

地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の  
見直しについて（建議）

平成24年11月28日

科学技術・学術審議会



## 目 次

|     |                             |    |
|-----|-----------------------------|----|
| I   | 地震及び火山噴火予知のための観測研究の推進の基本的考え | 1  |
| II  | 基本の方針                       |    |
|     | (1) 地震・火山現象予測のための観測研究の推進    | 5  |
|     | (2) 地震・火山現象解明のための観測研究の推進    | 6  |
|     | (3) 新たな観測技術の開発              | 8  |
|     | (4) 計画推進のための体制の強化           | 9  |
|     | (5) 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進 | 10 |
| III | 計画の実施内容                     |    |
|     | 1 地震・火山現象予測のための観測研究の推進      |    |
|     | (1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化  | 12 |
|     | (2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築    |    |
|     | (2-1) 地震発生予測システム            | 12 |
|     | (2-2) 火山噴火予測システム            | 13 |
|     | (3) 地震・火山現象に関するデータベースの構築    | 13 |
|     | 2 地震・火山現象解明のための観測研究の推進      |    |
|     | (1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象 | 13 |
|     | (2) 地震・火山噴火に至る準備過程          |    |
|     | (2-1) 地震準備過程                | 14 |
|     | (2-2) 火山噴火準備過程              | 14 |
|     | (3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程      |    |
|     | (3-1) 地震発生先行過程              | 14 |
|     | (3-2) 地震破壊過程と強震動            | 15 |
|     | (3-3) 火山噴火過程                | 15 |
|     | (4) 地震発生・火山噴火素過程            | 15 |
|     | 3 新たな観測技術の開発                |    |
|     | (1) 海底における観測技術の開発と高度化       | 16 |
|     | (2) 宇宙技術等の利用の高度化            | 16 |
|     | (3) 観測技術の継続的高度化             | 16 |
|     | 4 計画推進のための体制の強化             |    |
|     | (1) 計画を推進する体制の整備            | 17 |
|     | (2) 基礎的な観測研究体制の強化           | 18 |
|     | (3) 計画を実施するための予算的措置への配慮     | 19 |

|  |    |
|--|----|
| (4) 人材の確保, 特に若手研究者の養成                            | 19 |
| (5) 国際共同研究・国際協力の推進                               | 20 |
| (6) 研究成果の社会への還元                                  | 21 |
| <br>   |    |
| 5 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進                        |    |
| (1) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明のための観測研究                   | 22 |
| ア. 超巨大地震の発生サイクルの解明                               |    |
| イ. 超巨大地震の発生とその前後の過程の解明                           |    |
| ウ. 超巨大地震に誘発された内陸地震や火山活動等の解明                      |    |
| (2) 超巨大地震とそれに起因する現象の予測のための観測研究                   | 24 |
| ア. 超巨大地震の震源域における地殻活動のモニタリング                      |    |
| イ. 超巨大地震の長期評価手法                                  |    |
| ウ. 超巨大地震から発生する津波の予測                              |    |
| (3) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明と予測のための新技術の開発              | 25 |
| ア. 超巨大地震のための海底地殻変動観測技術                           |    |
| イ. 海底地形・堆積物調査技術                                  |    |
| <br>   |    |
| [ 用語解説 ]   | 27 |
| <br>   |    |
| [ 参考資料 ]   | 30 |
| ・ 科学技術・学術審議会測地学分科会の構成                            |    |
| ・ 科学技術・学術審議会委員名簿                                 |    |
| ・ 科学技術・学術審議会測地学分科会委員名簿                           |    |
| ・ 科学技術・学術審議会測地学分科会地震火山部会委員名簿                     |    |
| ・ 科学技術・学術審議会測地学分科会地震火山部会観測研究計画推進委員会委員名簿          |    |
| ・ 科学技術・学術審議会測地学分科会地震火山部会地震及び火山噴火予知のための再検討委員会委員名簿 |    |
| ・ 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評価をいただいた海外研究者      |    |
| ・ 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係る審議状況                |    |
| ・ 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画 実施機関                      |    |
| <br>   |    |
| [ 概要 ]   | 41 |

24科・学審第49号  
平成24年11月28日

殿

科学技術・学術審議会  
会長 野依 良 治

地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直しについて（建議）

本審議会は、平成20年7月17日、文部科学大臣をはじめ関係大臣に「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」（以下「現行計画」という。）を建議しました。同計画に基づく観測研究は、平成21年度から関係機関において実施されているところです。

この現行計画の実施期間中の平成23年3月11日に「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」が発生し、大きな被害をもたらしました。本審議会は、このような事態を極めて重く受け止め、現行計画の総点検を行った結果、複雑な自然現象に対して、単純なモデルを用いてプレート境界で発生する地震の仕組みを理解しようとしていたことや、東北地方太平洋沖地震のような超巨大地震の発生の可能性について十分に検討できていなかったことなどが明らかになりました。

本審議会は、このような現状を真摯に反省し、超巨大地震に対応した観測研究計画となるよう、別紙のとおり、現行計画を見直しました。

については、現行計画の見直しについての趣旨を御理解の上、その実施に必要な最善の措置が講じられるよう文部科学省設置法（平成11年法律第96号）第7条第1項第5号の規定に基づき建議します。

【備考】（建議先） 総務大臣，文部科学大臣，経済産業大臣，国土交通大臣



## I. 地震及び火山噴火予知のための観測研究の推進の基本的考え

### (東北地方太平洋沖地震の検証と計画見直しについて)

平成 23 年 3 月 11 日にマグニチュード(M)9 クラスの超巨大地震である東北地方太平洋沖地震が発生し、多くの尊い人命が失われ、大きな被害もたらされた。測地学分科会では、事前に超巨大地震発生の可能性を追究できなかったことを真摯に反省し、関係学会などにおける議論も踏まえた上で、現行計画の総点検を行った。これまでの研究により、地震活動の特性や地震発生の仕組みなどに関する理解が進み、地震発生の長期評価などに役立てられるようになったが、一般的に、「いつ(時期)」、「どこで(場所)」、「どの程度の大きさ(規模)」の地震が起こるかを地震発生前に予測することは、現在の科学技術の水準では困難であることを改めて認識した。このため、測地学分科会では、地震発生のメカニズムを理解するための基礎研究を一層推進すべく、これまでに得られた教訓や課題について整理をするとともに、今後の研究の方向性について検討を行った。

### (地震と火山噴火予知研究の経緯)

昭和 40 年に始まった地震予知計画においては、平成 10 年度の第 7 次計画まで、地震活動の地域ごとの特徴、地震発生の仕組みなどに関する知見が蓄積されたが、地震の前兆現象の観測に基づく手法だけでは、予知の実現は難しいことも分かってきた。このため、平成 11 年度に始まった「地震予知のための新たな観測研究計画」(第 1 次新計画)では、地震の発生に関する基礎的研究を進め、地震発生に至る地殻活動をモデル化し、モニタリングとモデルに基づいて地殻活動の推移予測を行うことを新たな目標として掲げ、平成 16 年度からの第 2 次新計画では、地震発生の準備過程の解明を進め、地殻活動の推移予測を目的とした現実的な物理モデルに基づいた数値シミュレーションモデルを開発することを目指し計画を推進してきた。しかしながら、現状の地震予知は、中・小規模の繰り返し地震や特定の領域の群発地震については、その発生予測と検証が進んでいるが、短期予知の観点や発生頻度の低い大規模な地震の中・長期予測についてはその手法の確立に至っていない。

一方、火山噴火予知計画は、昭和 49 年度の第 1 次計画から 5 か年ごとに平成 20 年度の第 7 次計画まで推進され、マグマ供給系・熱水系がモデル化された火山では、観測データから噴火に先立つ流体移動の把握が可能となった。また、適切な観測体制が取られた火山では噴火時期をある程度予測できるようになり、活動的な火山については、活動度の把握に基づいて噴火警戒レベルを設定することができるようになった。しかし、噴火の様式や規模等の噴火推移予測については、経験則に基づく予測が成立する場合以外は依然として困難な状況にある。

地震及び火山噴火は、同じ地球科学的背景を持つ自然現象であり、測地

学的・地震学的手法による共同での観測研究は、それぞれの現象解明に有効である。現行の計画では、これまで独立の計画としてきた地震予知研究と火山噴火予知研究を発展的に統合した計画として推進しており、「予測システムの開発」をより明瞭に指向した研究に重点を置くこととして、「地震・火山現象予測のための観測研究」、「地震・火山現象解明のための観測研究」、「新たな観測技術の開発」、「計画推進のための体制の強化」の4項目を柱として推進してきた。

#### (超巨大地震を予測できなかった理由)

地震発生に関するシミュレーション技術は急速に進歩し、過去に発生した地震についてその発生の特徴を再現することが可能なレベルに達しているものの、発生履歴が詳しく知られていない地震については、その規模や発生間隔を推定することすら基本的に困難である。東北地方太平洋沖において地震の発生を説明できるとされていた従来のアスペリティ（用語解説参照）モデルは、東北地方太平洋沖のプレート境界の広い範囲が一度に滑るような超巨大地震を発生させ得るモデルとはなっていなかった。この事実は、様々な規模の地震の発生を説明し、地震発生を予測するモデルの構築がいまだ研究の課題であること示している。

海溝軸付近のプレート境界における固着や滑りに関しては、地震の解析やシミュレーションのために必要なプレート境界の海溝側の境界条件の確立ができていなかった。その要因として、阪神淡路大震災以降に整備された陸上の観測網だけでは十分な分解能を持ったデータが得られていなかったことや、近年実用的な運用がなされてきた海底地殻変動観測についても、必要な時空間分解能を得るだけの十分な観測網が整備されていなかったことが挙げられる。そのため、海溝軸付近は太平洋プレートの固着が弱く、常にずるずると滑っているため地震時には大きく滑らないという仮定の基に、地震の解析やシミュレーションの検討が進められていた。

また、変動地形学的、古地震学的、地質学的手法を用いた超巨大地震の発生履歴に関する研究成果を取り入れる努力が不足していた。古文書などに残っている地震の詳細な記録は、そのほとんどが江戸時代以降のため、東北地方太平洋沖地震のように発生間隔の非常に長い地震の場合、情報の欠落などにより、精度の高い情報を得ることは困難であった。また、津波堆積物や地質調査による地震発生履歴調査については、異なった場所での年代測定の結果に系統的な差異があることもあり、信頼性の高いデータを得ることはなかなか容易ではない。そのため、精度の高い近代的な観測データと、信頼性の評価が困難なこれらの調査結果を併合して、超巨大地震の発生可能性を評価する取組が不足していた。

このように、単純なアスペリティモデルにとらわれすぎていたこと、海溝軸付近のプレート境界に関する知見が不足していたこと、さらに、現行の計画では津波堆積物調査等を含む古地震調査の研究の観点が不足してい



たことなどが主な問題となって、東北地方太平洋沖の広い範囲で一度に滑るような超巨大地震について発生可能性の指摘ができなかったことが明らかになった。

#### **(東北地方太平洋沖地震の発生により明らかになったこと)**

東北地方太平洋沖地震については、その発生直後から内外の多くの研究者・研究機関が地震発生過程の解析を進め、その結果、この地震で何が起きたかが明らかになってきた。これらのほとんどの研究には、我が国がこれまで計画的に整備をしてきた陸上の地震計及びGPS観測によるデータが利用されているほか、近年に整備された海域の津波計・波浪計、さらに、実用的な計測が可能となった海底における地殻変動観測によるデータが用いられており、海底下で発生した地震としては、これまでに世界中で発生したいかなる地震よりも精緻な研究結果が得られている。これらの研究結果は、関連研究組織や学協会によるシンポジウム、さらに、建議に基づき設置された地震予知連絡会などを通じて早期から検討が進められ、学術誌を通じて国内外に広く発信されている。このような検討作業の結果、従来にない精度と分解能で東北地方太平洋沖におけるプレート境界での滑りの発展過程が明らかになるとともに、少なくとも海溝付近において50m以上の急激な滑りがあったことがほぼ確実であることがわかった。今回の地震で明らかになったプレート境界での滑りの特徴は、今後の地震・津波防災対策にとって非常に重要な知見である。

#### **(地震発生予測研究の現状と限界)**

今回の東北太平洋沖地震の発生前にもプレート境界の地震発生については精力的な観測研究が行われていた。プレート境界面の摩擦則を用いたシミュレーション技術の向上が図られ、繰り返し発生する巨大地震や大地震の特徴が再現できるようになっていた。また、地震計やGPSなどの観測網が充実し、それらのデータ処理や解析技術の進展により、地震時の断層運動だけでなく、ゆっくり滑りについても観測できるようになっていた。これらシミュレーションと観測の双方から、プレート間滑りの多様性に関する理解が進み、プレート境界の滑りと固着についてのモニタリングとそれを用いたシミュレーションが進められていた。特に、南海トラフ沿いのプレート境界深部で短期的な微動・ゆっくり滑りや長期的なゆっくり滑りが発生していることが分かるようになり、大地震発生過程を考える上で重要な情報が得られてきている。

一方、日本海溝沿いでは、過去に何度か発生した大地震の滑り分布などから、その地震発生の時間的・空間的特徴が次第に明らかになってきていた。その結果、非地震性滑りの進行により固着領域（アスペリティ）に応力が集中し、やがて地震発生に至るというモデル（アスペリティモデル）が有力であるとされ、M8程度以下の地震の発生場所と規模を説明することが可

能であるとされていた。しかし、観測研究計画推進委員会を中心とした研究者らにより企画されたシンポジウムで指摘されたように、100年程度の短期間のデータにより比較的単純なモデルでプレート境界の仕組みを理解しようとしたこと、陸域の観測データにより海溝近くの固着状態を推定していたため、東北地方太平洋沖の地域において超巨大地震の発生可能性について十分検討していなかったこと等から、平成23年東北地方太平洋沖地震の発生を予見することが出来なかった。また、日本地震学会でも、特別シンポジウムなどの場で、同様の指摘がなされたほか、現在も災害軽減における地震学の果たすべき役割について真剣な議論が行われている。測地学分科会としても、超巨大地震発生の可能性を追究できなかったことについて真摯に反省し、以下のように今後の課題として反省点を整理した。

#### (今後の課題)

今回の地震の発生機構、すなわち、なぜこのように大きな滑りにまで発展したのかという原因については、いまだ最終的な結論には至っていない。例えば、比較的海溝に近いプレート境界の固着が強く、大きなひずみエネルギーを蓄積していたという考え方や、滑りによる摩擦熱によって間隙水圧が上昇し、摩擦の度合いが極端に減少し、大きな滑りに至ったという考え方など、多くの地震発生モデルが提唱され、現在もまだ議論が続いている。プレート間の摩擦特性の物理的メカニズムを解明すると共に、その地学的理解を深化させる観測研究も必要である。また、地震発生履歴を解明するためには、沿岸域の津波堆積物調査のみならず直接深海底において地形・地質学的調査をすることが必要である。このような超巨大地震の発生機構を解明することは、今後、ほかの地域で発生の可能性がある超巨大地震による災害を軽減する上でも非常に重要な課題となる。

測地学分科会では、このような事態を真摯に受け止め、今回の計画見直しにより、これまで地震の発生機構の基本的考え方であったアスペリティモデルを再検討するとともに、他の多様なモデルについても検討を行い、古地震調査等の研究も含めて超巨大地震の発生の可能性について徹底的に検討することとする。本計画の研究課題の内容を見直し、超巨大地震の研究に研究資源を集中させるために、地震破壊過程の項目などに係る個別課題のうち3課題については中止し、地震発生予測システムなどに係る課題については大幅な計画の縮小を行い、超巨大地震の発生機構の解明とこの地震に起因する地殻活動に関する観測研究を強く推し進めることが必要と判断した。超巨大地震に関する観測研究の最終的な目標は、東日本大震災のような甚大な地震・津波災害の軽減に資することである。このため、社会学、考古学、歴史学等の人文・社会科学系を含む様々な分野の知見を統合して推進することが重要である。得られた成果については、社会に対してより速やかに伝える必要があるとともに、国内でも関係する機関の協力を広げ、国際的に広く意見交換を行うなどして我が国にとどまらない英知

の結集を図る必要がある。さらに、今後の計画策定については、海外の専門家からの意見も取り入れ、地質学や電磁気学的観点など、研究の可能性の幅を広げる努力も必要である。なお、超巨大地震に起因する余効的な地殻変動や誘発された地震活動などは、現在も進行中の現象であることから、これらの研究成果を踏まえた検証作業は引き続き行い、外部評価も加えた計画全体の再構築に向けて今後更に検討を行うこととする。

## Ⅱ. 基本の方針

### (1) 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

地震・火山噴火予知のためには、観測を通じて地殻やマントルで進行している諸過程を迅速に把握し、地殻活動を予測する数値シミュレーションへのデータ同化、又は噴火シナリオに基づく火山活動の予測を行う必要がある。このために、地震・火山現象のモニタリングシステムを整備し、高度化する。同時に、地震・火山現象を予測するシステムをそれぞれ構築し、さらに、地震・火山現象のデータベースを構築して、情報の統合化を図る。

#### 《地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化》

日本列島全域に整備された稠密（ちゅうみつ）な地震・地殻変動等の観測網及び全国の火山に配備された地震・地殻変動・熱・全磁力等の火山活動観測網から得られるデータを活用し、地震活動・地殻変動及び火山活動を的確にモニターするとともに、活動の予測に有用な情報の収集に努める。このために必要な観測網の維持・強化や常時観測体制の整備を行うとともに、活動の的確な把握と評価に役立つ新たな観測手法等の導入を進めて、モニタリングシステムの性能向上を図る。さらに、大地震の発生や火山噴火の可能性の高い地域では、活動の予測に有用な情報を数多く収集することが必要であり、地震現象・火山現象モニタリングの観測項目の多項目化、観測点の高密度化や観測データの実時間処理システムの一層の整備に努める。本計画では、地殻活動予測シミュレーションへのデータ同化とシミュレーション結果の検証及び噴火シナリオに基づく火山現象の予測を行うために、地震・火山現象の組織的なモニタリングを行う。

#### 《地震・火山現象に関する予測システムの構築》

##### (地震発生予測システム)

地震発生に至る物理・化学過程の理解に基づいて、プレート境界の応力・ひずみ等の推移を予測するシミュレーションモデルを構築する。常時モニタリングシステムによって得られる観測データを予測シミュレーションモデルに取り込む手法を開発して、データ同化実験を行い、予測を試行する。同時に、これらのシミュレーションを継続的に高度

化していくために、地震発生の物理・化学過程に関する基礎的なシミュレーション研究を推進する。統計モデルや物理モデルに基づいて地震活動を評価し、時空間的に高分解能な地震活動評価を行う手法を確立するために、地震活動予測手法の妥当性を評価・検証する枠組みを構築する。

#### (火山噴火予測システム)

これまでの火山噴火予知研究の成果に加え、地質調査・解析による噴火履歴の解明等に基づき、噴火シナリオを我が国の主要な活火山について順次作成する。モニタリングシステムによって得られた観測データから火山活動の評価を行い、噴火シナリオに基づいた火山活動の推移予測を試行する。さらに、過去の噴火活動時の観測データの詳細な検討や研究成果に基づいて噴火シナリオの高度化を図る。

#### 《地震・火山現象に関するデータベースの構築》

地震・火山活動を解明して予測するために、日本列島及びその周辺域の地震・火山現象の基礎データベースを構築するとともにデータの流通を図る。また、それらの情報を統合化し、地殻活動予測シミュレーションに活用するとともに、噴火シナリオに基づく噴火予測に活用することを目指す。

#### (2) 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

地震・火山現象の予測システムの構築のためには、地殻やマントルで進行している諸過程の正しい理解とそのモデル化が不可欠である。このために、日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象、地震・火山噴火に至る準備過程、地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程、地震発生・火山噴火素過程の解明のための観測研究を推進する。

#### 《日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象》

日本列島及びその周辺域の地震・火山現象は、列島とその周辺に位置する複数のプレートの相互作用に起因する応力・ひずみ場やマグマの挙動に支配されている。したがって、長期的あるいは広域の地震・火山現象を解明するために、日本列島及びその周辺域で、長期的なプレート運動とそれに伴う応力場を明らかにし、上部マントルにおける水の供給・輸送過程とマグマの生成・上昇機構を明らかにする研究を推進する。これらの研究に加え、マグマ等の地殻流体の分布を含む広域の地殻・上部マントル構造を明らかにすることや、地震現象と火山現象に共通する原因であるプレート運動の影響を正確に評価するために、地震活動と火山活動の相互作用に関する研究を推進する。また、地震現象の予測精度向上に不可欠な地震発生サイクルに関する理解を

深めるために、アスペリティやセグメントの破壊様式についての過去の活動履歴を明らかにする。同時に、長期的な内陸の地殻ひずみの時空間分布を解明する。

## 《地震・火山噴火に至る準備過程》

### （地震準備過程）

地震発生の準備過程を解明するために、地殻とマントルで応力が特定の領域に集中し地震発生に至る過程を明らかにする観測研究を実施する。プレート境界地震に関しては、プレート境界面上で進行する非地震性滑りの時空間変化を高精度に把握するとともに、地震性滑りとの関係を明らかにする。アスペリティの分布やアスペリティ間の相互作用を含む破壊過程の特徴を精査し、アスペリティの概念に基づいた地震発生モデルを再検討する。また、超巨大地震も対象とする統合的な地震発生モデルの構築を目指すため、地震発生メカニズムの多様性についての理解を深め、当面はその特性を組み込んだ複数の地震発生モデルの研究を進める。さらに、地殻及びマントルの性質や境界面の形状と滑り特性との関係の調査を進める。内陸地震に関しては、地震発生層である上部地殻と下部地殻・最上部マントルの不均質とその変形の空間分布を把握し、ひずみ集中帯の形成・発達と地震発生に至る過程に関する定量的なモデルの構築を目指す。また、スラブ内地震の発生機構を解明するため、スラブ内の震源分布や地震波速度構造を詳細に明らかにすることにより、スラブ内に取り込まれた流体の地下深部における分布と挙動の解明を図る。

### （火山噴火準備過程）

火山下の地殻内における多様なマグマの上昇・蓄積過程を解明するために、複数の火山において多項目の観測や探査を実施して、火山体構造とマグマ供給系及び火山体浅部における火山流体の状態と変動を把握する。噴火履歴とマグマの発達過程を解明するために、地質調査や岩石学的研究により、高精度の噴火履歴を復元し、噴火の推移及びマグマ供給系の変遷の把握を行う。

## 《地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程》

### （地震発生先行過程）

地震発生予測の時間精度を高め、短期予測を可能にするためには、地震発生の直前に発生する不可逆的な物理・化学過程（直前過程）を理解して、予測シミュレーションモデルにそれらの知見を反映させ、直前過程に伴う現象を的確に捕捉して活動の推移を予測する必要がある。このために、地震に先行する地殻やマントルの諸過程を地震発生先行過程と位置付けて研究し、その発生機構を明らかにして、特定の

先行過程が地震準備過程や直前過程のどの段階にあるかを評価する研究を行う。

#### **(地震破壊過程と強震動)**

大地震の断層面の不均質性と動的破壊特性及び強震動・津波の生成・伝播（でんぱ）過程を理解するために、震源解析及び震源物理に基づく破壊過程の研究を一層推進し、震源モデルや地下構造モデルの高度化を図る。

#### **(火山噴火過程)**

噴火機構の解明のためには、火道浅部におけるマグマの移動・発泡や物性変化などの噴火過程の詳細を高時空間分解能で明らかにして、爆発的噴火のモデル化を行う。また、噴火現象の総合的な観測に基づき、噴火推移の多様性を支配する要因を理解することを目指す。

#### **《地震発生・火山噴火素過程》**

地殻・上部マントル構成物質の変形・破壊について、実験・理論的手法により従来よりも広い条件範囲にわたって物理的・化学的素過程を明らかにする。地下深部の岩石の物性及び環境をリモートセンシングにより推定することができるようにするため、可観測量との関係を様々な条件の下で定量的に求める。さらに、室内実験で得られた知見を実際の自然現象に適用できるようにするため規模依存性を明らかにする。また、火山噴火のモデル化のために、マグマの分化・発泡・脱ガス過程を明らかにするとともに、それらのパラメータを取り込んだマグマ上昇の数値モデルを作成することを目指す。

### **(3) 新たな観測技術の開発**

新たな観測技術の開発や既存技術の高度化により、従来にない質・量の観測データが得られると、地震・火山現象に関する理解が飛躍的に進む。そのため、海底における観測技術の開発をはじめとして、地下の状態のモニタリングや噴火活動域における観測技術の高度化、宇宙技術等の利用の高度化を進める。

#### **《海底における観測技術の開発と高度化》**

日本列島周辺の海域では、多くのプレート境界地震が発生しており、さらに、活動的な火山島も存在する。このため、海底における地殻変動をはじめとした各種観測データを安定して取得するための技術開発が、地震及び火山噴火予知に有用な観測データを取得するために必要である。海底における地殻変動観測技術及び地震観測技術の高度化と海底における各種データを実時間で利用できるシステムの開発を図る。

#### 《宇宙技術等の利用の高度化》

GPS や衛星搭載合成開口レーダー（SAR）等の宇宙測地技術を利用した解析技術の高度化を図る。地震や火山活動をより高い精度で面的に把握する人工衛星や航空機を用いたリモートセンシング手法の実現を目指す。

#### 《観測技術の継続的高度化》

地震発生場や火山などにおいて、地下の状態をモニタリングする技術や、センサー技術や観測ネットワーク技術など、データを量・質的に増大させる技術開発を進める。断層面の固着状態、マグマなどの地殻流体の移動、またそれらに付随する現象のモニタリングのために、精密に制御された弾性波震源・電流源、宇宙線等を用いた技術の高度化を図る。地震活動の高い地域や噴火活動域近傍でのデータは非常に貴重な情報をもたらす。このために、山間地・離島・火山近傍など電源・通信事情の不十分な場所における効率的データ取得のためのセンサー技術やネットワーク技術の高度化を図る。また、気象変化による擾乱（じょうらん）や人工的な雑音から離れ、高品質のデータを取得するため、大深度ボアホールにおける計測技術の開発が必要である。

### （４）計画推進のための体制の強化

#### 《計画を推進する体制の整備》

本計画に基づいた計画遂行を担う各大学や関係機関が、それぞれの機能に応じた役割分担と密接な協力・連携の下に、計画全体を組織的に推進する体制の確立及び評価体制の充実を図る。このために、観測研究計画推進委員会を充実し、地震予知連絡会の役割を明確化する。さらに、地震調査研究推進本部が策定する「新しい総合的かつ基本的な施策」に、本計画に盛り込まれる実施内容が反映されることを期待する。また、火山監視観測網の整備と火山観測研究の充実を図るために、火山噴火予知連絡会の機能強化を行う。

#### 《基礎的な観測研究体制の強化》

長期にわたる継続的かつ基礎的な観測研究の主な担い手である国立大学法人が、本計画を推進するために、個々の法人の枠を超え全国の国公立大学の研究者が連携して拠点を形成し、観測研究を実施していく必要がある。関係する全国の国公立大学間及び研究機関間の継続的連携・協力の一層の強化が不可欠であり、同時に工学・人文社会科学等の他の研究分野との共同研究を促進する必要がある。したがって、全国共同利用の役割はこれまで以上に重要なものとなることから、例えば、地震・火山噴火予知研究協議会が置かれている東京大学

地震研究所を中核的な研究拠点として、各大学の地震・噴火予知関連研究センターとの連携を一層強化することが必要である。

#### 《計画を実施するための予算的措置》

国、各大学及び関係機関においては、地震予知研究及び火山噴火予知研究が本計画に沿って着実に推進されるよう、予算・人材面での適切な措置を講じるべきである。特に国立大学法人については、全国共同利用による人的・物的資源の効率化を図りつつ、必要な経費を運営費交付金等により支援されることが望まれる。また、本計画は長期間を見通しつつ、段階的に予知の実現を目指すものであるため、特に萌芽（ほうが）的な研究や基礎基盤的な研究等に対する予算的配慮が期待される。

#### 《人材の確保、特に若手研究者の養成》

地震・火山噴火の予知の実現という最終目標を達成するためには、長期的な観測研究が不可欠である。このため、大学は、教育研究環境の向上を図るなど、長期的な視野に立って大学院生の確保に努めるとともに、観測研究を生かした教育活動を継続して若手研究者の育成に努力する。研究者のキャリアパスの確保と若手研究者支援の方策を検討し、研究資金制度の充実などを通じて、研究者が十分に活躍できる環境をつくることに努める。

#### 《国際共同研究・国際協力の推進》

地震や火山噴火に関する事例を効率的に集積し、地震予知及び火山噴火予知の研究を推進するためには、国内外を問わず多様な地震・火山活動の比較研究及び緊急時の国際共同調査研究による研究成果・知識の交換が必要である。このため、国際共同研究の推進、研究者の交流等による研究成果の普及・発信、緊急調査体制の整備、観測データの継続的な交換と技術支援等に取り組む。

#### 《研究成果の社会への還元》

本計画を進めることによって得られる知見は地震や火山噴火に対する防災・減災に有益であるため、積極的に研究成果を社会に伝える必要がある。研究成果の普及は、防災意識の向上のためにも重要であり、本計画推進への理解を得るためにも積極的に進める必要がある。このため、地震・火山に関する普及活動を組織的に推進する。また、地震、火山噴火による被害軽減に資するため、情報や報道発表内容の質的向上を図り、的確かつ迅速に提供するように努める。

### (5) 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進



現行の計画では、今回発生した平成 23 年東北地方太平洋沖地震のような M9 クラスの地震（超巨大地震）の発生予測の観測研究の推進が十分ではなかった。超巨大地震やそれに起因する現象を予測するためには、基礎的な研究を進める必要がある。このため本見直し計画では、超巨大地震の発生機構とそれに起因する現象を解明するために速やかに実施すべき観測研究を推進し、次に、超巨大地震やそれに起因する現象を予測するための観測研究に着手する。さらに、これら解明と予測のための観測研究に必要な新技術の開発を行う。

#### 《超巨大地震とそれに起因する現象の解明のための観測研究》

超巨大地震の発生機構とそれに起因する現象を解明するための観測研究を進める。超巨大地震の発生機構を理解するには、地震発生サイクル、震源域の大きさや滑り量について、超巨大地震とこれまで知られている大地震の関係を解明する必要がある。このために、幅広い規模にわたる地震の発生サイクルや震源域の時空間的な階層性についての研究を進める。超巨大地震発生に先行して現れた現象について調査研究を行う。平成 23 年東北地方太平洋沖地震発生後は余震活動が活発であり、M7 クラスの余震も発生している。震源域付近ではプレートがゆっくり滑る余効的な地殻変動が継続し、新たな大地震の発生の可能性もある。超巨大地震の発生に伴い、日本列島の応力場が変化したことが原因と考えられる、日本列島の内陸や火山周辺で地震活動が活発になる現象が見られており、これらを理解するための観測研究を推進する。

#### 《超巨大地震とそれに起因する現象の予測のための観測研究》

超巨大地震やそれに起因する現象を予測するために、地殻活動の現状把握のためのモニタリングや過去の地震発生履歴の調査を強化する。超巨大地震は低頻度の現象のため、その発生予測には、新しい統計的な手法を用いた予測手法の開発を行うことが必要である。また、超巨大地震の発生に伴う津波について予測手法を開発する研究を進める。

#### 《超巨大地震とそれに起因する現象の解明と予測のための新技術の開発》

超巨大地震とそれに起因する現象を解明して予測するには、陸域からの観測だけでは精度が不足しており、海溝軸付近の地殻変動や地震活動等を即時的に精度よく観測する必要がある。深海底での観測には、既存の海底観測技術を高度化するための技術開発が必要である。さらに、沈み込み帯で発生する超巨大地震の発生履歴を理解するためには、沿岸域での古地震調査だけでは限界がある。海溝軸付近の深海底における、地震活動履歴を明らかにすることのできる技術を開発する。

### Ⅲ. 計画の実施内容

#### 1 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

##### (1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

- 地震現象と火山現象の予測精度を向上させるためには、日本列島域を対象としたモニタリングシステムに加え、大地震の発生が予想される特定の地域や火山噴火の可能性の高い地域における地震・火山現象モニタリングが重要である。そのため、高密度かつ多項目の諸観測を一層整備するとともに、既存の観測網の着実な維持・更新を行う必要がある。こうした地域では、活動の予測に有用な情報を数多く収集することが必要であり、より詳細かつ定量的な活動の把握と評価を行うことができるよう、モニタリングシステムの高度化を推し進める。地震発生の可能性が高い地域の中でも、東海・東南海・南海地域は、その切迫性が極めて高く、この地域における地震予知への取組は、社会的要請に応えるという観点からも大きな意味を持っており、以下ではこれらを分けて記述する。

##### (2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

###### (2-1) 地震発生予測システム

- 地震発生予測システムを構築するために、これまで、地震発生に至る物理・化学過程の理解に基づいて、プレート境界の応力・ひずみ等の推移を予測するシミュレーションモデルを開発してきた。この開発した予測シミュレーションモデルに実際の観測データを取り入れることにより、定量的な地殻活動予測を行うことを目指す。予測シミュレーションモデルとモニタリングを総合化したものとしての予測システムの構築を目指す。
- 「地殻活動」とは、ひずみエネルギーの蓄積・応力の集中から大地震の発生に至る一連の過程及びそれに付随する諸現象のことを指す。大地震発生に至る一連の物理過程を理解・再現する延長上で大地震を予測する「地殻活動予測」が目標である。こうした目的のために、地殻活動予測シミュレーションの改良、シミュレーションに観測情報を取り込むためのデータ同化手法の開発を進め、実データと予測シミュレーションを結合させたデータ同化実験を実施する。また、モデルパラメータや観測情報の不確定さによる予測シミュレーションの誤差を適切に評価するための手法を開発する。さらに、現在の大規模予測シミュレーションでは考慮されていない物理過程や破壊の非線形性・規模依存性等を考慮した地震発生の数値モデルを構築することにより、大規模シミュレーションモデル高度化のための研究を進める。内陸の活断層についても、予測シミュレーションに向けての研究を行う。
- 地震活動のデータに基づく確率論的な予測を行うために、地震発生

の準備過程や素過程を考慮した新しい地震活動予測手法を開発し、これを用いて地震活動の予測実験を行う。また、地震・火山現象に関するデータベースの構築と連携して、予測の性能を評価するために必要な地震活動データを整備する。その際、同種の研究を行っているアメリカ、ヨーロッパ等の研究グループとの国際連携を図る。

## (2-2) 火山噴火予測システム

- より高度な火山噴火予知を目指して、噴火規模、様式、推移の予測を行うためには、噴火シナリオ（予想される噴火前駆現象や噴火活動推移を網羅した噴火事象系統樹）を作成することが有用である。そのため、地震・火山現象に関するデータベースを活用するとともに、地質調査・解析によって明らかにされた噴火履歴を参照して、噴火シナリオを我が国の主要な活火山について順次作成する。また、過去の噴火時の観測データの再検証や研究成果を取り入れて噴火シナリオを高度化する。活動的な火山について、観測データと噴火シナリオに基づき、火山活動の現状を評価し推移予測を試行する。

## (3) 地震・火山現象に関するデータベースの構築

- 地震現象や火山現象に関する予測のために必要な基礎データベースを構築するとともに、それらに関する情報の統合化を図り、「地震・火山現象に関するデータベース」として体系化することを目指す。すなわち、関係機関が長期にわたって蓄積してきた素材的データや、モニタリングシステム及び観測研究で新たに得られるデータを集積・流通させ、利用しやすい基礎データベースを構築する。これから、地震発生や火山噴火の予測に用いられるデータが作られる。さらに、基礎データと研究成果の統合化により、プレート構造データベース・地震破壊過程データベース、火山地質図などの統合データベースを作成する。

## 2 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

### (1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

- 日本列島の周辺で発生する地震現象や火山現象の予測にとって基本的に重要である長期的なプレート運動とそれに伴う広域の応力場を明らかにする。また、上部マントルにおけるマグマの生成・上昇機構を解明する。これらに加え、マグマ等の地殻流体の分布を含む広域の地殻・上部マントル構造を明らかにする研究や、地震活動と火山活動の相互作用に関する研究を推進して、プレートの沈み込みがどのように地震現象・火山現象全体に影響するかを統一的に理解する研究を進める。

## (2) 地震・火山噴火に至る準備過程

### (2-1) 地震準備過程

- プレート境界の地震発生の準備過程を理解するために、海洋及び陸側の地殻とマントルで応力が特定の領域に集中し地震発生に至る過程を明らかにする観測研究を実施する。M7～M8クラスの大地震の発生領域を調査してアスペリティの分布を解明し、アスペリティ間の相互作用を含む破壊過程の特徴を精査する。また、大地震から超巨大地震までの様々な規模の地震の発生様式を解明し、アスペリティモデルを用いた地震発生モデルが適用できる時空間的範囲を再検討する。さらに、地震発生の準備過程の多様性についての理解を深め、その特性を組み込んだ複数の地震発生モデルの研究を進める。同時に、地殻とマントルの境界面の形状と滑り特性との関係を明らかにする観測的及び理論的研究を実施する。内陸地震については、広域の応力によって非弾性的な変形が進行して、特定の震源断層に応力が集中する過程を定量的にモデル化する。そのために、ひずみ集中帯の観測を強化し、地殻・マントルの不均質構造と変形様式を詳細に明らかにすることで、ひずみの集中機構を解明する。また、スラブ内地震の発生機構を理解するために、スラブ内に取り込まれた流体の分布と挙動を明らかにする。

### (2-2) 火山噴火準備過程

- 観測に基づき火山活動の現状を評価し、噴火の時期と規模を予測するために、複数の火山において多項目の地球物理学的観測や探査及び地質調査を実施して、マグマ上昇・蓄積過程の多様性の理解とモデル化を目指した研究を推進する。また、これらのマグマ上昇・蓄積を支配する火山体構造や、水蒸気爆発の準備過程の理解に必要な火山体浅部における火山流体の状態と変動についても解明を進める。
- 噴火間隔、規模、様式についての規則性や時間的変化を理解するため、全国の活火山の地質調査・岩石学的研究を実施して精度の高い噴火履歴を解読するとともに、マグマ溜まりにおけるマグマの分化や混合などのマグマ発達過程を解明することを目指す。

## (3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

### (3-1) 地震発生先行過程

- 地震発生の予測の時間精度を高め、短期予測を可能にするためには、地震発生の直前に発生する非可逆的な物理・化学過程（直前過程）を理解して、予測シミュレーションモデルにそれらの知見を反映させ、直前過程に伴う現象を的確に捕捉して活動の推移を予測する必要がある。これまでの研究によって、地震に先行して発生する現象は多種多様であり、地震発生準備過程から直前過程にまたがって発生する現

象の理解を進める必要性が認識されてきた。このために、①地震に先行する地殻等の諸過程を地震発生先行過程と位置付けて研究し、②そのメカニズムを明らかにして、特定の先行過程が地震準備過程や直前過程のどの段階にあるかを評価し、③数値モデルを作成し、④モデルを予測シミュレーションシステムに組み込む必要がある。地震発生予測システムの研究で行う③と④の研究に資するために、地震発生先行過程に関する研究では、上記のうち①と②を実施する。

### (3-2) 地震破壊過程と強震動

- 大地震の断層面の不均質性と動的破壊特性及び強震動・津波の生成・伝播（でんぱ）過程を理解するために、震源解析及び震源物理に基づく破壊過程の研究を推進する。プレート境界のアスペリティ分布及び内陸活断層やスラブ内地震の強震動生成域を事前に推定するために、強震動生成域と地震活動や地殻不均質構造等との関連性を調査する。短周期強震動の生成に関わる、断層滑りの動的特性とアスペリティ内の微細構造との関連を重点的に調査する。不均質な地下構造や詳細な海底地形及び断層破壊の動的特性を正しく評価した震源モデルを用いて、強震動及び津波の大規模数値シミュレーションを行い、マグニチュード(M)8クラスの海溝型地震からM6クラスの内陸地震まで、幅広い規模の地震に用いることができる強震動・津波の予測手法の開発を目指す。

### (3-3) 火山噴火過程

- 火山噴火の規模や爆発性を支配する要因を理解するために、火山浅部でのマグマの上昇と火山爆発現象のモデル化を行うことを目標とする。そのために、繰り返し発生する噴火を対象として集中的な地球物理学・物質科学的観測を行い、火道浅部におけるマグマの移動、発泡、脱ガス等に伴う諸過程やマグマの物性変化を高時空間分解能で明らかにする。
- また、噴火の推移を支配する物理・化学的要因を理解するために、新たに噴火が発生した火山において地球物理学・地球化学・物質科学的観測を実施する。さらに、火道の構造やマグマの動態を理解するために、ボーリング探査を実施する。これらの観測結果や地質学的情報に基づいて、噴火推移に関する定量的な噴火シナリオの開発研究を行う。

### (4) 地震発生・火山噴火素過程

- 地球構成物質の変形・破壊の特性を、広い条件範囲にわたって実験的に明らかにする。地下深部の岩石の変形・破壊特性を推定するために、地震波速度や比抵抗等の地球物理学的観測による推定が可能な物

理量と変形・破壊特性との定量的関係を室内実験により解明する。地震発生モデルで利用するために、変形・破壊の物理・化学的素過程を理解して、実験結果の実験条件範囲外での適用可能性について検討する。様々な規模の地震破壊を至近距離で観察できる鉱山の誘発地震等を用いて、変形・破壊現象の規模依存性を明らかにするための実験・観測研究を行う。さらに、火山噴火においては、変形・破壊以外に、マグマの性質と挙動を理解することが不可欠であるので、噴出物の分析・解析や室内実験を行うとともに、それらの結果を考慮した噴火過程の検討を行う。

### 3 新たな観測技術の開発

#### (1) 海底における観測技術の開発と高度化

- 日本列島は海に囲まれており、巨大地震のほとんどは海域で起こるほか、伊豆諸島をはじめ多くの活動的な火山島が海域に存在する。そのため、海域においても、陸域の観測網と同等のデータを取得する必要がある。地殻変動帯域から地震帯域までの広い周波数帯域で、高ダイナミックレンジの観測を実施する必要がある。しかし、現在の観測技術では、海域で陸域と同じ観測を行うことは難しい。そこで、海底における諸観測技術、特に地殻変動と地震観測技術の開発と一層の高度化を行う。
- 日本周辺のプレート境界における地震活動及び固着状態を高精度でモニターするためには、海域における地殻変動及び地震活動の実時間観測が不可欠である。海底での実時間観測と実時間データ伝送に関する技術の開発を行う。

#### (2) 宇宙技術等の利用の高度化

- GPS や衛星搭載 SAR 等の宇宙技術は、地震及び火山活動を深く理解するとともにそれらの活動を的確に把握するための観測手段として重要な役割を果たしている。それらのデータを利用した解析技術の高度化を図ることにより、より高精度な測地手法の実現や様々な地震や火山活動をより高い精度で把握するリモートセンシング手法の実現を目指す。特に、「だいち」などによる衛星観測は、国内国外の地震・火山現象の解明に有用なデータを提供しており、地球観測衛星が継続して打ち上げられることが極めて重要である。

#### (3) 観測技術の継続的高度化

- 地震・火山噴火予知研究では、従来の観測手法の高度化により、地震活動・地殻変動や火山活動に関する質・量的に新たな情報を得ることが可能となり、飛躍的な進歩を遂げてきた。そのため、新たな観測技術の開発と同時に継続的な高度化が必要である。特にプレート境界

面あるいは断層面の結合状態，マグマや流体の移動，また，それらに付随する地殻現象のモニタリング技術の高度化が必須である。そのために，自然の信号源である地震波や宇宙線を用いた方法に加え，人工的に精密に制御された弾性波震源や電流源等を用いる技術の開発と高度化を推進する。

- また，地震活動の活発な地域や噴火活動域において地震・測地・地球電磁気観測等の多項目観測データを広域かつ稠密に取得するために，山間地・離島・火口近傍等の電源や通信事情が不十分な場所でデータを効率よく取得する技術を開発する。さらに，首都圏をはじめとする人工的雑音の多い地域や堆積層が厚い地域での観測，降雨等の気象の影響を避けた高精度の地震活動・地殻変動の観測を行うために大深度ボアホール内観測の高度化を図る。

#### 4 計画推進のための体制の強化

##### (1) 計画を推進する体制の整備

##### (観測研究計画推進委員会の充実及び関係機関の役割の明確化)

- 地震・火山現象を理解し，予測するためには，長期にわたる継続的な観測データの取得が不可欠であるとともに，今後発生する事象については，可能な限りの高精度のデータを取得することが重要であることから，国として，継続的な観測とそれを実現する体制の更なる整備が必要である。
- 現在，測地学分科会地震火山部会の下に設置された観測研究計画推進委員会は，地震及び火山噴火予知のための観測研究に関する①計画の進捗状況の把握，②計画の達成度の評価，③計画の実施に関する問題点と今後の課題の整理，④各機関の実行計画に関する情報交換及び協力・連携体制の検討を目的とし，その目的達成に向けて関係各機関が協力して，定期的な進捗状況の把握，実施計画及び研究成果の取りまとめ，研究の評価を実施する。
- 一方，地震予知連絡会については，設立当初からこれまでの活動を積極的に評価し，今後は，観測研究計画推進委員会と適切に連携・協力しつつ，「1 地震・火山現象予知のための観測研究の推進」を図るために，地震活動・地殻変動等に関するモニタリング結果を中心とした情報交換を行い，モニタリング手法の高度化を検討する場として，その役割を明確化した上で充実する。
- 大学は，引き続き地震・火山噴火予知研究協議会の機能を強化して，関係機関とのより緊密な連携の下，主として，基礎的な観測研究の推進を図り，観測研究計画推進委員会の活動に貢献する。

##### (地震調査研究推進本部が策定する新しい総合的かつ基本的な施策への反映)

- 本計画は，予知の実用化を目指し，研究者の自由な発想に基づいた

議論の上で策定され、地震予知研究、火山噴火予知研究を大学や関係機関が役割分担をしながら推進するための計画であるのに対して、地震本部が策定作業を進めている「新しい総合的かつ基本的な施策」は、国として今後 10 年間に推進すべき地震調査研究の基本を定めるトップダウン型の計画である。

- これまでの地震予知研究の推進により、特に海溝型地震の理解が進み、物理モデルに基づく中期予測も視野に入りつつある。また、南海トラフにおける巨大地震の連動性などの理解も進んでおり、さらに、ひずみ集中帯、糸魚川－静岡構造線断層帯、首都直下地震、海溝型地震を対象とした地震本部の重点調査観測において、基礎研究面を中心として連携を図ってきた。今後も引き続き、本計画に盛り込まれる実施内容が、「新しい総合的かつ基本的な施策」の策定に際して、十分に反映されることを期待する。

#### (火山監視観測網の整備と火山観測研究の充実、火山噴火予知連絡会の機能強化)

- 気象庁は我が国の 47 の火山において連続監視を実施しているが、今後も、火山噴火予知連絡会の検討結果・提言を踏まえて、監視観測網の強化に努める。その上で、各大学、研究機関は、火山研究予算の厳しい状況等も直視しつつ、火山噴火予知の高度化を目指して、観測機器等の研究資源を特定の火山に集中するなど、観測研究の効率化・重点化を図ることを検討する。
- さらに、このような重点化を受け、例えば防災科学技術研究所等の研究機関において、大学の観測研究の支援を目的とした共通基盤的な観測体制を整備すること等についても検討する。その際、観測点数や観測項目等を含む整備計画の立案に関しては、火山噴火予知連絡会が積極的な役割を果たしていくことを期待する。
- また、火山噴火発生時に的確な予測を行い、火山災害を軽減するための情報を発表するために、火山噴火予知連絡会の機能の更なる充実を図る。具体的には、火山の監視・観測データに基づく火山活動の総合的評価、成果・情報の交換及び発信、ハザードマップや噴火シナリオ作成、緊急時の観測研究体制の整備等がよりの確に行われるよう努める。

#### (2) 基礎的な観測研究体制の強化

- 地震・火山現象を理解し、予測するためには、長期にわたる継続的かつ基礎的な観測研究が不可欠である。これまでの継続的な観測研究によって多くの新事実が発見され、新しい概念と新モデルの創出が図られた。その主な担い手は国立大学であり、これまで全国共同利用研究所や附属研究センター等を中心に整備が図られてきたところであ



るが、平成 16 年の法人化により各大学の自主的・自律的判断の下、大学全体の運営方針の中で位置付けられることとなり、より競争的な研究環境となった。

- 一方、本計画の推進には、継続的かつ基礎的な観測研究を個々の法人の枠を超え全国の国公立大学及び研究機関の研究者が連携して拠点を形成して実施して行く必要性がますます高まっている。そのための制度的な位置付けを明確化する必要がある。
- また、災害及び防災に関する総合研究に資するため、工学・人文社会科学等の他の研究分野との共同研究を促進する。防災科学の共同利用・共同研究拠点としての京都大学防災研究所の役割を活用して、地震学・火山学と地震工学，地盤工学，砂防工学，社会科学的な総合防災研究を行う必要がある。
- このような状況においては、全国共同利用研究所の役割はこれまでに以上に重要なものとなることから、例えば、地震・火山噴火予知研究協議会が置かれている東京大学地震研究所を中核的な研究拠点として、各大学の地震・噴火予知関連研究センターとの連携を一層強化することが必要である。

### (3) 計画を実施するための予算的措置

- 国、各大学及び関係機関においては、地震予知研究及び火山噴火予知研究が本計画にのっとり着実に推進されるよう、予算・人材面での適切な措置を講じるべきである。特に国立大学法人については、全国共同利用による人的・物的資源の効率化を図りつつ、必要な経費を運営費交付金等により支援されることや、関係機関における共通基盤的な観測網の整備及び維持について、国による予算的な配慮が必要である。
- また、本研究は、短期間で目標を達成できるようなものではないことに留意する必要がある。研究者の自由な発想に基づく個々の基礎的研究の果たす役割が大きく、それらの着実な積み重ねにより、より長期間を見通しつつ、段階的に予知の実現を目指すものである。このため、本計画のうち、特に萌芽(ほうが)的な研究や基礎基盤的な研究等に対して、国として支援を行うための研究資金制度等の充実を期待する。

### (4) 人材の確保、特に若手研究者の養成

- 大学は、教育研究環境の向上を図るなど、長期的な視野に立って大学院生の確保に努めるとともに、観測研究を生かした教育活動を継続して若手研究者の育成に努力する。また、地震予知研究及び火山噴火予知研究に携わる次世代の人材を確保するため、国、大学及び研究機関、更には研究者自身が、関連する他分野との連携を図り、高等学校

や大学等での地学等関連する教育の充実・強化に努める。

- 大学や研究機関等においては、地震予知研究及び火山噴火予知研究に携わる研究者のキャリアパスを確保するため、若手の准教授、助教等のポストの確保や、ポストドクターの年齢制限等採用要件の柔軟な運用、民間企業等との共同研究を通じた就職先支援等の具体策を講じるよう努力する。また、若手研究者の研究資金を確保するため、国において、特に若手研究者を対象とした競争的研究資金制度等の充実を期待する。

#### (5) 国際共同研究・国際協力の推進

- 地震・火山現象に関する理解を深め、地震予知及び火山噴火予知の研究を推進し、災害軽減に資するためには、国内外の地震・火山活動に関する国際共同観測・比較研究、多国間の観測データの持続的交換、知識・経験の交換・共有、技術の交換・支援や人材の交流・育成が有効かつ不可欠である。そこで、関係機関は、それぞれの実績や機能を踏まえ、かつ、相互に連携を図りながら、これらの実施に当たる。相互に連携して国際共同研究・国際協力を推進するため、当面は地震・火山噴火予知研究協議会、自然災害研究協議会、防災研究フォーラム等の既存の組織を活用しつつ、新たな連携の仕組みの構築を目指す。
- 大学は、全国共同利用の地震研究所の国際地震・火山研究推進室の機能を活用して継続的に研究者の招聘(しょうへい)・派遣を行い、地震・火山噴火予知研究に関する国際共同研究を推進する。諸外国で発生する大規模な地震・津波・火山活動に対する緊急調査のために必要な体制の整備を図りつつ、機動的に調査を実施する。また、地震・火山噴火予知研究に関する我が国での国際シンポジウムの開催、及び諸外国で開催される国際会議の企画や研究者の派遣を行う。さらに、留学生や研修生の受入れ等により国際的な人材の育成に努め、国際共同研究推進の基礎を作る。
- 防災科学技術研究所は、アジア・太平洋・中南米の開発途上国において、地震・火山噴火にかかわる災害軽減のための国際共同研究や観測網整備・運用に対する技術支援を行う。
- 海洋研究開発機構は、環太平洋及びインド洋における地震発生帯研究推進のため、米国、カナダ並びにインドネシア等の大学研究機関との共同研究・連携研究を実施する。また、米国、カナダ及び欧州の国際的な海底観測ネットワークの研究グループと連携を図り、海底観測の技術開発並びにデータ活用を推進する。
- 産業技術総合研究所は、アジア太平洋地域を中心に東・東南アジア地球科学計画調整委員会(CCOP)などを通じて、地震・火山情報の共有化のための研究集会などを行う。
- 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を継続するとともに，組織的な連携・協力を行う。また，航空路火山灰情報センター，北西太平洋津波情報センター及びインド洋津波監視情報関連の業務を引き続き行う。さらに，開発途上国における地震・火山の観測体制や，津波の警報体制の整備に対して技術的な支援を行う。

- 国土地理院は，国際 GNSS 事業（IGS）に参加し，IGS 観測局の運用・データの IGS データセンターへの提供を継続することにより，プレート運動や地殻変動の高精度な監視に必要な GPS 衛星の精密軌道の決定に貢献するとともに，国際 VLBI 事業に参加し VLBI 国際共同観測を定常的に実施することで，地殻変動やプレート運動監視の基準となる ITRF 座標系の構築等に貢献する。また，アジア太平洋地域の広域地殻変動を把握するため，アジア太平洋 GIS 基盤常置委員会を通じて，当該地域の国家測量機関と連携した測地観測データの交換・収集を行う。
- 海上保安庁は，国際レーザー測距事業（ILRS）に参加し，レーザー測距データの提供を継続することにより，日本周辺のプレート運動を把握する。
- 建築研究所は，開発途上国の地震災害軽減に資するために，これらの国の研究者・技術者に対して地震学及び地震工学に関する研修（国際地震工学研修）を行い，地震学，地震工学，地震防災対策，津波防災の専門家の育成に努める。

## （6）研究成果の社会への還元

- 国民に対して，地震予知・火山噴火予知研究の成果を分かりやすく継続的に伝えることは，地震及び火山噴火に関する防災意識の向上に貢献し，防災・減災対策に有益である。同時に，研究成果の発信は，地震・火山噴火予知研究の重要性と本計画を推進することへの理解を得るためにも重要である。このため，本計画によって得られた研究成果を社会に分かりやすく伝えることに一層努力して取り組む。
- 地震に関しては，最新の科学的な知見や情報を基に，地震本部地震調査委員会が地震活動評価や地震発生可能性の長期評価及び強震動評価を行い，その結果を公表している。本計画の成果を，地震調査委員会の評価に適切に活用されるように努める。東海地震予知について，気象庁は，関係機関の協力を得て観測された地殻活動の状況に応じて情報を発表している。本計画で得られた知見を地震防災対策強化地域判定会での議論に随時反映させる。
- 火山噴火に関しては，気象庁は，火山防災に関する情報を公表している。気象庁は，情報の質的向上を図るため，火山噴火予知連絡会及び関係機関の協力の下，防災対応を分かりやすく表現した噴火警戒レベルを導入する火山を順次増やす。また，海上保安庁は，引き続き，

船舶の安全航行確保のため、航行警報による情報提供を行う。本研究計画の成果が、これらの防災情報の改善に寄与できるように努める。

- 研究成果の普及のためには、関係機関が連携して、計画全体として組織的な情報の発信に努める必要がある。例えば、ホームページ等の充実、講演会の開催、講師の派遣、パンフレットや解説書の発行、防災関係者との研究会や勉強会、さらに、マスメディアへの解説を積極的に行うなど、固体地球科学の分野についてアウトリーチ活動を幅広く強化し、研究成果に基づく正確な科学的な知見の普及活動を進めていくことが必要である。
- その際、より効果的な普及活動として、防災に関する各種説明会等と連携することにより、より大きな効果が得られることが期待される。また、このような直接的な普及活動以外にも、国や地方自治体の各種委員会等を通して研究成果が社会に生かされることも重要である。

## 5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進

### (1) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明のための観測研究

- 平成 23 年東北地方太平洋沖地震のような M9 クラスの地震（超巨大地震）やそれに起因する現象を予測するための基礎的な知見は少ない。このため、本見直しの計画では、まず超巨大地震の発生機構解明を目的とする観測研究を実施する。プレート境界では近年の我が国の研究によって、低周波微動・低周波地震やゆっくり滑りなど、多様な滑りとプレートの固着の形態が発見されている。これらの知見に基づいて、プレート境界で発生する超巨大地震の発生機構を理解する必要がある。
- これまで知られていた M8 クラスの巨大地震の発生サイクルと超巨大地震の発生サイクルの関係を理解することは、地震発生の準備過程を解明するために重要である。このためには、幅広い規模にわたる地震の発生サイクルや、サイクルの階層性についての研究を進める必要がある。このためには長期間にわたる歴史地震や地質学データなどの古地震学的な研究を推進する必要がある。
- 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の震源断層は、従来考えられていた複数の M8 クラスの巨大地震の震源断層領域を含み、地震時の滑り量も M8 クラスの巨大地震より一桁大きく、海溝軸近くの浅部の滑り量は特に大きかった。こうした超巨大地震の震源過程の詳細を明らかにすることは、M8 クラスの巨大地震の発生機構を理解するためにも重要である。なお、超巨大地震は甚大な被害を与えるが、極めてまれな現象である。一方、M8 クラスの巨大地震、内陸地震、スラブ内地震は、より発生頻度の高い被害地震となる可能性がある。これらの研究のバランスを取ることが重要である。
- 超巨大地震の発生を理解するためには、超巨大地震に先行して起き

た各種現象を調査研究して超巨大地震の地震発生メカニズムや準備過程として進行する現象を理解する事が必要である。

- 平成 23 年東北地方太平洋沖地震発生後は余震活動が活発であり、M7 クラスの余震も発生している。東北地方太平洋沖地震後にプレート境界がゆっくり滑ること等による余効的な地殻変動が東北地方の太平洋側沿岸部を中心に継続し、新たな大地震の発生の可能性もある。超巨大地震の発生に伴う日本列島の応力場の変化が原因と考えられる、日本列島の内陸や火山周辺で地震活動が活発になる現象が見られており、応力やひずみの再配分を明らかにするための観測研究が必要である。

#### ア. 超巨大地震の発生サイクルの解明

- 大学と産業技術総合研究所は、千島海溝沿い、日本海溝沿い、南海トラフ沿い、及び、世界の沈み込み帯の超巨大地震の発生サイクルを、地球物理学的、変動地形学的、古地震学的、地質学的手法を用いて解明する。
- 高性能計算 (high-performance computing, HPC) 等により、沈み込み帯で発生する地震に関する大規模シミュレーション等を行い、超巨大地震発生サイクルの解明を目指す。

#### イ. 超巨大地震の発生とその前後の過程の解明

- 平成 23 年東北地方太平洋沖地震に先行して発現した地震活動や地殻変動の特徴を調べ、地震発生の準備過程の推移として理解する。とりわけ、震源域を含むプレート境界付近における地震活動の時間的・空間的推移、地震数の規模依存性に関する理解を深め、直前の前震活動とゆっくり滑りの解明を進める。
- 大学は、平成 23 年東北地方太平洋沖地震の震源過程を解明するために、海域で観測研究を実施する。海域での観測によって推定された数十メートルに及ぶ地震時滑りの実体解明とその特殊性や一般性についての理解を深める。
- 大規模に進行している余効滑りを含む平成 23 年東北地方太平洋沖地震後の地殻変動とそれに伴う応力の再配分に関する観測研究を進める。
- 余効滑りの時空間的变化と、地質学的研究による地殻上下変動の長期的収支の関係を解明するための水準測量等を含む観測研究を行う。
- 大学と産業技術総合研究所は、地球物理学的、変動地形学的、古地震学的、地質学的手法を用いて南海トラフ超巨大地震の発生履歴を解明する。

#### ウ. 超巨大地震に誘発された内陸地震や火山活動等の解明

- 平成 23 年東北地方太平洋沖地震とその余効的な地殻変動によって変化した日本列島全域の地殻とマンツルの応力状態を把握し、内陸地震発生や火山活動への影響を解明する。
- 大学等は、地殻活動の活発な内陸の活構造地域や火山地域等において、超巨大地震に起因した応力変化の影響を解明するために観測及び数値モデリングに基づく研究を実施する。

## (2) 超巨大地震とそれに起因する現象の予測のための観測研究

- 超巨大地震やそれに起因する現象を予測するための基礎的な知見は必ずしも多くないが、予測のためには地殻活動の現状把握のためのモニタリングを行う。
- 超巨大地震の発生可能性や頻度を予測するために、地形・地質学的手法など古地震学的手法を用いた地震発生履歴の調査を強化する必要がある。これらは、陸上での調査だけでなく、海底地形・地質の調査も重要である。これらの成果は、(1) 超巨大地震の発生機構の解明のための観測研究にも利用される。
- 超巨大地震は低頻度の現象であるため、その発生予測には、新しい統計的な手法を用いた低頻度現象の予測手法の開発を行う必要がある。同時に、歴史地震学、地質学などのデータを用いた低頻度現象の事象発生シナリオとその分岐確率を求める研究を始める必要がある。
- 超巨大地震に伴い発生する現象として津波がある。超巨大地震に伴う津波の予測手法を開発する研究を進める必要がある。

### ア. 超巨大地震の震源域における地殻活動のモニタリング

- 陸域と海域の観測によって、平成 23 年東北地方太平洋沖地震震源域における地震活動などの地殻活動の予測のための地震・地殻変動のモニタリングを行う。
- 防災科学技術研究所は、日本海溝海底地震津波観測網を整備し、日本海溝沿いの地震活動及び津波のモニタリングの強化を図る。
- 海洋研究開発機構は、沈み込み帯域での地殻活動、地殻構造調査研究を行う。
- 海上保安庁及び大学は、多項目・高精度な海底地殻変動観測によってプレート境界付近の地殻活動のモニタリングを行う。
- 気象庁は、関係機関の地震津波観測網のデータも併せて、地震活動及び津波のモニタリングを行う。

### イ. 超巨大地震の長期評価手法

- 古地震学的手法等による地震発生サイクルの研究とそれに基づく巨大地震の発生可能性（地震発生ポテンシャル）と発生頻度の評価（長期評価）の高度化を図る。

- 超巨大地震のような低頻度の事象については、史料や地質データに基づいて、事象発生シナリオと分岐確率の評価の研究を始める。
- 大学は、まれにしか発生しない超巨大地震の長期評価を統計的手法に基づいて行う手法を開発して、全世界の地震データに基づいて検証する研究を行う。統計地震学的モデルと震源物理学的モデルに基づく数値実験的手法を統合した新しい手法を開発して、巨大地震発生の超過確率を評価する研究を行う。

#### ウ. 超巨大地震から発生する津波の予測

- 防災科学技術研究所は、日本海溝海底地震津波観測網を整備して津波予測の高度化に資する研究を進める。
- 大学及び気象庁は、陸上及び海域の観測データ、海底観測データを用いて即時的に超巨大地震によって発生する津波を予測するシステムの研究開発を行う。

### (3) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明と予測のための新技術の開発

- 超巨大地震の発生の準備過程、震源過程、余効滑りとそれに伴う地殻変動と地震活動を精度よく観測するためには、海溝軸付近の海底の地殻変動を観測する必要がある。この領域の地殻変動を陸域の観測から推定するだけでは精度が不足するため、海溝軸付近の深海底での観測が不可欠である。このため、既存の海底地殻変動の観測技術を高度化する技術開発が必要である。なお、新しい海底観測による研究を強化すると同時に、既存の陸上の地震・地殻変動観測網を維持する必要がある。
- 沈み込み帯で発生する超巨大地震の発生履歴の調査研究は、沿岸域での古地震調査だけでは限界がある。海溝軸付近の深海底において、海底地形調査や地質調査を行うことができれば、超巨大地震の発生履歴の解明に貢献できる。このためには、深海底で高分解能の反射法地震探査や掘削調査等から地震活動履歴を明らかにすることのできる技術を開発する必要がある。

#### ア. 超巨大地震のための海底地殻変動観測技術

- 大学は、深海型の海底地殻変動観測システムを開発する。

#### イ. 海底地形・堆積物調査技術

- プレート境界断層の活動履歴を解明するために、深海底で地形・地質学的調査に基づく古地震学的研究手法を開発する。

なお、超巨大地震に関する観測研究の最終的目標は、東日本大震災のような甚大な地震・津波災害の軽減に資することである。このため、断層運

動と地震動の生成・伝搬から、地表での強震動、建物の揺れなどを、地震学、地震工学、地盤工学などの分野が連携して総合的に理解し、建物などの構造物の被害予測の研究を行うことが重要である。また、幅広い分野の知見を生かし、本研究で得られた観測研究の成果を、地震や火山噴火の災害軽減に役立てられるように、社会に対してより速やかに伝える必要がある。さらに、本計画推進への理解を得るため、本計画の方向性や内容についても、地球科学関連学界や広く社会に対して、より積極的に伝えていく十分な努力が必要である。発生頻度の低い超巨大地震・巨大噴火や津波予測に関する研究においては、世界の他の地域のデータを用いた研究を推し進めることが重要であり、国内の関係機関の協力はもちろん、国際共同研究や国際協力をより一層推進する必要がある。特に、米国や欧州などの地震や火山噴火の多い国との共同研究や、データの交換を進め、各国の地震火山のデータベースと国際的なデータベースとの整合性を図る必要がある。加えて、本研究に関する予算や人事面についてもメリハリを利かせた適切な措置を講じるとともに本計画の実施機関においても幅広く協力していくべきである。また、今後は地震調査研究推進本部が策定する調査観測計画に、本計画の研究成果が適切に反映されることを期待する。



[ 用語解説 及び 参考資料 ]



## [用語解説]<sup>1</sup>

### ◎ アスペリティ

プレート境界や断層面の固着の強さが特に大きい領域のこと。この領域が地震時に滑ると、滑り量が周りよりも大きくなり、大振幅の地震波を放出する。

### ◎ 活構造

活構造とは、活断層や活褶曲（かつしゅうきょく）などの、比較的新しい時代に活動したと見られる地形を指す地質学の用語。おおむね第三紀または第四紀以降に、断層運動によるずれや褶曲の形成などが発生した場所をいう。

### ◎ 共同利用・共同研究拠点

文部科学省が、平成20年7月に科学技術・学術審議会学術分科会研究環境基盤部会の報告を踏まえて学校教育法施行規則を改正し、国公立大学を通じた、共同利用・共同研究を推進するシステムとして、新たに文部科学大臣によって設けられた認定制度。

### ◎ 古地震調査

地震発生の長期予測を行うに当たり、過去における地震の履歴を知ることが大変重要であるが、近代的な地震観測が開始されてから100年程度であるため、計測学的な資料が得られる期間は、ごく最近に限られる。そのため、それよりも古い時代の事柄について歴史学、考古学、地形学、地質学、地球物理学など様々な方法を駆使して、過去に発生した地震を調べることをいう。

### ◎ サイクルの階層性

地震の規模によってプレート境界面での地震発生間隔が異なり、大きな地震では長い間隔で発生し、小さい地震では短い間隔で発生する。そのため、同一地域においても、地震の大きさによって発生間隔が異なることがあり、地震の大きさに伴った発生間隔の階層性を形成する。このことをサイクルの階層性と呼ぶ。

### ◎ 沈み込み帯

プレートの収束境界で、一方のプレートがもう1つのプレートの下へと沈み込む地帯。冷たくて密度の高い海洋プレートがより軽い大陸プレートの下へ沈み込む場所。

### ◎ 準備過程

(地震準備過程)

地震発生直後から次の地震発生に至るひずみエネルギーの蓄積と応力集中の過程。

(火山噴火準備過程)

火山噴火は、火口から溶岩や火山ガスが急激に地表に放出される現象である。その過程としては、地下深部で発生したマグマが、マントルや地殻内を上昇し、地殻浅部にマグマだまりとして蓄積される。さらに、内部の圧力が高まる等の理由で、マグマが地表へ移動し溶岩や火山ガスとして噴出する。このように噴火に至るまでの一連の過程のこと。

---

<sup>1</sup> 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（平成20年7月17日建議）の用語集も参照のこと。

## ◎ 震源過程

地震は震源域内部で、ある種の破壊が発生することにより起こる。この破壊過程のことを震源過程という。

## ◎ 震源断層

地震を起こした断層のことをいい、通常は地下にあり、大きな地震では複数の断層が連動して動くこともある。また、断層面から枝分かれした断層を分岐断層という。

## ◎ 地震・火山噴火予知研究協議会

地震及び火山噴火予知研究を行っている全国の大学・研究機関が、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」（科学技術・学術審議会 平成 20 年 7 月 17 日建議）で立案された研究を、連携と協力関係を強化して推進するために設立された組織。

## ◎ 地震調査研究推進本部

行政施策に直結すべき地震に関する調査研究の責任体制を明らかにし一元的に推進するため、政府が地震防災対策特別措置法に基づき総理府に設置（現・文部科学省に設置）した機関。

## ◎ 実時間処理システム

データが発生した際に、遅れることなく即座に処理を行うシステム。データが入力されたとき、通常はある処理を施し可視化など有効なデータとする必要がある。その処理に時間がかかることなく即座に有効なデータとして活用できるように処理するシステム。

## ◎ セグメント

巨大な断層で地震が起こる場合には、断層全体が一遍に動くとは限らず、幾つかの区分に分かれた振る舞いをすることがある。このように、断層運動する際にまとまった振る舞いをする区分をセグメントと呼ぶ。

## ◎ 先行過程

地震発生の直前に発生する物理現象や化学現象の進行・発展の過程。

## ◎ 素過程

地殻・上部マントル構成物質の変形・破壊について、その基となる物理的や化学的な現象の進行・発展の過程。

## ◎ 大深度ボアホール

地下深部の情報を取得するために掘削してできた円筒状の穴をボアホールという。ボアホールの直径は 10～20 cm 程度のもが多いが、深いものほど入り口を大きくするのが普通である。ボアホールは地下の岩石を取得する目的の他、地下深部での地震計やひずみ計などの計測機器の設置、応力測定などに利用される。このボアホールのうち通常 1000 m 以上の深いものを指す。

## ◎ 弾性波

力を加えると変形するが、除荷すれば元の寸法に戻る性質を持つ媒質を弾性体と呼ぶ。弾性体の中を伝わる弾性変形の波を弾性波という。弾性波には縦波と横波とがあり、縦波は体積変化を伴う疎密波であり、横波は体積変化を伴わないずれ変形の波である。

## ◎ 地殻

地球を構成する大きな成層構造のうち、一番外側の層で、地表または海底からマントルとの境界面であるモホロビッチ不連続面までの層を指す。

## ◎ 超過確率

確率的な事象がある閾値（しきいち）を超過する確率をいい、自然災害等における危険度指標としてよく用いられる。年超過確率の逆数が再現期間にほぼ等しく、再現期間とは、ある事象が平均して何年に一度起こるかを表したものである。例えば、50年における超過確率10%の事象の再現期間は475年となり、475年に一度起きるような地震であることを表す。

## ◎ 長期評価

主要な活断層で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を「地震発生可能性の長期評価」（長期評価）と呼ぶ。

## ◎ 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こと。

## ◎ 内陸地震

プレートのぶつかり合いで生まれた力（ひずみ）は、プレート境界から離れた陸のプレートの内部である日本列島の内陸部にも働き、ひずみが蓄積して岩盤を破壊する地震が発生する。このような理由で発生した地震を内陸地震という。

## ◎ 噴火警戒レベル

活動的火山に関して、火山活動の状況を噴火時等の危険範囲や必要な防災対応を踏まえて5段階に区分したもの。気象庁が火山活動度レベルに代えて平成19年12月1日より導入した。

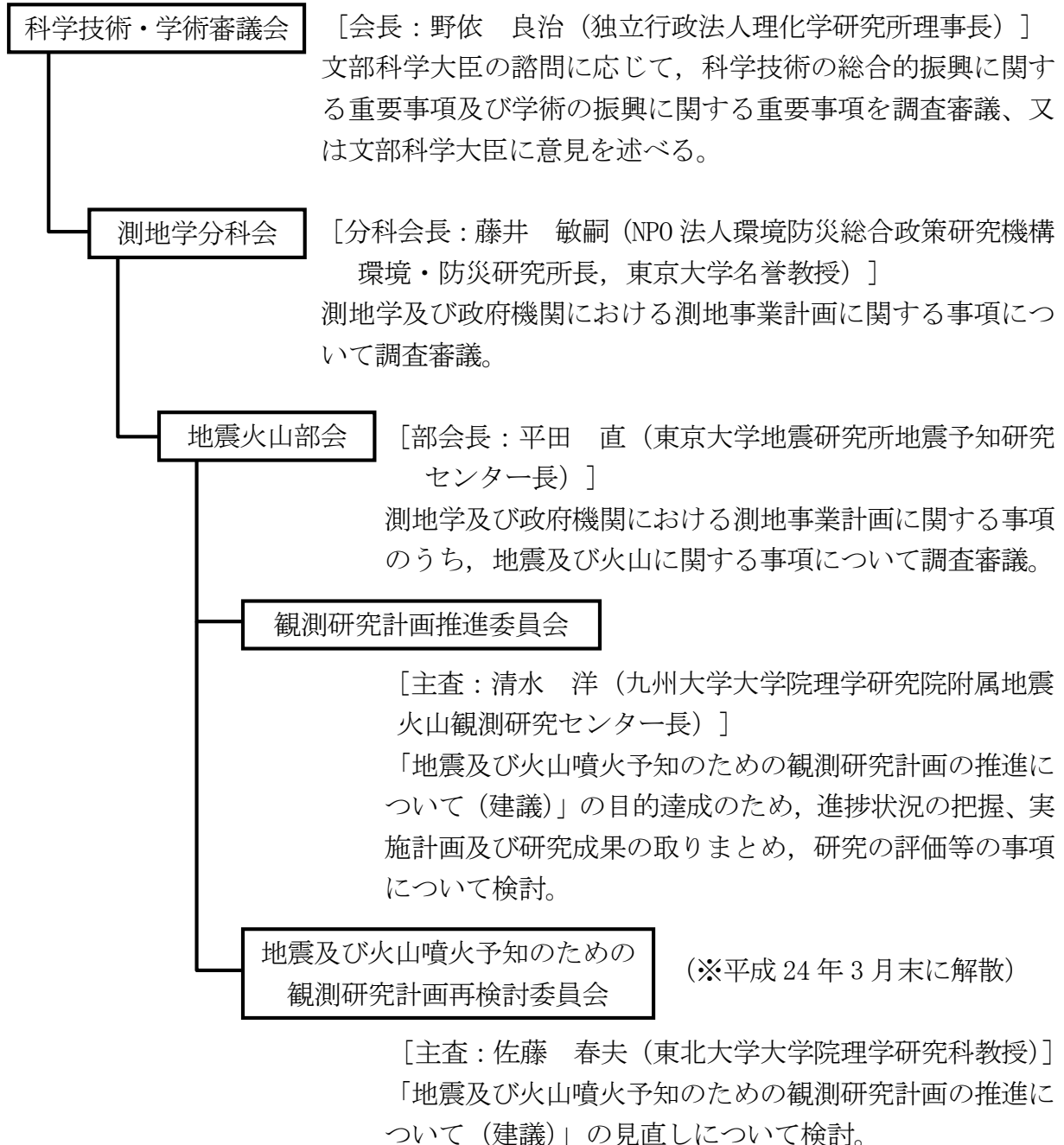
## ◎ マントル

地殻の下にある深さ約2,900 kmまでの固体層。その上部は、かんらん岩を主成分とする岩石で構成されている。

## ◎ 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。

## 第6期科学技術・学術審議会測地学分科会の構成



## 第6期科学技術・学術審議会 委員名簿

(50音順)

### (委員)

|        |                                     |
|--------|-------------------------------------|
| 青野由利   | 毎日新聞社論説室専門編集委員                      |
| 有川節夫   | 九州大学総長                              |
| 石田寛人   | 金沢学院大学名誉学長                          |
| 大垣眞一郎  | 独立行政法人国立環境研究所理事長                    |
| 甲斐知恵子  | 東京大学医科学研究所教授                        |
| 檜谷隆夫   | 公認会計士・税理士                           |
| 鎌田薫    | 早稲田大学総長                             |
| 北澤宏一   | 独立行政法人科学技術振興機構顧問                    |
| 桐野高明   | 独立行政法人国立病院機構理事長                     |
| 小池勲夫   | 琉球大学監事                              |
| 小谷元子   | 東北大学大学院理学研究科教授，原子分子材料科学高等研究機構長      |
| 小林誠    | 高エネルギー加速器研究機構特別荣誉教授                 |
| 佐々木毅   | 学習院大学法学部教授                          |
| 佐藤禎一   | 国際医療福祉大学大学院教授                       |
| 鈴木厚人   | 高エネルギー加速器研究機構長                      |
| 田代和生   | 慶應義塾大学名誉教授                          |
| 柘植綾夫   | 日本工学会会長                             |
| 中小路久美代 | 株式会社SRA先端技術研究所長                     |
| 中村道治   | 独立行政法人科学技術振興機構理事長                   |
| ○ 野間口有 | 独立行政法人産業技術総合研究所理事長                  |
| ◎ 野依良治 | 独立行政法人理化学研究所理事長                     |
| 平田直    | 東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授             |
| 平野眞一   | 上海交通大学講席教授・平野材料創新研究所長，名古屋大学名誉教授     |
| 深見希代子  | 東京薬科大学生命科学部長                        |
| 藤井敏嗣   | NPO法人環境防災総合政策研究機構環境・防災研究所長，東京大学名誉教授 |
| 本間さと   | 北海道大学大学院医学研究科特任教授                   |
| 三宅なほみ  | 東京大学大学院教育学研究科教授                     |
| 室伏きみ子  | お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科教授            |
| 山脇康    | 日本郵船株式会社特別顧問                        |
| 渡辺美代子  | 株式会社東芝イノベーション推進本部参事                 |

◎：会長 ○：会長代理

(平成24年7月25日現在)

## 第6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)

- 平田 直 東京大学地震研究所地震予知研究センター長 教授
- ◎ 藤井 敏嗣 NPO 法人環境防災総合政策研究機構環境・防災研究所長, 東京大学名誉教授

### (臨時委員)

- 石田 瑞穂 独立行政法人海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域特任上席研究員
- 石原 和弘 京都大学名誉教授
- 今給黎 哲郎 国土地理院測地観測センター長
- 宇平 幸一 気象庁地震火山部長
- 久家 慶子 京都大学大学院理学研究科 准教授
- 清水 洋 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター長
- 鈴木 桂子 神戸大学大学院理学研究科 准教授
- 長谷川 昭 東北大学名誉教授
- 藤谷 徳之助 財団法人日本気象協会顧問
- 日置 幸介 北海道大学大学院理学研究院 教授

◎ : 分科会長 ○ : 分科会長代理

(平成24年9月1日現在)



第6期科学技術・学術審議会 測地学分科会 地震火山部会 委員名簿

(50音順)

(委員)

- ◎ 平田直 東京大学地震研究所地震予知研究センター長 教授  
藤井敏嗣 NPO 法人環境防災総合政策研究機構環境・防災研究所長，東京大学名誉教授

(臨時委員)

- 井口正人 京都大学防災研究所附属火山活動研究センター長  
今給黎哲郎 国土地理院測地観測センター長  
宇平幸一 気象庁地震火山部長  
浦塚清峰 独立行政法人情報通信研究機構電磁波計測研究所センシングシステム研究室長  
大島弘光 北海道大学大学院附属地震火山観測研究センター 准教授  
鍵山恒臣 京都大学大学院理学研究科 教授  
久家慶子 京都大学大学院理学研究科 准教授  
栗本史雄 独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門長（～平成24年5月）  
○ 清水洋 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター長  
鈴木桂子 神戸大学大学院理学研究科 准教授  
関口涉次 独立行政法人防災科学技術研究所観測・予測研究領域  
地震・火山防災研究ユニット長  
仙石新 海上保安庁海洋情報部技術・国際課長  
中田節也 東京大学地震研究所 教授  
仲西理子 独立行政法人海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域技術研究副主任  
長谷川昭 東北大学名誉教授  
藤谷徳之助 財団法人日本気象協会顧問  
藤林紀枝 新潟大学人文社会・教育科学系 教授  
松澤暢 東北大学大学院理学研究科 教授  
三宅弘恵 東京大学地震研究所 助教  
望月公廣 東京大学地震研究所地震予知研究センター 准教授（平成24年5月～）  
森田裕一 東京大学地震研究所地震火山噴火予知研究推進センター 教授  
（～平成24年5月）  
山中佳子 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授  
山元孝広 独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門 主幹研究員  
（平成24年5月～）

◎：部会長 ○：部会長代理

(平成24年9月1日現在)

第6期科学技術・学術審議会 測地学分科会 地震火山部会  
観測研究計画推進委員会 委員名簿

(50音順)

(委員)

- 平田直 東京大学地震研究所地震予知研究センター長 教授  
藤井敏嗣 NPO 法人環境防災総合政策研究機構環境・防災研究所長，東京大学名誉教授

(臨時委員)

- ◎ 清水洋 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター長  
○ 松澤暢 東北大学大学院理学研究科 教授  
望月公廣 東京大学地震研究所地震予知研究センター 准教授 (平成24年5月～)  
森田裕一 東京大学地震研究所地震火山噴火予知研究推進センター 教授  
(～平成24年5月)

(専門委員)

- 市原美恵 東京大学地震研究所 助教  
金田義行 独立行政法人海洋研究開発機構 地震津波・防災研究プロジェクトリーダー  
(～平成24年5月)  
小泉尚嗣 独立行政法人産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター主幹研究員  
小平秀一 独立行政法人海洋研究開発機構 リーディングプロジェクト  
地球内部ダイナミクス領域 海洋プログラムディレクター(平成24年5月～)  
齋藤誠 気象庁地震火山部管理課 地震情報企画官  
鷺谷威 名古屋大学減災連携研究センター 教授  
棚田俊收 独立行政法人防災科学技術研究所観測・予測研究領域 地震・火山防災研究  
ユニット 地震・火山観測データセンター 火山観測管理室長  
飛田幹男 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(～平成24年5月)  
西澤あずさ 海上保安庁海洋情報部技術・国際課 海洋研究室長  
畑中雄樹 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(平成24年5月～)  
三浦哲 東京大学地震研究所 教授  
宮澤理稔 京都大学防災研究所 准教授

◎ : 主査 ○ : 主査代理

(平成24年9月1日現在)

第6期科学技術・学術審議会 測地学分科会 地震火山部会  
地震及び火山噴火予知のための観測研究計画再検討委員会 委員名簿

(50音順)

(委員)

平田 直 東京大学地震研究所地震予知研究センター長 教授

(臨時委員)

今給黎 哲郎 国土地理院地理地殻活動研究センター地理地殻活動総括研究官

宇平 幸一 気象庁地震火山部長

久家 慶子 京都大学大学院理学研究科 准教授

◎ 佐藤 春夫 東北大学大学院理学系研究科 教授

清水 洋 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター長

関口 涉次 独立行政法人防災科学技術研究所観測・予測研究領域  
地震・火山防災研究ユニット長

松澤 暢 東北大学大学院理学研究科 教授

(専門委員)

金田 義行 独立行政法人海洋研究開発機構地震津波・防災研究プロジェクトリーダー

小泉 尚嗣 独立行政法人産業技術総合研究所活断層・地震研究センター主幹研究員

宍倉 正展 独立行政法人産業技術総合研究所活断層・地震研究センター  
海溝型地震履歴研究チーム長

谷岡 勇市郎 北海道大学理学研究院地震火山研究観測センター 教授

西澤 あずさ 海上保安庁海洋情報部技術・国際課地震調査官

○ 三浦 哲 東京大学地震研究所 教授

宮澤 理稔 京都大学防災研究所 准教授

◎ : 主査 ○ : 主査代理

(平成24年3月31日現在)

地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の  
見直しについて評価をいただいた海外研究者

(アルファベット順)

- Chris Newhall (火山学)  
シンガポール地球観測所 (EOS) 火山研究グループリーダー  
元ワシントン州立大学 教授  
元米国地質調査所 火山研究官
  
- Jean-Paul Montagner (地球物理学)  
パリ第7大学 教授
  
- Ramon Carbonell (地震学)  
スペイン研究評議会 (CSIC) 教授
  
- Thomas Jordan (地震学)  
南カリフォルニア地震センター 所長  
南カリフォルニア大学 教授
  
- William L. Ellsworth (地震学)  
米国地質調査所 (USGS) 地球物理研究官  
米国地球物理連合 (AGU) フェロー  
元アメリカ地震学会 会長

(平成24年9月20日現在)

## 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係る審議状況

平成 23 年 10 月 6 日（木） 10:00－12:30

○ 観測研究計画推進委員会

- ・ 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の発生を受けて「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の不十分な項目についてとりまとめ。

平成 23 年 10 月 25 日（火） 13:00－15:30

○ 地震火山部会

- ・ 観測研究計画推進委員会の報告を受けて「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の見直し、及び地震及び火山噴火予知計画のための観測研究計画再検討委員会の設置を決定。

平成 23 年 11 月 10 日（木） 10:00－12:00

○ 測地学分科会

- ・ 見直し計画の内容について自由討議。

平成 23 年 11 月 17 日（火） 10:00－12:00

○ 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画再検討委員会

- ・ 測地学分科会及び地震火山部会の討議を踏まえ、見直し計画の骨子について討議。

骨子に基づいて見直し計画案について検討。

平成 23 年 12 月 20 日（火） 13:00－15:00

○ 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画再検討委員会

- ・ 見直し計画草案についてとりまとめ。

平成 24 年 1 月 30 日（月）

○ 測地学分科会／地震火山部会

- ・ 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直し（審議経過報告）についてとりまとめ。

平成 24 年 2 月 29 日（水） 15:00－17:00

○ 科学技術・学術審議会総会

- ・ 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審議経過報告。

- ・ 関連学協会及び一般からも意見公募を実施するよう委員から指摘。

平成 24 年 3 月 29 日（木） 10:00-12:00

○ 地震火山部会

- ・ 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直し（審議経過報告）の報告結果計画の内容について報告。今後の対応について検討。

平成 24 年 4 月 20 日（金） 10:00-12:00

○ 測地学分科会

- ・ これまでの議論を踏まえ、関連学協会長への意見聴取及びパブリックコメント（意見公募）を実施することを決定。

平成 24 年 4 月 20 日（金）－ 5 月 19 日（土）

- ・ 「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（審議経過報告）」に関する意見公募を実施。
- ・ 「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（審議経過報告）」に関して、日本学術会議会第三部，地球電磁気・地球惑星圏学会，日本地質学会，日本地震学会などの 10 の関連学会に対して意見照会を実施。

平成 24 年 7 月 4 日（水） 10:00-12:00

○ 測地学分科会/地震火山部会

- ・ 見直し計画（審議経過報告）について意見公募及び関連学協会からの意見を反映した草案を作成し審議。

平成 24 年 8 月 1 日（金） 14:00-16:00

○ 科学技術・学術審議会総会

- ・ 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審議経過報告。
- ・ 海外研究者からの意見をもらうよう委員から指摘。

平成 24 年 9 月 20 日（木）－10 月 15 日（月）

- ・ 「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（審議経過報告）」に関して，海外の研究者 5 名に対して意見照会を実施。

平成 24 年 10 月 26 日（金） 17:00-19:30

○ 測地学分科会

- ・ 海外研究者からの意見を反映した地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直し案を作成し審議のうえ了承。

## 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画 実施機関

|       |   |
|-------|---|
| 総務省   | 独立行政法人情報通信研究機構  |
| 文部科学省 | 国立大学法人等<br>北海道大学大学院理学研究院<br>弘前大学理工学部<br>東北大学大学院理学研究科<br>秋田大学大学院工学資源学研究科<br>東京大学大学院理学系研究科<br>東京大学地震研究所（共同利用・共同研究拠点）<br>東京工業大学大学院理工学研究科<br>東京工業大学火山流体研究センター<br>名古屋大学大学院環境学研究科<br>京都大学大学院理学研究科<br>京都大学防災研究所（共同利用・共同研究拠点）<br>鳥取大学大学院工学研究科<br>高知大学理学部<br>九州大学大学院理学研究院<br>鹿児島大学大学院理工学研究科<br>立命館大学総合理工学研究機構<br>東海大学海洋研究所 |
|       | 独立行政法人防災科学技術研究所   |
|       | 独立行政法人海洋研究開発機構  |
| 経済産業省 | 独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター   |
| 国土交通省 | 国土地理院<br>気象庁<br>海上保安庁   |





[ 概 要 ]



# 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画 の見直しについて（建議）の概要

## I. 経緯

- ・ 地震予知研究は昭和 40 年，火山噴火予知研究は昭和 49 年を始まりとして，当時の文部省測地学審議会（現在の科学技術・学術審議会）が策定した研究計画に沿って，全国の大学や関係機関が協力・連携して推進。現行計画は平成 21 年度から 5 か年計画で実施
- ・ 測地学分科会は，平成 23 年東北地方太平洋沖地震の発生について，事前にその発生の可能性を追究できなかったことを真摯に反省し，計画の見直しの方向性を検討
- ・ 見直し計画について意見公募や学協会の意見，さらに，海外研究者からの評価や次期計画に向けた外部評価委員会の意見・提言などを踏まえ，「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直し（建議）」を取りまとめ

## II. 本計画の基本方針と実施内容

### 1. 現状の基本的認識

- ・ 現状の地震予知は，発生履歴の判明している地震については，シミュレーション技術を用いてその発生の特徴を再現することが可能なレベルに達しているものの，発生履歴の判明していない地震の規模や発生間隔の推定及び地震の短期予知は困難
- ・ プレート境界の地震について，広範囲で一度に滑るような超巨大地震をはじめ，様々な規模の地震発生を予測するモデルの構築はいまだ研究途上
- ・ 観測網が充実している陸域から遠く離れた海溝軸付近のプレート境界の固着状態の推定の困難さ，地形学，古地震学，地質学の情報を取り入れる努力の不足，プレート境界滑りモデルの不完全さなどが，超巨大地震の発生可能性を追究できなかった主な要因
- ・ 現在進行中である余効的な地殻変動や誘発された地震活動などの現象の把握を優先し，アスペリティモデルの再検討に加え，ほかの多様なモデルの検討による超巨大地震発生の可能性についての徹底的な解明が早急に必要
- ・ モデルの検証作業と外部評価も加えた計画全体の再構築に向けた検討は継続して実施

### 2. 本計画の基本方針

- ・ 現行計画の「地震・火山現象予測のための観測研究」，「地震・火山現象解明のための観測研究」，「新たな観測技術の開発」，「計画推進のための体制強化」の 4 項目を柱として推進する考え方は有効
- ・ ただし，超巨大地震に関する観測研究は不十分であったことから，本見直し計画では，現行計画の残り 2 年間において，現行計画の地震破壊過程の項目などに

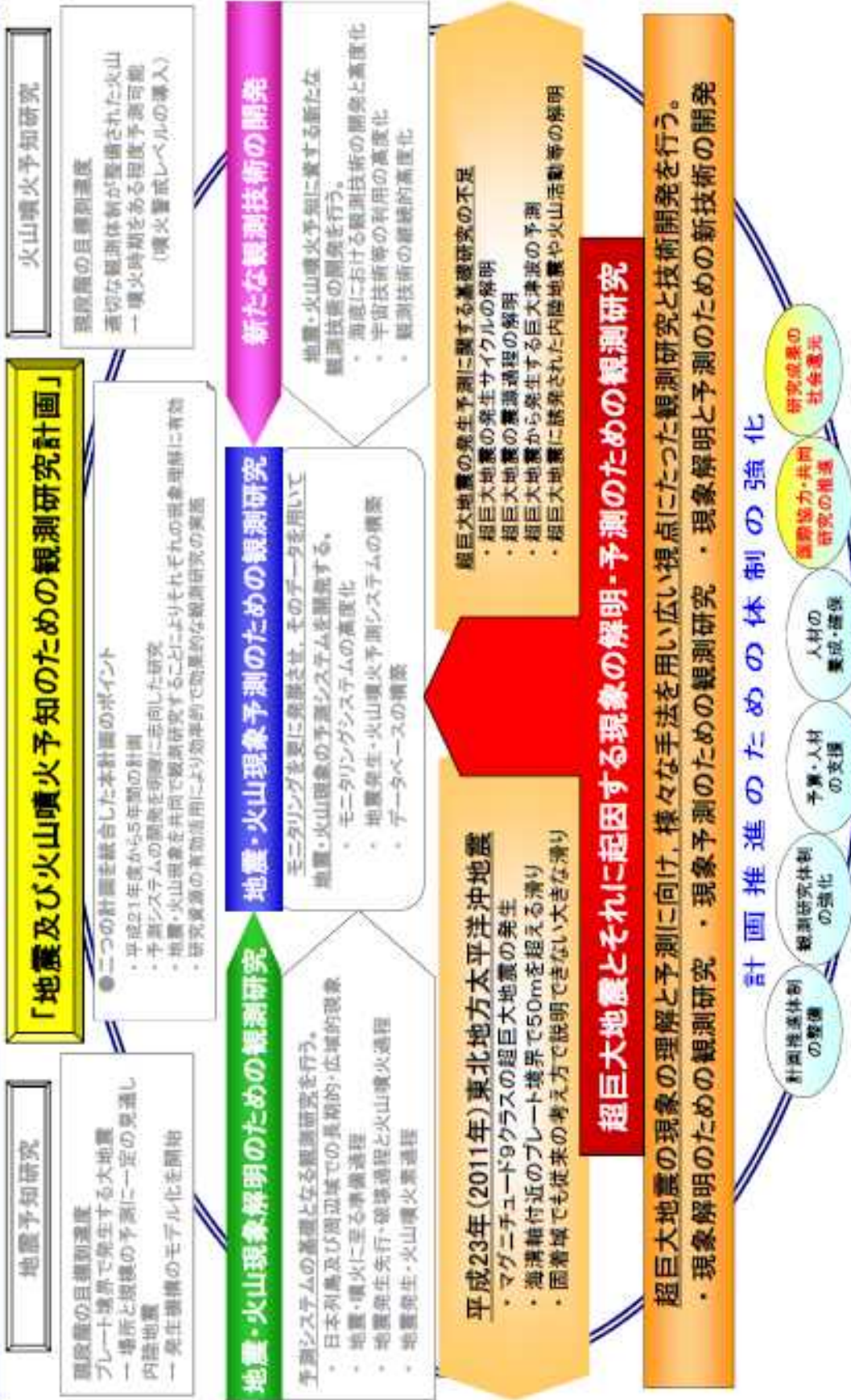
係る個別課題のうち3課題については中止し、予測シミュレーションなどに係る課題については大幅な計画の縮小を実施

- ・「5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進」の項目を新しく計画

### 3. 計画の実施内容

- ・ 既存計画の項目については、引き続き推進
- ・ 超巨大地震の項目については、これまで十分な観測研究事例がなかったことから、まず「現象の解明のための観測研究」に重点を置くこととし、次の3項目を柱として実施
  - (1) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明のための観測研究
    - ・ 平成 23 年東北地方太平洋沖地震や南海トラフ沿いなどの地震に関する地球物理学的、変動地形学的、古地震学的、地質学的手法を用いた、幅広い規模にわたる地震の発生サイクルや、サイクルの階層性についての研究の推進
    - ・ 歴史地震や地質学的なデータなどを重視した過去の地震発生履歴の研究
    - ・ 超巨大地震に先行する各種現象や準備過程として進行する現象、地震時滑り、余効滑りに関する調査研究
    - ・ 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の本震や余効変動によって生じた日本列島の応力場の変化に伴った内陸地震や火山活動等の活発化に対する観測研究
  - (2) 超巨大地震とそれに起因する現象の予測のための観測研究
    - ・ 陸域と海域の観測による超巨大地震の震源域における地殻活動のモニタリングの高度化
    - ・ 低頻度現象である超巨大地震の発生予測に向け、統計地震学的モデルと震源物理学的モデルに基づく数値実験的手法を統合した新しい手法の開発と巨大地震発生時の超過確率評価の研究
    - ・ 海底地震津波観測網の整備に伴う津波予測の高度化や、即時的な津波予測システムの研究開発
    - ・ 古地震学的なデータに基づいた事象発生シナリオと分岐確率評価の研究
  - (3) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明と予測のための新技術の開発
    - ・ 超巨大地震のための深海型の海底地殻変動観測技術開発
    - ・ 高分解能の反射法地震探査や掘削調査等を用いた、深海底での地震活動履歴解明のための技術開発

# 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画 の見直しについて（建議）の概要



安全・安心な社会の実現に寄与