

II 評価結果

1. 総 評

我が国は、世界有数の地震・火山大国であり、有史以来、数多くの地震災害や火山噴火災害に見舞われてきた。これらの災害から国民の生命・財産を守り、安全で安心な社会を実現するため、地震や火山噴火を理解し、適切な防災・減災対策につなげていくための研究に対する社会的な要請は極めて高い。

地震予知研究については、昭和40年から地震予知計画の下で推進され、「地震予知のための新たな観測研究計画（第1次）」までの間、地震の発生場所や繰り返し時間間隔に関する知見の習得など、数多くの成果を上げてきた。また、火山噴火予知研究についても、昭和49年から火山噴火予知計画の下で推進され、第6次までの間に観測体制は順次整備され、特定の火山では微細な前兆現象をほぼ確実に検出可能となるなど、多大な成果を上げてきた。現在、平成16年度から20年度までの5年間は、「地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）」（以下「第2次新計画」という。）及び「第7次火山噴火予知計画」（以下「第7次計画」という。）に基づき、それぞれの研究が推進されており、今回そのレビュー報告書について外部評価を行った。

その結果、両計画は科学技術・学術的な意義の極めて高いものであり、また、これらの計画に基づいて行われている地震予知研究及び火山噴火予知研究は、関係機関において科学的・社会的ニーズ等を踏まえつつ、適切に行われていることを高く評価した。

一方で、いくつかの課題を指摘した。特に、若手研究者の確保も含めた人材育成への対応や火山観測・監視体制の維持などについては、具体的な対策の検討が必要であること、また、予知研究の現状について、国民や防災担当者に対して十分な説明を行い、計画の理解増進を図ることが重要であることを指摘した。

今後は、本報告書の評価結果を十分踏まえつつ、現行の計画が途切れることなく、次の計画に引き継ぐため、「地震予知のための新たな観測研究計画（第3次）」、「第8次火山噴火予知計画」（いずれも仮称）を策定していく必要がある。その際、次期計画が多大な研究成果を生み出し、社会に大きく貢献していくことを強く期待する。

2. 地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）について

2.1. 現計画に対する評価

(1) 目標の達成度

○ 「第2次新計画」では、前兆現象に依拠した経験的な地震予知の実用化ではなく、第1次新計画に引き続き、地震発生に至る地殻活動の理解、モデル化、モニタリングを統合したものとして、「総合予測システム」を構築し、「地震がいつ、どこで、どの程度の規模で発生するか」を定量的に予測することを長期的な目標としつつ、①地震発生に至る地殻活動解明のための観測研究の推進、②地殻活動の予測シミュレーションとモニタリングのための観測研究の推進、③新たな観測・実験技術の開発、④計画推進のための体制の整備、の四つの基本方針の下で、計画を推進することとしている。

削除：「地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）」（以下削除：という。）

○ 地震先行現象の発見に重きを置いた観測研究から脱皮し、第2次新計画では地震発生モデルを立ててそれを検証するという方法論に沿って研究を進めてきたこと自体を評価するとともに、政府の地震調査研究推進本部（以下「推進本部」という。）のもとで整備された日本独自の稠密な基盤観測網を活用することで、多くの成果が上がっており、概ね目標に沿って着実に進められていると考える。

○ プレート境界地震については、これらの観測網と相補的に展開された臨時機動観測及び過去の地震の再解析に基づき、アスペリティモデルの有効性が検証されたことは高く評価できる。

○ 内陸地震の発生機構については、地殻・マントル内の不均質な粘弾性・塑性変形に着目した地震発生モデルが構築されるなど、地震像の詳細が明らかになるとともに、震源域での高精度な構造調査が余震発生の原因を理解する上でも重要であることが示された。一方で、プレート境界地震と比べ、内陸地震の理解とモデル化の達成度には大きな差があり、今後のさらなる発展が期待される。

削除：ものの、広い実用化には今一歩であることから、より一層の

削除：を

削除：また

○ 新観測技術の開発については、海底測位システムは意欲的な計画であり、その努力及び進展は評価できる。今後、プレート境界でのすべりの精密な時空間変動をモニターできるよう、更なる取り組みに期待する。一方で、地下構造モニターシステムについては、一層の努力が求められる。

コメント：意見1、2
原案の一部修正
意見3 意見を踏まえ修正

削除：あまり学術的進展がみられていない

○ 体制の整備については、データの公開・流通が、基盤観測網及びデータ公開・流通の整備により可能となったことで、学術的な波及効果のみならず、教育・啓発にとっても重要な役割を果たしたことを高く評価する。一方、人材の育成については計画開始当時よりも後退した印象がある。今後、大学院教育を活性化するとともに若手研究者の活躍の場を設けるなど、具体的な対策を打ち出していく必要がある。

削除：啓蒙

コメント：意見4
意見を踏まえ修正

削除：り、現状を考えると見通しは厳しいことから、

コメント：意見5
意見を踏まえ修正

(2) 実施体制の妥当性

- 「地震予知のための観測研究の推進」は、推進本部が策定した「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施策―（平成 11 年 4 月）」（以下「総合基本施策」という。）の一つとして位置づけられており、国の施策としてその重要性は強く認識されている。
- 科学技術・学術審議会測地学分科会では、地震部会の下に観測研究計画推進委員会を置き、大学や関係機関において、研究テーマの重複がないよう調整が図られている。また、大学間においては、地震予知研究協議会と火山噴火予知研究協議会が統合されたことにより、これまで独自に実施されてきた大学の地震予知と火山噴火予知に関する研究を統合的に進めるとともに、研究計画の策定等における相互連携を図るなど、実務的な実施体制としては適切であると考ええる。
- 一方、推進本部と第 2 次新計画との関係、大学と関係機関との連携協力体制、個々の研究組織の責任体制等について、より明確にしていくことが求められる。また、現在でも全国共同利用研究所である東京大学地震研究所を中心に共同研究が行われているが、より多くの研究者が参画できるような取り組みが期待される。
- 第 2 次新計画内での大学や関係機関間の連携・交流は図られているものの、他の関係プロジェクトや大学、関係機関との連携が必ずしも十分ではないと考える。特に、アスペリティモデルの進展や、詳細な地下構造の解明に関する研究成果については、連携・協力を十分に図ることによって、推進本部が進めている地震動予測の向上に貢献できると考える。

(3) 学術的意義

- プレート境界地震に関しては、相似地震のモニタリングによるプレート間滑りの推定、地震時の滑りと余効滑りの相補性、大きな地震のアスペリティ破壊様式の多様性、フィリピン海プレートの沈み込みに伴う低周波微動とゆっくり滑りの発見など、学術的に質の高い独創的な研究を生み出してきたと評価できる。
- 基盤観測網 Hi-net に用いられている高感度ボアホール地震観測方式など、過去の地震予知計画によって開発された日本独自の計測器を高密度に設置展開し、多数の異なる周期帯の時系列データを俯瞰的に見ることができ環境が、基盤観測網の整備により整ったことで、学術的にも価値の高い研究が生み出されたと考える。

コメント：意見 6
意見を踏まえ修正

- 沈み込み帯での大地震発生の理解については、かつて欧米、とりわけ米国の研究に圧倒されていたが、世界最高水準の観測網が設置されたことにより、地震発生機構の解明が進み、米国をもしのぐ成果が揃ってきたことは高く評価できる。また、国際誌などにおける日本の研究者の論文発表は活発であり、全体のレベルアップが図られたと評価できる。

削除：で

削除：数は見劣りせず

コメント：意見7

意見を踏まえ修正

(4) 社会的貢献

- 地震防災にどの程度役立っているかを考えるにあたっては、我が国全体の地震防災体制の中での役割分担を踏まえる必要があるが、第2次新計画は、推進本部地震調査委員会の評価に活用されるなど、我が国の地震防災に適切に役立てられていると評価できる。
- 大学や関係機関では、地震活動に関する情報提供や教育活動を積極的に実施している。特に、大きな地震が発生した際には、地震の概況と過去の履歴を早急に発信しており、評価できる。また、地震工学、耐震工学分野をはじめとして、関連分野の研究者等への科学的・技術的な波及効果が期待できる。
- 一方、第2次新計画の研究は、国民の間では、未だ地震発生直前に警報を出せるような精度で行う地震予知のための研究という期待がある。地震予知研究の現状から、直前予知は一定条件が整った場合にのみ可能と考えられる想定東海地震を除き、一般的には困難であることを丁寧に発信すべきである。

2.2. 今後の計画の在り方に関する意見・提言

(1) 地震予知のための研究の考え方

- 地震研究、とりわけ、発生機構の解明による予測研究は、日本列島に住む国民にとって極めて重要なものである。今後の研究の在り方については、斬新な発想を開拓するため、学協会等に自由な論議の場を設けてもらうなどの協力を求めるべきである。こうした論議の成果を基に、実現可能性、緊急性などを考慮して優先順位を付け、新たな計画を立案すべきである。
- 国立研究機関の独立行政法人化や国立大学の法人化により、第2次新計画の実施を担保する予算的な枠組みが変化している。国の研究資金の配分については、基盤的な経費は削減傾向にあり、逆に競争的資金が増加傾向にある。実現可能性が高い目標を設定して、そのための資源を保証するための計画とするのか、あるいは広く学術研究者に協力を仰ぐための計画とするのかを整理する必要がある。

○ プレート境界地震については、アスペリティそのものの実体、性質、変化を明らかにすることが重要であり、当面、アスペリティモデルの構築と検証を一層推し進め、定量的予知の可能性を追求すべきと考える。

コメント：意見 8
原案のとおり

○ 日本列島全体で見た場合、内陸地震による被害が各地で出ていることから、内陸地震についてもプレート境界のアスペリティモデルに対応する応力集中過程のモデル化の推進が望まれる。

削除：プレート境界地震よりも

削除：の方がはるかに発生数は多く、

削除：に被害を

削除：して

○ プレート境界地震の予測のためには、海域での構造推定と地震・地殻変動観測が最も重要と考えられる。海底地震観測による震源決定精度の向上、並びに海底測位技術の向上に重点をおいた機器開発が強く望まれる。また、内陸地震研究を進展させるため、空間分解能の飛躍的向上を目指した合成開口レーダー (SAR) 等のリモート新技術など、必要な研究や新技術について検討し、その研究開発を推進していくことが望まれる。

コメント：意見 9
原案の一部修正

削除：(海底地震計の位置決定精度の向上)

○ Hi-net 等の整備により多くの高精度の多点地震波形データが収集されるようになったが、特に短周期地震波形データを解析するのに既往の手法では十分とはいえない。制御震源を用いた能動的測定方法の開発改良をも含め、他分野(特に、物理探査関連の研究分野)との連携を図りつつ短周期波形の解析方法をさらに発展させることが重要と考える。

コメント：意見 10
意見を踏まえ修正

削除：、

削除：など

削除：の開発についても一層

○ これまでの研究から明らかになりつつある数十年周期でのアスペリティの繰り返し活動から外れた地震(例：北海道・千島南部や日向灘から沖縄にかけての超巨大地震、日本海側の沈み込み型の大地震)が発生しても、国民の信頼を落とすことのないよう成果発表及び計画推進には十分注意を払う必要がある。

コメント：意見 11
原案の一部修正

削除：する必要がある

削除：陸域では

○ 海溝型の地震については、沈み込み帯の地震多発帯を有する国との共同研究をさらに活発にし、定常的な共同観測研究を実施することが必要である。観測事例を短期間に増やすことで再来間隔の長い大地震の発生機構に関する知識を向上させることができ、地震予知研究自体にとっても有効と考える。

削除：デジタル

削除：1秒よりも短周期の地震波動の解析手法ははまだ発展の余地があり、

(2) 実施体制について

○ 国立研究機関の独立行政法人化や国立大学の法人化により、予知研究をめぐる環境は大きく変わった。特に大学の地震火山噴火予知研究計画事業は特別教育研究経費として措置されているが、施設運営経費等も含めた予算は運営費交付金の内数であり、どの程度の研究費が投資されたのかが分かりにくい。地震予知計画に投じられている総予算と人員数を示し、予知研究の意義について理解を求めていくことが

コメント：意見 12
意見を踏まえ修正

必要である。

- 大学の観測設備の老朽化については、大学の観測網が基盤観測網の重要な一部を構成していることを再認識し、現在の基盤観測の水準を維持するための必要な措置を講ずるべきと考える。

- 東北大、北大、名古屋大、九州大などでは、地震予知研究を担う部門は研究科に属する研究センターであり、研究のみならず教育への参加も求められている。このような状況を考慮し、地震予知研究を着実に推進できるような人員の安定確保について検討する必要がある。

削除：が強く

削除：るようになっている

削除：に専念するスタッフ数

コメント：意見13

原案の一部修正

削除：を

削除：を取り扱うため、研究補助業務とも呼ぶべき作業に多くの若手研究者の時間が割かれており

コメント：意見14、15

原案の一部修正

削除：者を多数配置することが望まれる。

コメント：意見16（追加）

前の項目に、「また、」以降を追記

コメント：意見17（追加）

次の項目の冒頭に、追記

- 特に、近年若手研究者が、膨大な観測データの解析業務に多くの時間を割いており、今後、研究補助体制の充実・強化について検討する必要がある。また、若手研究者を確保するための方策についても、併せて検討することが求められる。

(3) 研究と社会とのかかわり

- 地震災害に対する社会の防災力・減災力を高める観点から、地震予知研究について、既知と未知の内容をしっかりと国民に示すことが必要である。我が国では、いつでもどこでもある程度の地震が発生する可能性があることを国民に対して十分に説明しつつ、成果については、マスコミや防災関係者と密接に連携して積極的に活用すべきである。

- 地方自治体の防災担当者に分かりやすく研究成果を発表する機会を設けるなど、地震予知の現状を防災担当者に理解してもらうことが重要である。また、国民に対する理解増進を図るため、情報発信・情報提供の際に、専門知識を持たない人でも研究や成果を分かり易く理解できるような工夫が必要である。

3. 第7次火山噴火予知計画について

3.1. 現計画に対する評価

(1) 目標の達成度

- 「第7次計画」では、「長期的な噴火ポテンシャルの評価を行うとともに、火山活動の変化に際しては、観測データを物理化学モデルに基づいて定量的に評価し、噴火の場所、時期、規模、様式及び推移を予測する」ことを長期的な目標としつつ、①火山観測研究の強化、②火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進、③火山噴

削除：「第7次火山噴火予知計画」(以下

削除：という。)

火予知体制の整備、の三つの基本方針の下で、計画を推進することとしている。

- 一部の特定の火山については、各種観測に基づき、火山体の地下構造やマグマ供給系が明らかになるとともに、マグマ移動のモデルが作成され時間的な推移を的確にとらえることができるようになったことは高く評価できる。また、少ない資源を効率的に用いて多くの成果が挙がっており、概ね目標に沿って順調に進捗していると考ええる。
- ただし、国立大学の法人化など情勢の変化に必ずしも対応できておらず、予算的な問題で予定された研究が実施できなかったことは、極めて憂慮すべき事態である。
- 特に大学では、近年、観測点が減少傾向にあるが、現在の火山噴火の監視体制は大学等からのデータ分岐に頼っていることから、大学の機器更新・定常点増設が進まないという状況にあることは、火山活動の監視の上でも問題であり、必要な予算措置等が求められる。また、後継となりうる研究者や技術者などの人材の養成及び確保する体制が十分ではなく、早急に対策を検討する必要がある。なお、これらの検討にあたっては、投入されている予算や人的資源の不足の現況、他の研究プロジェクトとの関連などについて十分な説明が必要である。
- 噴火活動時には、火山噴火予知連絡会のもとで観測体制の戦略が練られるが、想定していなかった噴火活動へと展開していった際に、どのように観測・防災体制に変更すべきかといった戦略を示していくことが望まれる。

(2) 実施体制の妥当性

- 地震活動の基盤的調査観測網や地方公共団体等の観測網を有効利用することにより、地震観測網がない火山についてもある程度の火山性地震活動の監視が可能になったことは評価できる。また、大学間においては、火山噴火予知研究協議会と地震予知研究協議会が統合されたことにより、これまで独自に実施されてきた大学の火山噴火予知と地震予知に関する研究を統合的に進めるとともに、研究計画の策定等における相互連携を図るなど、実務的な実施体制としては適切であると考ええる。
- 一方、監視体制が十分に整備されていない火山が多い。さらに、財政的な支援の問題、国立大学の法人化に伴う研究者や技術者の確保の問題等により、これまでの監視体制や機能が維持できなくなるおそれがあることから、安定した実施体制を確立する必要があると考える。
- 研究テーマに重複はないが、異なる機関や異なる手法の成果をどのように総合化し、個々の火山の構造と活動の全体的理解（モデル作成）に生かしていくかという

ことについて検討が必要である。

コメント：意見18
原案のとおり

(3) 学術的意義

- 富士山の火山体構造とその活動史の解明、浅間山 2004 年噴火に関するマグマ供給系の把握は、学術的に高く評価できる。また、地殻中・深部にマグマと思われるものを検出し、今後、この深さから浅部にわたるダイナミクスを解明することによって、噴火予知だけでなく、火山学の発展に大きく寄与できると期待される。
- また、桜島に関しては、地球物理学的（特に地震学的・測地学的）な研究に多くの進展が見られるが、他の地球物理的結果あるいは地球化学的結果も含め、より総合的なモデルを目指すことが期待される。
- 観測が行われている火山では、不意に大きな噴火に見舞われることはほとんどなく、観測の継続によって、活動傾向の確かな予測ができるようになってきた。一方で、三宅島噴火の場合のように、予測が必ずしも原因の解明に基づいているわけではなく、現象的判断に留まっている現状もあり、噴火推移も含めた火山噴火予知には至っていない。
- 火山学の研究者によって編纂された「火山性地震・微動に関するデータベース」の刊行は、学術的にも貴重である。火山現象とはどのようなものであるか、どのような形をとって現れるかといったことを、地方自治体の防災担当者等に伝える上でも重要な情報源として考えられ、学術的意義のみならず社会的貢献の視点からも高く評価できる。
- 多様な国際誌に論文が掲載されるなど、原著論文の発表は適切に行われていると考えられるが、例えば、集中総合観測等については、より一層の成果発信が望まれる。

コメント：意見19
意見を踏まえ修正

コメント：意見20
原案のとおり

(4) 社会的貢献

- 噴火情報・避難情報の発信やその後の対応が適切に行われ、社会的にも高く評価された事例が多く見られるなど、研究成果は、防災に極めて大きな貢献をしていると考える。
- 火山防災という実学的側面を持った成果が出ており、その重要性の社会への発信を一層進めていくことが望まれる。また、人口の多い本土の火山のみならず、離島や海底火山といった人口過疎地、あるいは無人地域も、漁業や交通など国民生活に大きな影響を及ぼす可能性がある。この点についても、研究の社会貢献を積極的に

広報していくことが必要である。

- 火山の熱水系の重要性が認識され、多くの火山地下で確認されるようになっていく。これらは、噴火予知、火山そのものの理解に寄与するだけでなく、地熱エネルギーの利用進展等への波及効果が期待される。

3.2. 今後の計画の在り方に関する意見・提言

(1) 今後の観測・監視体制の在り方

- 火山研究の人材、資源が置かれた状況は極めて深刻であり、ここまで有効な手立てを講じてこられなかった学協会並びに行政機関は、この事態を深刻に受け止めるべきである。火山噴火予知研究は、今後も着実に進めていかねばならないが、同時に、研究資源の配分などで抜本的な対策が必要と考える。
- 例えば、地震調査研究推進本部のように、噴火予知研究の方針・総予算・実行計画を統括する組織を設けることが望まれる。厳しい予算・人員削減の中で、これまで構築された多数の観測点や観測項目を現状のまま維持していくことは、困難と考えられることから、噴火中でない火山に対して観測点数の見直し等を検討する一方、活動の兆候が見えた火山については、研究資源を集中的に投資するなど、必要な体制を検討することが求められる。
- 長期にわたる基盤的な観測と、卓越した異なる観測技術を持つ複数のグループによる複数の火山を対象とした機動的観測を組み合わせるような方法を検討すべきである。また、地震のように、長期にわたる基盤的な観測データを共有する仕組みをつくることも重要と考える。
- 国立研究機関の独立行政法人化や国立大学の法人化により、予知研究をめぐる環境は大きく変わった。特に大学の地震火山噴火予知研究計画事業は特別教育研究経費として措置されているが、施設運営経費等も含めた予算は運営費交付金の内数であり、どの程度の研究費が投資されたのかが分かりにくい。火山噴火予知計画に投じられている総予算と人員数を示し、予知研究の意義について理解を求めていくことが必要である。
- 大学等の観測データは気象庁の火山情報の発信に大きく貢献しているが、今後は観測施設の維持が困難な状況が考えられることから、業務観測を担う気象庁の努力を促す計画とするとともに、計画自体がその実現の必要性を訴えるものにしてほしい。また、何時までに、どの火山について、どこまで明らかにする、というようなタイムスケジュールを示していくことも重要である。

コメント：意見21
追記はなし

(2) 大学等における今後の火山研究の在り方

- マグマの動きや噴火の推移を的確にとらえることに成功しつつあり、マグマの浅所での移動や変化、噴火の機構解明につながる基礎データが充実してきているが、観測網の整った火山が限られていること、経験則や火山個別の事情に依存し、どのような噴火がいつどの程度の規模で起こるのかを予測するための物理機構や場の理解が遅れていることなどの問題もある。
- 将来的に物理モデルの構築を志向することは必要であるが、当面、多くの前兆的变化を検出することを目指し、経験的な活動予測を目指すことが必要である。また、「すべての活動的火山の活動度を定量的に把握する」という目標に到達するには時間が必要だと考える。
- 火山観測に特化した機器開発やそれを用いた機動的な観測に基づくマグマ供給系の解明、マグマの上昇と爆発（発泡）現象の解明などの基礎研究の推進が必要である。また、今後の火山研究の推進にあたっては、幅広い防災分野との連携や研究者の育成、社会への発信が望まれる。

(3) 火山情報と社会とのかかわり

- 近い将来に火山活動が活発化する可能性や巨大噴火が起こる可能性、また、これらによって引き起こされる被害の程度などについては防災関係者と密接に連携しつつ、具体的なデータを示して社会に対して説明する必要がある。
- 国立大学の財政状況等により今後の観測・監視体制の維持が困難な状況が予想されること、これまでも108の活火山のうち39火山のみが監視されていたに過ぎないこと、火山噴火は限られた地域に被害を与えるだけでなく異常気象などの地球規模の問題にもつながること、などを社会に対して周知していく必要がある。
- 火山に関しては、所在地域や隣接地域でないと火山噴火についての危険が認識されていない場合があるが、火山噴火の対応策を伝えるアドバイザーのような人員や講演会の機会も少ない。発災時を具体的にイメージできることが防災対策に有効であることから、土石流、溶岩の流出、火山ガスの放出による被害や降灰による生活への影響等について、防災関係者と密接に連携しつつ、国民に対する理解増進を図っていくことが望まれる。

コメント：意見22
意見を踏まえ修正

削除：を

コメント：意見23
意見を踏まえ修正

削除：である

コメント：意見24
意見を踏まえ修正