年9月9日	
172	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	東京大学地震研究所	横浜商工会議所	横浜商工会議所の防災対策セミナー「巨大地震の仕組みと災害への備え」への協力	令和元年10月18日	
173	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	東北大学	NTTドコモ	『火山現象』についてNTTドコモの火山防災関係者に講演	令和2年8月	
174	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	東北大学	一般財団法人 エネルギータラックス	「平成29年度原子力の安全性向上を担う人材の育成事業」において第1回集中講義を行った	平成29年11月	
175	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	名古屋大学	愛知建設業協会中部支部	災害対策講習会/「南海トラフに係わる新たな情報とその受け止め方」	平成30年7月23日	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
176	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	京都大学防災研究所・東京大学地震研究所	ニコニコ動画	ニコニコ生放送「みんなで翻刻してみた」	平成29年3月～現在	
177	外部主催セミナーへの参加・出展	民間団体	北海道立総合研究機構	雌阿寒自然塾	雌阿寒火山塾で雌阿寒岳の現況と防災について紹介	令和2年9月	
178	外部主催セミナーへの参加・出展	学会等	北海道大学	公益社団法人地盤工学会	平成30年北海道胆振東部地震調査研究報告会	平成31年3月17日	
179	外部主催セミナーへの参加・出展	学会等	東京大学地震研究所	日本地震学会	教員免許状更新講習での講義, 後援開催(2017年, 2018年, 2019年)	平成29年8月17-18日, 平成30年8月21-22日, 令和元年8月30-31日	
180	外部主催セミナーへの参加・出展	学会等	東京工業大学	MTNeT	Seminar (Online Youtube seminar) Imaging fluids in the crust: seismological and volcanological applications	令和3年7月7日	○
181	外部主催セミナーへの参加・出展	学会等	名古屋大学	地域安全学会	地域安全学会2019年度春季大会/支援 一般論文発表会/一般公開シンポジウム/講演・パネラー/現地 見学会/企画・案内	令和元年5月24-25日	
182	外部主催セミナーへの参加・出展	学会等	京都大学大学院理学研究科	日本火山学会	2017年度秋季大会に合わせ、熊本大学工学部において公開講座「2016年熊本地震と阿蘇山噴火」を実施	平成29年9月24日	
183	外部主催セミナーへの参加・出展	学会等	京都大学防災研究所	国際火山学地球内部化学協会	IAGCEI Early Careers Researcher Network - volcano observatory panel event	令和2年6月5日	○
184	外部主催セミナーへの参加・出展	学会等	鳥取大学工学部	日本災害復興学会	日本災害復興学会鳥取大会公開シンポジウム 「近年の災害復興の種を次のどこかにつなぐために」(於鳥取 大)	令和元年11月10日	
185	外部主催セミナーへの参加・出展	学会等	海上保安庁	日本測地学会	測地学サマースクール「測地学から巨大地震の謎に迫る」を開 催(主催: 日本測地学会)	平成28年8月22-24日	
186	外部主催セミナーへの参加・出展	その他大学等	東京大学地震研究所	科学技術振興機構	サイエンスアゴラ2020 「西之島の最新情報-急成長する火山島-(動画配信)」 ※オンデマンド部門再生回数No.1「DIY災害対策 ~自分で何が できるか?~」	令和2年11月15-22日	
187	外部主催セミナーへの参加・出展	その他大学等	東京大学地震火山史料 連携研究機構・史料編 纂所・地震研究所	放送大学	放送大学「BSキャンパスex特集 歴史から地震を考える(前 編)・(後編)」	令和2年2月	
188	外部主催セミナーへの参加・出展	その他大学等	千葉大学	東海大学海洋研究所	雌島防災セミナー「災害を知り、災害から身を守る」 雌島における津波などの防災対策について住民と専門家が意見 を交換	平成31年3月5日	
189	外部主催セミナーへの参加・出展	その他大学等	名古屋大学	モンゴル科学アカデ ミー	活断層ワークショップ	令和元年5月4日	○
190	外部主催セミナーへの参加・出展	その他大学等	立命館大学	南アフリカ日本大学 フォーラム	南アフリカ日本大学フォーラムにて南アフリカでのICDP計画 (本学主導)を報告	平成29年7月15-16日	○

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期(年月日)	国際アウ トリーチ 活動
191	外部主催セミナー等への参加・出展	その他大学等	海洋研究開発機構	八戸工業大学防災技術 社各システム研究セン ター	3. 1.1 防災フォーラム2018「深海調査から見た東北地方 太平洋沖地震」(八戸工業大学防災技術社各システム研究セン ター)	平成30年3月11日	
192	その他	マスメディア対応	東京大学情報学環	NHK	NHKスペシャル「体感 首都直下地震」: ・『パラレル東京』ドラマ監修 ・『パラレル東京』ドラマ運動グループチャット監修 ・『パラレル東京 ふたたび』ウェーブ防災訓練の一部	令和元年～令和3年対応	
193	その他	マスメディア対応	新潟大学	NHK新潟放送局	ラジオ番組「おしえて! 防災せんせい」: ・2016/4/22『避難(ひなん)に備えよう!』 ・2016/6/24『液状化に備えよう!』 ・2016/9/30『津波に備えよう!』 ・2016/10/28『火山に備えよう!』 ・2017/3/31『過去の災害に学ぼう!』 ・2017/4/28『熊本地震から学ぼう!』 ・2017/6/30『新潟地震から学ぼう!』 ・2017/9/29『御嶽山噴火から学ぼう!』 ・2017/10/27『中越地震から学ぼう!』 ・2018/8/31『火山でのその時どうする?』 ・2018/10/26『地震による山崩れ、その時どうする?』 ・2018/11/30『警報などの事前情報を役立てるには?』 ・2019/2/22『日本海での津波、その時どうする?』 ・2019/8/30『その液化化の情報、どう生かす?』 ・2019/9/27『その地震の情報、どう生かす?』 ・2019/11/29『その火山の情報、どう生かす?』 ・2020/4/24『その津波の情報、どう生かす?』 ・2021/2/26『冬の火山に備えよう』 ・2021/4/30『地震の被害にあわなないための備え』 ・2021/5/28『防災情報を得て生かすには』	平成28年4月～令和2年5 月(計20回)	
194	その他	マスメディア対応	神戸大学海洋底探査セ ンター	カナダテレビ局	カナダ 90th Parallel Productionsのテレビ放送の取材で「鬼 界カルデラ海底火山、九州西方沖、長崎沖での海域調査」の内 容を解説	令和2年3月10日	○
195	その他	マスメディア対応	名古屋大学	NHK Eテレ	「サイエンスZERO・新事実続々 解明が進む“活断層地震”の 謎」	令和元年9月1日	
196	その他	マスメディア対応	気象庁		防災に関する動画の作成やテレビ・ラジオへの番組出演・話題 提供等の普及啓発活動	随時	
197	その他	ラポッアー	東京大学地震研究所		ラポッアー(随時)	平成30年度43回開催、令 和元年度49回開催	
198	その他	ラポッアー	京都大学防災研究所		桜島火山観測所60周年記念施設探検ツアー	令和2年11月14日	
199	その他	ラポッアー	鹿児島大学	神奈川県議会	神奈川県議会 社会問題・安全安心推進特別委員会の視察受入 ル	令和元年11月19日	

項番	活動種別	細分	実施機関	イベント/発行主体 (実施機関と異なる場合記入)	概要	活動時期 (年月日)	国際アウ トリーチ 活動
200	その他	ラボツア一	海上保安庁		下里水路観測所SLR局一般公開 (18回)	平成28年5月28日～令和2 年7月17日 (計18回)	

27. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」
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
	東北大学災害科学国際研究所
	秋田大学大学院国際資源学研究科
	新潟大学災害・復興科学研究所
	東京大学大学院理学系研究科
	東京大学大学院情報学環
	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
	東京大学地震火山史料連携研究機構
東京工業大学理学院火山流体研究センター	
千葉大学大学院理学研究院	
富山大学学術研究部都市デザイン学系	
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）	
神戸大学海洋底探査センター	
鳥取大学大学院工学研究科	
高知大学理工学部	
九州大学大学院理学研究院	
鹿児島大学地震火山地域防災センター	
兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科	
立命館大学総合科学技術研究機構	
	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
	海上保安庁海洋情報部
都道府県	地方独立行政法人北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部エネルギー・環境・地質研究所
	山梨県富士山科学研究所

28. 第11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

小原一成 東京大学地震研究所 教授
田中明子 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
マグマ活動研究グループ長

(臨時委員) 10名

榎原雅治 東京大学史料編纂所 教授
大倉敬宏 京都大学理学研究科火山研究センター 教授
小平秀一 国立研究開発法人海洋研究開発機構 海域地震火山部門長
関口春子 京都大学防災研究所 准教授
寺川寿子 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授
藤田英輔 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
森隆志 気象庁 地震火山部長
森岡千穂 松山大学人文学部 准教授
森田裕一 国立研究開発法人防災科学技術研究所 主幹研究員
矢来博司 国土地理院地理地殻活動研究センター 研究管理課長

29. 第11期科学技術・学術審議会 測地学分科会 地震火山観測研究計画部会 委員名簿

(50音順)

(委員) 2名

小原一成 東京大学地震研究所 教授
田中明子 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門 マグマ活動研究グループ長

(臨時委員) 12名

伊藤亜妃 海洋研究開発機構海域地震火山部門火山・地球内部研究センター 研究員
石川直史 海上保安庁海洋情報部技術・国際課 地震調査官
大倉敬宏 京都大学理学研究科火山研究センター 教授
大湊隆雄 東京大学地震研究所 教授
川村誠治 情報通信研究機構電磁波研究所電磁波伝搬研究センター
リモートセンシング研究室長
関口春子 京都大学防災研究所 准教授
高橋成実 防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター 副センター長
寺川寿子 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授
日野亮太 東北大学大学院理学研究科 教授
宮岡一樹 気象庁地震火山部管理課 地震情報企画官
宗包浩志 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
森岡千穂 松山大学人文学部 准教授

(専門委員) 5名

大園真子 東京大学地震研究所 准教授
阪本真由美 兵庫県立大学減災復興政策研究科 教授
中道治久 京都大学防災研究所 准教授
橋本武志 北海道大学大学院理学研究院 教授
松島信一 京都大学防災研究所 教授

30. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」 の実施状況等のレビューに関する審議状況

○ 令和3年5月18日 測地学分科会（第44回）

- ・レビューの検討体制の決定

測地学分科会（第44回）以降の作業

- ・レビュー調査資料について、各機関へ作成依頼の事務連絡を事務局から発出

○ 令和3年6月29日 地震火山観測研究計画部会（第39回）

- ・レビュー取りまとめ委員の選定
- ・「レビュー報告書の作成方針について（案）」について調査審議
- ・レビュー報告書及びその参考資料に記載すべき内容について調査審議

地震火山観測研究計画部会（第39回）以降の作業

- ・レビュー報告書の構成案及び草案について、地震・火山噴火予知研究協議会へ作成依頼の事務連絡を事務局から発出

○ 令和3年7月16日 地震火山観測研究計画部会（第40回）

- ・「レビュー報告書の作成方針について」取りまとめ
- ・レビュー報告書及びその参考資料に記載すべき内容について調査審議

地震火山観測研究計画部会（第40回）以降の作業

- ・レビュー参考資料について、各機関へ作成依頼の事務連絡を事務局から発出
- ・地震・火山噴火予知研究協議会からレビュー報告書（草案）の提出
- ・レビュー報告書（草案）について、事務局から地震火山観測研究計画部会委員へ意見照会

○ 令和3年9月24日 地震火山観測研究計画部会（第42回）

- ・レビュー報告書（初稿）について意見交換
- ・レビュー報告書 参考資料（案）について意見交換

○ 令和3年10月～11月

- ・レビュー報告書修正稿（第二稿、第三稿）の作成及び意見照会（メール）
- ・レビュー報告書 参考資料（案）について意見交換（メール）

○ 令和3年11月16日 地震火山観測研究計画部会（第43回）

- ・レビュー報告書修正稿（第三稿）について意見交換
- ・レビュー報告書 参考資料（案）について意見交換

- 令和3年11月～令和4年1月
 - ・レビュー報告書修正稿（第四稿～第五稿）の作成及び意見照会（メール）
 - ・レビュー報告書 参考資料（案）について意見交換（メール）

- 令和3年1月25日 地震火山観測研究計画部会（第44回）
 - ・レビュー報告書（第五稿）について意見交換
 - ・レビュー報告書 参考資料（案）について意見交換

地震火山観測研究計画部会（第44回）以降の作業

- ・レビュー報告書修正稿（第六稿）の作成及び意見照会（メール）
- ・レビュー報告書 参考資料（案）について意見交換（メール）

- 令和4年2月16日 測地学分科会（第45回）・地震火山観測研究計画部会（第45回）
合同会議
 - ・レビュー報告書の取りまとめ

測地学分科会（第45回）・地震火山観測研究計画部会（第45回）以降の作業

- ・レビュー報告書の公表

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）の 実施状況等のレビューについて（報告）【概要】

（科学技術・学術審議会 測地学分科会）

レビューの背景

- 地震や火山噴火による災害から国民の生命・財産を守るため、地震・火山現象の解明と発生予測を目指す観測研究計画を長期にわたり継続してきた。
- 東北地方太平洋沖地震の発生を踏まえ、前観測研究計画からは災害の軽減へ貢献することに力点を移し、災害誘因予測を加えるなど災害科学的視点を取り入れた研究を開始した。
- 平成31年度より始まった「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」（以下「現行計画」という。）では、社会の防災リテラシー向上につながる研究を新たに開始した。
- 現行計画においては、将来の社会実装を目指し地震・火山噴火予測の新技术を開発する重点的研究を立ち上げた。また、地震学・火山学的及び災害科学的に重要であり、これら複数の分野にまたがって実施する総合的研究を、対象とする地震・火山噴火を選定し直した上で継続して実施した。
- 現行計画期間が残り2年となり、次期計画策定に向けた現行計画のレビューを実施すべき時期となった。

レビューの目的

- 現行計画では、研究対象を災害誘因の予測へ広げるという前観測研究計画の方針を維持しつつ、一層進展させることを目指し、防災リテラシーの向上に関する研究を追加した。こうした方針の妥当性や計画の進捗を含め、総括的に自己点検し、今後の観測研究計画の検討に資することを目的とする。

主な成果

（地震・火山現象の解明と発生予測のための研究）

- プレート境界で観測される様々な時定数を持つ滑り現象の物理機構の解明が進むとともに、地震の発生と密接な関係がある地殻内流体について重要な知見が得られた。
- 地震発生場の理解の基盤をなす地殻・マンツルのレオロジーモデルに関する研究が進展し、地震断層滑りの複雑な物理機構に関する理解が深化した。
- 火山周辺構造が地震断層破壊に影響する事例から、火山と地震の相互作用の理解が進んだ。
- 火山観測技術の高度化により複数の火山に共通する噴火先行現象が見出されるとともに、噴出物の分析に基づいて現実的なマグマ上昇モデルが構築された。
- 噴火履歴データベースを活用して長期的時間スケールの噴火ポテンシャル評価が行われた。
- 火山における多項目観測データにより、火山活動や噴火発生現象の定量的記述が進み、噴火の切迫度評価につながる指標の開発が行われた。
- 史料・考古データ、地質データに基づいた分析により、過去の事象に関する情報が質・量ともに充実しつつあり、発生履歴の把握や災害発生機構の解明につながった。

（地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究）

- 断層浅部から強いパルス波が生成された事例の確認、地震動の増幅効果が大きい堆積層地盤構造の調査の進展など、強震動予測手法開発につながる研究が進んだ。
- 大地震に伴う地滑り調査が進み、危険性の高い地域の地形・地質学的特徴が明らかになった。
- 地震動や津波、火山噴煙などの災害誘因の即時予測に関し、観測データと数値シミュレーションの同化による予測手法が大きく進んだ。
- 不確実性を含む災害誘因予測を様々な目的や受け手に応じて適切に伝えることを目的として、情報の内容や伝え方についての調査・研究が進んだ。

（地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究）

- 地震や火山噴火の被災地域における意識調査の実施や防災担当者を対象とする研修プログラムの開発など、防災リテラシー向上のための効果的手法の研究・開発・検証が進められた。

(重点的研究)

- プレート境界の応力蓄積率の推定や断層破壊シミュレーションに基づき、巨大地震のシナリオが複数作成された。また、津波堆積物・史料等による発生履歴の復元など、長期予測に資する知見の蓄積が進んだ。
- 震源断層モデルの検証や内陸での応力蓄積など、内陸地震発生モデルの構築に資する知見が増えた。また、測地データを用いて西日本及び東日本における内陸地震の発生確率が試算され、観測データに基づく地震発生長期予測手法開発に進展があった。
- 海陸統合の観測データを活用したプレート境界滑りの推定、物理・数理モデルに基づく地震発生確率推定手法やプレート間固着状態のモニタリング手法の開発など、地震発生の中短期予測の基礎となる研究が進んだ。
- 噴火事象系統樹の作成、事象の分岐条件の定量化、噴出物の物質科学的研究が進み、活発な活動によりデータ蓄積が進む桜島においては噴火予測の定量化につながる火山活動推移モデルのプロトタイプが構築された。

(分野横断で取り組む総合的研究)

- 南海トラフ沿いの巨大地震については、データに基づく広帯域震源モデルが構築されるとともに、震源から建物の脆弱性までを総合的に考慮したリスク評価手法の構築が進められた。
- 千島海溝沿いの巨大地震については、津波堆積物調査に基づく発生履歴調査、地震静穏化に基づく切迫性評価、浸水域予測手法の開発、避難訓練可視化により訓練の学習効果を高める実証実験が行われた。
- 桜島大規模火山噴火については、マグマ貫入速度と噴火様式の対応が明らかになったほか、噴火シナリオにもとづく避難訓練、住民の意識調査など災害軽減に向けた取り組みなどが進められた。
- 高リスク小規模火山噴火については、地下浅部の熱水系の地下構造と小規模噴火発生位置の関係が推定された。火口付近の登山者らの被害を軽減する観点から、既存の防災情報における問題点の調査を進めた。

今後の課題

(地震・火山現象の解明と発生予測のための研究)

- 地震・火山現象の解明及び予測のための手法開発とその検証に向けて、観測の長期的な継続、時空間的な分解能を上げるための観測・解析手法の開発と高度化、実験や理論的な研究の推進。
- 将来の活動推移の予測に資する史料・考古資料の継続的収集・分析、広く活用可能なデータベース構築、地形・地質調査の継続、及び観測データとの統合的理解。

(地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究)

- 災害誘因予測の精度及び即時性の向上と、予測の曖昧さを評価する研究の継続。

(地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究)

- 災害発生機構解明に基づく防災リテラシー向上プログラムの開発及び関係者との協働によるプログラムの評価・改善と普及活動。

(重点的研究)

- 地震発生予測モデルの高度化及び検証と、社会実装を目指した予測実験の試行。
- 火山活動推移を定量的に表現するモデルの構築と、それに基づく予測手法の開発及びその試行。

(分野横断で取り組む総合的研究)

- 異なる分野にまたがる協働を促進するサポート体制の強化。

(研究を推進する体制の整備)

- 成果の効果的発信、人材育成の継続と発展。地震調査研究推進本部等関連組織との連携強化。

まとめ

- 現行計画では地震・火山現象の解明や予測による成果を国民の生命とくらしを守る災害科学の一部として推進するという前観測研究計画の方針が継続・強化され、災害軽減に資する研究成果が創出されつつある。
- 地震・火山現象の解明・予測や災害誘因予測に関する研究は、新たな観測網のデータ、史料・考古データの追加、観測・解析技術の開発、分野間連携の浸透などにより大きく進み、観測データに基づく予測に踏み出すとともに、防災リテラシー向上に資する教育プログラム開発などの研究も徐々に進みつつある。
- 今後も、調査・観測と技術開発を継続しつつ関連分野間の研究者の連携を強化することを通じて、得られた知見・成果を社会と共有し災害軽減に活用するための計画を推進することが重要である。

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）の

実施状況等のレビューについて（報告）【要旨】

（科学技術・学術審議会 測地学分科会）

日本列島はプレート沈み込み帯に位置することから、有史以前から何度も大地震や火山噴火に見舞われてきた。地震・火山噴火現象は、永続する地殻活動*を背景とし、その結果として生じる短期的・急激な現象であるため、地殻活動の長期的・多角的な観測と蓄積されたデータに基づく地震・火山噴火のメカニズムの解明が、将来の地震・火山噴火の発生や災害誘因*の予測の鍵となる。

我が国においては、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、それぞれ複数回の計画として実施された。平成21年度からは、背景となる地球科学的条件の共通性に鑑みて地震予知と火山噴火予知の計画が統合された。これらの観測研究計画等によって、地震及び地殻変動*の全国的な稠密観測網、活動的火山における高密度多項目観測網が構築され、多様な地震・火山噴火現象が捉えられ、様々な地殻活動や地殻構造との関連に関する理解が進んだ。

平成26年度から実施された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」では、平成23年の東日本大震災を踏まえた方針転換を行い、研究対象を地震・火山噴火による災害誘因の予測にまで広げた。新たな方針が適切であったとの外部評価を受けて科学技術・学術審議会は、前観測研究計画の方針を踏襲しつつ地震学・火山学と関連研究分野間の連携をより一層強化し災害の軽減につなげることを目指した「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）の推進について」を平成31年1月に建議し、これに基づいて平成31～令和5年度までの5か年計画として「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」（以下「現行計画」という。）が進められている。

本レビューでは、今後の観測研究計画の検討に向けて、現行計画の方針の妥当性、観測研究の実施状況や成果を総括的に自己点検するとともに、今後の課題等を取りまとめた。

I. 前書き

- 地震や火山噴火による災害を軽減し国民の生命・財産を守るためには、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、災害誘因の予測や災害発生の仕組みの理解も進め、得られた知見を災害軽減に役立てるための方策を探りつつ対策を立てる必要がある。
- 地震・火山噴火現象は、永続する地殻活動を背景としその結果として生じる短期的・急激な現象であるため、将来の地震・火山噴火の発生や災害誘因の発生の予測をより精度良いものにしていくためには、地殻活動の長期的・多角的な観測と蓄積されたデータに基づく地震・火山噴火のメカニズムの研究が不可欠である。
- 我が国においては、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、それぞれ複数回の計画として実施され、平成21年度からは、背景となる地球科学的条件の共通性に鑑みて地震予知と火山噴火予知の計画が統合された。
- これらの観測研究計画等によって、地震及び地殻変動の全国的な稠密観測網、活動的火山における高密度多項目観測網が構築され、多様な地震・火山噴火現象が捉えられ、様々な地殻活動や地殻構造との関連に関する理解が進んだ。
- 平成26年度から実施された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」（以下「第1次計画」という。）では、平成23年の東日本大震災の発生を踏まえた方針転換を行い、地震・火山噴火の発生予測を目指す研究を継続しつつ、研究対象を地震・火山噴火による災害誘因の予測にまで広げた上で組織的・体系的に進めることとなった。
- 第1次計画に対する外部評価（平成29年7月）で、災害軽減への貢献を重視する方針への転換が適切であったと評価されたことを受け、前観測研究計画の方針を踏襲しつつ、地震学・火山学と関連研究分野間の連携をより一層強化し災害の軽減につなげることを目指す

という方針のもと、平成31年度から現行計画が開始された。

II. 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」の基本的な考え方

- 現行計画は、地震・火山噴火現象の解明、発生や推移の予測、及び災害誘因予測に関する研究を継続しつつ、研究成果を災害情報に活かすための研究や、地震・火山噴火現象・災害に対する国民の基本的な理解を深めるための防災リテラシー向上に関する研究に新たに取り組んだ。そのため、地震学・火山学的研究分野と災害や防災に関連する研究分野間の連携をより一層強化するとともに、参画機関の増加や成果の多様化に対応できるよう実施体制の整備を進めた。
- 現行計画では、地震・火山現象の理解に基づき発生する仕組みや場を解明する「地震・火山現象の解明のための研究」、地震・火山噴火の発生や活動推移の予測手法を開発する「地震・火山噴火の予測のための研究」、地震動、津波、降灰、溶岩流などの災害誘因を予測し災害情報につなげる「地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究」、地震や火山噴火災害の発生機構解明と社会の共通理解を促す手法の確立を目指す「地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究」、連携強化・研究基盤の整備・人材育成などをめざす「研究を推進するための体制の整備」の5つの実施項目に分けて研究を推進した。
- 地震発生の新たな長期予測、地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測、火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測の3つについては、将来的に社会実装され災害軽減への貢献が強く期待されることから重点的な研究として実施した。南海トラフ沿いの巨大地震、首都直下地震、千島海溝沿いの巨大地震、桜島大規模火山噴火、高リスク小規模火山噴火の5つについては、複数の実施項目を横断する総合的な研究として推進した。

III. 重要な地震及び火山現象に関する観測研究の成果

1. 主な地震

- 2016年熊本地震では、日奈久断層帯で発生したM^{*}6.5の地震の約28時間後に、隣接する布田川断層帯でM7.3の地震が発生し、熊本県益城町ではどちらの地震でも震度7を観測した。地震時の滑り分布の大滑り域は地震波速度構造の高速度領域に対応し、滑り方向は地震発生前の震源域のせん断応力の方向と調和的であることがわかった。また、M7.3の地震の破壊の東西両端は低比抵抗の火山性構造付近で停止した。カルデラ内やカルデラ壁斜面において地滑りが発生したが、緩斜面でも急速な地滑りが発生したことが確認され、その滑り面の多くは、軽石や溶岩が粘土化した層に位置することがわかった。西原村で観測された周期3秒程度が卓越する長周期速度パルスは、深さ数kmまでの断層面の浅部における時定数の長い滑りが原因であることがわかった。
- 2016年カイクウラ地震（ニュージーランド）（M7.8）は、様々な幾何形状・滑り方向・断層間相互作用を有する多数の断層が一つの地震として動いた地震であり、長期評価において複数断層の連動破壊を取り入れることの重要性を示す事例となった。
- 2018年大阪府北部の地震（M6.1）は、大都市域の直下で発生した地震であり、広範囲に社会的影響が及んだ。逆断層と横ずれ断層が同時に活動した特異な地震であり、また、将来M7.5程度の地震が発生すると推定されている上町断層帯の断層運動を促進する方向の応力変化をもたらした。
- 2018年北海道胆振東部地震（M6.7）では、降下火砕堆積物の大規模な崩壊が引き起こされ、震源から約50 km離れた札幌市内で谷埋め盛土の宅地の液状化が発生するなど、多様な災害が現れた。震源*は石狩低地東縁断層帯付近の深さ37 kmであったが、余震分布や地殻変動により推定された断層形状は想定されていたものとは異なっていた。
- 2021年福島県沖の地震（M7.3）は、2011年東北地方太平洋沖地震の震源域である福島県沖の、深さ55 kmの沈み込む太平洋プレート内部で発生した。この地震の約1か月後及び約2か月半後には、50～80 km程度離れた宮城県沖のプレート境界でM6.9とM6.8の地震が立て続けに発生している。

2. 主な火山噴火

- 2018年に草津本白根山で小規模な水蒸気噴火が発生し人的被害が生じた。このような噴火は事前警報が出にくく、小規模であっても人的被害につながるという点から、現行計画で「高リスク小規模火山噴火」総合研究グループが設けられる背景にもなった。本研究計画に基づく調査により詳細な噴火履歴が明らかになり、3次元比抵抗構造からはマグマ性流体の上昇経路が推定された。また、近隣スキー場の利用者を対象としたアンケート調査から、情報発信においては情報を受ける側の理解度や知識量の違いを考慮すべきであることがわかった。
- 霧島山新燃岳では、2011年1月に約300年ぶりに本格的なマグマ噴火を起こし、一旦休止した後、2017年10月から2018年3月まで再びマグマ噴火が発生した。また、新燃岳近傍の硫黄山でも2018年4月にごく小規模な水蒸気噴火が発生した。地球物理・地球化学的観測、人工衛星データの解析、及び物質科学的研究から、噴火に先行するマグマ溜まりの膨張や流体移動を示す微動発生など、現行計画の重点的研究の一つである「火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測」につながる各種データが得られた。
- 桜島では、噴火頻度が高いことを活かし様々な知見が得られている。地殻変動から推定されるマグマの貫入速度と噴火様式の対応関係や火砕流を伴う噴火では前駆的地震が多く発生することが明らかになった。XバンドMPレーダー解析による噴煙高度の推定や、宇宙線ミュオンによる火山体透視技術の開発など、新技術開発も進んでいる。住民避難を視野に入れた総合的研究の推進、災害情報を住民へ伝達する手段や避難・復興に資する研究及び防災リテラシーの向上に関する研究も周辺自治体と協力しつつ進められている。

IV. 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）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解析

- 地震・火山噴火現象に関する史料・考古データのデータベース化が進み、1854年東海・南海地震前後の全国の地震活動の変化などの歴史時代における地震活動の変化や、先史時代の噴火による降灰範囲など新たな知見が得られた。今後、データベースの拡充とともに、それを維持し、幅広く活用する方法についても考えていく必要がある。
- 北海道沿岸などで歴史時代の津波の可能性のある痕跡を発見したり、火山噴出物の岩石学的分析より過去の火山噴火の規模や推移を示す情報を得るなど、地質調査により長期予測に資する重要な発見が着実に積み上げられた。
- 理学の研究者と歴史・考古学の研究者の協働により、過去の現象に関する情報の量と質が向上した。また、震度の距離減衰を検証したうえで、史料に表われる有感地震のデータから歴史地震の震源を推定する手法が開発された。
- 過去の現象の推定精度を高めるため、史料・考古・地形・地質という時間スケールや場所の異なるデータの統合的活用や、これらのデータと現在の観測データとの融合などの課題にも取り組む必要がある。

(2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明

- 北海道太平洋沿岸の津波堆積物の分析から、12世紀と17世紀に十勝沖と根室沖で発生したと考えられる巨大地震が両地域で別の年に発生した可能性、また、17世紀の地震による地殻変動量が12世紀に比べ2倍程度大きかった可能性を示した。
- 鬼界火山の7,300年前のカルデラ形成噴火での地質調査に基づき、プリニー式噴火後の静穏期の存在や、カルデラ崩壊に至るまでの詳細な噴火推移が明らかにされた。また、反射法地震探査データに基づき、噴出物の空間分布や総量が見積もられた。

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

- プレート境界の地震については、国内の地震・地殻変動観測網のデータに基づいて多くの研究が展開され、また国際協力による調査観測も実施された。その中で、南海トラフの浅部のスロースリップの発生など、新たな場所、時定数の滑り現象が確認された。

- 岩石摩擦実験より、震源断層のある地下の物質、温度、流体、応力における断層滑りの摩擦パラメータや流体の影響などが精力的に調べられ、高速滑りやスロースリップなど様々な地震現象が生じる物理機構の理解が進んだ。また岩石破壊実験により、破碎された地殻での流体の浸透率など水理学パラメータの理解が進んだ。
- 観測や実験で得られた知見を再現・活用する数値シミュレーションにより、プレート境界面の粗さによる地震破壊の進展への影響など、断層面での多様な滑りの物理機構の理解を補強し予測モデルにつながるような成果が得られた。

(4) 火山現象の解明とモデル化

- 火山周辺や火口近傍における多項目観測が促進され、リモートセンシング技術も進み、火山活動の推移を高精度・高時間分解能で捉えられるようになり、異常現象の検知能力も向上した。多項目観測で得られたデータのデータベース化とそれを活用した比較研究を推進していくことが必要である。
- 噴火前後の山体変形や噴火の準備過程で生じる火山体浅部の消磁現象、火山ガスのふるまい、水蒸気噴火につながる地下の構造など、複数の火山に共通する現象や構造が見出された。観測密度を一層高め、火山の微細構造や火山内の現象とそのソースを明らかにすることにより、火山性流体の挙動を把握することが今後の課題となる。
- 多くの火山で過去の噴火の噴出物の岩石学的分析が行われ、火道でのマグマの温度、圧力、粘性などの状態や移動速度が推定され、火道内過程のモデル化が進んだ。また噴火推移を推定するためのマグマの組成に関する情報が得られた。

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

- プレートの形状・地震波速度構造・流体分布・応力場等のモデルの精度が向上し、これらの場の不均質がスロー地震や巨大地震の発生及び規模に与える影響について分析が進められた。
- 地殻流体の分布や役割についての研究が進み、2016年熊本地震によって応力が増加した地域のうち、高圧間隙流体が推定された領域で、地震活動度がより大きく増加する傾向が見られた。
- 地震発生予測に不可欠なレオロジーモデルについては、東北地方や中部日本において、ひずみ集中帯の再現など観測データを説明しうるものが提案された。引き続き、実験・シミュレーション・地球物理学的観測・野外調査等の総合的な取り組みにより、定量的な地震発生評価を目指したレオロジーモデルの開発が必要である。
- 多数の火山における比抵抗構造の調査で深さ2 km程度までの浅部に厚さ数百 m程度の低比抵抗層が存在することが明らかになったが、地盤変動源や地震活動域との位置関係からこれは熱水変質した難透水層であり、その下部の間隙水圧の上昇により浅部火山活動が発生することが示唆された。
- 2016年熊本地震発生域等を対象とした研究から、火山の存在は、応力状態の局所的な変化や、流体供給による強度低下を引き起こし、その周辺で地震活動を活発化させ、その一方で火山方向に進展する地震の破壊に対してはバリアとなることが示された。火山の構造が断層の滑り方向の変化や破壊の停止に寄与する可能性があり、内陸地震の発生場所や規模評価に直結することから、他地域でも検証を進める必要がある。
- 日本列島基本構造モデル構築の一環として、反射法地震探査データ等の統合解析を実施し、日本海及びその沿岸域、東北日本の青森平野や庄内平野、富士川河口断層帯、中央構造線断層系などの断層モデルを推定した。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ため、今後も継続的に整備していくとともに、最新の研究成果を取り込み迅速にアップデートしていく体制が必要である。

2. 地震・火山噴火の予測のための研究

(1) 地震発生の新たな長期予測

- 海溝型巨大地震や津波の発生履歴の蓄積と整理を進めるとともに、日本列島全体を含む3次元有限要素モデルを構築してプレート境界の応力蓄積状態を推定した。また、地震サイクルの数値モデリングを実施した。過去の地震の発生履歴や震源域の空間分布の把握はまだ十分

とは言えない。

- 断層破壊の数値シミュレーションに基づき、今後起こり得る海溝型巨大地震の発生シナリオを複数作成した。数値シミュレーションモデルについても考慮できるパラメータ数を増やすなどの改良が必要である。
- 観測に基づいて様々な滑り様式の空間的相補性が明らかになるとともに海底地殻変動観測によってプレート固着状態が精度良く求められるようになった。
- 内陸地震の長期予測に用いる震源断層モデルの妥当性の検証と応力場や断層形状を考慮した物理モデル構築を行い、観測データとモデルに基づく新たな長期予測手法の検討を進めた。
- 測地データから推定した陸域のひずみ速度分布を用い内陸地震の発生確率を試算した。また、日本列島3次元有限要素モデルに基づいて、千島海溝沿いと南海トラフ沿いのプレート間固着に起因する内陸の震源断層への応力載荷速度を推定した。大きな地震が連鎖する場合の活動推移を予測する手法も開発した。物理モデルは特定の地震に基づくものであり、モデルの普遍化はまだ十分に進んでいない。様々なモデルの融合を更に進め、長期予測の試行を進めるべきである。

(2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測

- 海陸統合データを活用し、プレート間固着状態をモニタリングする手法の開発やデータ同化手法によるプレート間摩擦パラメータの推定を行った。これによりプレート境界滑りの時空間的発展に関する理解が進み、現実的な予測モデル構築に近づいた。プレート間滑りは複雑な現象であることから、当面はより多様な滑りモデルの構築を目指し、将来的には物理・数理モデルに基づく発生確率の予測実験の実施を視野に入れるべきである。また、海陸統合データ取得とそれによるモニタリングは長期にわたって続けなければならない、そのための方策を検討する必要がある。
- 地震活動そのものの時空間変化を高精度かつ迅速に把握し、統計的手法に基づいて地震発生確率の変化を評価する手法の開発を進め、統計的地震発生予測を試行的に実施した。実測データに基づく統計モデルの検証と高度化が課題として残されている。

(3) 先行現象に基づく地震発生の確率予測

- 地震活動の静穏化や地震活動の統計的性質の指標であるb値の時間変化、電磁氣的先行現象など地震活動の変化や電離層の変化など大地震発生に先行する現象の事例蓄積が進み、統計的評価に基づいて大地震の発生確率を推定する手法の開発が進んだ。
- 長期にわたり蓄積された地震先行現象のデータを統計的手法により評価するとともに、先行現象を説明する物理モデルが提案され、先行現象にもとづく地震発生確率予測を客観的に評価できる段階に進みつつある。データのさらなる蓄積やこれまでとは異なる種類のデータの取得、及び先行現象を説明する物理モデルを観測データや実験等に基づいて検証し、先行現象のメカニズムを解明することが求められている。

(4) 中長期的な火山活動の評価

- 史料や地質データに基づく噴火履歴データベースを活用して噴火様式や規模、マグマの種類の変遷を整理し、マグマ供給系の時間変化を推定することで、長期的な時間スケールでの噴火活動ポテンシャルを評価した。
- 数か月から数年程度の中期的な時間スケールの活動評価を目指し、多項目観測の実施と、様々な火山現象と噴火発生の関係の定量的評価を行った。年代測定手法の高度化が進み、噴火履歴とマグマ供給系の時間変化が精密に把握された。また多項目観測を支える観測・解析技術の開発が進み、多項目データが着実に蓄積された。年代測定精度については更なる高度化が必要であり、トレンチやボーリングデータも更に活用すべきである。多項目観測データをデータベース化し活用することや衛星データのさらなる活用も課題である。また、多項目観測を長期的に維持するための方策を検討することも欠かせない。
- 観測データの蓄積が進んだ火山において、噴火の切迫度評価につながる活動評価指標であるVUIの適用による非噴火時の試行的な活動評価を実施した。VUIにもとづく評価を試行する対象火山をさらに増やす必要がある。

(5) 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

- 多様な火山活動推移を体系的に理解するため、噴火に先行する現象から噴火の発生、活動の変化、終息までをばらばらの現象ではなく相互に関連する一連の現象として捉える火山活動推移モデルの構築を進めており、その一環として、起こり得る現象を網羅的にまとめ、時系列を整理した噴火事象系統樹の作成や改定を進めた。また、噴火履歴や過去の観測データを精査するとともに、新たな観測量も導入することによって事象の分岐条件の定量化を進めた。
- 噴出物の物質科学的研究と火山活動の対応の整理が進み、活発な活動が続きデータの蓄積が進む桜島においては火山活動推移モデルを試作した。現在の分岐判断手法は限定的であり更なる高度化が必要である。データのさらなる蓄積、比較研究の実施により、火山活動推移モデルを他火山においても試行的に構築する必要がある。

3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(1) 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化

- 2016年熊本地震、2018年大阪府北部の地震、2018年北海道胆振東部地震をはじめとする大地震の断層破壊過程と強震動の生成メカニズムを調べ、熊本地震では、断層浅部のごく一部に時定数の長い大きな滑りが生じ、その近傍で強い長周期速度パルス波が発生するという現象を確認した。断層の滑りの不均質構造が震源域の強震動を特徴づけるため、これらの位置を決定論的に設定する方法の開発が必要である。
- 関東平野など、地震動の増幅効果の大きい厚い堆積層を持つ大規模な盆地や平野を中心に、堆積層構造モデルの作成や検証、強震動生成・増幅メカニズムの分析が進められた。一方、近年の地震で地震動被害集中域となった地盤や地質を踏まえ、地盤構造の調査対象を広げる必要があると考えられる。
- 南海トラフ巨大地震のリスク評価の精度向上を目指し、研究分野横断型のリスク評価を実施した。震源過程、地下構造、強震動、津波、構造物についてそれぞれのモデルの不確定性を検討し、これらを統合してリスクを試算する、地震リスク評価プラットフォームを構築した。
- 巨大地震に伴う海底斜面崩壊による津波のシミュレーション手法を開発した。また、日本海における60断層について、7万通り以上のシナリオを想定し、日本海沿岸の約150の市町村ごとに確率論的な津波高さを計算した。南海トラフ沿いや日本海溝・千島海溝沿いの地滑り地形に対し、津波災害ポテンシャルを評価していく必要がある。
- 2003年と1952年に発生した十勝沖地震について古い地震波形記録を精査して震源過程を解析したところ、2つの地震の破壊域の広がりには明確な違いがあり、地震シナリオが異なっていることがわかった。
- 北海道八雲町、神恵内村等において、津波避難シミュレーションを行って避難困難地区を特定し、避難困難地区解消の対策を自治体・地域住民と協議し、避難路の整備、役場庁舎の津波避難ビル機能付加の計画につなげた。
- 過去の大地震や2016年熊本地震、2018年北海道胆振東部地震などによって生じた最近の国内外の地滑りについて調査を行い、付加体の地盤や火山灰土などの危険性の高い地域の地形・地質学的特徴を明らかにした。また、観測や室内実験による地滑りメカニズムの解明にも取り組み、滑り面の鉱物の影響などが明らかになった。これらの知見に基づいて地滑りの定量的物理モデル化を進めていく必要がある。
- 桜島火山で発生した火砕流を伴う噴火について、発生直前に起きる地殻活動の分析を行い、前駆的地震を伴う場合が多いことがわかった。

(2) 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化

- 地震動や津波、火山噴火に伴う噴煙の移流拡散に関して、高密度の定常地震観測網や海底圧力計、気象レーダーなどの観測網の発展を背景に、観測データと数値シミュレーション、データ同化を活用した即時予測手法の開発が進展した。震度の即時予測であるPLUM法*は平成30年3月に気象庁の緊急地震速報に導入された。
- 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即時推定する技術の開発を行い、電子基準点リアルタイム解析システムに実装した(REGARDシステム)。
- 多項目観測による噴出物の迅速なマッピングと噴出量推定、噴出物の化学分析による噴火推移把握を目指した研究を、桜島や西之島など複数の火山で実施した。

(3) 地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究

- 不確実性を含む災害誘因予測が適切に伝わり災害の軽減に活かされるような情報発出方法を見出すため、アンケート調査などを実施し、受け手の年代や居住地、知識量に配慮した情報伝達が重要であることがわかった。
- 想定シナリオと評価手法の組み合わせにより変化する災害リスク評価結果や災害誘因即時予測情報を、ユーザが適切に理解できるようにすることを目指した表示システムの開発を行った。災害誘因予測や防災リテラシーの分野など、相互に関連が強い研究課題間の連携を深めるため、定期的な情報交換を進めることが必要である。

4. 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

- 震災後の防災政策の効果を検証するために、2011年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）を事例に被災から復興に至る地域社会の変化を分析し、震災後に実施された統一性のない防災事業が復旧復興を遅らせる要因となったことを明らかにした。
- 地震・津波・火山噴火に関する地域の災害特性や過去の災害履歴等の把握に資するデータベースの整理を進めながら、地震・津波及び火山に関する知識や防災行動などの防災リテラシーについての普及啓発に取り組んだ。
- 文理融合研究など異分野間の連携促進を一層図りながら、様々な災害事例の詳細な分析を進め、災害誘因・災害素因について個別事例から一般性のある情報を抽出するなどの検討を進め、災害発生機構の解明を進めていく必要がある。

(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

- 住民の防災リテラシーの実態やニーズの把握のため、学校における防災教育の実態調査、桜島火山周辺の住民の噴火警戒レベルに関する認知度の調査、南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域在住の住民が避難判断に参考にする情報の調査を行った。
- 防災リテラシー向上のための研修プログラムの開発、避難訓練可視化システムを使った避難訓練、オープンサイエンス手法の導入など、防災リテラシー向上のための効果的方法の研究・開発・検証が複数試みられた。各課題で得られた知見の統合を図りながら、防災リテラシー向上のための知識体系と向上手法の検討を一層進めていく必要がある。

5. 研究を推進するための体制の整備

(1) 推進体制の整備

- 現行計画は地震学・火山学を中核とし、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの幅広い分野の研究者の協力による総合的な学際研究として推進しており、全国から35の機関が参加している。参加機関からの委員で構成される地震・火山噴火予知研究協議会（以下「予知研究協議会」という。）が研究全体の推進を実質的に担い、地震予知連絡会、火山噴火予知連絡会は情報共有などを通じて計画推進の一端を担っている。
- 将来の社会実装を目指す研究として「地震発生の新たな長期予測」、「地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測」、「火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測」の3つを設定し重点的に実施している。
- 本観測研究計画は、地震・火山防災に関する行政や防災研究全体の中で果たす役割を明確化しつつ推進することが重要である。地震分野では地震本部を頂点とする一元的な施策推進体制が存在し、本観測研究計画で得られた成果を国の施策に反映させる道筋は比較的是っきりしている。火山調査研究の分野においてもこれに相当する体制を実現することが望まれる。

(2) 分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制

- 現行計画においては、地震学・火山学的重要性及び災害科学的な重要性に鑑み、「南海トラフ沿いの巨大地震」、「首都直下地震」、「千島海溝沿いの巨大地震」、「桜島大規模火山噴火」、「高リスク小規模火山噴火」の5つを複数の分野にまたがり総合的に実施する優先度の高い研究対象として選定し、関連課題間の連携協力体制を構築しつつ実施している。
- 南海トラフ沿いの巨大地震に関しては、関連各分野の研究成果に東京大学地震研究所と京都

大学防災研究所による拠点間連携共同研究の成果を加えることで、理学的研究、工学的研究、人文・社会科学的研究を含む総合的研究として実施している。データに基づく広帯域震源モデルの構築、西南日本地域の強震動や津波浸水モデルの提示、地震震源から地震波伝播経路、地盤応答や建物の脆弱性までを総合的に考慮したリスク評価手法の構築を進めている。

- 首都直下地震に関しては、具体的な地震像を描くことを目指して史料に基づく被害分布調査を進めている。また、関東平野を中心とした強震動即時予測手法の開発と災害情報に関する住民調査やキャンペーン報道の学習効果の検討を実施した。
- 千島海溝沿いの巨大地震については、津波に対する地域防災力の向上に力点を置く研究として新たに総合的研究の対象とした。津波堆積物調査により過去の発生時期の調査、地震活動静穏化に基づく切迫性の評価、海底地殻変動観測、迅速な浸水域予測手法開発、避難訓練可視化システムの開発を行った。
- 桜島噴火に関しては、住民避難を伴う大規模噴火を中心に研究を進め、火山噴火予測の高度化、定量化につながる火山活動推移モデルを試作した。また、噴火シナリオにもとづく避難訓練の実施など、災害軽減に向けたより具体的な取り組みを進めた。
- 高リスク小規模噴火に関する総合的研究は、小規模な噴火であっても大きな人的・物的被害が起り得ることから、現行計画より新たに始まった総合的研究である。小規模噴火が発生する場を理解するため地球物理学的観測や地質調査などを実施し、地下の比抵抗構造、過去に小噴火を発生させた小火口分布と年代などが明らかになった。

(3) 研究基盤の開発・整備

- 参加機関により、高感度地震観測網やGNSS観測網などの陸域観測網と海域の観測網からなる陸海統合地震津波火山観測網などが安定的に運用されている。データ流通システムやデータの保存・公開に活用するデータベースの整備も進んでいる。その他にも多様な観測項目が実施されデータ蓄積が進む。GNSS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測など新たな観測手法開発や解析技術開発も進んでいる。生データ以外に、震源データなどの処理済みデータの公開や活断層や津波堆積物等のデータベース整備、基盤的な地質情報図及び災害情報図など様々な観測研究基盤の整備が進んでいる。これらの研究基盤を活かし、データ公開をさらに進める必要がある。
- 本研究計画の成果は長年にわたり整備が進められてきた観測基盤からのデータに負うところが大きく、観測基盤を維持するための技術開発や人材育成など、長期的安定運用に資する新たな仕組みを検討する必要がある。
- 発生頻度が低い大規模な地震・火山噴火の解明のためには長期にわたる観測データの蓄積は重要であり、効率的な観測技術の開発や持続可能な観測体制の検討が必要である。また、蓄積が進むデータを効率的に解析する新たな手法開発も必要である。データの多様化に対応するため、非専門家でも扱うことのできる解析ツールの開発や、専門外の研究者であっても活用できる段階まで処理が済んだ一次処理データの公開体制の構築などを検討する必要がある。

(4) 関連研究分野との連携強化

第1次計画から進められてきた文理融合は、現行計画からは理学、工学、人文・社会科学の関連分野の相互理解がさらに進み連携の強化が進んだ。情報科学、計算科学の成果の活用や、歴史研究者と地震研究者による共同研究も進んでいる。現行計画に入り異分野の融合が進み関連分野との連携は徐々に強化され、具体的な成果も次々と生まれていることから、今後もこの方向性を強化し観測研究計画を推進すべきである。

(5) 国際共同研究・国際協力

地震・火山現象の理解には数多くの事例研究が必須であることから、日本と類似する地学的条件にある国々との協働による観測研究が進められている。海外研究者の招聘、国際共同観測研究や国際シンポジウムの実施、国際機関とのデータ共有などが活発におこなわれている。また、海外留学生の受け入れや外国人研究者の招聘による国際的な人的ネットワークの交流も進んでいる。

(6) 社会との共通理解の醸成と災害教育

研究成果に基づいて得られた情報が、国民や関係機関に効果的に伝わり活用されるためには地震・火山噴火現象や災害誘因に対する社会の共通理解が醸成され、防災リテラシーが向上する必要がある。防災リテラシー向上に関する研究が現行計画より開始されたが、この研究はようやく緒に就いた段階であることから、性急な成果を求めず他分野との連携を徐々に育みながら継続・発展を目指す仕組みを整えるべきである。

(7) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

- 大学や研究機関はそれぞれが若手教員のポストの確保に努めているが、任期付きのポストが多い。大学で地震・火山・防災等の専門教育を受けた学生は、研究職や専門職へ就職するものばかりではなく、行政機関や自治体、コンサルタント会社などで防災に携わる立場になる者もあり、より多様な観点に立った教育を行うことが必要である。
- 火山分野においては、火山防災を担う人材の育成を目的とした火山研究人材育成コンソーシアム構築事業が立ち上がっている。このような事業と引き続き協力し、人材育成を促進することが重要である。

V. 総括的評価

1. 現行計画策定までの経過

- これまで長期にわたり実施されてきた地震及び火山に関する観測研究計画等によって構築された観測網により多様な地震・火山噴火現象が捉えられ、様々な地殻活動や地殻構造との関連に関する理解が進んだ。
- 現行計画は、地震・火山に関する観測研究を災害科学の一部として推進するという、大きな方針転換後の第2次計画として始まった。地震学や火山学を中核としつつ、災害や防災に関連する分野の研究者が参加し、協働して計画が実施された。新たに防災リテラシーの向上に関する研究を開始し、分野を跨ぐ総合的な研究についても研究対象を追加した。

2. 現行計画の成果と課題

- 第1次計画に引き続き、現象解明、発生予測及び災害誘因予測の研究を着実に進めた。現象解明及び発生予測の研究では、観測体制の増強に努めて地震・火山現象や地下の様々な物理・化学的状态に関する知見を蓄積し、地震及び火山噴火現象を中心とする地殻活動の推移をモデル化する技術を開発した。災害誘因予測の研究では、自治体などを対象とする情報発信ツールの開発と実装が進んだ。また、現象の理解・予測を災害の軽減につなげるための具体的な手法について検討するため、防災リテラシー向上のための研究を今期新たに追加した。これにより、防災リテラシー向上のための研修プログラム開発が進むなど多くの新たな成果が得られている。このように、現象解明、発生予測、災害誘因予測、防災リテラシーの各分野の研究において災害軽減へつながる道筋が見え始めており、今後は現行計画での成果に基づいて、第1次計画から続く方針をより一層強化・推進すべきと考える。

3. 計画推進体制の評価と課題

- 現行計画は地震学・火山学を中核とし、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの幅広い分野の研究者の協力による総合的な学際研究として、参加機関からの委員で構成される予知研究協議会が中心となって観測研究計画を推進している。多彩な参加機関が連携し、幅広い分野の研究を効率的に実施することを可能としている現行の実施体制のもとで今後も計画の推進を図るべきである。
- 現行計画では、東京大学地震研究所と京都大学防災研究所が連携し、拠点間連携共同研究を実施している。拠点間連携共同研究では、参加研究者からの自主的な提案の募集に加え研究分野を設定して行う公募も行っている。これは、研究分野の偏りを防ぐ重要な役割があることから、本観測研究計画にとって不可欠な仕組みと言える。
- 観測研究計画の成果は長年にわたり整備が進められてきた様々な観測基盤からのデータに負うところが大きく、観測基盤を維持するための技術開発や人材育成など、長期的安定運用に資する新たな仕組みを検討する必要がある。
- 現行計画では異分野の融合が進み関連分野との連携は徐々に強化されている、国際共同研究

など国際的な研究協力や人的ネットワークの構築も進む。次世代の人材育成に関しても、参加各機関がポストの確保に務めると共に人材育成事業への協力も進めている。今後もこの方向性を強化し観測研究計画を推進すべきである。

- 観測研究計画で得られた成果は、地震本部、内閣府の検討会、地震予知連絡会、火山噴火予知連絡会等への情報提供を通じて、政府が地震・火山現象に対し行う施策の基礎にもなっている。今後も、観測研究計画の枠組みで地震・火山の観測・研究・人材育成を継続・発展させていくことが必須である。

4. 現行計画の総括的評価と今後の展望

- 第1次計画に対する外部評価で指摘された改善すべき点に関しては、多くの項目で指摘に応えることができているが、十分ではない項目もある。それらについては、5か年計画の残りの期間において達成を目指すべきである。異なる分野間の連携強化に関しては、相互理解が進みつつあるが、より長期的な視点に立ち今後の観測研究計画においても対応を継続すべきである。
- 現行計画では、研究成果の社会の減災対策への実用化を進めるため重点的に取り組む3つの研究を設定し、概ね期待した成果が得られつつある。次の段階として実用化に向けた試行を促進するなど中長期的な推進体制をとる必要がある。
- 現行計画では、地震・火山噴火現象や災害誘因に対する社会の共通理解の醸成と防災リテラシー向上に関する研究を新たに開始したが、これらの研究はようやく緒に就いた段階であることから、他分野との連携しつつ継続・発展を目指す仕組みを整えるべきである。
- 現行計画では、複数の分野にまたがり総合的に実施する優先度の高い研究対象として5つの総合的研究を選定し、関連課題間の連携協力体制を構築しつつ実施している。各総合的研究の進展段階には大きなばらつきがあるものの、各分野の成果が実際の災害軽減に向けた具体的な取り組みにつながりつつある。今後も総合的研究という分野横断研究の枠組みを維持し、研究対象や研究の方向性の明確化などの必要な改善を加えつつ、研究を進めていくことが望まれる。
- 第1次計画で提示された、中長期的な展望の下で体系的に取り組む内容に関しては、それぞれの進展状態に違いはあるものの、第1次及び現行計画を通じて着実に進んでいる。今後も成果を社会実装につなげることを目指し、異分野間の連携を強化しつつ研究を着実に継続する必要がある。特に現行計画から始まった防災リテラシー向上に関する研究は、他の研究項目との連携強化に特に力を入れつつ、さらに発展させる必要がある。
- 地震・火山現象の解明は、発生予測や災害誘因予測など災害軽減に貢献する研究全ての基礎であり、観測の長期的な継続は言うまでもなく、時空間的な分解能を上げるための観測・解析手法の開発と高度化、実験や理論的な研究の推進を継続することが求められる。
- 史料・考古資料の分析、地形・地質調査は、近代的観測が開始する以前の地震・火山噴火現象を理解し、将来の活動推移の予測に資するものとして重要である。データの蓄積は着実に進み過去の地震・火山噴火現象に関する新たな知見が得られつつあることから、今後もこれらの研究を継続すべきである。
- 断片的な史料・考古・地形・地質のデータを統合的に整理し、さらに近年の観測データと組み合わせることで解釈することや、統合データに基づいて、地震・火山噴火現象に対する人間・社会の応答に関する文理融合研究を広範に展開することにより、将来の災害軽減に資するさらなる知見が得られることが期待される。
- 地震発生予測に対しては、これまでに得られた科学的知見や技術を活用し、将来の大地震の発生を予測すべく、観測と物理モデルに基づく地震発生予測研究が重点的に進められている。今後は、内陸地震の長期予測実用化に向けた発生予測実験や、プレート境界で比較的短期間で繰り返される地震などを対象とする滑り発生の予測実験を試行すべきである。
- 火山噴火予測に関しては、今後もデータの蓄積と火山現象の物理・化学的理解を進め、火山活動推移モデルに基づく予測手法の開発をさらに推進すべきである。火山の状態を定量的に評価する指標の開発が進んでいることから、噴火推移予測・活動予測実験を試行することを視野に入れるべきである。
- 災害誘因予測に関しては予測精度やリアルタイム性が向上し、手法のいくつかは社会実装がなされている。社会実装へ繋がる流れをさらに促進する必要がある。予測結果に必然的にと

もなう曖昧さを対象とする研究についても今後も力を注ぐべきである。

- 現行計画においては、分野横断型の総合的研究の枠組み、及び、拠点間連携共同研究の枠組みを使って、現象から災害誘因、災害リスク、防災リテラシーまで幅広い分野の研究者が知見を共有する場ができ研究成果の連携も進んでいる。これらの枠組みをさらに改善しつつ協働の強化に一層取り組むべきである。

5. まとめ

現象解明、発生予測、災害誘因予測、防災リテラシーの各分野の研究において災害軽減へつながる道筋が見えており、今後は現行計画での成果に基づいて、第1次計画から続く方針をより一層強化・推進すべきと考える。社会の減災対策への実用化という点での到達度は研究テーマによりさまざまであるため、今後もその到達度や重要性に鑑みて重点的に行う研究テーマを設定し、実用化に向けた試行を促進するなど中長期的な推進体制をとる必要がある。また、観測研究計画で得られた成果は、政府が地震・火山現象に対し行う施策の基礎にもなっており、今後も、観測研究計画の枠組みで地震・火山の観測・研究・人材育成を継続・発展させていくことが必須であると考ええる。

付属資料 説明

- 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」の基本的な考え方（図1, 2, 3）
- 現行計画で強化・開始した研究（図4, 5）
- 重要な地震・火山現象（図6, 7, 8）
- 主たる成果
 - ・地震・火山現象の解明のための研究（図9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21）
 - ・地震・火山噴火の予測のための研究（図22, 23, 24, 25, 26, 27）
 - ・地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究（図28, 29, 30, 31, 32）
 - ・地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究（図33, 34, 35）
 - ・重点的研究（図22, 23, 24, 26, 27）
 - ・総合的研究（図8, 11, 12, 13, 20, 22, 25, 27, 33, 34）
 - ・体制の整備（図12, 36）

図1 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）



図2 地震・火山研究に関する建議一覧

建議年月日	件名		実施期間	審議会
	地震	火山		
1964(S39).07.18	地震予知研究計画の実施について	—	1965～ 1968年度	測地学 審議会
1966(S41).07.09	地震予知研究計画について	—		
1968(S43).07.16	地震予知の推進に関する計画の実施について	—	1969～ 1973年度	
1973(S48).06.29	地震予知の推進に関する第3次計画の実施について	火山噴火予知計画の推進について		
1975(S50).07.25	第3次地震予知計画の一部見直しについて	火山噴火予知計画の一部見直しについて	1974～ 1978年度	
1976(S51).12.17	第3次地震予知計画の再度一部見直しについて			
1978(S53).07.12	地震予知の推進に関する第4次計画の実施について	第2次火山噴火予知計画の推進について	1979～ 1983年度	
1983(S58).05.31	第5次地震予知計画の推進について	第3次火山噴火予知計画の推進について		
1988(S63).07.28	第6次地震予知計画の推進について	第4次火山噴火予知計画の推進について	1989～ 1993年度	
1993(H05).07.30	第7次地震予知計画の推進について	第5次火山噴火予知計画の推進について		
1995(H07).04.20	第7次地震予知計画の見直しについて			
1998(H10).08.05	地震予知のための新たな観測研究計画の推進について	第6次火山噴火予知計画の推進について	1999～ 2003年度	
2003(H15).07.24	地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）の推進について	第7次火山噴火予知計画の推進について		
2008(H20).07.17	地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の推進について	—	2009～ 2013年度	科学 技術・ 学術 審議会
2012(H24).11.28	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	—		
2013(H25).11.08	災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について	—	2014～ 2018年度	
2019(H31).01.30	災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）の推進について	—		

図3

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）の実施体制

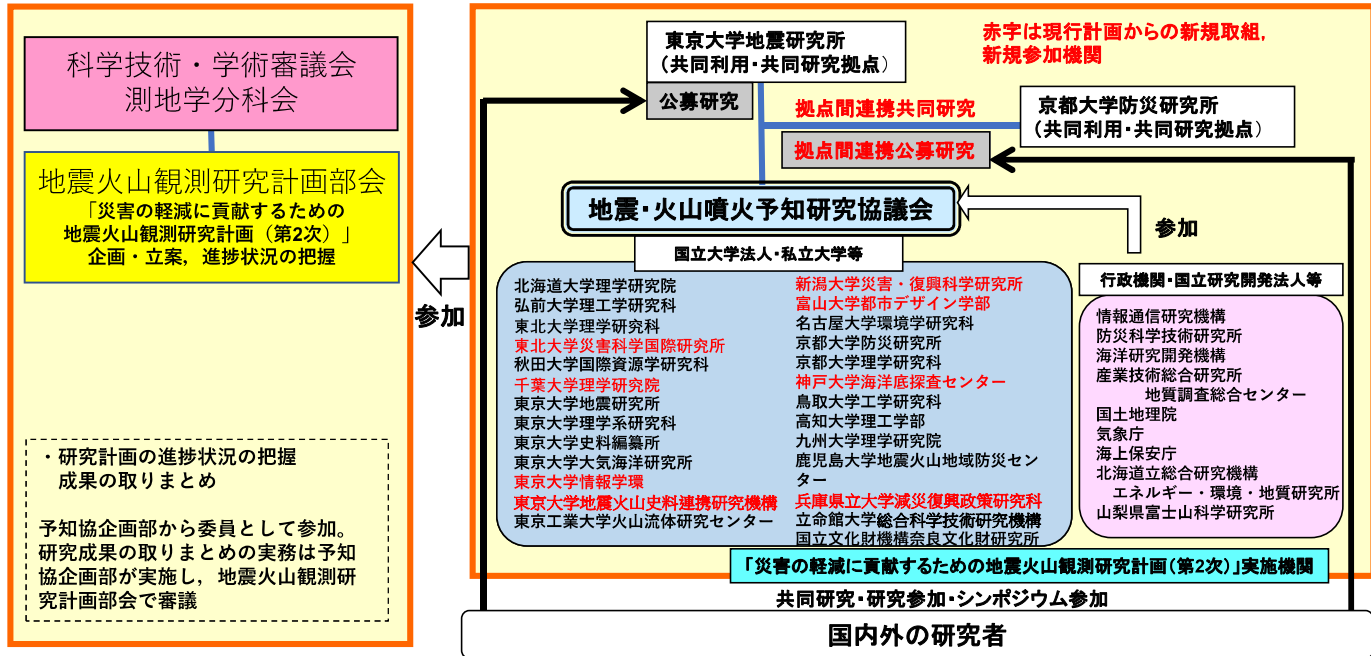


図4

現行計画で強化，あるいは新たに開始した研究

地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究の開始

地震・火山災害事例に関して災害発生機構や要因を解明し，社会における防災リテラシーの実態調査等に基づき，災害軽減に対して効果的な知識体系要素を探索することを目指す

- 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
- 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

分野横断型研究連携を総合研究とし，項目を拡充

地震学的・火山学的及び災害科学的に重要な研究を5つ選定し複数の分野にまたがる総合的研究として実施

- 南海トラフ沿いの巨大地震
- 首都直下地震
- 千島海溝沿いの巨大地震
- 桜島大規模火山噴火
- 高リスク小規模火山噴火

重点的研究として3つの研究を実施

将来の社会実装に近い研究から3つを選定し，優先的予算措置も行う。地震の長期予測については，基本施策との関係が深いことから，地震本部と連携を取りながら実施

- 地震発生の新たな長期予測
- 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測
- 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

図 5

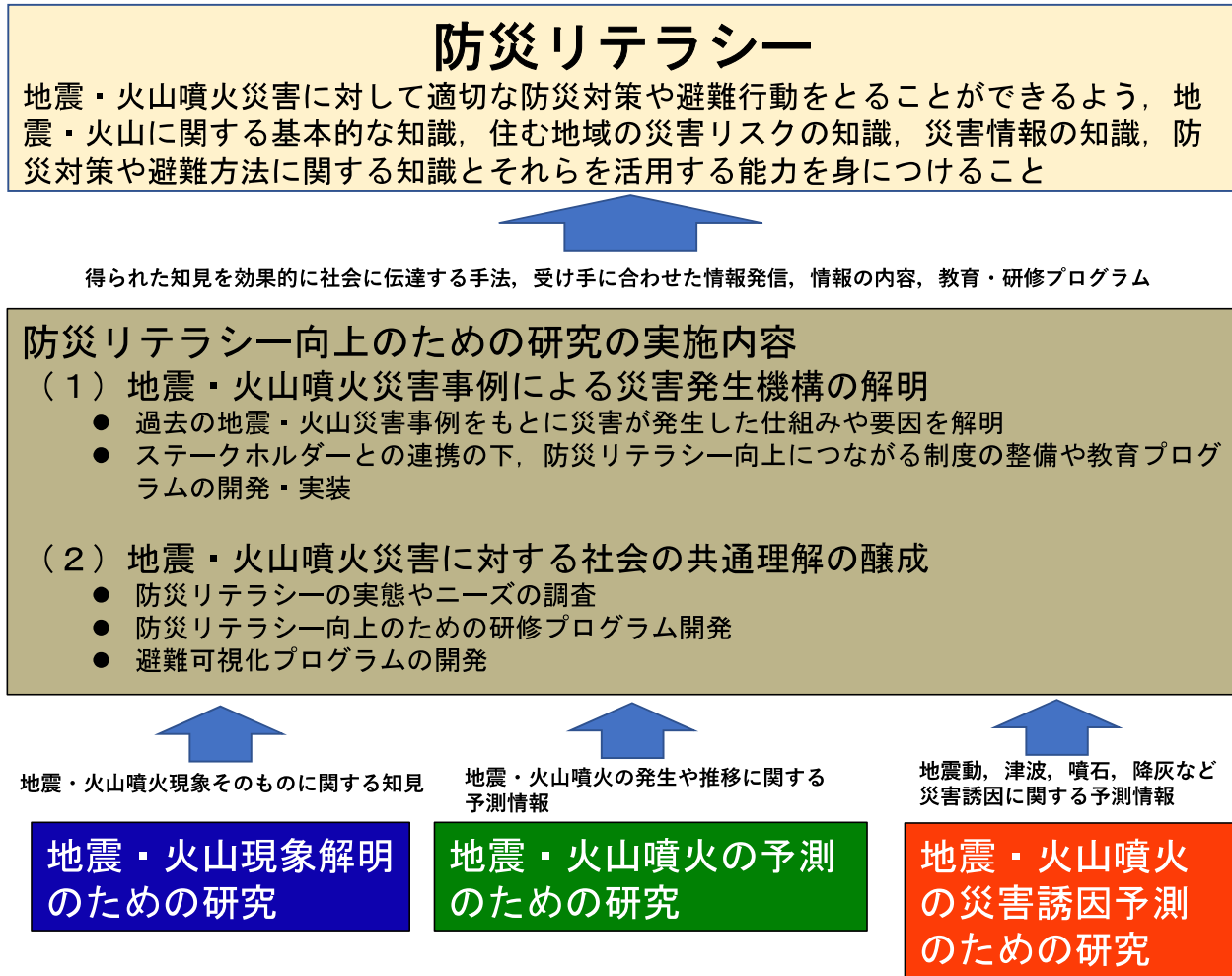
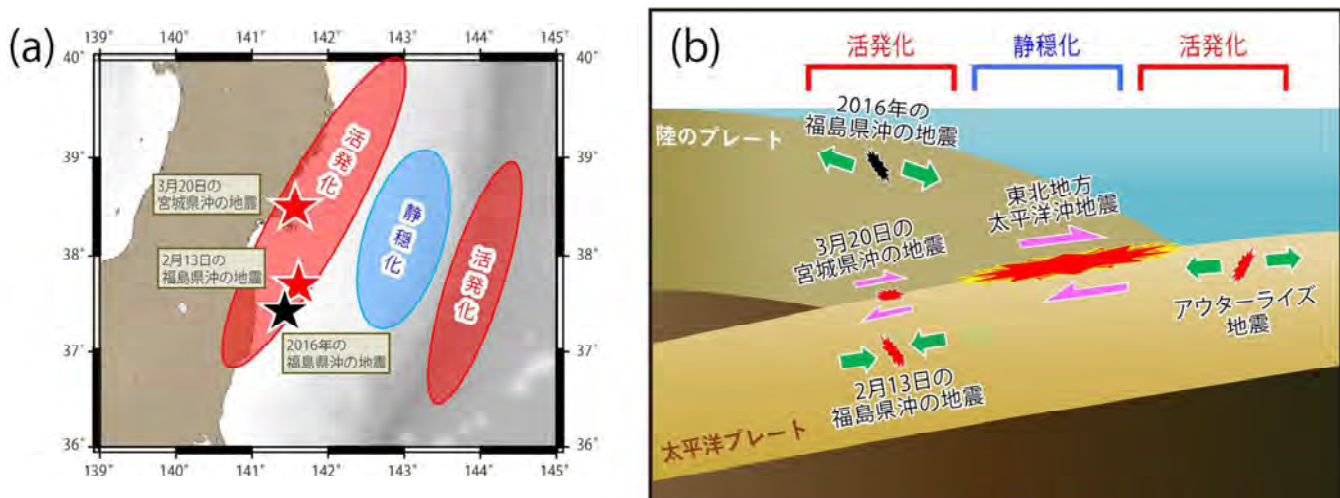


図 6

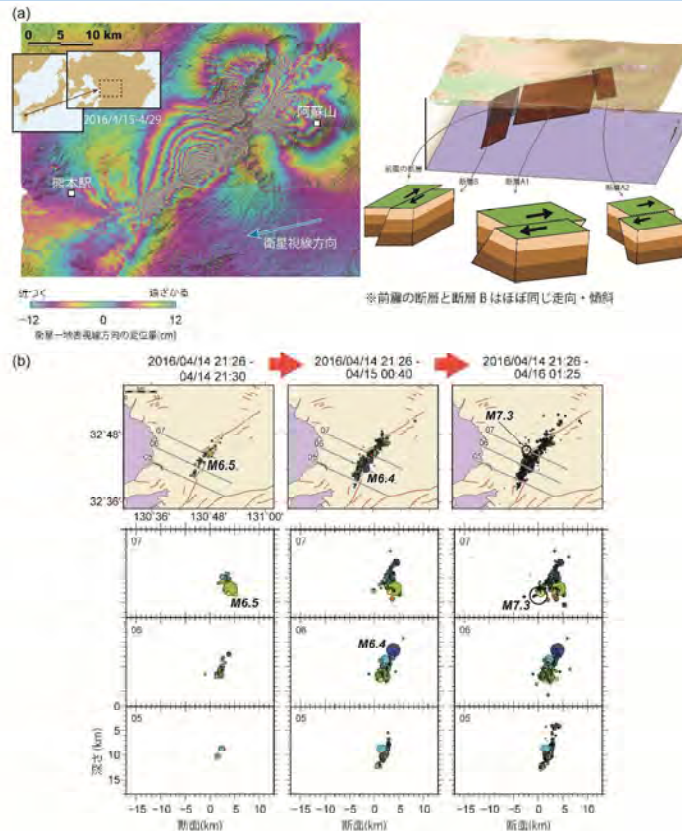
東北地方太平洋沖地震の震源域周辺の地震活動



◆ 2011年東北地方太平洋沖地震の周囲では、局所的に圧縮応力や引張応力が強まり、地震活動が活発な状況が、本震から10年が経過した現在も続いている。

図 7

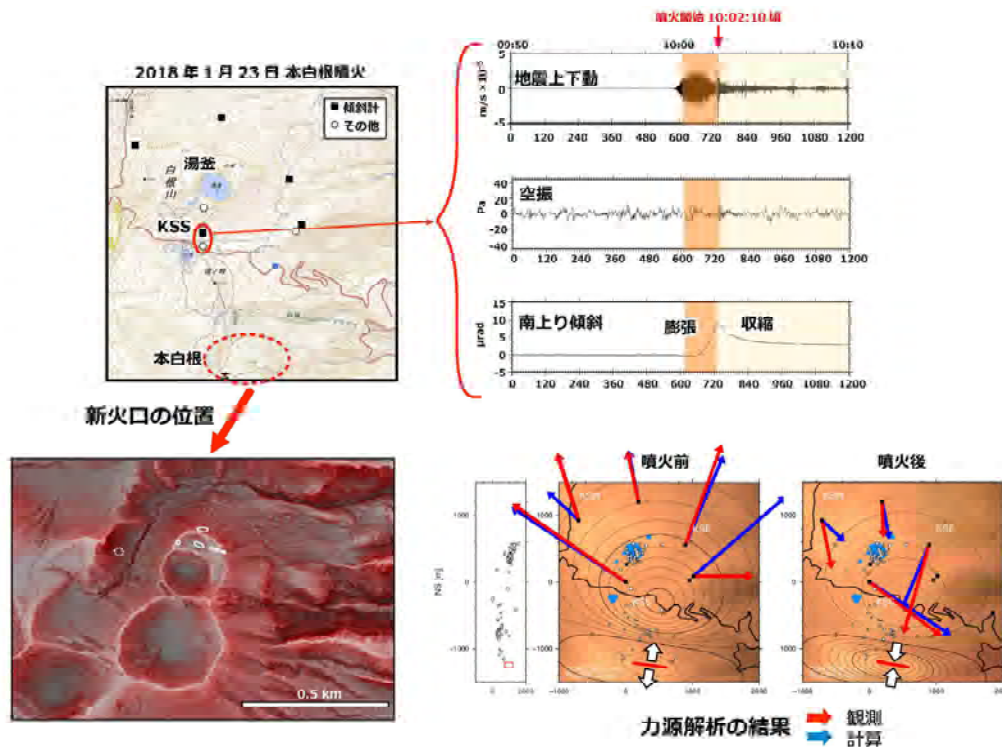
2016年熊本地震に伴う複雑な断層運動



- ◆ 地殻変動の干渉SAR解析により、広い範囲にわたって複数の断層面が動いた様子が捉えられた。
- ◆ 前進から本震に至る地震活動域の拡大の様子が明らかにされた。

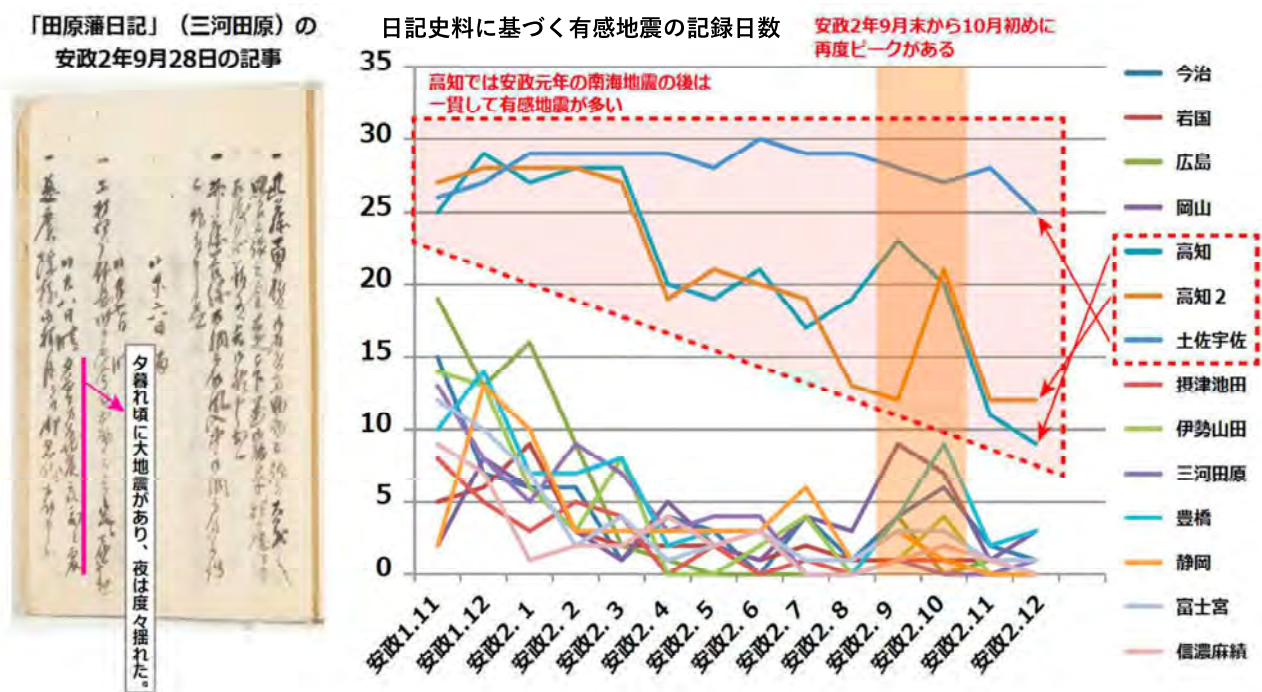
図 8

草津白根山（本白根山）の噴火前後の傾斜変動



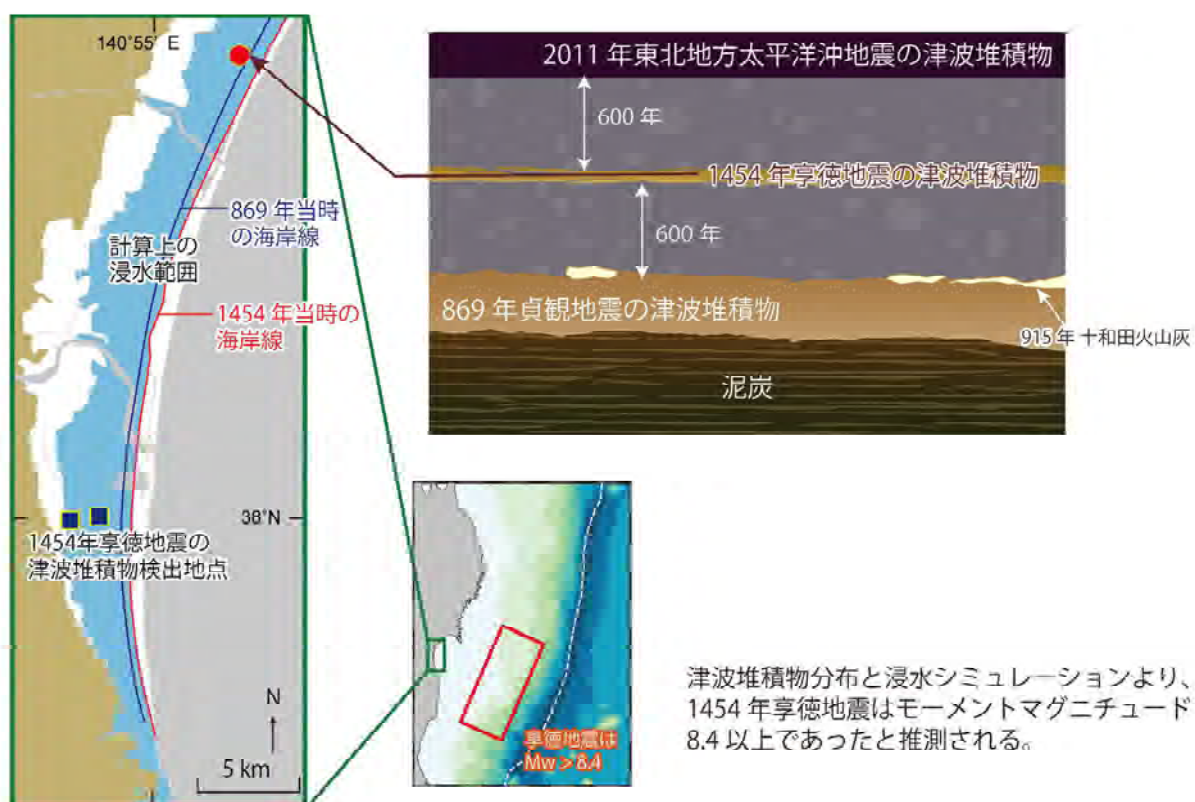
- ◆ 噴火の2分ほど前から湯釜南方が隆起する傾斜変動が観測され、噴火時刻に収縮に転じた。
- ◆ 観測された傾斜から、新火口列直下の深さ1000mにおける鉛直クラックの膨張と収縮が推定された。

図9 安政東海・南海地震後の有感地震の発生状況



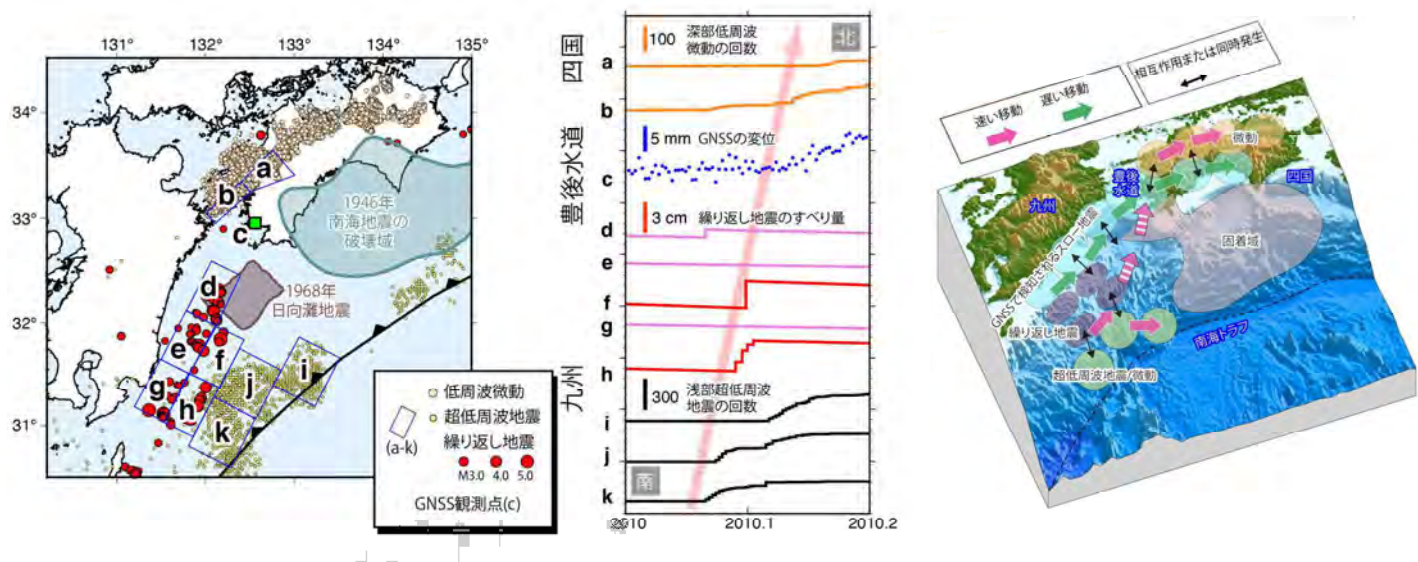
8

図10 1454 年享徳地震の復元



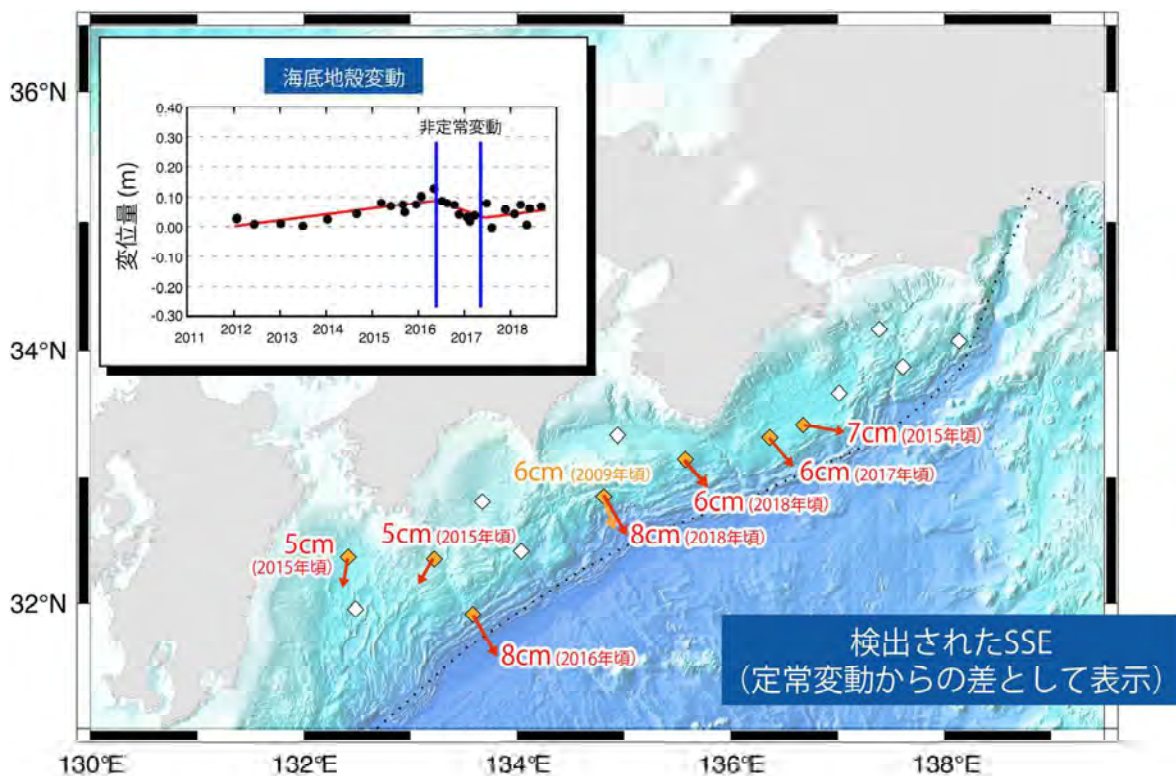
- ◆ 津波堆積物分布と浸水シミュレーションより、1454年享徳地震はモーメントマグニチュード8.4以上であったと推定

図11 南海地震の固着域周辺のスロースリップ活動



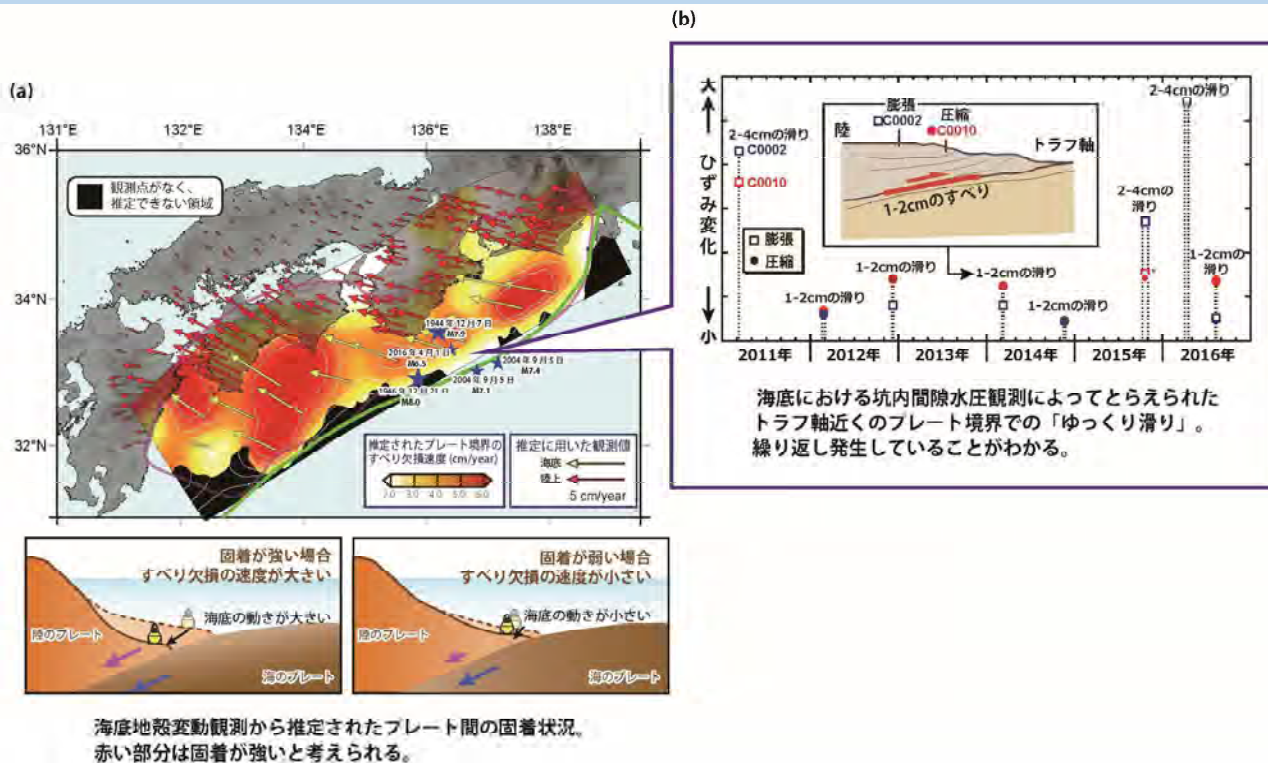
- ◆ 固着域周辺における様々なスロー地震の連鎖的発生の様子を解明
- ◆ プレート境界の固着の一時的な緩みと固着域への非定常な応力载荷が示唆される

図12 南海トラフ沿いで検出された浅部SSE



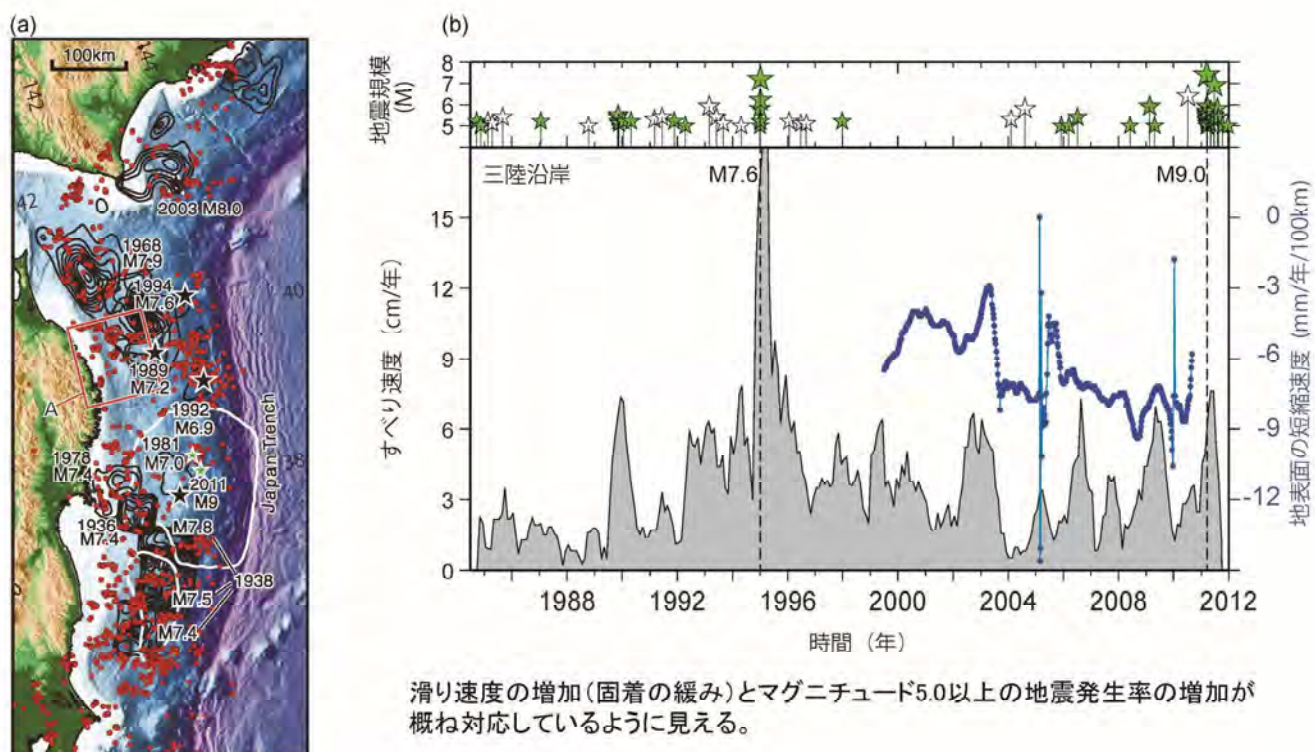
- ◆ 南海トラフ沿いのGPS-音響結合方式による海底地殻変動観測データを統計的に解析
- ◆ SSE由来と考えられる非定常な変動を複数の観測点で検出

図13 南海トラフ沿いプレート境界の滑りと固着



- ◆ 陸上及び海底の地殻変動観測によって得られた変動速度から、南海トラフ沿いプレート境界の不均質な滑り欠損速度分布を推定
- ◆ 海底における坑内間隙水圧観測によって得られたひずみ変化から、熊野灘のトラフ軸近傍のプレート境界浅部で繰り返し起こるスロースリップを推定

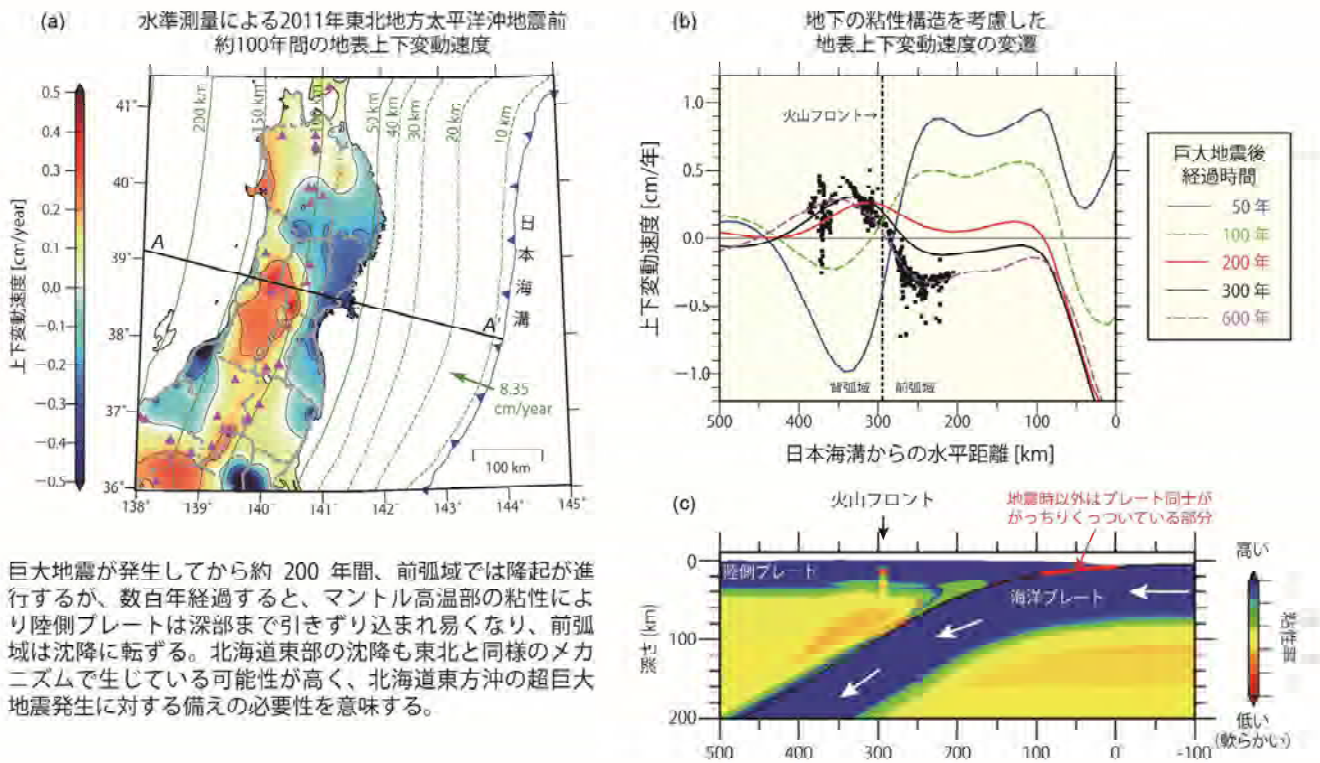
図14 プレート境界の滑り速度変化と地震発生との比較



- ◆ 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、プレート境界の滑り速度が概ね周期的に変化していることを小繰り返し地震及び地殻変動データから発見
- ◆ 滑り速度の増加(固着の緩み)とマグニチュード5.0以上の地震発生率の増加が概ね対応

図15

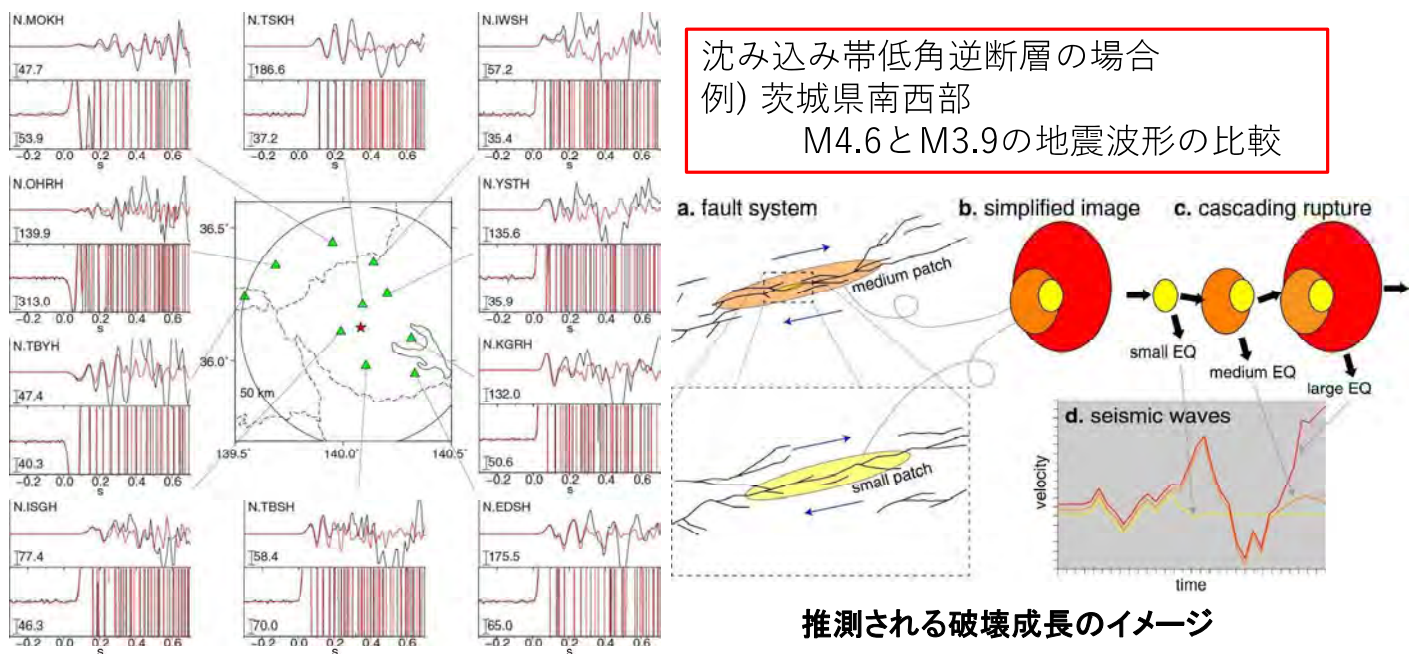
東北地方太平洋沿岸域の沈降メカニズム



- ◆ 海洋プレートの沈み込みが数百年に及ぶと、マントル高温部の粘性により陸側プレートは引きずり込まれ易くなり、太平洋沿岸域の沈降速度が上昇すると考えられる
- ◆ 北海道東部の沈降も東北と同様のメカニズムで生じている可能性が高いと考えられる

図16

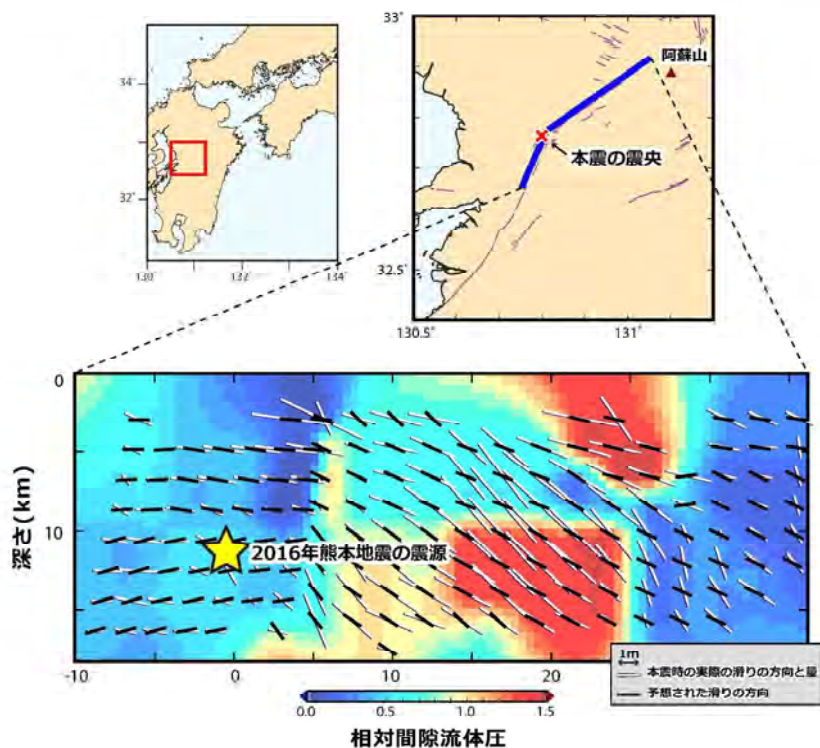
「階層的地震破壊」の実例検討



- ◆ 多くの大地震の立ち上がりが小地震と同じことを発見
- ◆ 低角逆断層の沈み込みタイプの地震899イベントのうち170イベントが該当
- ◆ 他のタイプの地震では、この割合が激減

図17

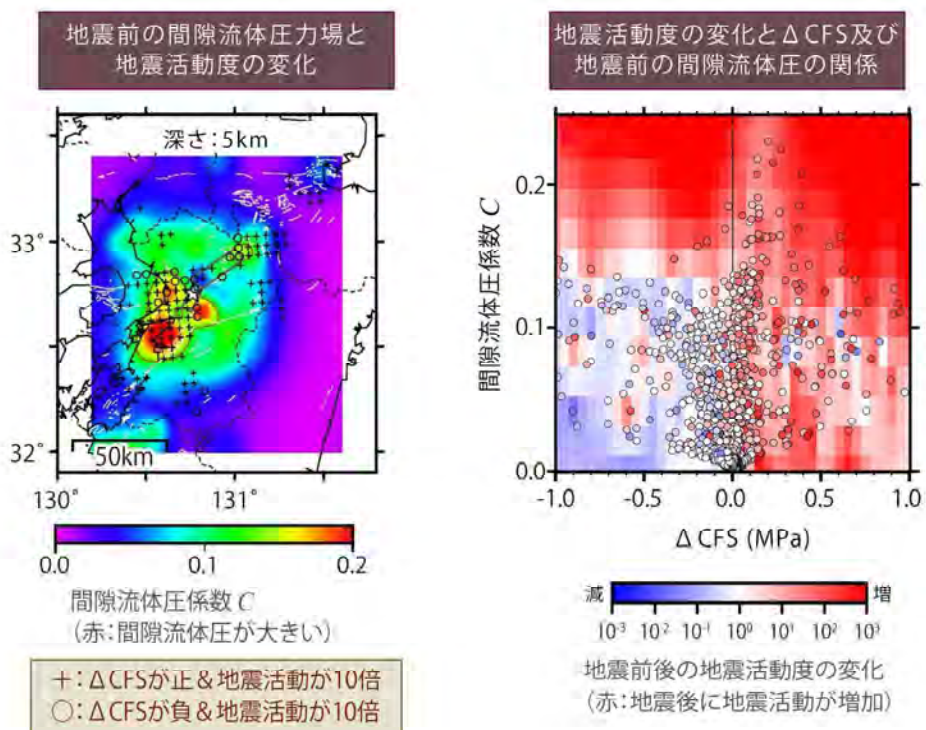
応力場と大地震の滑り



- ◆ 2016年熊本地震発生以前の応力場から、熊本地震断層面で期待される滑り方向を予測したところ、実際の滑りの方向とよく一致

図18

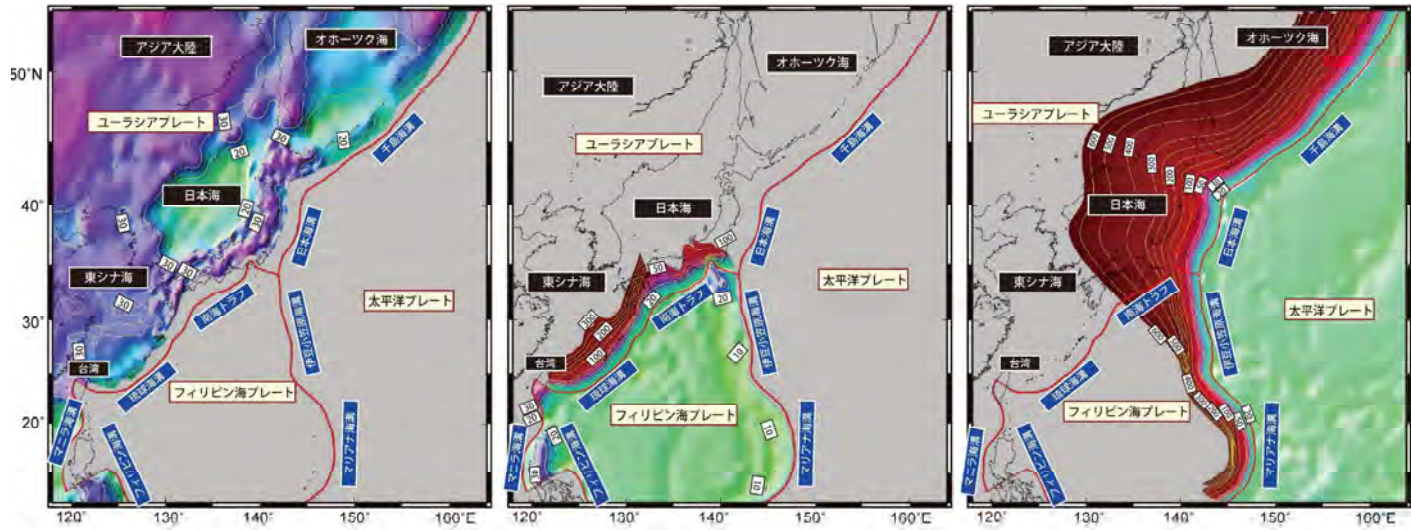
地震活動度の変化と応力・間隙流体圧



- ◆ 2016年熊本地震前の地下の間隙流体圧力場、熊本地震による応力場の変化から求めた各地の ΔCFS と熊本地震前後の地震活動度の変化を比較
- ◆ ΔCFS が正の地域では、地震活動度が上昇
- ◆ ΔCFS が負の地域でも、間隙流体圧のレベルが地震前から高かった地域では地震活動度が上昇

図21

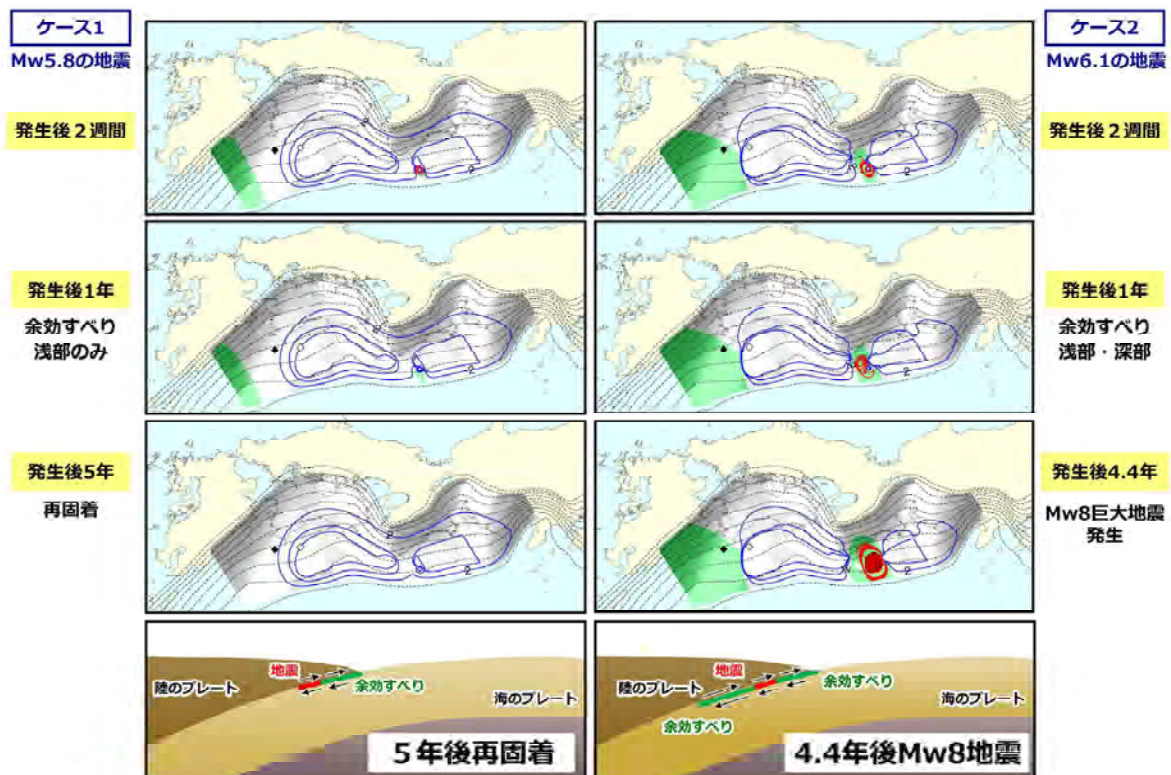
基本構造モデルの構築



◆ 様々なデータを統合して構築した日本列島周辺域の基本構造モデルを公開

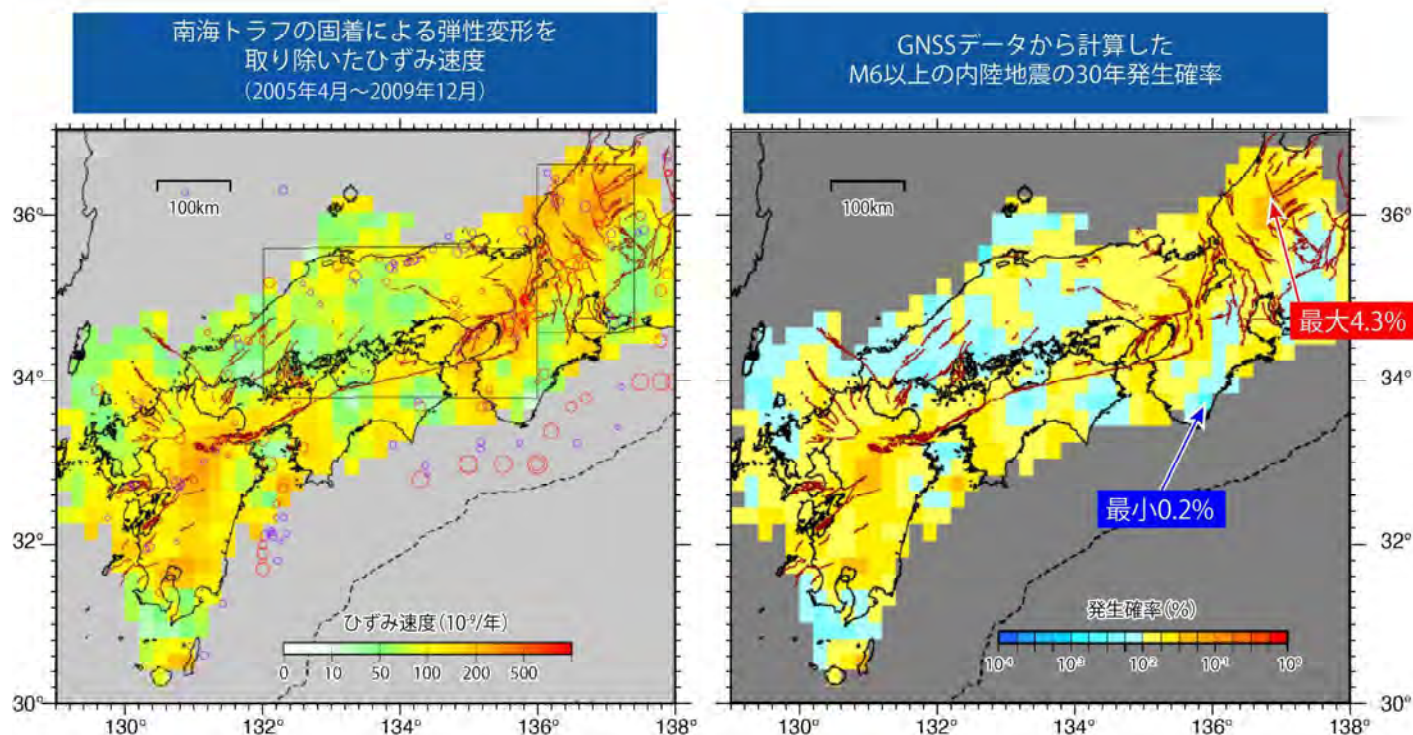
図22

南海トラフ沿いの地震の発生予測研究



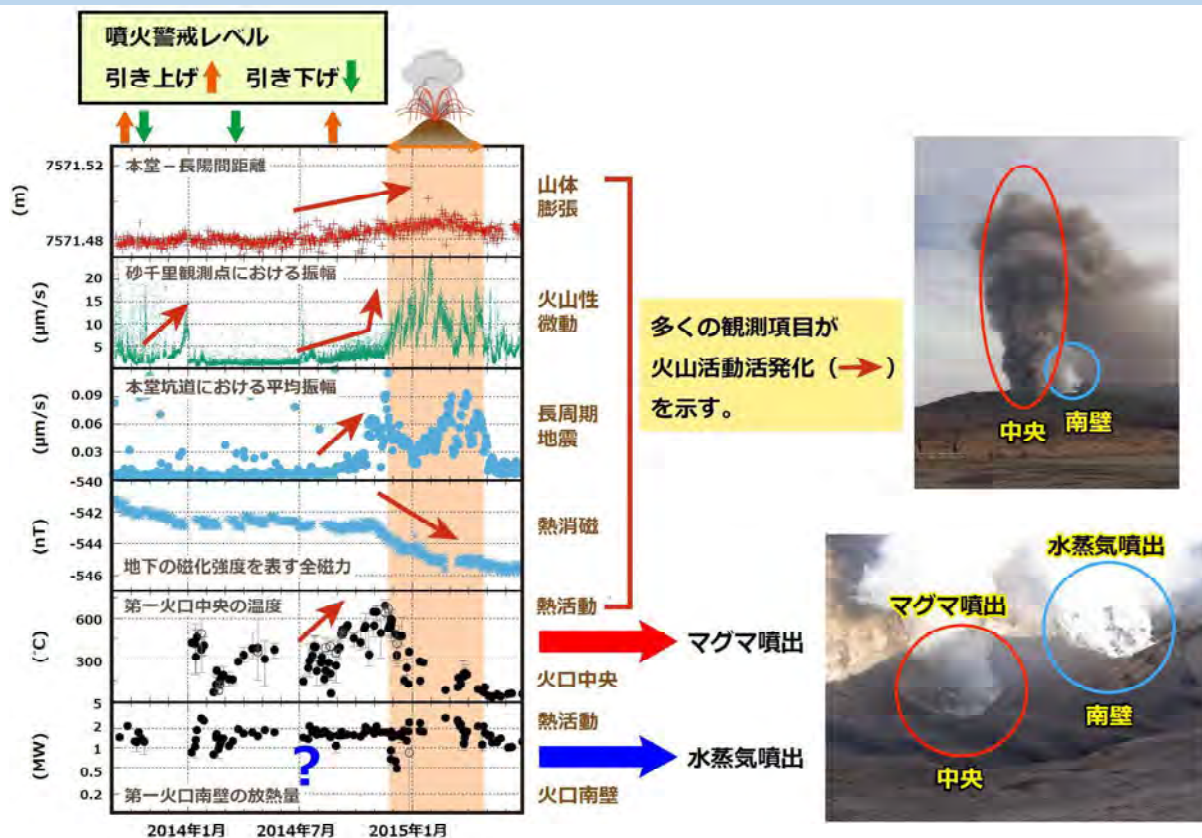
- ◆ 2016年三重県南東沖の地震による南海トラフ巨大地震への影響を、地震発生シミュレーションにより検討
- ◆ 余効滑りは浅部のみに伝播し収束する(ケース1)と推定

図23 測地観測データに基づく内陸地震長期評価手法の開発



- ◆ 内陸域に蓄積されるひずみ速度の14%が地震で解放されると仮定し、M6以上の内陸地震の30年発生確率を計算
- ◆ M6以上の内陸地震の30年発生確率は、中部地方で最大4.3%

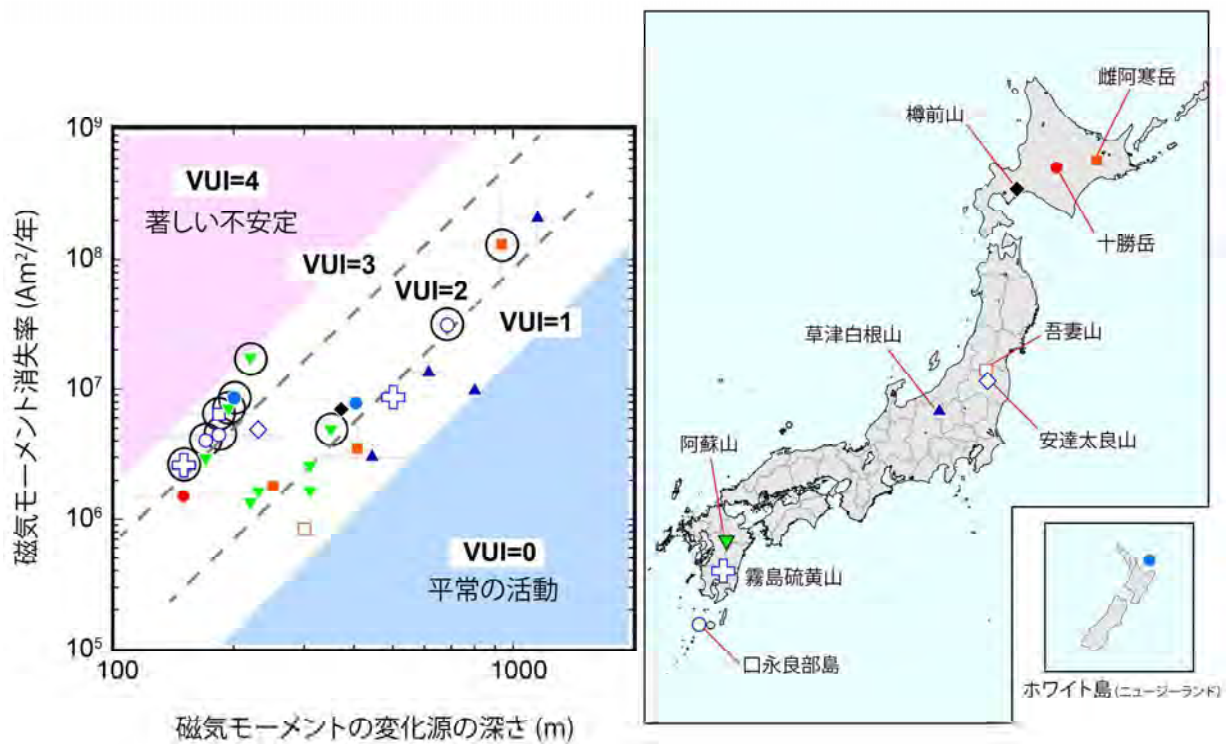
図24 多項目観測による火山噴火予測



- ◆ 阿蘇山において、地震・地殻変動・熱などの多項目観測量の変化と火山活動を比較
- ◆ 多くの観測項目が火山活動の活発化に応じて変化することを確認

図25

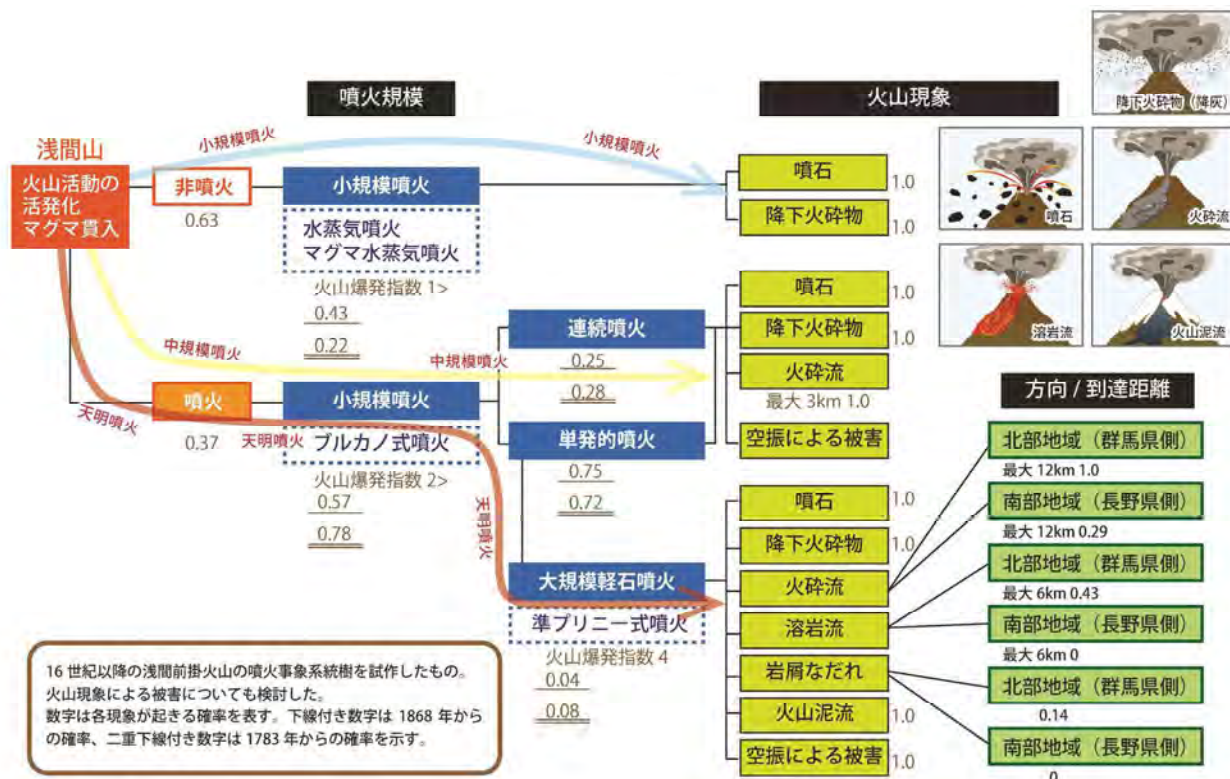
火山活発化指数 (VUI) と観測量の対応付け



- ◆ 非噴火時の火山活動評価のため、火山活発化指数 (VUI) と観測量の対応付けを試行
- ◆ 電磁氣的観測量である磁気モーメントの量・深さと日本各地の火山の活動度を比較し、活動度に応じたVUIの値を定義

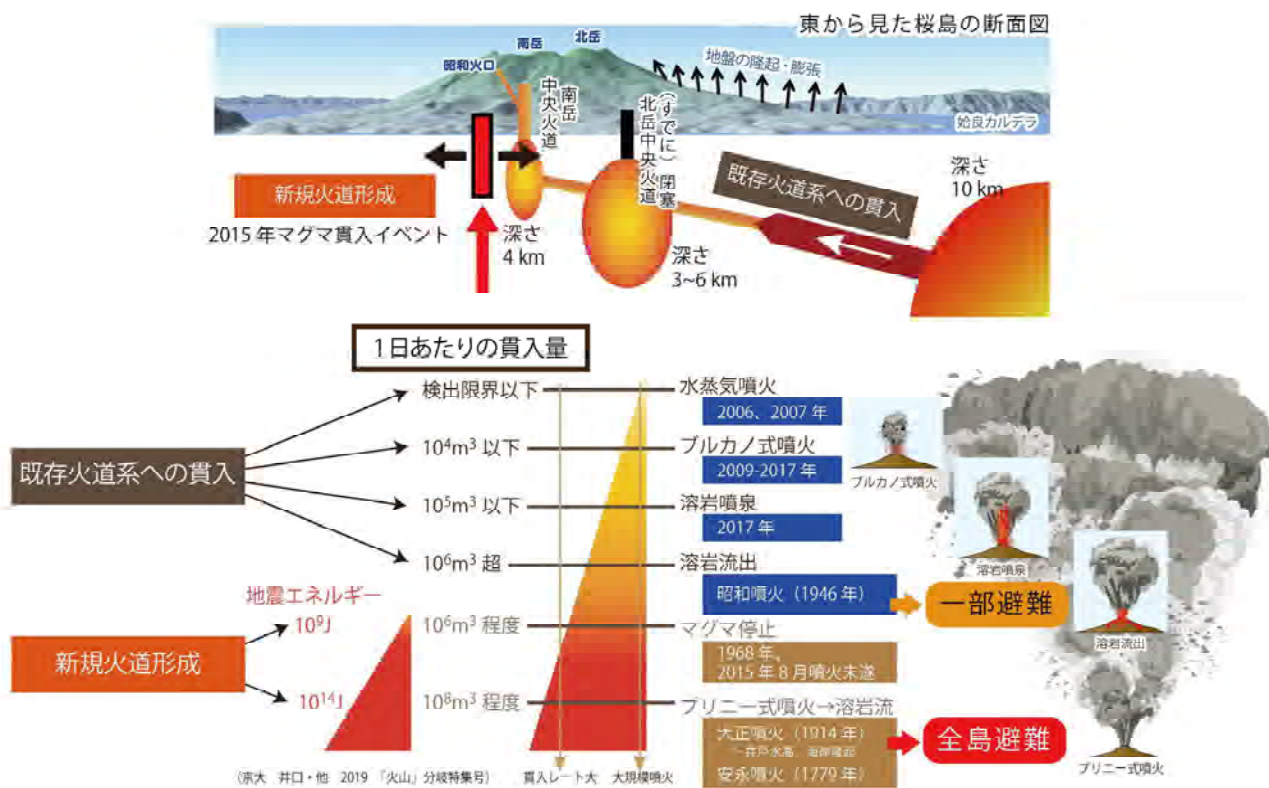
図26

活動的火山における噴火事象系統樹の試作



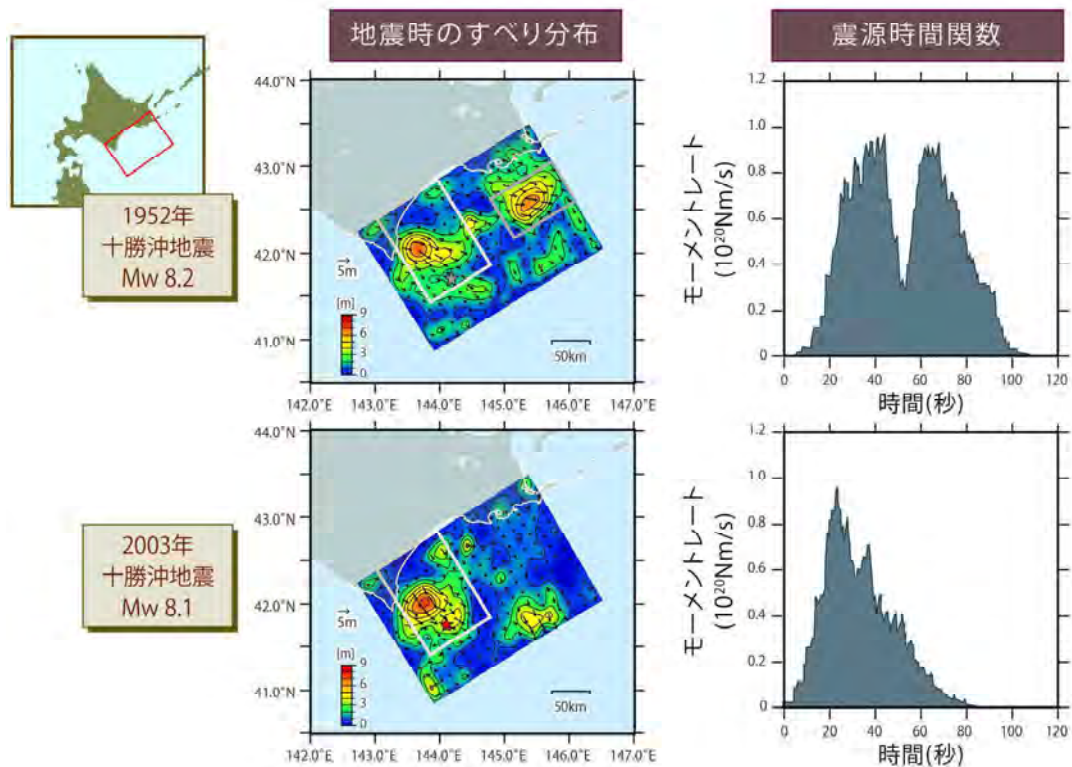
- ◆ 火山現象を網羅的に時系列に沿って示す「噴火事象系統樹」の高度化のため、作成手法を統一・一般化し、さらに過去の噴火事例に基づいて分岐の確率を示した
- ◆ 浅間山においては中小規模の噴火が一般的であり、天明噴火クラスの大噴火は稀

図27 桜島のマグマ供給系解明と噴火分岐条件の定量化



- ◆ 桜島における1日あたりのマグマ貫入量に基づく噴火事象の分岐条件
- ◆ 火道が既にある場合は貫入量に応じて噴火様式が変化
- ◆ 新たに火道を作る場合は1億m³/日を超えると全島避難を要する大噴火となる

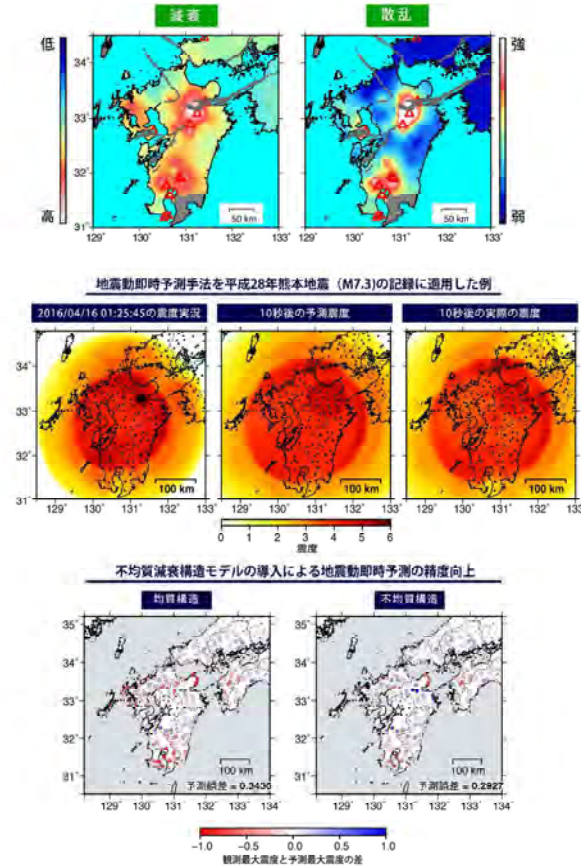
図28 2003年と1952年の十勝沖地震の震源過程の違い



- ◆ 2003年と1952年の十勝沖地震について、古い地震波形記録を集めて再解析
- ◆ 1952年の地震では、2003年の地震と同様の滑り域(図中の白い口)に加え、厚岸沖(図中の灰色の口)でも滑りが生じていたことが明らかになった

図29

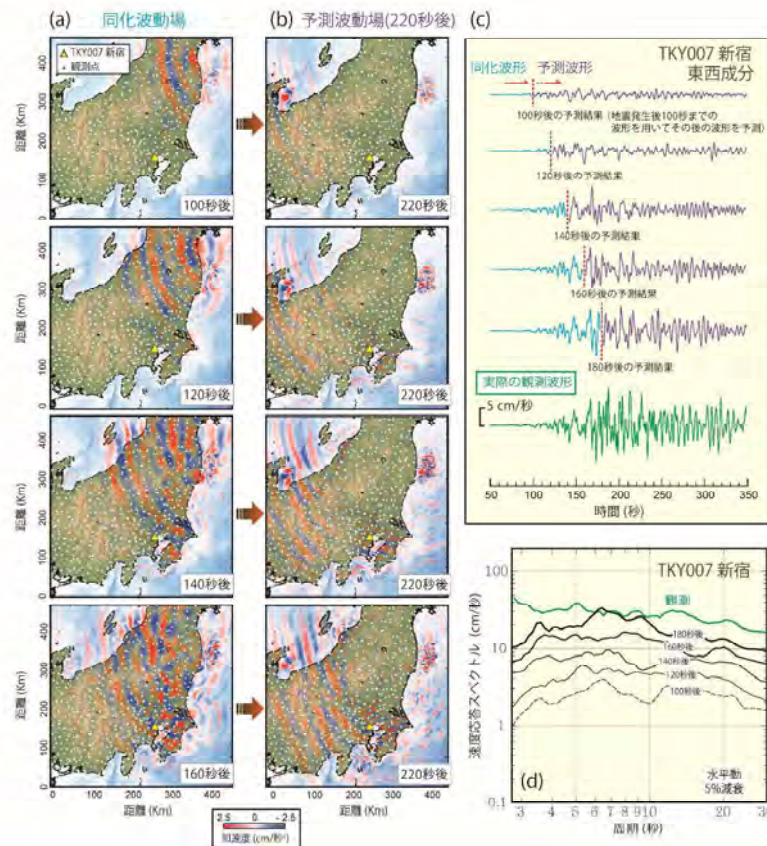
地震動即時予測の精度向上



- ◆ 地震波の減衰・散乱構造を推定し、PLUM法による震度即時予測システムに導入
- ◆ 予測残差が10%程度減少

図30

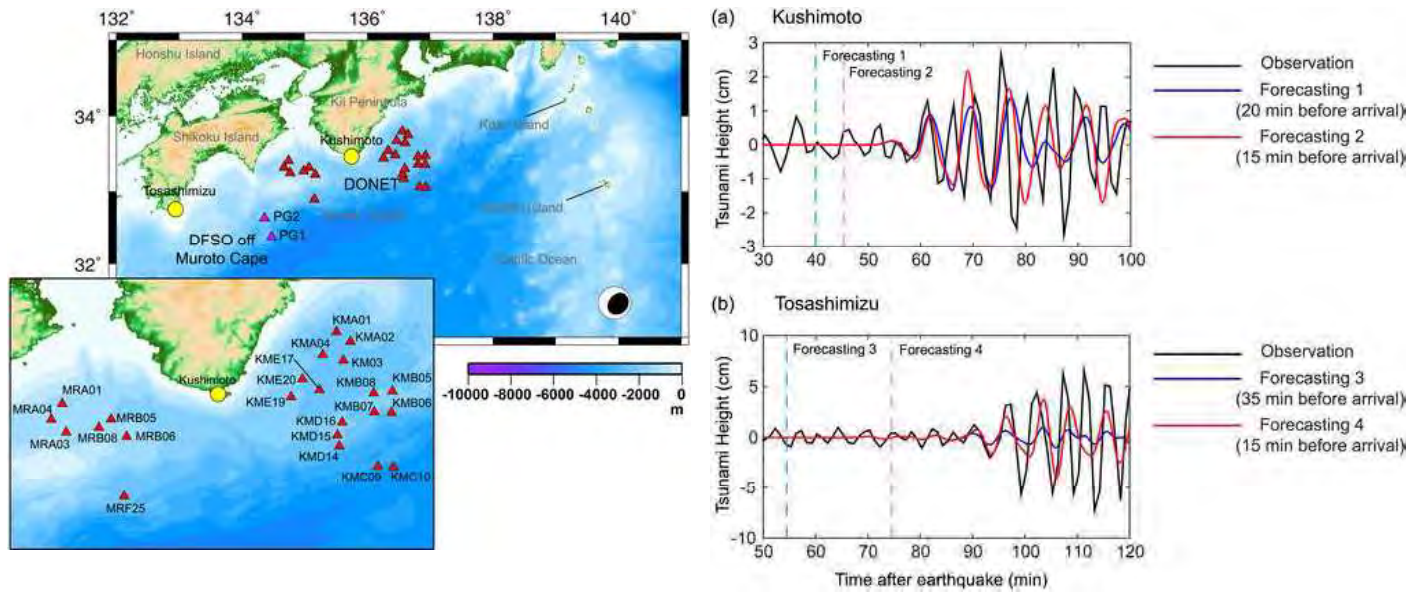
長周期地震動の即時予測実験



- ◆ 3次元地震波伝播シミュレーションに伝播途中の地震波の観測値を同化(入力)し、実際の地震波が到達するよりも速く、その後の地震波の伝播を計算

図31

津波即時予測の高度化

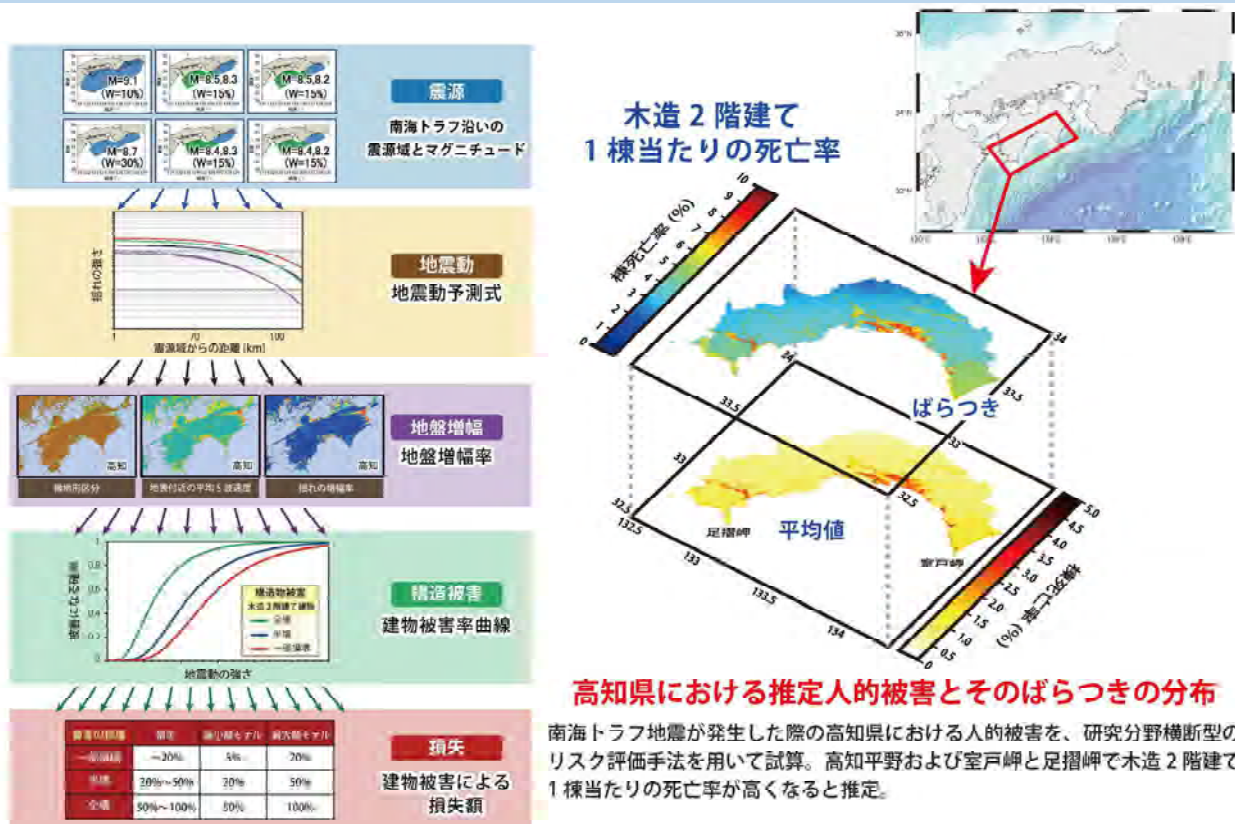


震源と同化に利用した観測点(赤). 黄色は予測ターゲット地点 縦点線の時点における津波予測と観測記録との比較

- ◆ 鳥島で発生した火山性の津波地震に対し、震源情報に依存しないデータ同化に基づく津波の予測実験を実施。
- ◆ 実験は事後データに基づくものの、リアルタイム観測システムで取得された観測記録に初めて適用され、津波が到達する数十分前に観測値と整合的な予測値を推定。

図32

研究分野横断型のリスク評価



- ◆ 南海トラフ地震が発生した際の人的被害について、震源断層、地震動予測式、地盤増幅率、建物被害率曲線、建物被害による損失額及び人的被害の各モデルの不確実性を考慮して試算

図33

桜島における避難シミュレーション

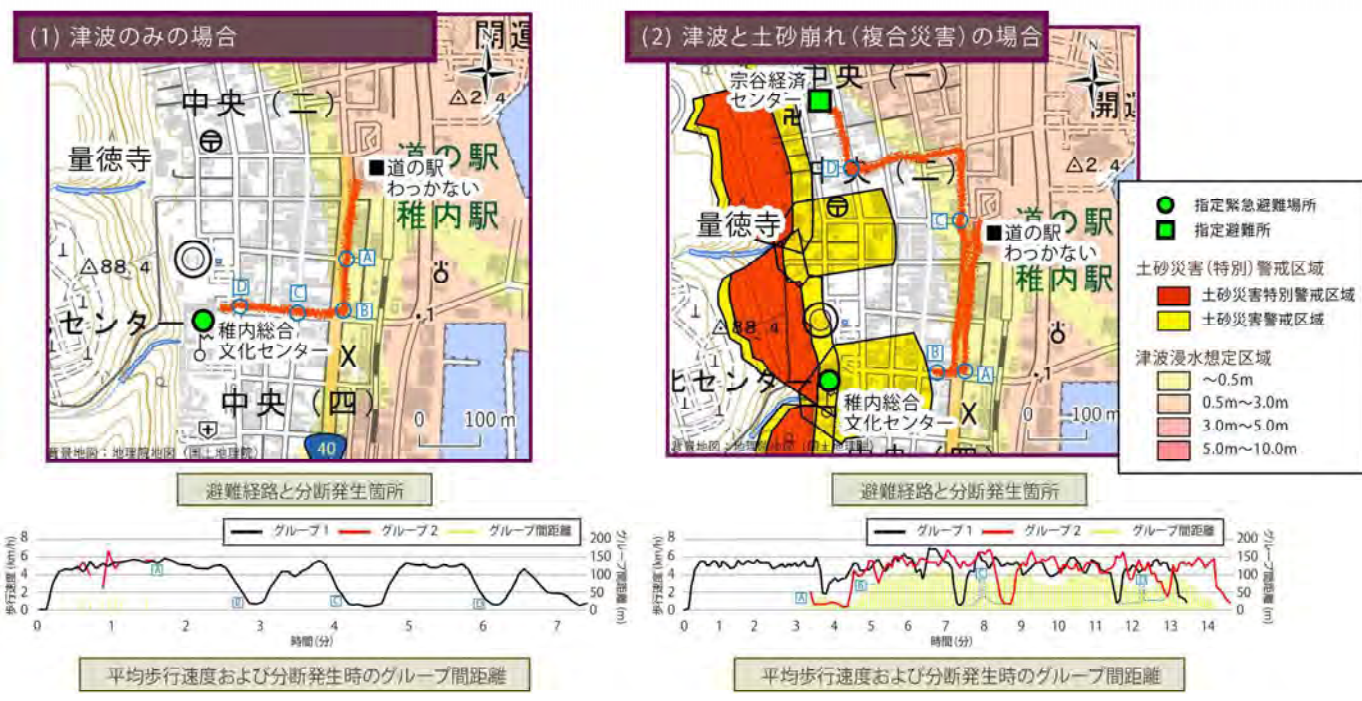
避難意向調査を踏まえた避難シミュレーション - 大量降灰地域の設定



- ◆ 桜島大規模噴火時の広域避難シミュレーションを様々な条件下で実施
- ◆ 事前に住民の避難意向調査しシミュレーションに反映したところ、現実的な時間で避難可能であることがわかった

図34

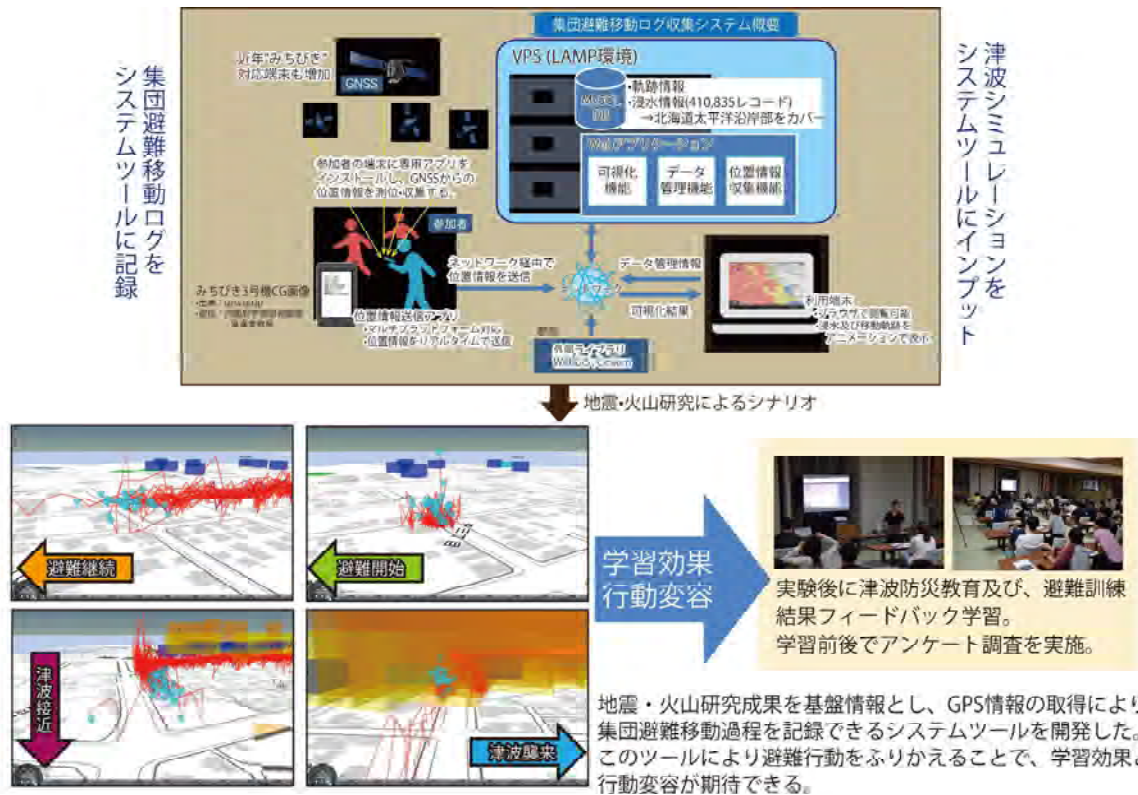
複合災害を想定した避難行動実験



- ◆ 地震による津波と土砂災害との複合災害を想定した集団避難行動実験を実施
- ◆ 津波のみの場合と比べ、複合災害の場合には時間的な猶予がほとんどなく、より迅速に避難を開始する必要性が明らかになった

図35

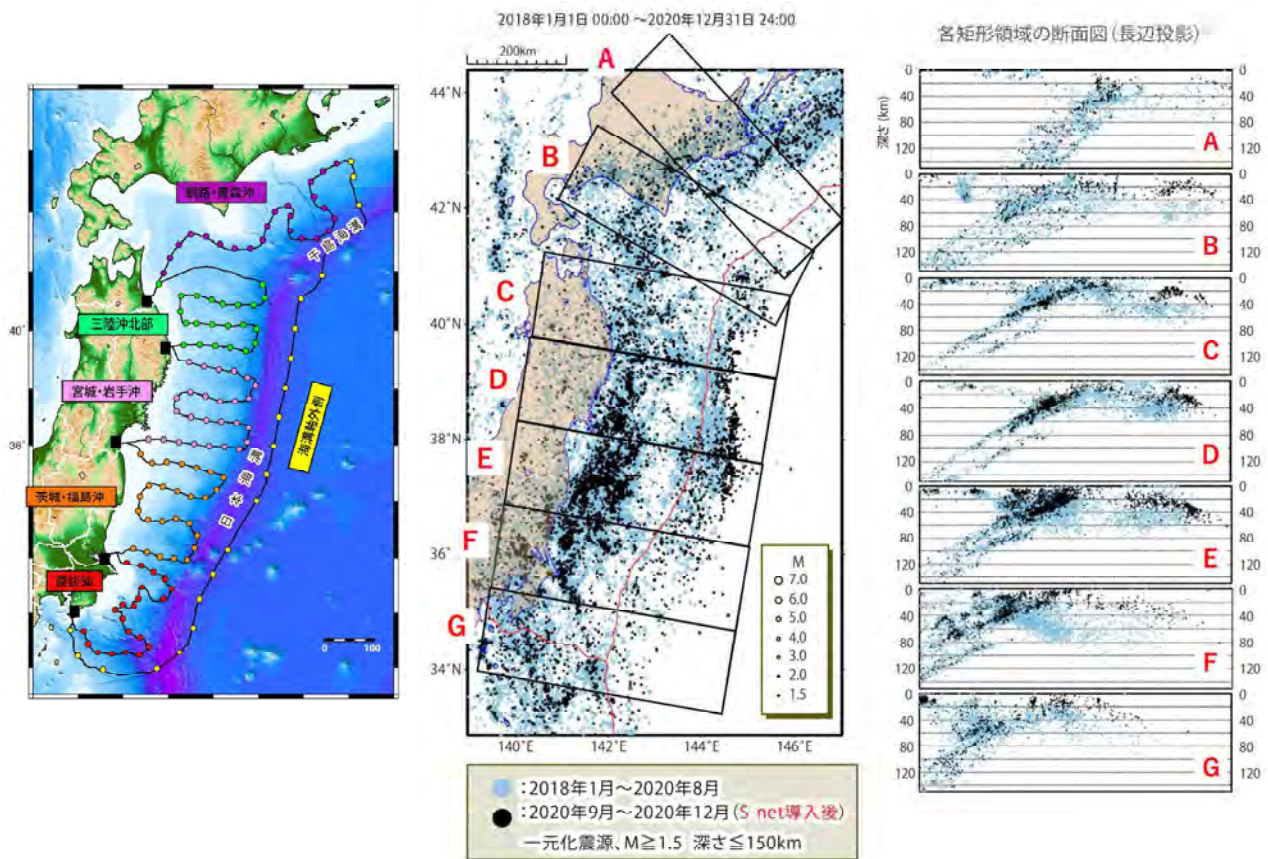
災害に対する社会的脆弱性克服のための研究



- ◆ 地震・火山研究によるシナリオを用いたグループ避難移動過程を記録できるシステムツールを開発
- ◆ 避難行動をふりかえることで、学習効果と行動変容が期待できる

図36

日本海溝海底地震津波観測網 (S-net) の整備



- ◆ S-net 導入により震源位置の推定精度が向上