

地震に関する総合的な調査観測計画  
～東日本大震災を踏まえて～

平成 26 年 8 月27 日

地震調査研究推進本部

はじめに

## 第1章 地震に関する調査観測の推進についての基本的な考え方

- I. これまでの主な調査観測計画について
- II. 調査観測の現状と課題について
- III. 本計画の構成について

## 第2章 地震に関する基盤的調査観測等

- I. 「地震に関する基盤的調査観測等」の位置付け
- II. 調査観測項目ごとの考え方

## 第3章 重点的調査観測

- I. 重点的調査観測の位置付け
- II. 重点的調査観測の対象
- III. 平成31年度までに取り組むべき地震調査研究ごとの調査観測
  1. 海溝型地震を対象とした地震発生予測の高精度化に関する調査観測の強化, 地震動即時予測及び地震動予測の高精度化
    - 1-1. 海溝型地震を対象とした地震発生予測の高精度化に関する調査観測の強化
    - 1-2. 地震動即時予測及び地震動予測の高度化
  2. 津波即時予測技術の開発及び津波予測に関する調査観測の強化
  3. 活断層等に関する調査研究による情報の体系的収集・整備及び評価の高度化
  4. 防災・減災に向けた工学及び社会学研究との連携強化

## 第4章 基盤的調査観測等の結果の流通・公開について

- I. 基盤的調査観測等の結果の流通・公開に関する基本的考え方
  1. 調査観測結果の流通・公開の必要性
  2. 調査観測結果の利用形態と本計画で考慮した事項
  3. 調査観測結果の流通・公開の体制
- II. 基盤的調査観測等の結果の流通・公開の主な状況と今後の推進方策
- III. 今後に向けて

はじめに

地震調査研究推進本部（以下、「地震本部」という。）は、平成7年に発生した阪神・淡路大震災を契機として、同年6月に制定された地震防災対策特別措置法に基づき、地震に関する調査研究を一元的に推進する機関として設置された。地震本部は、これまで、地震による被害の軽減に資することを目的として我が国の地震調査研究を推進し、その結果を活用して、将来発生しうる地震の発生確率や規模等を推定する長期評価を行うとともに、地震動予測地図の作成・公表等を行ってきた。

地震に関する調査観測については、地震本部は、地震防災対策特別措置法第7条第2項第3号において、地震に関する総合的な調査観測計画を策定することとされている。本規定に基づき、総合的な調査観測の計画の中核となる基盤的調査観測等について定めた「地震に関する基盤的調査観測計画」（平成9年8月策定）を始めとして、調査観測の状況等を踏まえた調査観測計画を数次にわたり策定してきた。我が国における地震に関する調査観測は、これらの計画に基づいて関係機関により実施されるとともに、調査観測結果の流通・公開が行われ、我が国の地震調査研究を下支えしてきた。

しかしながら、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う大規模な津波は広域な範囲に被害を及ぼし、死者・行方不明者約2万人という甚大な人的被害が生じるなど、東日本大震災は未曾有の大災害となった。こうした事態を重く受け止め、地震本部では、東日本大震災で明らかとなった課題を克服し、地震調査研究が真に防災・減災対策に貢献することができるように、平成24年9月に「新たな地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（以下、「新総合基本施策」という。）の見直しを行った。

本調査観測計画は、新総合基本施策や調査観測の進展状況等を踏まえて、これまで地震本部において策定してきた調査観測計画を全般的に見直し、1つの体系的な計画として改めて策定したものである。今後は、本調査観測計画に基づく調査観測を推進することで、東日本大震災で明らかとなった課題を克服していき、地震による災害から国民の生命、身体及び財産を保護するという地震防災対策特別措置法の目的への貢献をこれまで以上に図っていくことが必要である。

## 第1章 地震に関する調査観測の推進についての基本的な考え方

### I. これまでの主な調査観測計画について

地震本部では、その発足以降、数次にわたり調査観測計画を策定し、それらに基づき調査観測を推進してきた。ここでは、これまで地震本部が策定してきた主な調査観測計画についての概略を示すこととする。

まず、平成9年8月に「地震に関する基盤的調査観測計画」（以下、「基盤計画」という。）を策定した。そこでは、被害の軽減と地震現象の理解を目指して、長期的な地震発生の可能性の評価、地殻活動の現状把握・評価、地震動の予測、津波予測の高度化、地震に関する情報の早期伝達等のための基盤的データの提供を目的として掲げた。時間的、空間的にできるだけ広い範囲を対象として実施し、地震現象を把握・評価する上で基礎となる調査観測を「基盤的調査観測等」と位置付け、その実施や結果の流通についての在り方を示した。

基盤的調査観測等に関する計画については、その後の調査観測の状況を踏まえて見直しを行い、平成13年8月に「地震に関する基盤的調査観測の見直しと重点的な調査観測体制の推進について」（以下、「基盤計画の見直し等」という。）を取りまとめた。そこでは、「基盤的調査観測として推進するもの」として、基盤計画と同様に、地震観測（陸域における高感度地震計による地震観測、陸域における広帯域地震計による地震観測）、地震動（強震）観測、GPS連続観測による地殻変動観測、陸域及び沿岸域における活断層調査を位置付けた。また、「基盤的調査観測の実施状況を踏まえつつ、調査観測の実施に努めるもの」として、ケーブル式海底地震計による地震観測、海域における地形・活断層調査に加えて、新たに、地殻・堆積平野構造調査（島弧地殻構造調査、堆積平野の地下構造調査、プレート境界付近の地殻構造調査）、海底地殻変動観測、合成開口レーダーによる面的地殻変動観測を位置付けた。

基盤的調査観測等の結果の流通については、基盤計画では、地震防災関係機関、一般国民、研究者の活動に貢献していくため、基盤的調査観測等の結果は公開を原則に円滑な流通を図るよう努めることとし、流通のあり方についての考え方を示していた。その具体化のため、平成14年8月に「地震に関する基盤的調査観測等の結果の流通・公開について」（以下、「流通・公開計画」という。）を取りまとめた。そこでは、高感度地震観測、広帯域地震観測、強震観測、GPS連続観測、活断層調査、地下構造調査、過去の地震観測データについて、調査観測結果の流通・公開の推進方策等を示した。

地震本部では、上記計画に基づき実施された調査観測から得られた結果等を活用して、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）を順次実施してきた。それらを踏まえた確率論的地震動予測地図（ある一定期間内に、ある地域が強い揺れに見舞われる可能性を確率論的手法により評価し、地図上に示したもの等）の作成が行われたこと

から、地域ごとに強い揺れに見舞われる可能性の比較が可能となった。そこで、それまで実施していた基盤的調査観測等に加えて、相対的に強い揺れに見舞われる可能性が高いと判断された地域の特定の地震を対象とした重点的調査観測を実施することとした。

重点的調査観測については、平成13年8月の基盤計画の見直し等において、パイロット的な重点的調査観測体制の整備についての考え方を示した。その後、総合的な計画として、平成17年8月の「今後の重点的調査観測について（一活断層で発生する地震及び海溝型地震を対象とした重点的調査観測，活断層の今後の基盤的調査観測の進め方）」（以下、「重点的調査観測計画」という。）等を取りまとめた。

重点的調査観測は、全国的に偏りがなく行われてきた調査観測に加え、特定の地域において特定の地震を対象として、必要な調査観測を重点的に実施するものである。基盤的な調査観測の果たしてきた役割を更に高度化する観点から、活断層で発生する地震を対象とした重点的調査観測では、長期的な地震発生時期及び地震規模の予測精度の向上、地殻活動の現状把握の高度化、強震動の予測精度の向上を目的とした。また、海溝型地震を対象とした重点的調査観測では、地殻活動の現状把握の高度化等地震発生前・後の状況把握、長期的な地震発生時期、地震規模の予測精度の向上、強震動の予測精度の向上、津波の即時的な予測精度の向上を目的とした。

さらに、活断層調査については、上記の他、重点的調査観測計画において、基盤計画の陸域及び沿岸域における活断層調査を補完する調査を行うこととした。平成21年4月に策定した「新たな活断層調査について」（平成24年2月・平成25年3月一部改訂）において、沿岸海域の活断層調査、短い活断層や地表に現れていない断層の調査を計画に位置付けた。

## II. 調査観測の現状と課題について

地震本部の発足後、調査観測計画として初めて策定された基盤計画では、地震発生直前の前兆現象を対象とした観測以外の調査観測が必ずしも十分なものではなかったこと、全国的な調査観測が十分になされていないこと、調査観測結果が十分に活用されてきたとはいえないこと等が課題として指摘されていた。

その後、各種調査観測計画に基づき、関係機関により調査観測の充実や調査観測結果の流通・公開が進められ、例えば、基盤計画において基盤的調査観測として推進するものとされた調査観測のうち、地震観測（陸域における高感度地震計による地震観測、陸域における広帯域地震計による地震観測）、地震動（強震）観測、GPS連続観測による地殻変動観測については、今後も整備の必要がある地域が一部あるものの、全国的に偏りなく必要な観測体制が整備されつつある。また、陸域及び沿岸域における活断層調査については、対象となった全国110の活断層帯の調査とその調査結果に基づく長期評価が終了している。調査観測結果の流通・公開についても、平成14年8月

の流通・公開計画に基づき、関係機関により体制整備が図られている。このように、地震本部が策定してきた計画に基づき、我が国の調査観測体制の充実が推進され、その調査観測結果として、様々な成果が上がっている。具体的には、地震本部が実施する長期評価や地震動予測地図、強震動予測精度の向上、強震記録を基にした被害の解明と耐震性能の向上への寄与等が挙げられる。基礎研究の分野でも、プレート境界地震とプレートの固着の関係性、地殻のひずみ速度分布の把握等、地震発生メカニズムの解明につながる知見が得られている。また、プレート境界では観測波形が非常に類似した地震が一定の間隔で繰り返していることが明らかになった。通常地震だけでなく、低周波地震（深部低周波微動）や長期的・短期的スロースリップ等種々の時定数を持つ地震が発見された。これら多様な地震と小繰り返し地震の活動から、プレート境界におけるひずみの蓄積・解放に関する情報が得られるなど、海溝型地震の発生メカニズムの理解につながる知見が得られている。さらに、地震発生直後に震源に近い観測点で観測された地震波を解析して、震源位置、地震規模等を即時推定する技術も開発され、緊急地震速報に活かされている。

しかしながら、東北地方太平洋沖地震では、例えば、長期評価については、低頻度で発生する超巨大地震の評価には限界があることや2次現象である津波については事例整理を行うのみで長期的な評価は行っていなかったこと、また、緊急地震速報や津波警報については、地震や津波の規模等の適切な推定に課題があること等について新たな対応の必要性が認識された。

東日本大震災で明らかとなったこうした課題を克服し、地震防災・減災対策に確実に貢献していくために、新総合基本施策において、政府の地震調査研究の新たな方針を示したところであるが、それらの地震調査研究を進める上で必要な調査観測についての体制の構築を図ることが今後の課題となっている。

東日本大震災での課題を踏まえれば、地震・津波の事前の予測や地震発生直後に出来る緊急地震速報や津波警報等の高度化についての調査研究を進めるため、過去の地震や津波の発生履歴の解明を目的とした調査観測や海域での地震・津波・地殻変動観測等について、特に、調査観測体制の整備を図る必要がある。また、被害軽減の観点からは、防災・減災に直接的に結びつく調査観測も重視していく必要がある。

なお、調査観測を進めるに当たっては、大学等の協力も得つつ、調査観測を行う行政機関等の協同により実施していくことが重要である。

### III. 本計画の構成について

本調査観測計画は、これまで策定されてきた調査観測計画の体系を基礎としながら、東日本大震災を契機に見直した新総合基本施策の目標を実現するために必要な調査観測を推進するという観点を踏まえた構成とする。

具体的には、まず、地震に関する調査観測の中でも中核的な位置を占める基盤的調

査観測等について、具体的な調査観測のあり方を示す。次に、新総合基本施策で平成31年度までに取り組むべきと示された4つの項目に必要な調査観測（以下、「新総合基本施策に必要な調査観測」という。）について、具体的な調査観測の在り方を示す。最後に、基盤的調査観測等の結果の流通・公開について、今後の具体的な流通・公開の在り方を示す。

なお、新総合基本施策に必要な調査観測については、基盤的調査観測等のみならず、限られた資源を効率的・効果的に活用するため、対象地域を特定した重点的調査観測の考え方を取り入れることとする。

## 第2章 地震に関する基盤的調査観測等

### I. 「地震に関する基盤的調査観測等」の位置付け

地震本部が策定した基盤計画等に基づき、陸域を中心に、高感度地震観測網やGNSS観測網等、世界的にも類を見ない全国稠密かつ均質な基盤観測網が整備されるとともに、その観測データの幅広い流通・公開が実現した。このような基盤観測網で得られた地震観測データ等については、文部科学省と気象庁との協力の下、一元的に収集・処理し、地震調査委員会における地震活動の評価等に提供されている。また、衛星搭載の合成開口レーダーや、GNSS／音響測距結合方式による地殻変動観測技術が向上した。このように着実に観測網の整備や技術開発が進んできたものの、海溝型地震及びそれに伴う津波に関する調査研究の進展に必要な、海域における地震・津波や地殻変動の観測網の構築は不十分な状況にあった。このため、陸域の稠密基盤観測網の維持管理・強化を継続するとともに、海域における観測網の整備を更に進める必要がある。

地震本部では、時間的、空間的にできるだけ広い範囲を対象として実施し、地震現象を把握・評価する上で基礎となる調査観測を「基盤的調査観測等」と位置付け、「基盤的調査観測として推進するもの」又は「基盤的調査観測の実施状況を踏まえつつ、調査観測の実施に努めるもの」に区分して、その推進を図ってきた。

これまで、これらの用語の定義は必ずしも明確ではなかったが、本計画においてその意味を明確化するとともに、この枠組みに沿って、引き続き、基盤的調査観測等を推進することとする。

今後は、「基盤的調査観測等」を、「被害の軽減と地震現象の理解を目指して、長期的な地震発生の可能性の評価、地殻活動の現状把握・評価、地震動の予測及び津波予測の高度化、地震・津波に関する情報の早期伝達等を行うために極めて重要な中核的な調査観測であり、時間的、空間的にできるだけ広い範囲を対象として実施すべきもの」とした上で、「基盤的調査観測として推進するもの」（以下、「基盤的調査観測」という。）を「全国的に偏りなく実施すべき観測や一定の基準で全国的に実施すべき調査」とする。また、「基盤的調査観測の実施状況を踏まえつつ、調査観測の実施に努めるもの」（以下、「準基盤的調査観測」という。）を「調査観測を行うことの有効性等については示されているものの、技術的課題等から全国的に偏りなく実施することが困難である調査観測」とする。なお、「基盤的調査観測」と「準基盤的調査観測」を合わせて「基盤的調査観測等」とする。これらは、業務的に長期間にわたり安定的に行うものとする。ただし、観測網の拡大に伴い、観測点の維持・更新の負担が増大しており、その老朽化が進んでいる。そこで、観測点の計画的な更新を行い、観測網を維持していくことが重要である。

以下の（１）～（１１）の調査観測は、いずれも地震現象等を把握・評価する上で基礎となるような地震調査研究に極めて重要な中核的な調査観測であり、今後、新総合基本施策に掲げられた地震調査研究を実施していく上で不可欠である。

(1)～(3)の調査観測については、これまでの調査観測計画に準じて、基盤的調査観測に位置付ける。(4)については、被害地震が主要活断層帯以外においても生じていることを踏まえ、主要活断層以外についても全国的に調査を行う必要性から、(5)については、多くの技術的課題が解消されたこと及び東日本大震災で明らかとなった課題を踏まえて地震・津波に関する調査研究の高度化を図る必要性から、(6)については、東日本大震災での課題を踏まえて津波に関する調査研究の高度化を図る必要性から、新たに基盤的調査観測とする。

(1) 陸域における地震観測

1) 陸域における高感度地震計による地震観測

2) 陸域における広帯域地震計による地震観測

(2) 陸域における地震動(強震)観測

(3) 陸域におけるGNSS連続観測による地殻変動観測

(4) 地域評価に資する活断層調査

(5) ケーブル式海底地震・津波計による地震・津波観測

(6) 浅海域及び沿岸陸域の地形調査

(7)及び(9)～(11)の調査観測についてはこれまでの調査観測計画に準じて、準基盤的調査観測に位置付ける。(8)については、東日本大震災で明らかとなった課題を踏まえ、津波や発生間隔の長い超巨大地震に関する調査研究を進める必要性から、新たに、準基盤的調査観測に位置付ける。

(7) 海底地殻変動観測

(8) 古地震・古津波調査

(9) 地殻・堆積平野構造調査

1) 島弧地殻構造調査

2) 堆積平野の地下構造調査

3) プレート境界付近の地殻構造調査

(10) 海域における地形・活断層調査

(11) 人工衛星搭載型の合成開口レーダーによる面的地殻変動観測

## II. 調査観測項目ごとの考え方

(1) 陸域における地震観測

1) 陸域における高感度地震計による地震観測

① 基本的な考え方

稠密な高感度地震観測網は、内陸地震の震源と発震機構(震源における、地震を引き起こした断層運動の様子)の決定精度を高めるとともに、破壊した断層面の位置や形状の把握に有効である。これらの総合的な評価は、プレートや地殻構造の解明、地震活動パターンの把握、地殻構造や地殻応力の変化についての知見の蓄積に

つながるものである。

稠密な高感度地震観測網データの即時解析により得られる、高精度な余震分布から、破壊した断層面の広がり把握することができる。また、規模の小さな地震を含めた余震の推移を観測することにより、その後の余震活動の見通しを得ることが可能となる。

地震の規模は、通常、破壊する断層面の大きさ（長さ幅）及び変位量と比例関係にある。長さ変位量が推定できない場合でも、高感度地震計による地震観測により内陸地震の発生する深さの限界を把握できれば、経験的に、断層面の最大の幅を評価し、その地域における地震の最大規模の推定が可能となる。このような観点から、陸域における高感度地震観測網の密度を決めていくことが適切である。

通常の内陸地震は、経験的に陸域地殻上部の15～20kmより浅い部分で発生することが知られている。一般に、震源の深さを正確に求めるためには、観測施設の間隔はおおむねその深さ程度が望ましい。したがって、当面、水平距離で15～20km間隔の三角網を目安として、全国的に高感度地震観測網を整備するよう努めることが適当である（約20km間隔の三角網とした場合、全国約1,200点の整備が必要）。

観測施設の設置に当たっては、ノイズを低減すること等を目的に、掘削が困難な場合を除いて原則的に観測井（縦孔）を掘削し、地下の基盤に設置することが望ましい。観測井の掘削時には、必要な地盤の物理定数（P波速度、S波速度等）の調査を行うよう努める。また、強震動による振り切れを補うため、強震計を併せて設置するよう努める。

## ② 調査観測の現状と今後の計画

現在、我が国の高感度地震観測施設は、気象庁及び大学等の観測点に、防災科学技術研究所により基盤観測施設として整備された高感度地震計（平成24年度末で約800点）を含め、1200点以上に達しており、一見、当面の目標をほぼ達成しているように見えるが、気象庁及び大学等の観測施設の中には、①で望ましいと述べた地下の基盤への設置がなされていない観測施設も多数存在する。また、島嶼部等観測点が設置されていない地域がある。

さらに、観測点の増加に伴い、維持・更新の負担が増大しており、観測点の老朽化等が進んでいる。

これらの地震計の計画的な更新を行い、観測網を維持していくことが重要である。また、観測施設を効率的に維持するための技術開発を進める必要がある。さらに、今後、島嶼部及び内陸に一部残る観測点の密度が十分でない地域において、観測網の整備を引き続き進める必要がある。

なお、陸域における高感度地震計による地震観測をはじめ、地震観測や地震動（強震）観測は、長期間にわたり安定的に実施すべきものであるが、継続的な運用を可

能にするためにも、維持管理の効率化についての検討を行うことが必要である。その際、緊急地震速報等の大規模地震発生時の警報を安定して実現するために、観測データを短時間かつ安定してオンライン収集することや、余震等の活発な地震活動を遅滞なく観測するための耐震性向上も考慮する必要がある。

## 2) 陸域における広帯域地震計による地震観測

### ① 基本的な考え方

広い範囲の周波数の地震波を検知する広帯域地震計の観測網は、マグニチュード3クラス以上の地震の発震機構や震源過程（断層の破壊の様子）の解明に資する。これら調査観測結果の総合的な評価は、震源の複雑さや多様性の系統的な把握、プレートや地殻構造の解明等に資する。これらの情報は、地震活動の長期評価、強震動の予測及び津波の予測の高度化にも資するものである。また、発震機構と併せ、これらの情報は、津波の即時的な予測の迅速かつ適切な更新に資するものである。

また、広帯域地震計の観測網により、震源断層の広がりや、破壊が震源からどちらの方向に広がったかを把握することができる。地震の規模や発震機構に加え、これらの情報を活用し、陸上における強震動や長周期地震動を推定することで、被害のより大きな地域を特定し、災害時の初動対応を有効に展開するための情報を与えることが可能となる。

さらに、広帯域地震計は高感度地震計では捉えにくく、人体には感じられない長い周期の波が卓越する津波地震の検知、規模の把握及びそのメカニズムの解明にも資する。

断層の破壊過程を精度良く把握するためには、震源を取り囲む方向に観測施設があり、かつその観測施設は地震の直達波を利用できる範囲にあることが望ましい。このため、水平距離で約100km間隔の三角網を目安として、全国約100点の広帯域地震計の整備に努めることが適当である。

観測施設の設置に当たっては、ノイズや温度変化の低減等を目的に、掘削が困難な場合を除いて原則的にトンネル（横坑）を掘削し、その奥の岩盤に設置することが望ましい。また、強震動による振り切れを補うため、強震計を併せて設置するよう努める。

### ② 調査観測の現状と今後の計画

現在、我が国の広帯域地震観測は、大学及び気象庁が設置する観測点のほか、防災科学技術研究所が基盤観測施設として整備した広帯域地震計（平成24年度末で約70点）で観測を実施している。

今後、島嶼部及び内陸に一部残る観測点の密度が十分でない地域において、観測網の整備を引き続き進めるとともに、故障・老朽化している地震計の計画的な更新

を行っていくことが必要である。

## (2) 陸域における地震動（強震）観測

### ① 基本的な考え方

強震計による観測網は、地震動の強さ、強震動の卓越周期及び継続時間と空間分布の把握、震源域の詳細な破壊過程の解明、被害原因の究明や耐震対策向上への寄与等に資する。また、表層付近の地盤構造が地震動に及ぼす影響を明らかにして、強震動の予測にも寄与する。

強震計による観測網により、強震動を即時に把握し、浅部地盤構造等を用いて観測点近傍での地震動を推定することで、地震動が強く被害の大きな地域を特定し、防災の初動対応を有効に展開するための情報を与えることが可能となる。また、強震計の観測網を使うことで、地震の規模や断層の広がりや、破壊が震源からどちらの方向に広がったかについても即時に把握することができる。

また、強震動の振幅や強震波形から計算されるリアルタイム震度の情報を用いて緊急地震速報に代表される地震動即時予測の精度を高める手法の検討が始まっているが、強震計による観測網はこの手法の実現に不可欠である。

地下は極めて不均質な構造であり、地表での地震動は、局所的な地盤の影響を強く受けるため、場所によって大きく異なる。特に地下の基盤より浅い部分の地盤構造は不均質性が強いため、そこでの地震動は極めて複雑かつ局所的に増幅される。このため、広範囲の地震動の性状を把握するには、表層に比べて不均質性の少ない地下の基盤における入力地震動を捉え、震源で生成される地震動、表層地盤の地震動応答特性を系統的に把握することが有益である。地下の基盤における地震動は、地表面からの反射波等により表層地盤の影響を受けるので、この影響を取り除くために、同時にその直上付近の地表面でも観測することが望ましい。そのためには、水平距離で15～20km間隔の三角網を目安として設置する高感度地震計と併せて、地下の基盤及び近接した地表に強震計を設置するよう努めることが必要である。なお、表層地盤の地震動応答特性を解明するためには、地下の基盤と近接した地表に強震計を設置する際に、両者の記録を鉛直アレイとして利用できるよう、記録の刻時精度が十分に確保されることが必要である。

また、被害に直接結びつく地表の強震動を計測することを目的として、M6の地震において、被害を生じる可能性の高い地震動（おおむね震度5程度以上）の強震波形を確実に記録できるように、一辺25kmの正方形区画一つにつき多様な地盤上3地点に強震計を設置することが必要である。この際、地域の地震動を代表する環境を選んで設置するよう努める。また、設置にあたっては、(1)で述べた強震動による振り切れを補うために高感度地震観測と併せて近傍の地表に設置する強震計を、ここで述べる強震観測網にも含めることで、効率的に上記の観測点密度を確保するこ

ととする。なお、得られた地震動が観測施設の振動の影響を受けないように、観測施設を小型軽量化する必要がある。また、地震計基礎の形状が地震動に与える影響を均一化するために地震計基礎の形状を統一するなど、地震動を忠実に記録するために、観測施設の設計に十分注意する必要がある。さらに、高精度な解析に用いるためには、観測施設近傍で地盤調査（PS 検層、密度検層、標準貫入試験）が行われていることが必要である。

## ② 調査観測の現状と今後の計画

防災科学技術研究所において、平成 24 年度末までに、高感度地震観測施設のうち地下の基盤での強震計（地表の強震計を近接して配置）約 700 点及び被害に直接結び付く地表の地震動を計測することを目的として、地域の地震動を代表する環境を選んで設置する強震計約 1,040 点を整備してきた。

今後、島嶼部及び内陸に一部残る観測点の密度が十分でない地域において引き続き整備を進めるとともに、故障・老朽化している地震計の計画的な更新を行っていく必要がある。また、関東・東海地域等に基盤観測施設整備の以前から設置され、地下の基盤に強震計が併設されていない観測点については、高感度地震観測施設の更新の際に、地下の基盤での強震計の整備（地表の強震計を近接して配置）に努める。

なお、強震動の振幅やリアルタイム震度の情報を用いた地震動即時予測の高度化、長周期地震動を対象とした観測、緊急地震速報への活用に対応するため、防災科学技術研究所が行う地震動（強震）観測の連続観測化を行っていく必要がある。

## （3）陸域における GNSS 連続観測による地殻変動観測

### ① 基本的な考え方

地震を引き起こす地殻の応力場を解明し、その時空間変化を広域的に評価するためには、広域的な地殻ひずみを観測することが必要である。稠密な GNSS（Global Navigation Satellite System: 全球測位衛星システム）連続観測網は、地殻ひずみの時間的・空間的变化の即時的、定常的かつ広範囲な把握に資する。また、GNSS 連続観測網により、地震の発生に至るまでのひずみの蓄積についての知見の蓄積が図られる。

地殻ひずみは、全国的に見ると、年間 1 千万分の 1 のオーダーで蓄積される。観測誤差を考慮した上で、GNSS 連続観測によりこの地殻ひずみの蓄積を把握するために、水平距離で 20km 程度の間隔の三角網を目安にして全国的に偏りなく GNSS 連続観測施設を設置することが適当である。このように高密度な GNSS 連続観測は、地震発生後の地殻変動についても即時的に捕捉することができるため、地震の発生過程についての基礎的な知見が得られる。

また、海域における地殻ひずみの時間的・空間的変化の把握を目的とした、離島（設置可能な岩礁を含む）等への GNSS 連続観測施設の設置についても考慮する。

## ② 調査観測の現状と今後の計画

国土地理院は、全国に設置した電子基準点と地殻変動の監視を目的に設置した観測点を合わせ、約 1,300 か所の GNSS 連続観測点を展開しており、今後とも継続的に観測を行う。

GNSS 観測データをリアルタイムに収集・解析するシステムは、地殻活動の迅速な把握に極めて重要であり、今後とも継続的に実施する必要がある。

## （４）地域評価に資する活断層調査

### ① 基本的な考え方

活断層は過去に大規模な地殻内地震が発生した痕跡であり、今後も繰り返し活動する可能性があるため、陸域及び沿岸海域に分布する活断層の調査は地殻内地震の発生を評価する上で重要である。

すなわち、活断層の位置を調査することは、陸域及び沿岸海域において地殻内地震が発生する可能性のある場所を評価する上で有効である。また、活断層の過去の活動時期及び平均的なずれの速度の調査は、地殻内地震が発生する時期及び活動度を長期的に評価する上で有効である。さらに、活断層の活動に伴う地震の規模は活動した活断層の長さ、地下の断層の幅、及び変位量に関係することから、それらを把握することは、地殻内地震の規模を評価する上で有効である。

我が国には、多数の活断層が分布する。これらの活断層の活動により将来発生すると考えられる地震を客観的に評価するためには、全国的に活断層についての基本的なデータを蓄積していくことが重要である。効率的に活断層調査を実施するためには、調査対象活断層を選定し、想定される地震の規模、活動時期及び活動度を評価するために必要な情報を得ることが重要である。

しかし近年、マグニチュード 7.0 未満の地震や主要活断層帯以外の地震によっても被害が生じていることから、ある地域の地震危険度を検討するためには、個別の活断層を評価するだけでなく、その周囲の活断層も含めて総合的に評価する必要があることが明らかになってきた。そこで、全国をいくつかの地域単位に分け、主要な活断層のほか、沿岸海域活断層、短い活断層や地表に現れていない断層も含めて、各地域内の活断層で発生する地震の長期評価を行うために、今後は、「地域評価に資する活断層調査」として活断層の調査を進める必要がある。

調査対象としては、まず、「主要活断層帯」として、その活動が社会的、経済的に大きな影響を与えると考えられる活断層であり、かつ、当面は、活動した際の地震規模がマグニチュード 7.0 以上で、数千年程度に一回以上活動すると考えられる活

断層を選定して調査を行う必要がある。具体的な活断層は、「新編日本の活断層」(活断層研究会編, 1991 年) 及びその後の調査観測結果に基づき, 陸域又は沿岸海域に分布し, その長さや活動度等が一定の基準を満たすものの中から選定する。

また, 主要活断層帯調査が実施されたものの, 長期評価に必要なデータが十分に得られなかったため, 評価の信頼度が高いとはいえない断層が存在する。このため, 長期評価の信頼度の向上を目的とした, これまでの主要活断層帯調査を補完する調査(以下, 「補完調査」という。)を行うことが必要である。

さらに, 沿岸海域活断層は, 規模の大きな地震を発生させる場合は陸域に被害をもたらす可能性があることから, 一定の基準を満たすものを選定し, 調査を行う必要がある。

これに加えて, 近年の被害地震等の調査研究結果からは, 地表での長さが短い活断層や地表に現れていない断層においても, 被害を伴う地震が発生する可能性が指摘されており, 調査を実施することが必要である。

## ② 調査観測の現状と今後の計画

### a) 主要活断層帯調査

基盤計画等において, 基盤的調査観測の対象となる活断層を, その活動が社会的, 経済的に大きな影響を与えると考えられる活断層の中から選ぶこととし, その後, これまで策定された計画において選定された活断層については, 調査及びその調査結果に基づく評価を実施した。

具体的な活断層の選定に当たっては, 「新編日本の活断層」(活断層研究会編, 1991) において, 原則として, 確実度 I 又は II (確実度については注 1 参照), かつ活動度 A 又は B (活動度については注 2 参照), かつ以下の基準のどれかを満たすものの中から選択することとしてきた。

○長さ 20km 以上のもの。

○長さ 10km 未満の場合で, ほぼ同じ走向を有する複数の活断層が, 5km 間隔以内に隣接して分布し, その全長が 20km 以上に及ぶ活断層帯(群)を形成するもの。

○長さ 10~20km の場合で, ほぼ同じ走向を持つ他の 10km 以上の活断層(帯, 群)と, 10km 以内に隣接して分布し, その全長が 20km 以上に及ぶ活断層帯(群)を形成するもの。

ただし, 「新編日本の活断層」の編纂当時より詳細な空中写真を用いた変位地形の抽出や, 反射法地震探査を用いた浅い地下構造の調査, 音波探査等を用いた海域の変動地形調査等が進められた結果, 上記選定基準を満たす場合にはそれらを踏まえる。また, 既存の調査資料が乏しく, 地質条件等により, 選定基準としたデータそのものの再検討が必要な場合, 又は, 陸域に分布する活断層で, 海域へ

の延長を含めると全長が 20km に及ぶ可能性が高い場合には、それらを考慮する。

上記基準を満たす活断層のリストについては、調査観測計画部会において作成することとする。

主要活断層帯等については、現在は、ひととおりの調査が終了したが、今後新たな調査を行う場合には、想定される地震の規模や発生の可能性等、地震発生についての長期的な評価を行うため、次の調査を実施する必要がある。

- 詳細な位置
- 平均変位速度
- 過去の活動時期（活動間隔及び最新活動時期）
- 1回の地震に伴う断層の変位量と長さ
- 断層の地下形状
- 周辺の地下構造

なお、対象断層及び調査内容は、調査手法の改良及び活断層についての新たな知見が得られることも考慮して、必要が認められる場合には、随時見直しを行うことが必要である。

(注1) 活断層の確実度とは、活断層の存在の確かさをいい、「新編日本の活断層」(活断層研究会編, 1991)では、空中写真判読の結果等をもとに、以下の3つに区分している。

確実度Ⅰ：活断層であることが確実なもの。地形的特徴により、断層の位置、変位の向きがともに明確であるものをいう。

確実度Ⅱ：活断層であると推定されるもの。位置、変位の向きも推定できるが、確実度Ⅰと判定できる決定的な資料に欠けるもの。

確実度Ⅲ：活断層の可能性はあるが、変位の向きが不明であったり、他の原因、例えば川や海の浸食による崖、あるいは断層に沿う浸食作用によってリニアメントが形成された疑いが残るもの。

(注2) 活断層の活動度とは、活断層の過去における活動の程度をいい、「新編日本の活断層」(活断層研究会編, 1991)では、平均変位速度をもって、以下のように分類している。

活動度A：第四紀における1,000年あたりの平均変位速度が1m以上10m未満。なお、これを超える平均変位速度を持つ活断層は日本の陸上では見つかっていない。

活動度B：第四紀における1,000年あたりの平均変位速度が0.1m以上1m未満。

活動度C：第四紀における1,000年あたりの平均変位速度が0.01m以上0.1m未満。

## b) 補完調査

主要活断層帯については、調査及びその結果による長期評価を順次進めてきた。しかしながら、活断層調査が実施されたものの、長期評価に必要なデータが十分に得られなかったため、評価の信頼度が高いとはいえない断層が見出される。こ

のような状況を踏まえ、長期評価の信頼度を向上するため、補完調査を行うことが重要である。

具体的な調査対象候補となる活断層のリストについては、以下の考えに基づいて調査観測計画部会において作成することとする。

- 今後 30 年間の地震発生の最大確率が 3%以上, 最小確率が 0.1%未満の断層, 又は, 最大確率と最小確率の幅がおおむね 10%を超える断層
- ポアソン過程を適用して地震の発生確率を求めた断層 (平均活動間隔が約 9,000 年以上の断層を除く。)
- 地震の発生確率が「不明」の断層 (最新活動時期から 500 年経過していない断層を除く。)

なお、補完調査を行うに当たっては、対象となる断層の特徴を踏まえて、調査手法の妥当性、特に沿岸域における現行調査手法の改良の余地、調査に要する費用と期待される成果等について十分な検討を行った上で、実際に調査を実施する対象を決定する必要がある。

#### c) 沿岸海域活断層調査

陸域の主要活断層帯の海域延長部に相当する活断層については、陸域部分を含め全体が同時に活動した場合、現在想定されている規模を超える地震が発生する可能性があるため、活断層の活動履歴や位置・形状を明らかにするための調査を実施する必要がある。

また、沿岸から 30km の距離に分布する全長 20km の活断層が活動した場合、陸域での震度が 6 弱以上となり、陸域に被害を与える可能性がある。そのため、主要活断層帯の海域延長部以外の活断層についても、既存調査の結果を収集・整理することにより、活断層の分布状況を把握した上で、主要活断層帯の選定基準や陸域への被害を考慮し、以下の基準を全て満たす活断層を沿岸海域の主要活断層帯として追加で選定することとする。

- 既存の調査資料により、全長が 20km 以上に及ぶ活断層帯 (群) を形成することが判明しているもの、もしくはその可能性が高いもの。
- 陸域から 30km 以内の沿岸海域にその全部もしくは一部が分布するもの。
- 海溝型地震に伴う派生的な海底の断層ではないもの。

具体的な調査対象候補となる活断層のリストについては、調査観測計画部会において作成することとする。

それ以外の活断層についても、既存調査の結果により沿岸海域の主要活断層帯の基準を満たす可能性があるもののうち、活断層の長期評価を進めていく上で調査が必要な活断層を追加で選定することとする。

なお、海域は基本的に堆積環境にあるが、海底堆積物の分布状況により必ずし

も平均変位速度や活動履歴に関する情報が得られるとは限らない。したがって、調査対象の選定に当たっては、平均変位速度及び活動履歴に関する情報の取得可能性を考慮する必要がある。

沿岸海域活断層調査において、実施すべき主な調査観測項目は以下のとおりとする。

#### ○海底地形調査

海底における断層の詳細な位置・形状を把握することを目的に、音響測深等に基づく高精度・高解像度の海底地形調査を実施する。

作成された詳細海底地形図から、海底の変位を連続的に追跡し、海底で認められる断層の詳細な位置や長さを計測する。

#### ○海底音波探査

海底下の活断層の活動度や形態を把握することを目的に、海底音波探査を実施する。

海底下に分布する地層の堆積状況を明らかにし、地層が断層運動により変位・変形する様子を詳細に観察することができるよう、高分解能の海底音波探査を実施する。また、地下深部の断層面の形状を把握するため、必要に応じて反射法地震探査を実施する。

#### ○海底堆積物調査

活動度（活断層か否かの判断を含む）や活動履歴を把握することを目的に、海底の堆積物を採取する。

海底音波探査により断層の正確な位置や堆積物の状況を確認した上で、ボーリングやコアリング等により堆積物を採取して年代測定を実施し、海底音波探査によって観察された、断層運動によってずれや変形が生じている地層や断層運動の影響を受けていない地層の堆積年代を推定し、海域の活断層の活動した年代や平均変位速度を明らかにする。

なお、堆積環境が安定しない海陸境界部では、断層の連続性を追跡する上で、地下構造の情報が有用である。このため、海底音波探査や海底堆積物調査では評価を実施するために十分なデータが得られないおそれがある場合には、地球物理学的手法による地下深部の構造の調査や、陸域における地形・地質調査を実施することも検討する。

#### d) 短い活断層や地表に現れていない断層調査

最近約 20 年間に発生した被害地震等の調査研究結果からは、短い活断層や地表に現れていない断層でも、被害を伴う地震が発生する可能性が指摘されている。このため、短い活断層で発生する地震についても、その位置や規模、過去の断層活動を適切に評価するための調査を実施する必要がある。また、主要活断層帯等

既知の構造の延長では、地表にほとんど変形が現れていなくても、活断層が存在する可能性があり、調査を実施する必要がある。

調査対象候補の活断層のリストについては、地域評価の結果を踏まえて、調査観測計画部会において作成することとする。

短い活断層や地表に現れていない断層の調査において、実施すべき主な調査観測項目は以下のとおりとする。

- 短い活断層のうち「新編日本の活断層」(活断層研究会編, 1991)等の既存の資料に示されている確実度Ⅰもしくは確実度Ⅱ相当の活断層を対象とした変動地形調査。

主として既存の地質構造、重力異常分布等の地球物理学的データを活用しつつ、縮尺2万分の1から1万分の1程度の大縮尺の空中写真を利用して調査を実施する。

- 短い活断層のうち確実度Ⅲ相当及び地表に現れていない断層を対象とした変動地形調査。

主要断層帯の端部やその延長において、主として既存の地質構造、重力異常分布等の地球物理学的データを活用し、地下の震源断層の有無を検討するとともに、検討結果を踏まえて縮尺2万分の1から1万分の1程度の大縮尺の空中写真を利用して調査を実施する。

なお、主要活断層帯の端部等以外でも、大都市等の沖積層が厚く堆積している平野部では、地表に現れていない断層が存在する可能性があるため、上記の調査で得られた知見等を踏まえた上で、地下の震源断層の有無を効率的に調査する手法等を検討する必要がある。

これに加え、活断層の長期評価を進めていく上で調査が必要な活断層を対象として、平均変位速度や活動履歴の調査を実施するとともに、地下の震源断層の位置・形状を明らかにするため地質構造調査等の実施について検討する必要がある。

## (5) ケーブル式海底地震・津波計による地震・津波観測

### ① 基本的な考え方

東日本大震災においては、その被害の多くは津波によるものであった。東北地方太平洋沖地震以外にも、これまで我が国では、海域のプレート境界付近で多くの巨大地震が発生し、甚大な被害を生じてきた。特に、海溝やトラフから陸側に沈み込む海洋プレートが50km程度の深さに至るまでの部分及び海溝軸より沖合の部分は、巨大地震を引き起こす可能性が高いことから、この海域における地震活動を把握することが重要である。また、津波について十分な対応を図ることが必要であり、海域での津波現象を把握することも重要である。

海域の地震活動を詳細に把握するためには、陸域の高感度地震観測網では、震源

から遠く、震源直上のデータが得られないため、震源の深さを精度良く決定することは原理的に困難であること、また、一般に震央に系統的な誤差が生じることから、海底に地震計を設けることが望ましい。このため、ケーブル式海底地震計の整備を行い、安定したデータを長期間にわたり取得していくことが有効である。

東日本大震災での課題の一つとして、緊急地震速報等の強震動即時予測の高度化が挙げられるが、高度化の対応の一つとして、海底の震源域近傍の地震計により、より早く強震動を捉えることや、より高い精度で震源位置を推定することが有効である。

津波への対応としては、地震発生直後に出される津波警報等の津波即時予測の高度化を行う必要がある。そのためには、陸域の地震計等のみによる観測では限界があり、海域の震源域近傍において、ケーブル式海底地震・津波計により、発生した津波を直接観測すること等が有効である。

また、沿岸での津波の高さ等を事前にハザードマップ等として示して津波予測を行うには、津波波源となる地震の断層モデルを高度化する必要がある、このためにはケーブル式海底地震・津波計による沖合での津波データを蓄積していくことが重要である。なお、津波予測には、沿岸の GPS 波浪計や海岸の検潮所等による津波観測データ等も同様に重要である。

このように、ケーブル式海底地震・津波計による観測で得られる成果は、発生頻度の高い海溝型地震による被害、特に津波被害を軽減するという防災上の観点からも重要なものである。

ケーブル式海底地震計は、設置に当たっては様々な困難があるが、プレート間地震の発生する場所や深さを考慮すると、20km 程度の間隔で海域の主要な想定震源域をカバーすることを目指して地震計を配置することが望ましい。また、陸域における地震観測と同様に、広帯域、広ダイナミックレンジの観測システムを構築することが望ましい。その際、地震計のみならず津波計も併せて整備することが重要である。

## ② 調査観測の現状と今後の計画

ケーブル式海底地震・津波計は、気象庁、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、大学により、東海沖、東南海沖、房総沖、伊東沖（地震計のみ）、相模湾、釜石沖、室戸沖、釧路・十勝沖、粟島沖（地震計のみ）で整備され、観測が行われている。また、防災科学技術研究所及び海洋研究開発機構により、東北地方太平洋沖や南海トラフにおける稠密な海底地震津波観測網の整備が行われている。

海域の地震活動の詳細な把握や地震動や津波の即時予測の高度化等のため、海域において観測データをリアルタイムで収集することは不可欠であり、現在整備中の稠密な海底地震観測網から得られるデータの今後の活用状況も踏まえながら、整備

を進めていく。なお、整備やその後の運用に当たっては、緊急地震速報等の防災情報や学術研究に十分に資することができるよう、観測の信頼性や確実性を確保する必要がある。

将来的には、ケーブル式海底地震・津波計については、全国の海域の主要な想定震源域をカバーする形で整備することが望ましいが、その際は、漁業活動や航路の存在、観測点の設置環境の陸域との相違等、海域特有の事情を踏まえた整備方式の在り方とともに、整備や維持管理の費用を低減させるための方策を検討する必要がある。このため、新たな技術開発を進めることも重要である。

## (6) 浅海域及び沿岸陸域の地形調査

### ① 基本的な考え方

津波予測及び津波即時予測の高度化は、東北地方太平洋沖地震の発生以降、重要な課題の一つとなっている。津波の予測に際しては、沿岸地形データをシミュレーションに取り入れる必要があり、詳細な予測を行うためには、日本の沿岸全域について、陸域においては10m程度以下のメッシュサイズで、また浅海域においても従来よりも密な地形データを整備する必要がある。このため、浅海域及び沿岸陸域の地形調査を、航空レーザー測量やマルチビーム測深等により実施する必要がある。

### ② 調査観測の現状と今後の計画

浅海域及び沿岸陸域の地形データについては、海上保安庁及び国土地理院等において整備が図られてきた。今後とも、海上保安庁及び国土地理院は、データが不足している領域の調査を実施するとともに、データの収集・整備を進める。

なお、津波の予測対象の海岸線付近の地形が地震等の影響で大きく変化した場合は、予測精度が低下することが考えられるため、このような海岸線付近の再地形調査を実施する必要がある。

## (7) 海底地殻変動観測

### ① 基本的な考え方

東北地方太平洋沖地震のような低頻度で発生する超巨大な海溝型地震を評価するに当たっての課題の一つとして、海溝軸付近のプレート境界については、プレート間の相対運動やプレート境界周辺のひずみの蓄積等を把握するための海底地殻変動の観測データが不足していたことが挙げられる。

海底地殻変動観測は、プレート間の相対運動やプレート境界周辺のひずみの蓄積等を把握することにより、地震発生場の理解を深め、海溝型地震の長期評価の信頼性を高めること等に寄与するものである。

海底地殻変動観測については、これまでの海上保安庁及び大学での調査研究によ

り、GNSS／音響測距結合手法の有効性が示されている。今後も既設の観測点における観測を継続するとともに、南海トラフのトラフ軸付近や南西諸島海域等、海溝型地震が発生する領域をカバーするように観測点の整備を進める必要がある。また、当面は、まばらでも日本周辺の全海域を覆うように観測点を展開していくことが重要である。カバーできていない海域については、順にスポット的に観測していく考えもある。

現状では1回当たりの観測に長時間を要し、その負担が過重であることから、更に観測点を展開するためには、観測の効率化が必須であり、そのための技術開発を進める必要がある。また、海中音速の不均質構造やその時間変化を補正する方法を改良するなど、観測精度の向上に向けた技術開発も必要である。

将来的には、基盤的調査観測として位置付けることを目指し、観測点の整備及び技術開発を進めていくとともに、地殻変動観測の連続観測化及びリアルタイム化を進めるため、水圧観測、傾斜観測、海底基線長測距<sup>そつきよ</sup>、地殻変動観測ブイ等の新たな観測手法の実用化を検討する。

## ② 調査観測の現状と今後の計画

海上保安庁及び大学により、日本海溝及び南海トラフの陸側海域を中心に観測点が設置され、観測が行われている。

海上保安庁は、海溝型地震の想定震源域をカバーするように、海岸線に平行して100km間隔で日本海溝、相模トラフ、南海トラフ、南西諸島海溝、千島・カムチャツカ海溝、日本海東縁部において観測点を整備し、観測を行う。特に、日本海溝及び南海トラフについては、海溝軸付近を含め更に密度の高い観測を行う。また、海上保安庁及び大学等は、巨大地震が想定されるなど早急に観測結果を取得する必要がある地域については、期間を区切っての繰り返し観測を進める必要がある。

今後、海上保安庁及び大学等は、さらなる観測点の展開にむけて、観測時間の短縮化や高精度化のための技術開発を進める。

## (8) 古地震・古津波調査

### ① 基本的な考え方

東北地方太平洋沖地震のような低頻度で発生する超巨大な海溝型地震を評価するに当たっての課題の一つとして、発生間隔が極めて長い低頻度で発生する超巨大地震の発生履歴に関する知見が不十分であったことが挙げられる。低頻度超巨大地震の発生履歴を適切に把握するためには、史料や津波堆積物等を用いて、過去の地震の被害状況や津波浸水域の広がり調査する必要がある。

震源域の広がりやすべり量分布を把握するためには、地震に伴う地殻変動を記録している可能性のある海岸段丘面や低地堆積物等の高度分布と形成年代を広域に把

握し、それらを再現するような断層モデルについて検討する必要がある。

また、史料を用いた調査は、地震の発生予測、強震動予測及び津波予測の高度化の観点からも重要である。特に、日記史料には有感地震が記録されている場合があり、複数の日記史料を調査・分析して、歴史時代における地域ごとの地震活動を説明することも重要である。なお、歴史地震の調査については、例えば史料に記述された家屋の『皆潰』、『半潰』等の被害分布からその地点での震度を推定し、さらにその震度分布から震央・深さ・規模（マグニチュード）などの地震学的なパラメータを抽出するための研究も併せて進める必要がある。

## ② 調査観測の現状と今後の計画

史料に基づく歴史時代の地震や津波についての調査は、これまで主に大学において実施されてきた。今後、歴史学との連携を図りつつ、地震や津波についての記載がある史料の収集・精査等を行うことが必要である。

津波堆積物、海成段丘面や低地堆積物等についての調査は、これまで大学や産業技術総合研究所において実施されてきた。今後も引き続き必要な調査を実施していくことが必要である。

また、信頼性の高い史料により明らかにされた被害発生地点ごとの推定震度のデータベースや、津波堆積物等の津波痕跡のデータベースの構築へ向けて取組を進めることが重要である。

## (9) 地殻・堆積平野構造調査

### 1) 島弧地殻構造調査

#### ① 基本的な考え方

主要活断層調査、GNSS 連続観測により、活断層、地殻の変形についての知見は着実に増えつつある。これら地表変形の知見を地震発生の機構解明に結びつけるには、実際に地震が発生する深さまでの地殻構造や、地下の断層の形状についての知見を得ることが有益である。

そのためには、千島弧南部地域（北海道）、東北日本弧地域、西南日本弧地域、九州・沖縄地域等、日本列島の主要な地体構造の地域ごとに複数の測線を定めて、地表からマントル上部までにわたる横断面の構造を詳細に調査することが必要である。

島弧地殻での人工震源を用いた弾性波探査（弾性波（地震波）を人工的に発生させ、弾性波の伝わり方から地下の構造を把握する手法）による構造調査の有効性は示されており、日本列島を横断する測線での分解能の高い大規模な調査の実施に努める。なお、調査の実施の際には、高密度重力探査や地殻比抵抗構造探査による構造調査を同時に実施することが望ましい。

## ② 調査観測の現状と今後の計画

これまで大学や防災科学技術研究所を中心とした様々な調査観測によって、主要な地帯構造の地域の一部測線について調査された。今後、データが不足している地域において実施に努める。

この際、プレート境界付近の地殻構造調査との連携にも留意し、地殻構造、地質構造及び断層の調査データを統合した統合地殻構造モデルを作ることが望ましい。

## 2) 堆積平野の地下構造調査

### ① 基本的な考え方

強震動の予測を行うためには地下構造についての知見を得ることが必要不可欠である。特に、人口が集中する我が国の都市の多くは、厚い堆積層と軟弱な表層地盤を有する大規模な平野や盆地に位置しているが、この堆積層は地震動を増幅する。こうした地域において地表から地下の基盤にいたる地下構造調査を行い、三次元的な地質構造や速度構造を明らかにすることは、防災を視点とした強震動や長周期地震動の予測のための重要な基礎資料となる。また、この資料は、大規模堆積平野の地下内部に伏在する断層についての検討資料としても活用しうる。

また、地震本部が作成する全国地震動予測地図の高精度化のため、主な堆積平野の地震基盤（S波速度で3 km/s程度に相当する層の上面）を含む、より深部の地層から地表までの地下構造についての知見を得ることが不可欠である。

さらに、より精度の高い強震動の予測には、特に工学的基盤（S波速度で数百 m/sに相当する層の上面）以浅のS波速度や地盤強度の情報が重要であり、地方公共団体等が保有する既存のボーリングデータを活用する必要がある。なお、これらの情報は、液状化の予測等にも活用しうる。

### ② 調査観測の現状と今後の計画

地震本部においては、これまでの強震動予測地図の作成を通じて、全国一次地下構造モデルを提案している。今後、強震動予測地図を高度化するため、この地下構造モデルを高度化する必要がある。引き続き全国の主な堆積平野について順次調査を進めるとともに、地元の地方公共団体等と連携して既存の地盤データの収集・整理を行い、データベース化を行うことも重要である。また、地下構造モデル構築に必要なアレイ観測等の機動的観測や各種物理探査データの収集・整理も併せて行う。

地下構造モデルの高度化を進めるに当たっては、首都圏に代表される大都市部等の人口稠密地域<sup>ちゆう</sup>に対してはより詳細な地震動予測地図の提供を視野にいれて分解能をまず高める等、各地域の特性に合った強震動予測を実施していく必要がある。

## 3) プレート境界付近の地殻構造調査

### ① 基本的な考え方

我が国の近海で発生する最大規模の地震の多くはプレート境界で発生することから、プレート間地震の発生機構を解明することは重要である。プレート間地震の発生機構を詳細に解明して、地震発生の可能性を評価するためには、プレート境界付近の海底下の地殻構造についての知識を得ることが有益である。また、プレート境界面における力学的結合の状態は空間的に不均質であることが予測され、プレート境界付近の詳細な地殻構造の情報は、このような不均質構造の把握に資するものである。

### ② 調査観測の現状と今後の計画

プレート境界付近の海底下の地殻構造については、様々な種類の制御震源、反射波探査システム及び海底地震計を用いて、南海トラフ、日本海溝、千島海溝等において構造調査を行い、プレート境界断層の位置や形状とその周辺の構造不均質を明らかにしてきた。しかし、調査実施範囲に限りがあり、調査を継続するとともに、日本海東縁等の調査の少ない地域においても実施に努める。さらに、多様なすべり現象が発生するプレート境界断層深部の構造解明のために、海陸統合構造調査を島弧地殻構造調査と連携して進める。

海洋研究開発機構においては、南海トラフ、日本海溝、日本海東縁での3次元地下構造探査も含んだ詳細深部構造探査を実施するとともに、南西諸島海溝、千島海溝、伊豆・小笠原海溝域に調査対象域を広げ、それら領域で沿岸から海溝軸よりも沖合にかけての大規模深部構造探査を実施する。大学においては、これまで実施してきた制御震源と海底地震計を用いた構造調査を継続するとともに、より深部のプレート境界構造を詳細に明らかにする調査及び解析手法の確立を目指す。

## (10) 海域における地形・活断層調査

### ① 基本的な考え方

プレート境界を含む海域の活断層は、陸域や沿岸海域の活断層と同様に、今後も繰り返し活動する可能性があるため、地形・活断層調査は、海域で発生する地震の評価をする上で有効である。

海底活断層の詳細な位置、形態及び活動性の把握に資するため、精密な海底変動地形調査、超音波を用いた海底面の起伏調査及び高分解能の弾性波探査等を実施することも重要である。

また、個々の活断層の活動時期を解明するため、断層周辺の堆積物採取によって地層の年代を決定することが望ましい。

特にプレート境界付近に幅広く分布する断層については、全体を一つの断層帯と考え、その中のそれぞれの断層の相互関係と活動の規則性を明らかにすることが、

プレート境界付近の地震と地殻変動を理解する上で有益である。

海域における地形・活断層調査については、効率的に調査を行うため、既存のデータも精査しつつ調査を実施することが望ましい。

## ② 調査観測の現状と今後の計画

海上保安庁においては、精密な海底変動地形調査を相模・南海トラフ、日本海溝及び日本海東縁部において実施しており、引き続きプレート境界域等における調査を実施する。

産業技術総合研究所においては、日本周辺のほぼ全域について海底地質調査を実施してきており、残りの地域について今後も引き続き調査を進める。同時に海域の活断層の活動性を把握するため、反射断面等を用いた活断層評価手法や地震性堆積物を用いた地震再来周期の評価手法の検討を進める。

海洋研究開発機構においては、東北地方太平洋沖地震の地震時の海底地形及び海底下の変動の調査を実施しており、今後も引き続き進める。また、低頻度大規模地震の発生履歴の解明のため、日本海溝、日本海、南西諸島海溝から南海トラフにかけて、高分解能地下構造探査や地質学的調査（採泥）等を実施する。

文部科学省においては、海洋研究開発機構や産業技術総合研究所等の関係機関による調査で作成された海域の断層図を収集し、日本の海域の断層について全国を統一的基準で整理したデータベースの作成を進める。

## (11) 人工衛星搭載型の合成開口レーダーによる面的地殻変動観測

### ① 基本的な考え方

国産衛星である地球資源衛星「JERS-1（ふよう1号）」、陸域観測技術衛星「ALOS（だいち）」の合成開口レーダーのデータを利用した解析手法の開発により、兵庫県南部地震や東北地方太平洋沖地震等に伴う地殻変動を検出するなど、陸域における面的な地殻変動検出手法の有効性が示されてきた。

今後、全国の主要な活断層付近及び海溝型地震の沿岸域等地殻変動の出現が予想される領域において繰り返し SAR 干渉解析を実施するとともに、地殻変動の現状把握・分析技術の高度化に関する研究・開発を進めることにより、地震のメカニズムの解明に資する。

なお、衛星に搭載したLバンド合成開口レーダーは、我が国のような深い植生で覆われた地域でも面的地殻変動観測を効果的に行うことが可能であることから、これを搭載した衛星の継続的な打ち上げ・運用、取得したデータの幅広い流通が望まれる。

### ② 調査観測の現状と今後の計画

ALOS の観測データを使用した SAR 干渉解析により、東北地方太平洋沖地震では、東日本の広範囲にわたる地殻変動の様子を面的に捉え、国内観測史上最大となる約 4 m（衛星視線方向）の変動量を検出するなど、合成開口レーダーによる面的な地殻変動観測は、地震のメカニズムの解明に貢献している。

平成 26 年に ALOS の後継として陸域観測技術衛星 2 号「ALOS-2（だいち 2 号）」が打ち上げられた。今後、ALOS-2 等の観測データを使用して、定常的な解析及び災害発生時における緊急的な解析を行う。また、C バンドと ALOS-2 等の L バンドの観測データを合わせて地殻変動を長期にわたり継続的に監視する技術、干渉 SAR 時系列解析による微小な地殻変動を抽出する技術及び全国を広域的に監視する技術についての研究を進める。

### 第3章. 重点的調査観測

#### I. 重点的調査観測の位置付け

地震本部では、平成21年4月に新総合基本施策を策定したが、東日本大震災において地震調査研究に関する多くの課題等があったことを踏まえ、地震調査研究を真に防災・減災対策に貢献するものとするべく平成24年9月にその見直しを行った。

新総合基本施策では、地震調査研究の基本理念を達成するため、地震現象そのものの解明のための研究と、その成果を防災・減災対策に効果的に結びつけるための研究を総合的かつ戦略的に実施することとしており、特に、平成31年度までに取り組むべき地震調査研究として、

1. 海溝型地震を対象とした地震発生予測の高精度化に関する調査観測の強化、地震動即時予測及び地震動予測の高精度化
2. 津波即時予測技術の開発及び津波予測に関する調査観測の強化
3. 活断層等に関連する調査研究による情報の体系的収集・整備及び評価の高度化
4. 防災・減災に向けた工学及び社会科学研究との連携強化

を掲げている。

上記1～3を実現するために、基盤的調査観測等に加えて実施する調査観測を重点的調査観測と位置付け、その調査観測項目を具体的に示すこととする。その際には、上記4の観点を踏まえながら、調査観測の対象を選定して実施する。

#### II. 重点的調査観測の対象

重点的調査観測の対象としては、これまでの調査観測計画を踏まえて、「全国地震動予測地図」上で、将来強い揺れに見舞われる可能性の高い地域において、その揺れをもたらす原因となる地震を、ある強さ以上の揺れにさらされる人口等社会的影響等も考慮しつつ選定することとする。

海溝型地震については、南海トラフ・南西諸島海溝、相模トラフ及び日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震、相模トラフの沈み込みに伴うマグニチュード7程度の地震を、その候補とする。また、海域で起こる地震については、プレート間地震が活断層で起こる地震よりも発生頻度が高いために、プレート間地震が生じる地域が重点的調査観測の対象となってきた。しかしながら、明瞭なプレート沈み込みが生じていない日本海においても、1983年日本海中部地震や1993年北海道南西沖地震等、津波による大きな被害が生じるなど、看過できない影響が生じている。こうした点を踏まえて、これまで重点的調査観測の対象とされてこなかった、日本海での地震についても対象とする。

活断層については、基盤計画の見直し等では、当面取り組むべき調査観測の対象として、将来発生が予想される地震の規模が大きく（マグニチュード8程度を目安とする）、地震の発生確率が高い断層及び首都圏等の人口の密集地において地震の発生確率

が高いとされた断層を候補とすべきとした。その後、「新たな活断層調査について」では、上記に加えて、地震後経過率の最大値が 1.0 を超えていること、断層が通過する市町村の総人口がおおむね 50 万人を超えるなど地震が発生した際の社会的影響が大きいこと、という 2 つの基準を満たす活断層帯を対象候補に追加することとした。

具体的な調査対象候補となる断層のリストについては、上記に従い、別途、調査観測計画部会において作成することとする。

### III. 平成 31 年度までに取り組むべき地震調査研究ごとの調査観測

#### 1. 海溝型地震を対象とした地震発生予測の高精度化に関する調査観測の強化、地震動即時予測及び地震動予測の高精度化

##### 1-1. 海溝型地震を対象とした地震発生予測の高精度化に関する調査観測の強化

###### (ア) 調査観測の目的

海溝型地震を対象とした地震発生予測に関する調査観測については、新総合基本施策において基本目標として掲げられている「M9 クラスの超巨大地震の発生や海溝型地震の連動発生の可能性評価を含めた地震発生予測の精度向上」を中心に、地震発生予測の高精度化に関する調査観測の強化を目的として実施する。

###### (イ) 海溝型地震に関する知見と調査観測に求められる観点

###### (A) プレート境界等で発生する地震に関する知見

基盤的調査観測である陸域の GNSS 連続観測より、日本列島周辺のプレート境界において、プレート運動やそこから推定される固着率は時間的、空間的に一様でないことがわかってきた。固着率が低い領域では非地震性すべり（準静的すべり）が卓越するのに対し、固着率が高い領域ではひずみが蓄積されており、将来大地震の震源域になると考えられる。ところが、東北地方太平洋沖地震では、固着が弱く、ひずみが蓄積されていないと考えられていたプレート境界浅部領域で大きなすべりが発生した。また、陸域の地震観測からも、小繰り返し地震の活動を把握することで、プレート境界のそれぞれの地点におけるすべりの時間変化を推定することが可能となりつつある。例えば、小繰り返し地震の解析により、東北地方太平洋沖地震後に震源域の周囲に生じた余効すべりの時間変化が推定された。

近年の研究により、同じような領域で、同じような規模の地震が、ほぼ同じような間隔で発生するという固有地震モデルが必ずしも成立しているとは限らず、震源域に多様性があることがわかってきた。

今後は、プレート境界における固着域の位置・大きさ・空間分布、プレートのすべり速度を陸域における GNSS 連続観測や海底地殻変動観測、地震観測等により監視し、プレート境界の状況を把握することが重要である。

(B) 調査観測に求められる観点

以上のような知見を踏まえ、海溝型地震を対象とした地震発生予測に関する調査観測では、次の観点が重要である。

a) 地震活動の現状把握の高度化

プレート境界等で発生する地震の正確な震源分布を得ることで、プレートの巨視的な形状を把握することが可能となる。また、海溝型地震の発生メカニズムの理解を推進するためには、小繰り返し地震の活動を含め、固着が強いと推定される領域周辺の地震活動を詳細に把握することが重要である。

b) 地殻変動の現状把握の高度化

陸域のGNSS観測網により、プレート境界の準静的すべりの進行や固着域の存在が推定されるようになってきている。しかしながら、東北地方太平洋沖地震の発生で明らかとなったように、陸域のデータのみでは固着域の推定精度が十分ではない。海底地殻変動観測は、固着域の真上に観測点を設置することが可能になるので、固着域の推定精度を上げることに貢献すると期待されている。今後は、陸域の高密度な観測に加え、海底地殻変動観測、プレート境界面からの地質試料の採取・分析等から得られるデータや知見を基にプレート境界付近の応力やすべり速度等の現状評価の高度化に取り組むことが重要である。

c) 地震発生に関する多様性の把握

現在、地震発生 of 長期的予測は、過去に発生した地震に基づき次の地震発生を統計的に予測する手法が中心であり、この手法の高度化を進めることが重要である。今後も地震記録による調査、史料を用いた調査及び地質学的調査等を実施し、過去の地震発生履歴データの充実を図るとともに、対象とする領域で発生した規模の大きな地震について、震源域の位置や広がり、津波地震であったか等の多様性を把握することが重要である。

d) プレート境界地震等の発生モデルの高度化

海溝型地震の発生メカニズムを解明するには、プレート間固着率の空間分布の高精度な推定、固着率の高い領域の周辺における準静的すべりの高精度な推定、地震発生に関する多様性の把握等を推進し、プレート境界におけるひずみの蓄積過程に関する理解を更に深めることが必要である。また上記の目的のため、プレート間固着率と地震時の大すべり域や強震動生

成域との関係を調査することも必要である。そのためには、調査観測から得られる成果を総合的に取り込んだモデルを構築することが重要である。

なお、日本海で起こる地震については、活断層としての特性も考慮しつつ、震源域の位置・形状、地震規模、活動度等の知見を把握することが重要である。

#### (ウ) 調査観測項目

上記の観点に対応する調査観測項目をまとめると以下のとおりである。なお、ここでは特に有効であると考えられる調査観測項目を挙げることにしたが、解析に当たっては、その他の観測項目から得られるデータも活用する必要がある。

##### 観点 a) 地震活動の現状把握の高度化

- ケーブル式海底地震計による地震観測
- 自己浮上式海底地震計による地震観測
- 陸域における高感度・広帯域地震観測
- 陸域における地震動（強震）観測

##### 観点 b) 地殻変動の現状把握の高度化

- GNSS／音響測距結合方式による海底地殻変動観測
- 津波計（水圧計）、傾斜計等及び海底基線長測距による地殻変動観測
- 陸域における GNSS 連続観測
- 水準測量・潮位観測による地殻変動観測
- 人工衛星搭載型の合成開口レーダーによる面的地殻変動観測
- 深部掘削によるプレート境界面の地球物理学的調査及び地質調査

##### 観点 c) 地震発生の多様性等の把握

- 過去の地震・津波観測データによる調査
- 古地震・古津波調査

##### 観点 d) プレート境界地震等の発生モデルの高度化

- プレート境界域及び島弧地殻の人工震源を用いた構造調査
- ケーブル式海底地震計による地震観測
- 自己浮上式海底地震計による地震観測
- 陸域における高感度・広帯域地震観測
- GNSS／音響測距結合方式等による海底地殻変動観測
- 陸域における GNSS 連続観測
- 水準測量・潮位観測による地殻変動観測
- 人工衛星搭載型の合成開口レーダーによる面的地殻変動観測
- 深部掘削によるプレート境界面の地球物理学的調査及び地質調査

## (エ) 調査観測項目ごとの内容

上記にまとめた調査観測項目のうち、基盤的調査観測等に位置付けられている調査観測項目については、第2章で示した考え方に従い調査観測を実施していく。重点的調査観測の対象については、基盤的調査観測等の考え方に加えて、以下のとおり調査観測を進めることが必要である。

### (1) 地震観測及び地震動（強震）観測

#### ① 海域における観測

基盤的調査観測である陸域における高感度地震観測と同様に、想定震源域の直上及びその周辺海域において、同一地点で長期間にわたり観測を行うことが望ましい。観測点配置については約20km間隔の三角網を構築することを目安としつつ、沈み込むプレート上面の深さを考慮して観測点間隔を調整する。また、プレート境界地震の発生モデルの高度化のため、海溝型地震が発生する領域直上で地震動（強震）を観測し、大すべり域や強震動生成域を明らかにすることが重要である。

#### ○ ケーブル式海底地震計

プレート境界地震の発生モデルの高度化等のため、現在進めている東北地方太平洋沖及び南海トラフでの海底地震津波観測網の整備を着実に進めることが重要である。また、全国の海域の主要な想定震源域をカバーすることを目指して、今後とも整備の必要性の高い地域から整備を進めていく必要がある。

#### ○ 自己浮上式海底地震計

ケーブル式海底地震計が整備されていないものの、地震活動度が相対的に高い領域、隣接する震源域の境界領域、想定される固着域及びその周辺域等地震活動を継続的に把握する必要がある領域においては、自己浮上式海底地震計を用いて継続的な観測を行うこととする。

また、ケーブル式海底地震計を敷設した後であっても、更に密な観測を行う必要がある場合には、自己浮上式海底地震計を組み合わせる地震観測を行う。あわせて、海溝軸周辺の超深海でも観測可能な地震計の開発を行う。

なお、自己浮上式海底地震計による地震観測については、多くの実施主体により行われることが想定され、観測や解析を効果的・効率的に実施することができるよう、関係機関は十分に連携を図るものとする。

#### ② 陸域における観測

プレート境界の状況を推定するためには、想定震源域及びその周辺で発生している小繰り返し地震、プレート境界で発生する長周期成分が卓越する地震（ゆっくり地震）等の活動をより正確に把握することが重要である。この点を踏ま

え、今後とも、高感度地震計及び広帯域地震計による観測を行う。

また、プレート境界地震の発生モデルの高度化と、強震動及び長周期地震動の高精度な予測のため、地震動（強震）を観測し、大すべり域や強震動生成域を明らかにすることが重要である。

## （２）地殻変動観測

### ①GNSS／音響測距結合方式等による海底地殻変動観測

想定震源域及びその周辺海域におけるプレート境界の変動に起因する地殻変動を高精度に把握するためには、その原因となる準静的すべり等が発生している直上で地殻変動観測を実施することが重要である。海溝型地震の想定震源域は、その大部分が海域であるため、高精度の地殻変動観測には、海底で観測することが必須である。

### ○GNSS／音響測距結合方式による海底地殻変動観測

想定震源域及びその周辺海域におけるプレート間結合の状況等を把握するため、継続的に GNSS／音響測距結合方式による海底地殻変動観測を実施する。特に、日本海溝及び南海トラフについては、海溝軸付近を含め更に密度の高い観測を行う。また、巨大地震が想定されるなど早急に観測結果を取得する必要がある地域については、期間を区切っての繰り返し観測を進める必要がある。

### ○津波計（水圧計）、傾斜計等及び海底基線長測距による地殻変動観測

津波計（水圧計）は、津波観測だけでなく地殻上下変動観測にも有効である可能性が指摘されている。そのため、地殻上下変動連続観測を目的とした津波計（水圧計）の利用の検討を進める。さらに、連続観測化が比較的容易な傾斜計等を用いた海底観測による「ゆっくりすべり現象」等の過渡的地殻変動現象検出の技術的検討を進める。

海溝軸を挟む海陸両側の地点等比較的高速な相対変位速度が期待される地域では、海底基準点間の基線長の連続測定により、浅部プレート境界等における固着・すべり状態の評価に有効な情報を提供できる可能性がある。そのため、海底間基線長観測に必要な観測技術開発を進める。

### ②陸域における GNSS 連続観測、水準測量・潮位観測による地殻変動観測

想定震源域及び周辺海域におけるプレート間結合の状況等を把握するため、陸域の地殻変動観測も重要である。基盤的調査観測として示した陸域における GNSS 連続観測による地殻変動観測の体制を維持しつつ、更に高密度な観測を実施する。

具体的には、東海地域に整備されている GNSS 連続観測網（約 15km 間隔）と同程度の観測点密度になるよう、観測点を整備する。

また、地殻変動の上下成分の正確な把握には、水準測量が有効な手法であり、引き続き、改測を実施していく。

なお、GNSS 連続観測点の整備に際しては、既存の潮位観測点への併設も考慮する。また、特異な地殻変動が現れた場合等には、必要に応じて、空間分解能を更に向上させるため、より高密度の GNSS 観測を機動的に行うよう努める。

### ③人工衛星搭載型の合成開口レーダーによる面的地殻変動観測

想定震源域及びその周辺海域におけるプレート間結合の状況を陸域の地震活動等との相互作用の観点から理解するためには、陸域における GNSS 連続観測網からだけでは捉えられない面的な地殻変動を把握することも重要であることから、合成開口レーダーにより地殻変動を観測する。

## (3) プレート境界域及び島弧地殻の人工震源を用いた構造調査

想定震源域及びその周辺海域におけるプレート境界面の巨視的な形状等を明らかにするために、長測線の広角反射・屈折法調査による深部を対象とした構造調査を実施する。また、分岐断層の分布とその形状、プレート境界浅部の形状等の把握のために、反射法調査による浅部を対象とした構造調査を実施する。

なお、隣接する想定震源域の境界領域等の特に注目すべき領域については、より詳細な情報を得るために、三次元反射法調査を実施するよう努める。

## (4) 過去の地震活動等の調査

### ①古地震・古津波調査

過去の地震や津波による被害状況等については、史料に残されているものがある。過去に発生した地震の発生時期、様式、地震の規模、津波の規模を明らかにするために、史料の調査を実施する。しかし、古地震・古津波及び歴史地震・歴史津波に関するデータは、時代や地域によって質・量ともに乏しい場合が多い。そこで、地殻変動、津波伝播<sup>でんぱ</sup>、強震動等のシミュレーションにより検証し、地震像をより正確に把握することが重要である。

また、地質学・地形学的調査（津波堆積物、完新世地殻変動、隆起海成段丘、深海底地震性堆積物、海底活断層等の調査）や考古学的調査（考古遺跡の液状化痕跡等の調査）が有効であり、これらの調査を実施することが重要である。

### ②過去の地震・津波観測データによる調査

地震・津波観測データを用いて、過去に繰り返し発生した地震の強震動生成域及び大すべり域の位置や大きさ、津波の波源域、地震の発生様式（単独の震源域で発生したか、複数の震源域が連動して発生したか、津波地震であったか

等)を調査することは、海溝型地震の多様性を把握する上で重要である。

このことを踏まえ、過去に発生した海溝型地震について、本震のみでなくその発生の前後も含め、地震発生の一連の過程を通して地震活動の推移を把握する。また、震源域及びその周辺海域で過去に発生した中規模地震の震源過程を把握することは、想定される巨大地震との相互作用を理解する上で重要である。

なお、過去の地震観測データについては、記録が散逸しないよう体系的に整理し、長期保存可能な状態とする。

#### (5) 深部掘削によるプレート境界面の地球物理学的調査及び地質調査

海溝型巨大地震のメカニズム解明を目的とした深海での地震断層掘削は、これまで南海トラフ、東北沖日本海溝で行われ、非地震性すべりの領域と考えられた海溝軸付近でのプレート境界断層が地震性すべりを起こす事を、初めて掘削試料から明らかにした。また昭和の東南海地震に関与した巨大分岐断層を同定し、地震断層浅部の地質学的特徴を明らかにした。これら地震断層の直接掘削、試料採取の他に、長期孔内計測装置の設置に成功し、応力変化を捉えるための観測を実施し、また海底下の間隙水の連続採取等も実施している。これらの成果から、プレート境界断層や地震断層を目的にした深海掘削の重要性は明らかであり、今後更に深部のプレート境界断層や、浅部でも広域的な掘削の展開が必要となっている。「ちきゅう」は南海トラフでの深部掘削を実行中であり、今後も掘削を進めていく。また断層掘削は、IODP（国際深海科学掘削計画）として提案されている日本海溝沿いをはじめ、環太平洋域での地震断層掘削の実施を検討し、今後も海溝型巨大地震に関与する地震断層の物質科学的アプローチを深海掘削により進めていく。

### 1-2. 地震動即時予測及び地震動予測の高度化

#### (ア) 調査観測の目的

地震動の予測に関する調査観測については、新総合基本施策において基本目標として掲げられている「震源破壊過程の即時推定技術及び各地域の特性に応じた強震動予測の高精度化・高解像度化、並びにそれらの適用による緊急地震速報の高度化」を中心に、地震動即時予測及び地震動予測の高度化を目的として実施する。

#### (イ) 調査観測に求められる観点

地震動の予測に関する調査観測では、次の観点が重要である。

##### a) 地震動即時予測の高度化を目指した調査研究

地震波の特性を利用して大きな揺れが到達する前に地震が発生したことを

直接国民に知らせる緊急地震速報に代表される地震動即時予測は、地震による被害軽減を図る上で大きな役割を果たしてきた。

しかしながら、東北地方太平洋沖地震のような大規模な地震が発生した場合には、震源域の広がりを即時的に正確に推定することが困難であるなどの課題がある。そこで、実測された強震動の振幅や強震波形から計算されるリアルタイム震度の情報を用いて緊急地震速報の精度を高める手法の検討が始まっている。今後は、震源域の広がりを正確に推定するアルゴリズムの高度化や、海域での地震観測データの取得及び陸上強震観測の連続観測化等により、強震動即時予測の迅速化・高精度化のための技術開発に努める必要がある。

一方、超高層建築等長周期構造物が集中する大都市部では、高い解像度での短周期の地震動だけでなく、長周期地震動の即時予測のための技術開発が必要である。

#### b) 地震動予測の高度化を目指した調査研究

これまで、地震発生時の揺れを評価する強震動評価を行い、それらを踏まえて作成した全国地震動予測図が、地震防災対策等に役立てられてきた。

強震動予測は、既存データから断層モデル・地下構造モデル等を構築し、予測計算を行っているが、モデルの構築及び予測計算に必要なデータがまだ十分には得られていない。断層モデルの構築のためには、実際に発生した地震の震源過程を高精度に推定し、知見を蓄積することが不可欠である。また、地下構造は地震波の伝播<sup>でんぱ</sup>に大きく影響するため、強震動予測の精度向上には地下構造調査とその成果に基づく地下構造モデルの高精度化が必須である。特に、工学的基盤以深については盆地形状やS波速度分布やQ値構造、工学的基盤以浅の浅部地盤については、S波速度や非線型特性等の地盤データが不十分である。今後、強震動予測の高精度化・高解像度化を目指し、地元の地方公共団体等と連携してデータの取得・整理の取組が重要である。

特に、厚い堆積層の存在する場所では、強震動が増幅する。また、プレート境界地震に代表される規模の大きな地震においては長周期地震動が生成され、厚い堆積層上では、長周期地震動も増幅されることが分かっている。実際にも、東北地方太平洋沖地震では、長周期地震動により広範囲にわたって高層ビルの設備等に被害が生じた。今後は、発生機構の解明や堆積盆地の構造解明等、強震動や長周期地震動の予測に係るデータ取得やモデルの高度化が重要である。

また、過去の地震データ、史料及び考古学的調査結果に基づいて、過去に発生した地震による詳細な震度分布や被害の実態等を整理し、強震動予測の

高度化に活用する必要がある。

#### (ウ) 調査観測項目

上記の観点に対応する調査観測項目をまとめると以下のとおりである。なお、ここでは特に有効であると考えられる調査観測項目を挙げることにしたが、解析に当たっては、その他の観測項目から得られるデータも活用する必要がある。

観点 a) 地震動即時予測の高度化を目指した調査研究

ケーブル式海底地震計による地震観測

陸域における地震観測及び地震動（強震）観測

観点 b) 地震動予測の高度化を目指した調査研究

ケーブル式海底地震計による地震観測

陸域における地震観測及び地震動（強震）観測

プレート境界域及び島弧地殻の人工震源を用いた構造調査

堆積平野の地下構造調査（既存の地盤データの収集・整理を含む）

古地震・古津波調査

過去の地震データによる調査

#### (エ) 調査観測項目ごとの内容

上記にまとめた調査観測項目のうち、基盤的調査観測等に位置付けられている調査観測項目については、第2章で示した考え方に従い調査観測を実施していく。重点的調査観測の対象については、基盤的調査観測等の考え方に加えて、以下のとおり調査観測を進める必要がある。

##### (1) ケーブル式海底地震計による地震観測

地震動即時予測及び地震動予測の高度化のためには、現在進めている東北地方太平洋沖及び南海トラフでの海底地震津波観測網の整備を着実に進めることが重要である。また、全国の海域の主要な想定震源域をカバーすることを目指して、今後とも整備を進めていく必要がある。

##### (2) 陸域における地震観測及び地震動（強震）観測

大規模な平野や盆地における精密な強震動予測を行うために、強震観測を実施し、地震動特性を把握する。その際には、長周期地震動及び液状化に代表される軟弱地盤の挙動解明にも資する観測を行うよう努める。

なお、強震観測によって得られた記録を基に、想定震源域及びその周辺領域で発生している中規模（マグニチュード5程度）以上の地震の震源過程を把握することは、その震源域の震源特性を把握し、想定される巨大地震との相互作用

用を理解する上で重要であり、この意味においても、強震動観測は有効である。

さらに、巨大地震の想定震源域で発生する中規模地震記録は、震源域から観測サイトに至る地震波伝播経路特性が巨大地震のそれと類似していると考えられることから、平野や盆地での地震波増幅特性や長周期地震動特性の把握には有効である。発生頻度が高い中規模地震記録の観測と解析を進めるため、長周期の帯域で観測精度の高い観測機器（例えば、速度型強震計等）を用いる必要がある。観測については、強震動や長周期地震動の観測を、人口が集中する都市部等地域を限って高密度に行うといったことが必要である。

平野や盆地の深い地下構造、表層の地盤構造を明らかにするために、人工震源や自然地震、微動等を用いた地下構造調査が有効である。

### (3) 地殻・堆積平野構造調査

#### ①プレート境界域及び島弧地殻の人工震源を用いた構造調査

想定震源域及びその周辺海域におけるプレート境界面の巨視的な形状を明らかにし、また、分岐断層の分布とその形状、プレート境界浅部の形状等を把握するために、構造調査を実施する。

強震動予測の精度向上につなげるため、想定震源域と陸域間の地殻の速度や減衰構造を明らかにする。

#### ②堆積平野の地下構造調査

平野や盆地等の深部地下構造、浅部の地盤構造を明らかにするために、人工震源や自然地震、微動等を用いた地下構造調査を実施する。堆積平野における地下構造モデルの構築を行うため、既存の地形データ及び地盤データの収集・整理も併せて実施する必要がある。その際、首都圏に代表される大都市部等の人口稠密地域の分解能をまず高めるなど、各地域の特性に合った強震動予測を実施していく必要がある。

また、重力探査データ等地震観測データと相補的な特性を持つデータの活用も重要である。

### (4) 過去の地震活動等の調査

#### ①古地震・古津波調査

過去の地震の震源域の把握及び強震動の推定のため、歴史学と連携して地震に関連する史料の原文を収集・精査し、被害発生地点ごとの推定震度や津波到達点等の位置情報とともにデータベース化する。また、液状化痕跡、津波堆積物、海成段丘面や低地堆積物等の調査を実施する。なお、液状化痕跡や津波堆積物等を歴史地震・歴史津波による記録と比較検討することも重要である。

#### ②過去の地震・津波観測データによる調査

過去の地震の震源過程の解明や強震動評価の高度化のために、気象官署や大学等で保管されている<sup>資料</sup>煤書き記録等を含む地震観測記録や津波観測データを整理することも重要である。

## 2. 津波即時予測技術の開発及び津波予測に関する調査観測の強化

### (ア) 調査観測の目的

津波の予測に関する調査観測については、新総合基本施策において基本目標として掲げられている「海域における津波観測網の整備及び調査観測の充実」、「高精度な津波即時技術の開発」、「津波波源モデルの高精度化等による津波予測技術の高度化」を中心として、津波即時予測技術の開発及び津波予測に関する調査観測の強化を目的として実施する。

### (イ) 調査観測に求められる観点

津波を対象とした調査観測では、次の観点が重要である。

#### a) 津波即時予測の高度化を目指した調査観測

津波即時予測は、地震発生直後に津波警報等として情報提供されるものであり、津波被害の軽減に極めて重要なものである。現在の即時的な津波予測では、迅速性を優先するという方針に基づき、地震発生直後の短時間に得られる比較的短周期の地震動の観測データから推定した震源やマグニチュード等を波源の情報として用いている。

しかしながら、陸域の地震計で地震発生直後の短時間に得られるデータに基づく推計のため、津波警報等の精度は必ずしも十分とは言えない。さらに、東北地方太平洋沖地震のような超巨大地震や、断層がゆっくり動くなどして地震動の長周期成分が卓越するような地震に関しては、地震発生直後の短時間では地震規模が正確には捉えられず、予測される津波の規模が過小評価になる可能性がある。他方で、海域における津波の直接観測により津波即時予測技術の高度化が期待できるものの、このための津波計は未だ十分には展開されていない。

このため、海域における津波発生 of 直接的観測やそのデータ等を活用した津波即時予測の高度化等の取組が重要である。

#### b) 津波予測の高度化を目指した調査観測

津波予測は、沿岸での津波の高さや浅海域及び沿岸陸域の地形等から浸水予測を行い、その結果が事前にハザードマップ等として示されることにより、地域住民や地方公共団体が将来発生する可能性があるると予測される津波について認識することで、土地利用方法の検討や実際に津波が発生した場合の避難行動等に活用されるものである。津波予測については、過去の津波発生履歴を把握

するための史料や津波堆積物等の調査，津波発生の要因になり得る海底活断層の把握，巨大津波発生の要因となる海溝軸沿いの応力やひずみを把握するための地殻変動観測，浅海域及び沿岸陸域の地形調査及びモデル化，これらの各種調査観測データを取り入れた波源モデルの構築等により，その高度化を図る必要がある。

#### (ウ) 調査観測項目

上記の観点に対応する調査観測項目をまとめると以下のとおりである。なお，ここでは特に有効であると考えられる調査観測項目を挙げることにしたが，解析に当たっては，その他の観測項目から得られるデータも活用する必要がある。

##### 観点 a) 津波即時予測の高度化を目指した調査観測

ケーブル式海底地震・津波計による地震・津波観測

広帯域地震計による地震観測

GNSS 連続観測による地殻変動観測

浅海域及び沿岸陸域の地形調査

##### 観点 b) 津波予測の高度化を目指した調査観測

GNSS／音響測距結合方式等による海底地殻変動観測

古地震・古津波調査

過去の地震・津波観測データによる調査

浅海域及び沿岸陸域の地形調査

ケーブル式海底地震・津波計による地震・津波観測

海域における地形・活断層調査

#### (エ) 調査観測項目ごとの内容

上記にまとめた調査観測項目のうち，基盤的調査観測等に位置付けられている調査観測項目については，第2章で示した考え方に従い調査観測を実施していく。重点的調査観測の対象については，基盤的調査観測等の考え方に加えて，以下のとおり調査観測を進める必要がある。

##### (1) ケーブル式海底地震・津波計による地震・津波観測

海域における津波計による観測は，発生した津波を直接的に観測できるなど，津波が海岸に到達する前にその発生を把握することができる観測手法である。ケーブル式の海底観測網の整備に当たっては，地震計のみならず，津波計を併せて整備する必要がある。

また，津波観測データを蓄積することで，津波予測の高度化を期待することができるため，ケーブル式海底地震・津波計のデータを継続して収集・蓄積するこ

とが必要である。なお、沿岸の GPS 波浪計や海岸の検潮所等の津波観測データの収集・蓄積も重要である。

このため、現在進めている東北地方太平洋沖及び南海トラフでの海底地震津波観測網の整備を着実に進めることが重要である。また、全国の海域の主要な想定震源域をカバーすることを目指して、今後とも整備を進めていく必要がある。

## (2) 広帯域地震計による地震観測

広帯域地震計による観測網は、マグニチュード8以上の巨大な地震まで、様々な規模の地震による断層運動の大きさを的確に把握することができる。発震機構と併せ、これらの情報は、津波の即時的な予測の迅速かつ適切な更新に資するものである。したがって、津波即時予測の観点からも、広帯域地震計による地震観測を行っていくことが重要である。

## (3) 地殻変動観測

### ①GNSS／音響測距結合方式等による海底地殻変動観測

巨大地震を引き起こすプレート境界周辺のひずみを把握し、固着域等を明らかにして地震の発生場所等を予測することは、津波予測の観点からも重要である。

GNSS／音響測距結合方式等による海底地殻変動観測は、こうした観点からも実施していく必要がある。また、②のGNSS連続観測との連携を視野に入れ、海底地殻変動観測データをリアルタイムで取得すること、並びにリアルタイムデータの精度向上のための水圧計、傾斜計、海底基線長測距等の観測技術や海底ケーブルへの接続、ブイを用いたデータ転送等のデータ転送技術開発を推進する必要がある。

### ②GNSS連続観測

毎秒サンプリング及びリアルタイム伝送されているGNSS連続観測データを用いて、地震に伴う地殻変動を即時的に解析することで、極めて短時間に断層モデルを推定することが可能になりつつあり、GNSS連続観測による断層モデル推定から津波即時予測を行うことが期待される。したがって、津波即時予測の観点からも、GNSS連続観測を行っていくことが重要である。

## (4) 過去の地震・津波等の調査

### ①古地震・古津波調査

低頻度で発生する超巨大地震を始め、将来発生が懸念される大規模な地震により発生する津波は甚大な被害を及ぼすおそれがあるため、津波堆積物や史料から過去の地震や津波の発生履歴を調査し、長期評価の信頼度を高めることは、津波予測の高度化の観点からも重要である。

また、過去の津波による浸水の範囲等を把握することにより、津波予測の検証

及び高度化が期待できるため、史料の収集・精査や津波堆積物の調査等によりデータを蓄積することが重要である。

#### ②過去の地震・津波観測データによる調査

津波予測の高度化のために、気象官署や大学等による過去の地震観測記録や津波観測データを整理する。なお、<sup>す</sup>煤書き記録等の収集も重要である。

#### (5) 浅海域及び沿岸陸域の地形調査

浅海域及び沿岸陸域の地形データについては、国土地理院と海上保安庁等により測量が進められているが、全国で同程度の解像度のデータが得られていない。データが不足している領域において引き続き測量を進めるとともに、これまで蓄積されたデータの収集・整備を進めることが必要である。

#### (6) 海域における地形・活断層調査

海域における大規模な地殻内地震により発生する津波は甚大な被害を及ぼす可能性がある。そのため、地形・活断層調査を進め、地震が今後も繰り返し発生する可能性のある場所を評価することは津波予測の観点からも重要である。海域における地形・活断層調査については、海上保安庁と独立行政法人産業技術総合研究所等により調査が進められているが、全国で同程度の解像度のデータが得られていない。海域の活断層の分布や形状を正確に把握し、活動により将来考えられる地震及びそれに伴う津波を客観的に評価するためには、全国的に海域の地形・活断層についての基本的なデータを蓄積していくことが重要である。

### 3. 活断層等に関する調査研究による情報の体系的収集・整備及び評価の高度化

#### (ア) 調査観測の対象

重点的調査観測の対象としては、重点的調査観測計画において、全国地震動予測地図上で、将来強い揺れに見舞われる可能性の高い地域において、その揺れをもたらす原因となる地震を社会的影響も考慮しつつ選定することとされた。

具体的には、当面取り組むべき調査観測の対象として、将来地震が発生した場合に予想される地震の規模が大きく（マグニチュード8程度を目安とする）、地震の発生確率が高い断層及び首都圏等の人口の密集地において地震の発生確率が高いとされた断層を候補とすべきとされた。

その後、新総合基本施策において、発生確率が高いあるいは発生した際に社会的影響が大きい活断層等が分布する地域を対象とした評価の高度化を基本目標として掲げていることを踏まえて、「新たな活断層調査について」においては、それまでの重点的調査観測の対象候補に、上記に加えて、以下の基準を全て満たす活断層帯を重点的調査観測の対象候補に追加することとした。

- 地震後経過率（注3）の最大値が1.0を超えていること
- 断層が通過する市町村の総人口がおおむね50万人を超える等，地震が発生した際の社会的影響が大きいこと

（注3）地震後経過率とは，地震発生後の経過時間が平均的な活動間隔にどれくらい近づいたのかを割合で示したもの。経過時間が平均活動間隔を超えると，値が1より大きくなり，次の地震の発生が近いことを示す。また，この値が大きいほど地震が発生する危険が高まっているといえる。

調査対象候補となる活断層のリストについては，上記の考え方に基づいて，調査観測計画部会において作成することとする。

#### （イ）調査観測に求められる観点

活断層で発生する地震を対象とした重点的調査観測では，次の観点が重要である。

##### a) 地震規模の予測手法の高度化

地震とは，地下の岩盤が断層面に沿って破壊し，ずれることであるが，この断層面の大きさ（長さ，幅）は，発生する地震の規模と強い相関関係がある。このため，断層面の大きさを正確に評価することは，その断層で発生する地震の規模を推定する上で重要である。

規模の大きな地震では，断層面が地下の広い範囲でずれた結果として，地表に地震断層やその他の断層変位地形が出現する。したがって，地表における調査を高度化することによって，断層の分岐や屈曲の分布及び断層沿いの変位量分布を詳細に把握し，断層で地震が発生する場合に一度にずれる範囲（長さ）を特定することが可能となる。

また，地殻構造探査を実施して，断層の地下深部での形態（断層の深さ方向の幅や傾斜等）を解明することによって，震源断層の三次元構造を推定することが期待できる。

このように，地表及び地下の断層形状を高精度に把握することは，断層の活動区間の評価，発生する地震の規模の評価を高度化する上で極めて重要である。

##### b) 断層周辺における地殻活動の現状把握の高度化

断層周辺における地殻活動の現状把握においては，地震連続観測やGNSS連続観測が不可欠である。しかしながら，現時点では，断層長に対して観測網が粗く，また，地殻構造が不均質であることなどがあり，既存の観測網によって得られる結果だけでは，活断層で発生する地震の長期評価の高度化へ貢献するという点において，十分な現状把握が行われているとはいえない。したがって，

重点的調査観測では、これまでよりも高密度な観測を行うことにより、断層を対象とした地殻活動の現状把握を高度化することが重要である。また、地殻の不均質構造を解明するため、地球物理学的手法を用いた調査観測を実施すること、更にそのデータを蓄積することが重要である。

#### c) 地震発生時期の予測手法の高度化

断層の今後の活動を予測するためには、その断層における過去の活動履歴を解明することが重要である。

これまで、断層の過去の活動履歴は、主としてトレンチ調査によって解明されることが多かった。トレンチ調査の有効性は今後も変わることはないと考えられるが、地表付近が撓曲とうきょくを呈している断層等、トレンチ調査が必ずしも有効とは限らない場合もある。重点的調査観測では、反射法探査やボーリング調査を組み合わせ実施する等、個々の断層に対してふさわしい調査手法を用いて活動履歴を解明していく必要がある。また、断層周辺における強震動による痕跡等も、活動履歴の解明に有効である。

#### d) 強震動予測の高度化

強震動予測の高度化のためには、a)～c)の過程で得られる成果を総合的に解析し、断層の三次元形状等の巨視的特性、断層面上の強震動生成域の位置や大きさ等の微視的特性、破壊開始点等のその他の特性を把握した上で断層モデルを構築する。さらに、震源から地表に至る地震波の伝播でんぱ特性、地震波の堆積層での増幅特性を適切に評価するために、高精度の地下構造モデルを構築することが重要である。

なお、平成22年11月に地震本部地震調査委員会長期評価部会でまとめられた「「活断層の長期評価手法」報告書（暫定版）」では、評価の高度化の観点から、地表の活断層の詳細な位置・形状の把握、震源断層の位置・形状の把握や、同時に活動すると考えられる区間ごとの活動履歴の的確な絞り込みも必要としており、この点についても留意することが適当である。

#### (ウ) 調査観測項目

重点的調査観測で実施すべき主な調査観測項目を以下のとおりとする。なお、解析に当たってはその他の観測項目から得られるデータも有効に活用する必要がある。

- 観点 a) 地震規模の予測の高度化
- 変動地形調査
- 断層を対象とした地殻構造探査

重力探査

高感度・広帯域地震観測

観点 b) 断層周辺における地殻活動の現状把握の高度化

高感度・広帯域地震観測

GNSS 等による地殻変動観測

電磁探査

観点 c) 地震発生時期予測の高度化

変動地形調査

トレンチ調査・浅層ボーリング調査等の地質学的調査

古地震調査

観点 d) 強震動予測の高度化

陸域における地震動（強震）観測

堆積平野の地下構造調査

(エ) 調査観測項目ごとの内容

(1) 変動地形調査

断層の位置や地震発生時に一度にずれる範囲（長さ）、ずれの量を詳細に把握することを目的に、地表に表れている断層について、航空写真測量と航空レーザースキャナー計測等を行い、地表面の詳細な高密度数値モデルを作成する。

また、作成したモデルから、変位地形に現れた断層運動による累積的な変位量を高密度で計測し、年代測定と地形学的計測に基づき平均変位速度分布を明らかにする。発展的な課題ではあるが、地表に現れた変位量の特徴を明らかにすることにより、精度のある強震動生成域の分布状況の把握を目指す。

(2) 断層を対象とした地殻構造探査

断層の地下構造の解明を目的として、反射法地震探査を実施する。実施に当たっては、活動区間等を考慮しつつ、最浅部（100m 以浅）での高分解能浅層反射法を実施するとともに、浅部（～約 2 km）、深部（約 2 km 以深）までの反射法地震探査を組み合わせる。特に深部の探査については、屈折・広角反射法地震探査も併せて実施するよう努める。

なお、過去に実施されたデータを再吟味し、新たに得られた結果と合わせて総合的に解析することも重要である。

(3) 重力探査

重力探査により得られる地下の密度構造の推定結果は、断層を対象とした地殻構造探査の結果と相補的に解析することができ、断層周辺の浅部構造解明に重要

なデータである。そのため、制御震源や自然地震を用いた地殻構造探査の測線と組み合わせて実施することに努める。

#### (4) 高感度・広帯域地震観測

断層周辺の地震発生層の上限及び下限の深さを正確に求めるため、規模の小さな地震に対する検知能力を向上させ、断層周辺の地震活動を正確に把握することが重要である。そのため、基盤的調査観測網と組み合わせ、連続地震観測点を約10km 間隔の三角網を構築することを目安に整備する。これらの観測は、長期にわたり継続することが重要である。

また、より高精度な震源分布を求めるために、数 km 間隔の三角網を構築することを目安に稠密<sup>ちゆうみつ</sup>アレイ観測網を展開し、機動的な繰り返し観測を行う。解析に当たっては、地殻構造探査の結果を基に最適な速度構造モデルを作成し、詳細な震源を求める。

さらに、断層周辺の局所的な応力を推定するため、稠密<sup>ちゆうみつ</sup>アレイ観測網で得られるデータを用いて、小さな地震を対象として発震機構解を求める。

#### (5) GNSS 等による地殻変動観測

断層周辺の詳細な地殻変動を把握するためには、既存の GNSS 連続観測網と組み合わせ、約5～8 km 間隔を目安とした GNSS 観測点を整備する必要がある。この観測点は連続観測点であることが望ましいが、全てを連続観測点として整備するには難しい面もある。したがって、ひずみ速度を勘案しつつ、当面はGNSS稠密<sup>ちゆうみつ</sup>繰り返し観測を実施し、周囲のGNSS連続観測点のデータと合わせて解析することにより、断層周辺における詳細な地殻変動の分布を明らかにする。

また、GNSS連続観測網や稠密<sup>ちゆうみつ</sup>繰り返し観測からだけでは捉えられない地殻変動の空間的変動を把握することも重要であり、衛星を用いた合成開口レーダーによる面的な地殻変動観測を実施するよう努める。

#### (6) 電磁探査

地下の電気比抵抗分布は、地殻を構成する岩石の物性や地殻内流体の分布に敏感である。地震探査による弾性的性質とは独立の物理量を得ることによって、地殻構造等の解明を進めることができる。そのため、制御震源や自然地震を用いた地殻構造探査の測線と組み合わせて電磁探査を実施するよう努める。

#### (7) トレンチ調査・浅層ボーリング調査等の地質学的調査

断層の活動履歴を精度良く把握するため、トレンチ調査、浅層ボーリング調査、地層採取調査等を実施する。沿岸域や湖沼においては、高分解能音波探査や海

底層・湖底層の地層採取調査を実施する。解析に当たっては、最浅部の高分解能反射法の結果も合わせて解析を行う。また、過去に行われたトレンチ調査等が存在する場合は、その結果の再吟味も有効である。

#### (8) 古地震調査

断層の活動によると思われる歴史時代に生じた地震の実態を、史料を基に調査する。史料記述や関連する史資料に基づいて、被害発生地点ごとの震度を推定して震度分布図等にまとめ、対象とする被害地震による強震動の特徴を明らかにする。また、断層の周辺における考古学的調査（考古遺跡の液状化痕跡等の調査）により、強震動発生履歴を解明することも重要である。

さらに、(7)の地質学的調査の結果と合わせて解析を行い、活動区間の連動性やより高い頻度で発生する地震のパターンについても明らかにするよう努める。

#### (9) 陸域における地震動（強震）観測

断層付近に存在し、強い揺れに見舞われる可能性の高い大規模な平野や盆地においては、精密な強震動予測を行うために、強震観測を実施し、地震動伝播・増幅特性を把握する。その際には、長周期地震動及び液状化に代表される軟弱地盤の挙動解明に資する観測を行うよう努める。

#### (10) 堆積平野の地下構造調査

平野や盆地の深い地下構造、表層の地盤構造を明らかにするために、人工震源や自然地震、微動等を用いた地下構造調査、ボーリング調査及び既存の表層地盤データの収集・整理を実施する。

### 4. 防災・減災に向けた工学及び社会科学研究との連携強化

新総合基本施策では、防災・減災に向けた工学及び社会科学研究との連携強化を図ることが重要であるとしており、「工学・社会科学研究のニーズを踏まえた地震調査研究の推進及び成果情報の整理・提供」、「地震被害軽減につなげるために必要となるデータの体系的収集・公開及びこれらを活用した工学・社会科学研究の推進」を基本的目標として掲げている。

これは、防災・減災対策を進めていく上で、防災・減災研究と地震調査研究とは車の両輪であり、その一方が欠けては社会に還元できる成果とはなり得ないからである。

したがって、本計画に基づく調査観測を進めるに当たっても、工学・社会科学研究との連携強化は極めて重要であり、具体的には、以下の観点から連携強化を図ることとする。最終的には、調査観測結果及びそれを利用した研究成果が、地方公共団体、民間団体、NPO等の組織や国民一人一人の防災・減災行動の誘導に資することが重

要である。

a) 学際的連携のもとでの調査観測の実施

調査観測により、有益な調査観測結果を得るためには、関連する研究分野との一層の連携を図ることが有効である。

例えば、近代的な観測システムが整備される以前の過去の地震や津波についての調査を行うためには、地震や津波に関する新たな史料の調査・収集やその信頼性の評価のため、歴史学等人文科学との連携も不可欠である。

b) 防災・減災に資する研究への調査観測結果の提供

防災・減災に資する研究では、地震本部のもとで実施している調査観測の結果が活用されるものも多くある。このため、調査観測結果の流通・公開を図るとともに、今後とも、工学・社会科学分野との協力のもとでの研究を進めることが有効である。その際は、政府の関係機関や大学等に限定されることなく、地方公共団体、民間団体、NPO等とも協力することが重要である。

例えば、建物や土木・機械施設等の耐震性向上に向けた研究の推進のため、地震動（強震）観測から得られるデータや応答スペクトルの提供が重要である。また、強震動や津波等による人的・物的被害の原因究明や被災シミュレーション等を行うためには、地震動（強震）観測結果の提供が必要である。さらに、地震や津波に関する即時的情報による効果的な初動対応を実現するためには、観測データを活用した工学や社会科学分野との連携が必要である。

c) 成果の社会還元を図るための国民とのコミュニケーション強化

調査観測結果から得られる成果の社会への還元にあたっては、情報の受け手側である国民の情報の受容のあり方も考慮することが必要である。例えば、ハザードやリスク情報を国民へ適切に伝達していくためには、心理学や社会学等の社会科学研究との連携を図ることが有効である。また、情報学との連携により、最先端の情報通信技術を活用することで、調査観測等から得られた成果を利用しやすい形で提供するなど、効果的に成果の社会還元を図っていくことが有効である。

なお、調査観測を進めるにあたっては、社会からの期待や要望を適切に汲み取り、それらを踏まえて戦略的に進める必要があり、その点でも社会科学との連携が重要である。

d) 工学や社会科学との連携を促進するための学際的プロジェクト研究等の実施

上記のような観点から工学や社会科学との連携強化を図っていくためには、理学研究者と工学・社会科学の研究者が共同で研究するような場が必要である。例えば、

現在実施されている、日本海地震・津波調査プロジェクトや南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトでは、探査的な研究を行ないつつ、実際にはその中でも、史料や津波石、津波堆積物等の要素を入れた津波履歴研究、更に地域勉強会等まで含めて、工学や社会科学と連携した防災研究的事業になっている。また、都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクトでは、首都圏で想定される地震と災害像を明らかにし、過大入力を受けた場合の建造物の崩壊余裕度の解明や効果的な損傷判定法の開発、大規模な災害からの回復力の向上のための方策など、工学・社会科学分野の研究者・実務者と連携した調査研究が行われている。こうした事業のように、学際的連携のもとで、調査観測を実施し、その結果に基づく研究や成果の普及展開を行うプロジェクト研究等を実施することが有効である。

## 第4章 調査観測結果の流通・公開について

### I. 基盤的調査観測等の結果の流通・公開に関する基本的考え方

#### 1. 調査観測結果の流通・公開の必要性

新総合基本施策において、地震調査研究を一層発展させるために、円滑なデータの流通・公開を一層促進すると指摘されていることから、原則として、調査観測結果はできるだけ広く公開される必要がある。

近代的な計器を用いて地震観測を開始して以来、100年余が経過した。最近、特に阪神・淡路大震災以降では、地震本部の方針に従い、地震及び地震動（強震）観測をはじめとして、地殻変動を把握するためのGNSS連続観測、過去の地震の活動履歴を把握するための活断層の調査等が全国的に実施されている。

しかしながら、活断層に起因する大きな被害を及ぼすような規模の大きな地震の平均発生間隔は、千年以上であり、これまでにデータを蓄積した期間は、これら地震活動の時間的スケールに比べ極めて短い。また、地震・地殻活動は、小さなものを含めれば、日本の陸域や周辺海域の至るところで時々刻々と発生している。このため、これまでに得られたデータや研究成果等我々が現時点で有する知識だけでは、地震現象を把握・評価する上で不十分であり、今後とも、地震に関する調査観測を、周辺海域を含め全国規模で長期間安定して行うことによりデータを更に蓄積するとともに、利用者に円滑に提供していく必要がある。

また、研究者にとっては、地震に関する調査観測はいわば「時間的・空間的スケールの大きい実験」を行っていることと同義である。観測データの取得という観点においては、多くの科学技術分野において行われている「研究室・研究所の中で行う実験」と本質的に同じである。一般に、研究の推進に当たっては、データの取得が必須であるが、時間的・空間的スケールの大きさを考えれば、地震調査研究に関しては、個々の研究者が全てのデータをそれぞれ取得するといった方法は非効率であり、予算・人材面からは困難な場合が多い。この意味でも、基盤的調査観測等については、地震本部が定める計画に従って組織的に調査観測を行い、取得したデータを可能な限り利用しやすい形態にデータベース化することで、調査観測結果（原データ、処理データやこれらデータに基づき作成された分析資料）を、いわゆる「知的財産」との位置付けの下、積極的に流通・公開させるといった手法が重要である。

#### 2. 調査観測結果の利用形態と本計画で考慮した事項

利用主体ごとの調査観測結果の利用形態及び本計画で考慮した事項は以下のとおりである。

##### ① 地震本部地震調査委員会

地震調査委員会は、関係機関、大学等の調査観測結果や研究成果を収集、整理及び分析し、これに基づき、地震に関する総合的な評価を行っている。具体的には、

地震防災対策に役立てるため、毎月、全国の地震活動の現状評価を行うとともに、主要 110 断層帯や周辺海域で発生する地震について、地震発生可能性の長期評価（地震の規模、発生確率等）や強震動評価を行っており、これらの評価結果を基に、「全国地震動予測地図」を作成している。また、今後は、東日本大震災における津波による甚大な被害を踏まえ、我が国の津波防災に貢献すべく、津波に関する評価を行うこととしている。

地震調査委員会において調査観測の結果を速やかに収集、整理及び分析するため、評価に必要な調査観測の結果（原データ、処理データや関係機関が自ら作成した分析資料のうち評価に必要なもの）を地震調査委員会に速やかに提供することが重要である。また、地震調査委員会における評価に必要な過去の調査観測の結果についても、同様の配慮が必要である。これらの観点から、関係機関はより一層の努力をする必要がある。

## ②研究者

大学、独立行政法人、民間等の研究機関において、国内外多数の研究者が、調査観測結果や研究成果を活用して地震調査研究を行っている。過去に得られた調査観測結果に基づき研究者が地震発生メカニズム等についての仮説を提唱し、その仮説を別の調査観測結果（将来得られるデータ、他の地域で得られるデータ等）を用いて検証していくといった研究手法が一般的に取られる。

原データを含め、研究に必要な調査観測結果を容易に利用できる環境の整備が重要であり、この観点から、関係機関はより一層の努力をする必要がある。

## ③防災関係機関

国、地方公共団体、その他関係機関は、災害対策基本法に基づき、役割を分担しつつ相互に連携して防災対策を行っている。これら防災関係機関にとって、調査観測の結果は、平常時においては、地域の地震活動の特徴、過去の被害地震、今後起こりうる地震の規模・場所やこれに伴う被害予測等についての知見を得るための基礎情報となる。また、被害地震（被害が伴うおそれのある地震を含む。以下同じ。）の発生時においては、地震による揺れや津波、更にはこれに伴う被害の分布等の速やかな把握、余震活動の推移の予測等の情報が重要となる。

調査観測の結果、特に処理データやこれを分析・評価した資料を適時・適切に提供する必要がある。とりわけ、被害地震の発生時においては、災害時の初動対応に直結する調査観測の結果については、直ちに防災関係機関に提供することが重要であり、この観点から、関係機関はより一層の努力をする必要がある。

## ④国民

国民が被害地震の発生時に適切に対応できるよう、平常時から地震災害に備えて、地震に関する基本的知識、地震活動の現状や将来の地震活動の予測等の情報に接していることが必要である。また、被害地震の発生時においては、防災対策に直結する調査観測の結果を直ちに国民に提供することが重要である。

調査観測の結果を国民に提供する場合、特に処理データやこれを分析・評価した資料を国民に適時・適切に提供する必要があるが、この場合、わかりやすい解説を付すなどして、調査観測の結果がどのような意味を持つのか理解できる情報とすることが重要であり、この観点から、関係機関はより一層の努力をする必要がある。

### 3. 調査観測結果の流通・公開の体制

基盤計画では、調査観測結果の流通体制の基本的考え方として、データセンター機能を整備することが望ましいとしている。このデータセンター機能は、流通の機能ごとあるいは調査観測項目ごとに分散型にする、一部機能を補うサブセンター機能を併せて整備するなどの形態も可能であるとしており、さらに、この機能は以下のようなものであることが望ましいとしている。

#### ○データ収集・処理機能（データ処理センター）

- ・原データの速やかな処理
- ・原データと処理データの地震調査委員会への速やかな提供
- ・原データと処理データの「データ流通センター」への速やかな伝送

#### ○データ提供機能（データ流通センター）

- ・総合的データベースの整備及び維持・管理
- ・総合的データの地震調査委員会への速やかな提供
- ・総合的データの他の利用者への速やかな提供

なお、データセンター機能については、基盤計画で示された上記の考え方を踏まえつつ、調査観測項目ごとに調査観測体制が様々である点を考慮して、調査観測項目ごとに整備することが望ましい。（具体的にはⅡ. のとおり）

また、調査観測データの公開に当たり、その利用に伴う対価や海外への公開に関する考え方について、以下のとおり整理している。

#### ①調査観測データの利用に伴う対価

新総合基本施策やこれまで策定された調査観測計画に示されているとおり、地震本部は、地震調査研究の推進、防災対策への活用、地震現象に関する国民の正しい理解等の目的で調査観測データの流通・公開を推進している。また、原則として、

調査観測結果はできるだけ広く公開される必要がある。

以上の観点から，上記目的の範囲に合致し，調査観測データの利用によって得られた成果が広く公開されるものであるならば，産学官の関係機関，一般国民，研究者等に対し無償でデータを公開することを原則とする。

一方で，稠密<sup>ちゆうみつ</sup>な調査観測網の全国展開に伴い，一部機関においては，調査観測に係る整備や維持管理の費用負担が過重になってきていることも事実であることから，関係機関は，上記条件の下での公開は無償とすることを原則としつつも，最低限の実費用応分負担について検討すべきである。

## ②海外へのデータの積極的な公開

新総合基本施策では，地震・津波観測データ等の相互の流通・提供を推進し，地震防災・減災分野での国際貢献に努めていくこととしている。そこで，英語版のウェブサイトを作成するなどして海外へのデータの公開を積極的に進めることが望ましい。

## II. 基盤的調査観測等の結果の流通・公開の主な状況と今後の推進方策

### (1) 陸域における高感度地震計による地震観測

#### ①高感度地震観測データの種類

##### ○原データ

連続波形，イベント波形（連続波形を地震ごとに切り出し，まとめたもの）等

##### ○処理データ

P波・S波等の発現時，振幅，周期，初動方向等の読み取り値（検測値），震源，マグニチュード，発震機構解（震源における，地震を引き起こした断層運動の様子を表したもの）等

#### ② 流通・公開の主な状況と今後の推進方策

防災科学技術研究所，気象庁，大学等が運用する高感度地震計の連続波形データが関係機関間でリアルタイムに相互流通する体制が構築されている。防災科学技術研究所は，データ流通センターとして，原データの蓄積及び公開を行っており，広く国内外の研究者や防災関係機関がオープンな形でインターネットを介してデータを利用できる状況にある。また，気象庁は，データ処理センターとして，文部科学省と共同で，原データを収集し，震源の決定等の処理を一元的に行っている。本体制の構築により，基盤計画に示された全ての高感度地震観測データが流通・公開される体制が整備された。このような体制の整備は世界的に見ても例がないことであり，今後も，本体制を維持していくことが必要である。

なお，大量の地震データをリアルタイムに自動処理する技術の開発・改良を進め

ることについても今後検討を進めていく必要がある。

## (2) 陸域における広帯域地震観測による地震観測

### ①広帯域地震観測データの種類

#### ○原データ

連続波形，イベント波形（連続波形を地震ごとに切り出し，まとめたもの）等

#### ○処理データ

セントロイド位置，モーメントマグニチュード，発震機構解（CMT法によるモーメントテンソル解等），震源過程（断層の破壊の様子）等

### ②流通・公開の主な状況と今後の推進方策

防災科学技術研究所，気象庁，大学等は，高感度地震観測データ流通と同様の仕組みを用いて連続波形データの交換を行っている。防災科学技術研究所は，データセンターとして，これらのデータを収集・蓄積するとともに，逐次的に解析を行い，データベースを作成している。原データ及び処理データは，防災科学技術研究所のウェブサイトから，インターネットを通じて一般に対し広く公開されている。今後も，現在の体制を維持していくことが必要である。なお，防災科学技術研究所と大学は，広帯域地震観測データをリアルタイムで気象庁に提供しており，気象庁は，これらデータを津波予測の高度化等のために活用することが重要である。

## (3) 陸域における地震動（強震）観測

### ①強震観測データの種類

#### ○原データ

イベント波形（波形を地震ごとに切り出し，まとめたもの）等

#### ○処理データ

計測震度，S I 値（スペクトル強度値），最大加速度値，地盤の特性（地盤の増幅度等），マグニチュード，震源過程（断層の破壊の様子）等

### ②流通・公開の主な状況と今後の推進方策

防災科学技術研究所の強震計の原データは，ウェブサイトで広く一般に公開されている。また，地域の地震動を代表する環境を選んで設置する強震計から得られる計測震度データは，リアルタイムで気象庁に提供されている。防災科学技術研究所は，今後とも，この体制を維持していくことが必要である。防災科学技術研究所の強震計内部で，最大加速度やリアルタイム震度等の強震動指標値を連続的に計算している。これを可視化したものはリアルタイムで揺れを把握することができる「強震モニタ」として広く一般に公開されている。

また、気象庁の震度計及び多機能型観測点の設置箇所に整備された強震計（震度計）の原データは一定基準以上の地震について、CD や一部ウェブサイトで公開されており、今後とも、この体制を維持していくことが必要である。

なお、強震観測データについては、多数の機関がそれぞれの目的に従い観測を行っており、高感度地震観測のように、特定のデータセンターを活用して、流通・公開を推進するのは現実的に困難であるが、強震観測データを取得している公的研究機関等も含めて、観測点やデータの所在等の情報を可能な限り一元的に得ることができる仕組み（クリアリングハウス）を構築するため、防災科学技術研究所に設置されている強震観測事業推進連絡会議のウェブサイトを活用することが重要である。このウェブサイトは、平成14年4月から公開されており、既に観測点の位置等に関する情報が掲載されている。今後は、データの入手方法に関する情報の掲載や各種検索機能追加の実現に向けて関係機関と連携を行う。

震度情報は、気象庁（約600点）、地方公共団体（震度情報ネットワーク、約2,800点）、防災科学技術研究所（約800点）が設置した震度計及び震度演算機能を持つ強震計の観測結果に基づいて発表されている。これらの震度計は震度演算の基となる強震波形（原データ）の記録機能を持つものも多い。

地方公共団体が整備した震度計で観測される原データの活用も重要であり、気象庁が気象業務に必要であるとしてオフラインで収集した原データ（おおむね最大震度5強以上を観測した地震でおおむね震度5弱以上を観測した観測点の原データ）は、気象庁ウェブサイトで公開が進められている。

将来的には、地方公共団体が整備した震度計の原データについては、オンラインによる流通・公開が可能となるように、その方策について関係機関で検討する必要がある（例えば、機器の更新等の機会を活用するなど）。地方公共団体が整備した震度計の原データの流通・公開を図るためには、大学がこれまで構築してきた地方公共団体とのネットワークを活用していくことも重要である。

地震調査研究以外の目的で強震観測データを取得している公的研究機関等も、可能な限り公開に努める必要がある。

#### （4）陸域における GNSS 連続観測

##### ①GNSS 連続観測データの種類

###### ○原データ

搬送波位相，疑似距離，暦等

###### ○処理データ

観測点座標値，基線ベクトル等

##### ②流通・公開の主な状況と今後の推進方策

国土地理院の GNSS 連続観測点については、国土地理院をデータセンターとして、原データと処理データを広く一般に公開する体制が構築されている。

国土地理院では、リアルタイムで原データを収集し、そのデータを配信機関を通じて民間に公開するとともに、30 秒ごとの RINEX 形式のデータをインターネットで公開している。

海上保安庁は、平成 15 年 2 月 14 日からウェブサイトでの提供を開始し、現在は、全国 27 ヶ所のディファレンシャル GNSS (DGNSS) 局及び全国 8 ヶ所の地殻変動監視局における 30 秒ごとの GNSS 基準点観測データ (干渉測位用搬送波位相データ) を RINEX 形式で FTP により提供している。

また、GNSS 連続観測データの流通・公開を促進するため、国土地理院のウェブサイト、GNSS 連続観測の観測点やデータの所在等の情報を一元的に得ることができる仕組み (クリアリングハウス) を設けており、国土地理院と海上保安庁の観測点についてはデータの所在等の情報を公開している。

今後はデータの流通・公開を促進するために、上記 2 機関にとどまらず、大学も含めた観測・研究機関が取得した GNSS 連続観測データについて、一元的に収集・整理したアーカイブ及びデータベースの整備を進めることが必要である。その際、大学の取得したデータについては、研究成果のプライオリティーに支障のない範囲でのデータ公開の方法について、関係機関での調整を行うものとする。

## (5) 地域評価に資する活断層調査

### ①活断層調査データの種類

地形地質調査結果、トレンチ調査結果、物理探査調査結果等

### ②流通・公開の主な状況と今後の推進方策

活断層調査データは、それぞれの機関において、広く一般に公開されている。

産業技術総合研究所は、より高度で詳細な活断層調査データの流通・公開を進めるために、他の機関が行っているものも含めた活断層データベースの公開を行っている。なお、地震調査委員会が行った地震発生可能性の長期評価の資料に基づいた情報も登録され、公開されている。今後とも、この体制を維持していく必要がある。

新総合基本施策では、「活断層の詳細位置図に各種調査及び評価結果を記した『活断層基本図 (仮称)』の作成」を基本目標として掲げており、活断層に関する情報を整理した上で、誰でも容易に使用できる形で提供することが必要である。データの整備方法等については、関係機関が連携し、「新たな活断層調査」(平成 21 年 4 月策定、平成 25 年 3 月改訂) に基づいて実施する。

## (6) ケーブル式海底地震・津波計による地震・津波観測

#### ①ケーブル式海底地震・津波計による地震・津波観測データの種類

ケーブル式海底地震・津波計には、高感度地震計、広帯域地震計、強震計等の観測機器が設置されており、地震計によるデータの種類の種類は(1)～(3)と同様である。

また、津波計(水圧計)による津波観測データは、原データとして、津波計による波形データ等があり、処理データとして、読み取り値(津波の到達時間、高さ)等がある。

#### ②流通・公開の主な状況と今後の推進方策

ケーブル式海底地震・津波計のうち、高感度地震計、広帯域地震計に分類される地震計のデータについては、陸上の高感度地震計と同様の仕組みを用いてデータ交換を行っており、今後もこの体制を維持する。

津波計(水圧計)データについては、気象庁、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構等においてデータ交換が行われており、今後もこの体制を維持する。

観測網の配置や観測データのノイズの程度を踏まえた地震の検知能力を勘案・吟味して、データの精度や観測点補正を用いた震源計算の導入等、処理方法について適時に点検・検討することにより、観測の信頼性等の確保や積極的なデータの活用を図っていくことが重要である。

### (7) 浅海域及び沿岸陸域の地形調査

#### ①浅海域及び沿岸陸域の地形調査データの種類の種類

浅海域における地形調査データとしては、マルチビーム測量及び航空レーザー測量で取得された水深データのほか、水深データを加工して作成された海底地形メッシュデータがある。

沿岸陸域における地形調査データとしては、航空レーザー測量等により取得した5～10mメッシュ標高データがある。

#### ②流通・公開の主な状況と今後の推進方策

海上保安庁からは、日本周辺海域の500mメッシュ海底地形データが一般に公開されている。また、津波防災対策用には、1次メッシュ(4,050m)から5次メッシュ(50m、主要な港湾域を対象)までの海底地形グリッドデータが作成されており、公益に資する用途に限り、申請に基づいて提供されている。浅海域海底地形データについては、港湾域以外ではデータが不足している海域が多く、引き続き海底地形調査を実施してデータを充実させるとともに、既存の海底地形メッシュデータの更新を行う。

国土地理院からは、基盤地図情報(数値標高モデル)が一般に公開されている。

## (8) 海底地殻変動観測

### ①海底地殻変動観測データの種類

各海底基準点の観測日及び座標値

### ②流通・公開の主な状況と今後の推進方策

海上保安庁は、各海底基準点の座標値の時系列を図示して地震調査委員会、地震予知連絡会会報及び海洋情報部観測報告等で公表している。将来的には、観測点や座標値データ等を一元的に提供する仕組みを構築するべく検討する必要がある。

## (9) 古地震・古津波調査

### ①古地震・古津波調査データの種類

津波堆積物調査結果及びそれに基づいて推定される津波浸水域のデータ、海岸段丘調査結果と生物遺骸調査結果及びそれに基づいて推定される地殻変動のデータ、史料調査結果及びそれに基づいて推定される震度のデータや津波高のデータ等

### ②流通・公開の主な状況と今後の推進方策

津波堆積物調査で得られた柱状図やその位置図等の津波浸水履歴の情報は、論文での公表以外に、各種報告書としてウェブで公開されている。今後、防災対策への活用を更に推進するには、系統的に分かりやすくデータを公開することが重要であるため、データがまとまった地域から随時データベース化し、その迅速な公開を推進していく。

史料のうち、古代・中世のものについてはテキストデータベースが公開されており、近世のものについては特定の歴史地震のテキストデータベース及び震度データベースが公開されている。史料の大部分を占める近世のものについてはデータベース化が進展していないため、今後、データベース化と公開を推進していき、強震動予測等への活用を図る。

## (10) 過去の地震観測・測地等のデータ

### ①過去の地震観測・測地等のデータの種類

- ・大学や気象庁、防災科学技術研究所に保存されている過去の地震波形記録
- ・国土地理院に保存されている過去の測量記録
- ・大学や気象庁、海上保安庁、国土地理院に保存されている過去の津波波形記録
- ・過去の観測で得られ保存されているその他のデータ

### ②流通・公開の主な状況と今後の推進方策

大学や気象庁、防災科学技術研究所等が所有する過去の地震観測データについて

は、今後も、その記録が散逸しないよう体系的に整理し、長期保存可能な状態とするよう、それぞれの機関において取組が進められており、今後とも努力を継続することが必要である。

国土地理院は過去の測量記録についてアーカイブを進め、記録が散逸しないよう体系的に整理、長期保存可能な状態とする取組を進めており、今後もこれを継続する必要がある。

過去の観測で得られ保存されているデータについては、これら以外も含めて、将来的には、観測点やデータの所在等の情報を一元的に得ることができる仕組み（クリアリングハウス）を持ったウェブサイトを開設することについて、関係機関で検討を行う。

#### (11) 地下構造調査

##### ①地下構造調査データの種類

主な堆積平野の地震基盤を含む、より深部の地層から地表までの地下構造を対象とした地形地質調査結果、ボーリング調査結果、反射法地震探査結果、弾性波速度構造・Q構造等

##### ②流通・公開の主な状況と今後の推進方策

地下構造調査データは、それぞれの機関において、広く一般に公開されており、今後も、この体制を維持する。

防災科学技術研究所は、現在、主たるデータセンターとして、地震動予測地図の作成に活用でき、また、地震学、地球科学、地震防災研究にも活用できる統合化地下構造データベースを公開しており、今後もこの体制を維持する。今後は、堆積平野の地下構造調査結果だけでなく、地球内部構造に関する基礎研究の成果や人工震源を用いた弾性波探査等のデータも含むようなものとする。また、データベース作成の際には、同研究所以外の機関が過去に実施した地下構造調査に関する資料の収集を行い、活用を図る。

産業技術総合研究所は、地質情報データベース（GEO-DB）等、総合検索、地質・火山・地震・地質災害等の各種データベースを整備して、関係機関が公開するデータを含めて一元的な発信を進めており、今後もこの体制を維持する。また、統合化地下構造データベースの構築・運用においては、防災科学技術研究所と連携・協力を行っている。

#### III. 今後に向けて

前項では基盤調査観測等について述べたが、重点的調査観測についても、そのデータの流通・公開が重要であることに変わりはなく、本報告書で述べた方策に準じ、そ

の流通・公開を推進していく必要がある。重点的調査観測は委託調査の形で行われることが多いが、これらの調査では、調査結果の報告を求めており、その際に得られる調査観測データまでは必ずしも求めていない。そのため、委託調査終了後、調査結果の報告書は提出されるものの、当該調査で得られた調査観測データの多くは、流通・公開が十分に担保されていない状況にある。今後は、報告書のみならず当該事業で得られた調査観測データも併せ報告を求め、提出されたデータの流通・公開に努めることが必要である。

また、調査観測項目ごとにそのデータが個別に処理・解析され利用されることに加え、今後は、これらのデータを統合して処理・解析するといったことも行われていくことが予想されることから、そのような観点からも、調査観測項目ごとのみならず、全体として相互に連携を図りつつ、調査観測データの流通・公開を進めていく必要がある。また、関係機関が収集・保有する地震現象や関連する災害情報等について、情報通信技術を活用して、リアルタイムで共有する仕組みを構築していくことも、調査観測の結果等を我が国の防災力向上のために役立てていくために必要である。

今後も、Ⅱ. で示した今後の推進方策に基づき、より一層の流通・公開を目指していくことが必要であり、関係機関が自ら努力するとともに、相互に連携・協力していくことが肝要である。

地震調査研究推進本部構成員

(平成26年8月時点)

(地震調査研究推進本部長)

下村博文 文部科学大臣

(地震調査研究推進本部員)

杉田和博 内閣官房副長官

松山健士 内閣府事務次官

大石利雄 総務事務次官

山中伸一 文部科学事務次官 (本部長代理)

立岡恒良 経済産業事務次官

本田勝 国土交通事務次官

(常時出席者)

西出則武 気象庁長官

小池剛 国土地理院長

地震調査研究推進本部

政策委員会構成員

(平成26年8月時点)

(委員長)

中島正愛 京都大学防災研究所教授

(委員長代理)

吉井博明 元東京経済大学コミュニケーション学部教授

(委員)

天野玲子 鹿島建設株式会社知的財産部専任役

川勝平太 静岡県知事

河田恵昭 関西大学社会安全学部社会安全研究センター長

国崎信江 危機管理アドバイザー

小平秀一 独立行政法人海洋研究開発機構

地震津波海域観測研究開発センター研究開発センター長

高木靱生 科学技術ジャーナリスト

田村圭子 国立大学法人新潟大学危機監理本部危機管理室教授

中林一樹 明治大学大学院政治経済学研究科特任教授

長谷川昭 国立大学法人東北大学名誉教授

久元喜造 神戸市長

平田直 国立大学法人東京大学地震研究所教授

平原和朗 国立大学法人京都大学大学院理学研究科教授

本藏義守 国立大学法人東京工業大学名誉教授

(地震調査委員会委員長)

高見澤将林 内閣官房副長官補 (事態対処・危機管理担当)

日原洋文 内閣府政策統括官 (防災担当)

市橋保彦 消防庁次長

田中敏 文部科学省研究開発局長

片瀬裕文 経済産業省産業技術環境局長

池内幸司 国土交通省水管理・国土保全局長

(常時出席者)

西出則武 気象庁長官

小池剛 国土地理院長

地震調査研究推進本部  
政策委員会調査観測計画部会構成員  
(平成26年8月時点)

(部会長)

平原和朗 国立大学法人京都大学大学院理学研究科教授

(委員)

青井真 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長

今泉俊文 国立大学法人東北大学大学院理学研究科教授

岩田知孝 国立大学法人京都大学防災研究所教授

纈纈一起 国立大学法人東京大学地震研究所教授

小白井亮一 国土地理院測地観測センター長

小平秀一 独立行政法人海洋研究開発機構  
地震津波海域観測研究開発センター研究開発センター長

鷺谷威 国立大学法人名古屋大学減災連携研究センター教授

佐竹健治 国立大学法人東京大学地震研究所教授

篠原雅尚 国立大学法人東京大学地震研究所教授

高橋浩晃 国立大学法人北海道大学大学院理学研究院准教授

佃栄吉 独立行政法人産業技術総合研究所理事

土井恵治 気象庁地震火山部管理課長

長屋好治 海上保安庁海洋情報部技術・国際課長

長谷川昭 国立大学法人東北大学名誉教授

久田嘉章 工学院大学建築学部教授

平田直 国立大学法人東京大学地震研究所教授

地震調査研究推進本部

「地震に関する総合的な調査観測計画」に係る審議経過

	開催日	主な検討事項
調査観測計画部会 (第 58 回)	平成 25 年 3 月 13 日	・次期調査観測計画の見直しの今後の進め方について 検討
調査観測計画部会 (第 59 回)	平成 25 年 5 月 31 日	・海域の調査観測の現状や課題について、海上保安庁、 海洋研究開発機構、産業技術総合研究所、国立大学法 人、気象庁からヒアリングを実施 ・今後の海域の調査観測のあり方についての議論 ・次期調査観測計画の全体の構成等についての検討
調査観測計画部会 (第 60 回)	平成 25 年 7 月 19 日	・次期調査観測計画の全体の構成等についての検討
調査観測計画部会 (第 61 回)	平成 25 年 10 月 4 日	・新総合基本施策の(1)海溝型地震に関する部分の調査 観測のあり方について検討
調査観測計画部会 (第 62 回)	平成 25 年 10 月 28 日	・陸域の調査観測の現状や課題について、防災科学技 術研究所、気象庁、国土地理院、産業技術総合研究 所、国立大学法人からヒアリングを実施 ・今後の陸域の調査観測のあり方についての議論
調査観測計画部会 (第 63 回)	平成 25 年 11 月 25 日	・地震調査委員会長期評価部会海溝型分科会（第二期） における調査観測計画の見直しに関する意見につい て、佐竹委員より説明、それに関連する議論 ・新総合基本施策の(1)海溝型地震に関する部分の調査 観測のあり方について検討
調査観測計画部会 (第 64 回)	平成 25 年 12 月 2 日	・地震・津波の即時予測技術の研究開発の現状等につ いて、気象庁、防災科学技術研究所、海洋研究開発 機構からヒアリングを実施 ・気象研究所林主任研究官より、リアルタイム津波波 源推定に関する研究についてヒアリングを実施 ・地震調査委員会強震動評価部会における調査観測計 画の見直しに関する意見について、額部委員よりよ り説明、それに関連する議論 ・地震調査委員会津波評価部会における調査観測計画 の見直しに関する意見について、佐竹委員より説明、 それに関連する議論

調査観測計画部会 (第 65 回)	平成 26 年 1 月 10 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新総合基本施策の(1)地震動即時予測及び地震動予測の高精度化について検討</li> <li>・新総合基本施策の(2)津波即時予測技術の開発及び津波予測に関する調査観測の強化について検討</li> </ul>
調査観測計画部会 (第 66 回)	平成 26 年 1 月 28 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震調査委員会長期評価部会活断層分科会における調査観測計画の見直しに関する意見について、今泉委員より説明、それに関連する議論</li> <li>・新総合基本施策の(3)活断層に関する調査観測のあり方について検討</li> </ul>
調査観測計画部会 (第 67 回)	平成 26 年 2 月 18 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データの流通・公開について検討</li> <li>・基盤的調査観測等について検討</li> </ul>
調査観測計画部会 (第 68 回)	平成 26 年 3 月 28 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震に関する調査観測計画のたたき台について審議</li> </ul>
調査観測計画部会 (第 69 回)	平成 26 年 4 月 25 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震に関する調査観測計画のたたき台について審議</li> </ul>
調査観測計画部会 (第 70 回)	平成 26 年 5 月 16 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震に関する調査観測計画の原案について審議</li> </ul>
調査観測計画部会 (第 71 回)	平成 26 年 6 月 13 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震に関する調査観測計画の原案について審議</li> </ul>
	平成 26 年 7 月 3 日 ～ 7 月 17 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パブリックコメント（意見募集）を実施</li> </ul>
調査観測計画部会 (第 72 回)	平成 26 年 7 月 25 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震に関する調査観測計画（案）について審議</li> <li>・パブリックコメント（意見募集）の結果について議論</li> </ul>
政策委員会 (第 47 回)	平成 26 年 8 月 25 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震に関する調査観測計画（案）について審議</li> </ul>
本部会議 (第 36 回)	平成 26 年 8 月 27 日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震に関する調査観測計画（案）について審議</li> </ul>

# 地震に関する総合的な調査観測計画

## ～東日本大震災を踏まえて～

- 地震本部が策定してきた調査観測計画に基づき、関係機関において地震に関する調査観測が実施され、我が国の地震調査研究の推進が図られてきた。
- 東日本大震災の教訓を踏まえた新総合基本施策や、調査観測の進展状況等を踏まえて、これまで策定してきた計画を1つの体系的な計画として新たに策定。

### 基盤的調査観測等

- ・被害の軽減と地震現象の理解を目指して、長期的な地震発生の可能性の評価、地殻活動の現状把握・評価、地震動の予測、津波予測の高度化、地震に関する情報の早期伝達等を行うために極めて重要な中核的調査観測であり、時間的、空間的に出来るだけ広い範囲を対象として実施すべきもの
- ・観測は、業務的に長期間にわたり安定的に行う

#### 基盤的調査観測

全国的に偏りなく実施すべき観測や一定の基準で全国的に実施すべき調査

##### 陸域における地震観測

- ・高感度地震計
- ・広帯域地震計

##### 陸域における地震動（強震）観測

- ・強震計

##### 陸域におけるGNSS連続観測による地殻変動観測

- ・GNSS観測

##### 地域評価に資する活断層調査

- ・主要活断層帯調査
- ・補完調査
- ・沿岸海域活断層調査
- ・短い活断層や地表に現れていない断層

##### ケーブル式海底地震・津波計による地震・津波観測

- ・ケーブル式海底地震・津波計

##### 浅海域及び沿岸陸域の地形調査

- ・浅海域の地形調査
- ・沿岸陸域の地形調査

#### 準基盤的調査観測

調査観測を行うことの有効性については示されているが、技術的課題等から全国的に偏りなく実施することが困難である調査観測

##### 海底地殻変動観測

- ・GNSS/音響測距結合方式による海底地殻変動観測

##### 古地震・古津波調査

- ・史料等による調査
- ・津波堆積物等の地質調査

##### 地殻・堆積平野構造調査

- ・島弧地殻構造調査
- ・堆積平野の地下構造調査
- ・プレート境界付近の地殻構造調査

##### 海域における地形・活断層調査

- ・海底変動地形調査及び超音波を用いた海底面の起伏調査
- ・海底地質調査

##### 人工衛星搭載型の合成開口レーダーによる面的地殻変動観測

- ・陸域における面的な地殻変動の検出

### 重点的調査観測

- ・新総合基本施策で示された平成31年度までに取り組むべき地震調査研究を実施するにあたって必要となる調査観測についての具体的な実施方針
- ・重点的調査観測の対象については、以下の1～3の通り、基盤的調査観測等に加え、これよりも稠密な調査観測や追加的調査観測項目での調査観測を実施

【対象】 ○海溝型：南海トラフ・南西諸島海溝、相模トラフ及び日本海溝・千島海溝周辺で発生する地震、相模トラフの沈み込みに伴うM7程度の地震、日本海における地震（活断層については別途調査観測計画部会で選定）

#### 海溝型地震を対象とした地震発生予測の高精度化に関する調査観測の強化 地震動即時予測及び地震動予測の高精度化

海溝型地震を対象とした地震発生予測の高精度化に関する調査観測の強化  
【必要な観点】 地震活動の現状把握の高度化、地殻変動の現状把握の高度化、地震発生の多様性等の把握、プレート境界地震等の発生モデルの高度化  
【調査観測項目】

- (1) 地震観測及び地震動観測 ①海域：ケーブル式海底地震計、自己浮上式海底地震計 ②陸域：高感度・広帯域地震観測、強震動観測
- (2) 地殻変動観測 ①海域：GNSS/音響測距結合方式、水圧計（津波計） ②陸域：GNSS連続観測、水準測量・潮位観測
- (3) 地殻構造調査 ①プレート境界域及び島弧地殻の人工震源を用いた構造調査 ②堆積平野の地下構造調査
- (4) 過去の地震活動の調査 ①古地震・古津波調査 ②過去の地震・津波観測データによる調査
- (5) 深部掘削によるプレート境界面の地球物理学的調査及び地質調査

#### 地震動即時予測及び地震動予測の高度化

【必要な観点】 地震動即時予測の高度化、地震動予測の高度化  
【調査観測項目】

- (1) ケーブル式海底地震計による地震観測
- (2) 陸域における地震観測及び地震動（強震）観測
- (3) 地殻構造調査 ①プレート境界域及び島弧地殻の人工震源を用いた構造調査 ②堆積平野の地下構造調査
- (4) 過去の地震活動の調査 ①古地震・古津波調査 ②過去の地震・津波観測データによる調査

#### 津波即時予測技術の開発及び津波予測に関する調査観測の強化

【必要な観点】

津波即時予測の高度化を目指した調査観測、津波予測の高度化を目指した調査観測

【調査観測項目】

- (1) ケーブル式海底地震計・津波計による津波観測
- (2) 陸域における広帯域地震計による地震観測
- (3) 地殻変動観測 ①海域：GNSS/音響測距結合方式、②陸域：GNSS連続観測
- (4) 過去の地震津波等の調査 ①古地震・古津波調査 ②過去の地震・津波観測データによる調査
- (5) 浅海域及び沿岸陸域の地形調査
- (6) 海域における活断層調査

#### 活断層等に関連する調査研究による情報の体系的収集・整備及び評価の高度化

【必要な観点】

地震規模の予測手法の高度化、断層周辺における地殻活動の現状把握と高度化、地震発生時期の予測手法の高度化、強震動予測の高度化

【調査観測項目】

- (1) 変動地形調査
- (2) 断層を対象とした地殻構造調査
- (3) 重力探査
- (4) 陸域における高感度・広帯域地震観測
- (5) 陸域におけるGNSS等による地殻変動観測
- (6) 電磁探査
- (7) トレンチ調査・浅層ボーリング調査等の地質学的調査
- (8) 古地震調査
- (9) 陸域における地震動（強震）観測
- (10) 堆積平野の地下構造調査

### 調査観測結果の共有と防災・減災への活用

#### データの流通・公開について

- ・基盤的調査観測等のデータの流通や公開の方策についての考え方を提示

#### 防災・減災に向けた工学及び社会科学的研究との連携強化

- ・学際的連携のもとでの調査観測の実施
- ・防災・減災に資する研究への調査観測結果の提供
- ・成果の社会還元を図るための国民とのコミュニケーション強化
- ・工学や社会科学との連携を促進するため学際的プロジェクト研究等の実施