

## 調査観測計画部会の検討状況について

平成 16 年 8 月 26 日

調査観測計画部会

### 1 . 重点的調査観測等の手法の検討について

本部会は昨年 8 月の政策委員会での指示を受けて、昨年 10 月に「海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会」及び「活断層を対象とした重点的調査観測手法等専門委員会」を設置した。

両専門委員会におけるこれまでの検討をもとに、活断層の今後の基盤的調査観測、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手法について中間とりまとめを行った。(別添 1、別添 2)

### 2 . 調査観測データの流通・公開について

本部会は、昨年 8 月の政策委員会での指示を受けて、昨年 10 月に「調査観測データ流通・公開推進専門委員会」を設置した。

本専門委員会は「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」(平成 14 年 8 月、調査観測結果流通 WG)において示された推進方策に従った調査観測データの流通・公開状況の聴取等を行っている。また、大学の過去の地震観測データの整理については、これまで対応が遅れていたが、今年度より整理を進めていくことから、現在の計画等を聴取した。今後は、適宜、問題点等を整理していく予定である。

今後の重点的な調査観測について（中間報告）

（ - 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な調査観測、活断層の今後の基盤的調査観測の進め方 - ）

平成 16 年 7 月 26 日

地震調査研究推進本部政策委員会

調査観測計画部会

## 目次

### ．はじめに

#### ．活断層を対象とした調査観測

##### - 1．基盤的調査観測のレビューと見直し

###### 1．活断層調査の位置づけ

###### 2．活断層調査及び長期評価のこれまでの状況

###### 3．活断層調査の補完的な調査の必要性

###### 4．新たな調査対象の発見等

###### 5．補完的な調査を行うべき断層帯の選定基準

###### 6．補完的な調査に必要な経費と実施機関に関する条件

##### - 2．活断層で発生する地震を対象とした重点的な調査観測について

###### 1．重点的な調査観測の目的

###### 2．重点的な調査観測に求められる観点

###### 3．具体的な調査観測項目

###### 4．パイロット的な重点的調査観測等の活用

##### - 3．付帯事項

#### ．海溝型地震を対象とした重点的な調査観測

##### 1．重点的な調査観測の目的

##### 2．重点的な調査観測の観点と課題

##### 3．先行的に行われている調査観測とその成果

##### 4．課題に対する調査観測項目

##### 5．優先すべき調査観測項目

##### 6．調査観測項目毎の強化の内容

##### 7．海域における地震観測について

### ．むすび

(別添)

日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震を対象とした重点的な調査観測

．はじめに

地震調査研究推進本部（以下「推進本部」という。）は、地震に関する総合的な調査観測計画を策定することとしており、平成9年8月には、「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。関係機関（関係行政機関、国立大学法人及び関係する独立行政法人等をいう。以下同じ。）は、基盤計画に基づき、基盤的調査観測と位置付けられた高感度・広帯域地震計、強震計、GPS連続観測施設の整備や活断層調査の実施等を精力的に進めてきており、活断層調査については一部のデータに不足が存在するものの、基盤計画に示された当初の目標が相当程度達成されてきている。

この状況を踏まえ、推進本部は、平成13年8月、「地震に関する基盤的調査観測計画の見直しと重点的な調査観測体制の整備について」（以下「基盤計画の見直し等」という。）を策定し、今後、海域における地震・地殻変動の観測や地殻構造の調査を充実させるとともに、強い揺れに見舞われる可能性が相対的に高い地域においては、基盤的調査観測に加え、重点的な調査観測体制を整備するとした。

この中で、それまでの長期評価の結果、強い揺れに見舞われる可能性が相対的に高いとされた糸魚川 - 静岡構造線断層帯、宮城県沖については、パイロット的に重点的な調査観測を行う対象とされ、平成14年度から3年間の計画で調査観測を実施することとなった。

さらに、調査観測計画部会は、平成14年4月から、東南海・南海地震を対象とした調査観測の強化について検討を進め、平成15年6月、「東南海・南海地震を対象とした調査観測の強化に関する計画（第一次報告）」（以下「東南海・南海調査観測計画」という。）をとりまとめた。東南海・南海地震については、平成13年9月に公表された長期評価において、強い揺れに見舞われる可能性が相対的に高いことが示されている。この長期評価を契機に、平成14年7月、「東南海、南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」が成立、交付、平成15年7月には、施行がなされた。このような状況を踏まえとりまとめられた「東南海・南海調査観測計画」において、東南海・南海地震は、重点的な調査観測の対象に位置づけられている。

基盤計画の見直し等において指摘された重点的な調査観測体制の整備については、このような形をとって既に一部実施されるところとなっている。こうした状況も踏まえつつ、調査観測計画部会では、これまでの基盤的調査観測の成果を受けて、全国を概観する地震動予測地図が作成される平成16年度を迎えるに当たり、全体的な体制整備の枠組みを改めて整理することとなった。この結果、平成15年10月、活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会（以下「活重点専門委員会」という。）及び海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会（以下「海重点専門委員会」という。）が設けられた。

本中間報告書は、活重点専門委員会及び海重点専門委員会におけるこれまでの検討をもとに、活断層の今後の基盤的調査観測、活断層及び海溝型地震を対象とした重点的な調査観測手法について、中間とりまとめを行ったものである。

なお、平成12年11月に宮城県沖地震、平成14年7月に三陸沖から房総沖にかけての地震活動、平成15年3月に千島海溝沿いの地震活動についての長期評価が公表され、それぞれ平成15年11月に変更された。これら長期評価等を契機に、平成16年3月、「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」が成立、同年4月に公布された。同法には、日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震に関する観測施設の整備に努めなければならないとの規定がある。このような状況を踏まえ、日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震を対象とした調査観測に着手する必要性が生じているところである。このため、本中間報告書を踏まえた同地域を対象とする調査観測の進め方については、別添として記述するものとする。

## ・活断層を対象とした調査観測

### - 1 . 基盤的調査観測のレビューと見直し

#### 1 . 活断層調査の位置づけ

陸域及び沿岸域における活断層の調査は、内陸地震が発生する場所、規模、時期を評価する観点から、その位置、形態、活動履歴に関するデータを得ることが目的である。調査対象とする活断層は、その活動が社会的或いは経済的に大きな影響を与えると考えられるものの中から選択することとされ、全国で 98 の断層帯が調査対象に選ばれたところであった。

#### 2 . 活断層調査及び長期評価のこれまでの状況

活断層については、これまで交付金活断層調査（国が経費を負担して地方公共団体が実施する活断層調査）が行われてきたが、今年度中に一通りの調査が終了する予定である。なお、大学、産業技術総合研究所、国土地理院、海上保安庁等においてもそれぞれの目的を踏まえ、調査が行われてきている。

基盤的調査観測としての活断層調査の結果を踏まえ、平成 16 年 7 月 9 日現在、57 の断層帯について長期評価を終えた。残り 41 の断層帯についても位置及び形態に関する評価については平成 16 年 9 月末までに、過去の活動履歴や将来の活動予測に関する評価についても今年度末までにとりまとめ、長期評価の評価書とする予定である。

#### 3 . 活断層調査の補完的な調査の必要性

現在、活断層の評価が着実に進められていくにつれ、公表済みの評価書の内容からうかがえるように、信頼度の高い長期評価を提供する観点から、補完的な調査を必要とする断層帯が相当数見出されている。ただし、このような断層帯においても、評価書の「今後に向けて」の節で示されているように、問題点に対する有効な調査手法がある程度判明しているものも多い。調査すべき断層と調査手法を予めよく吟味し、有効と考えられる調査項目を選択することで、基盤的調査観測として確実な成果を得ることが期待できる。

#### 4 . 新たな調査対象の発見等

平成 9 年度に基盤的調査観測の対象として 98 断層帯が選定された段階では、空中写真判読による変位地形の抽出により活断層が指摘されていた。その後、より詳細な空中写真を用いた変位地形の組織的な抽出や、反射法弾性波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が進められた結果、基盤的調査観測の対象となるべき基準を満たす活断層が起震断層換算で新たに 11 断層帯（注 1）確認されることとなった。これらの断層帯は、その活動性が殆ど判明していないことから、今後、新たな基盤的調査観測の対象断層として、追加的な調査を行う必要が生じている。

これらを対象にした追加的な調査も、当初の基盤的調査観測の結果を補うという意味においては、補完的な調査として位置づけられることになる。

## 5．補完的な調査を行うべき断層帯の選定基準

(4)で示した新たに基盤的調査観測の対象となるべき基準を満たすことが確認された断層帯に加え、これまで基盤的調査観測を行った断層帯の中で、補完的な調査が必要となるものとしては、下記の各条件に該当するものがあげられると考えられる。

過去の活動履歴が不明であるか、あるいは信頼度が低い断層帯

将来における地震発生確率の値の幅が大きい断層帯

断層の位置・形態及び活動区間に関して不明瞭な要素が多い断層帯

これらの条件に該当する断層帯においては、その断層帯が分布する地域が強い揺れに見舞われる可能性に関する信頼度を向上させる観点から、基盤的調査観測の不足部分を補完するための調査を実施する必要性が高いものと考えられる。

公表した評価書については、「今後に向けて」において、当該断層帯の過去の活動履歴を中心に、さらなる調査が必要な項目が指摘されている。補完的な調査を行うに当たっては、これら指摘事項の内容を精査した上で、調査に要する費用と期待される成果を勘案しつつ、確実に成果が得られる調査項目について実施すべきである。

なお、既に、第二回の当専門委員会において、類似の観点から産業技術総合研究所から補完的な調査が必要な断層帯の案が示されている。補完的な調査の対象となる断層帯を選定するに当たっては、この案も参考にしつつ上記条件に鑑みて決定することが適当である。

## 6．補完的な調査に必要な経費と実施機関に関する条件

従来の活断層調査は、都道府県、大学、産業技術総合研究所、国土地理院、海上保安庁等が互いに独立に実施してきた。文部科学省では、このうち都道府県に対して、調査に必要な経費を交付してきたが、交付金については、平成17年度限りで制度的に打ち切られることとなっている。これらの状況を踏まえつつ、地震調査研究推進本部として、補完的な調査の実施により信頼度の高いデータを得ることができる枠組みの確保について検討すべきである。

なお、新たに基盤的調査観測の対象となるべき基準を満たすことが確認されたことで、調査対象となる断層帯についても、調査実施については、同様な枠組みによることが適当であろう。

### - 2．活断層で発生する地震を対象とした重点的な調査観測について

#### 1．重点的な調査観測の目的

基盤的調査観測は、ほぼ全国的に偏りのない形で実施されてきた。平成 16 年度末には、その成果に基づき全国を概観した地震動予測地図が作成され、地域毎に強い揺れに見舞われる可能性を比較することが可能となる。強い揺れの可能性が相対的に高い地域では、基盤的調査観測に加え、特定の地震を対象とした重点的な調査観測体制の整備を行うことが重要である。

重点的な調査観測体制の整備を行う目的は、強い揺れに見舞われる可能性が相対的に高い地域で、基盤的調査観測が果たしてきた役割をさらに高度化させることであり、地震による被害の軽減及び地震現象の解明のための基盤的データを提供する観点から、次のようになると考えられる。

目的：長期的な地震発生時期及び地震規模の予測精度を向上させること

目的：地殻活動の現状把握を高度化すること

目的：強震動の予測精度を向上させること

活断層で発生する地震は、プレート境界で発生する地震と比較して発生間隔が長いため、長期評価の精度を向上させる観点からは、有用なデータの蓄積が進みにくい。したがって、長期評価の高度化を進めるための基礎的研究に資する基盤的データを蓄積することにも留意すべきである。また、重点的な調査観測体制を敷くべき地域において、基盤的調査観測としての目標が十分には達成されていない調査観測項目が存在する場合には、その部分を優先的に実施する必要がある。

## 2. 重点的な調査観測に求められる観点

重点的な調査観測の3つの目的を達成するためには、活断層を対象とした調査観測として次の観点が重要である。

### (1) 地震規模の予測の高度化

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。したがって、断層面の大きさを正確に評価することは、その活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の分布を詳細に把握し、活断層で地震が発生する場合に一度にずれる範囲(長さ)を正確に特定することが可能になる。

また、微小地震観測や様々な物理探査による地下構造調査を実施して、活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。



さらに、地震発生層の上限及び下限の深さを正確に求め、地震規模の予測の高度化に資する観点から、次に述べる地球物理学的調査観測も重要である。

#### (2) 断層帯周辺における地球物理学的調査観測の推進

活断層の活動度は、主として基盤的調査観測に基づく変動地形調査及び活動履歴調査から得られた結果に基づいて評価されてきた。一方、基盤的調査観測の一環として明らかになった断層帯周辺における現在あるいは近い過去の地震活動、地殻変動その他の地球物理学的調査観測から得られる知見を、活断層の長期評価に反映させるためには、地殻活動の現状把握を高度化し、現時点での断層の活動を地震発生サイクルの中で位置づける必要がある。

これら地球物理学的調査観測から得られる断層帯周辺における広域の地殻活動が、どのようにして活断層の活動に結びつくのかについては、まだ十分な精度で解明されているとは言えない。したがって、長期評価の高度化を進めるための基礎的研究に資する基盤的データを蓄積する観点から、断層スケールの稠密調査観測が必要である。また、地殻活動の現状評価を高度化して、断層帯周辺における応力集中の様子を把握する観点から、断層帯周辺における地球物理学的調査観測を推進することが大変重要である。

#### (3) 活動履歴の解明の高度化

断層帯で発生する最大規模の地震は、固有地震モデルに基づき発生すると考えられている。したがって、断層帯の今後の活動を高い精度で予測するためには、その断層帯における過去の活動履歴を高い精度で解明することが不可欠である。

これまで、断層帯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。トレンチ調査の有用性は今後も変わることはないと考えられるが、地表付近が撓曲を呈している断層帯等、トレンチ調査が必ずしも有効とは限らない場合もある。そのような断層帯において過去の活動履歴を解明する手法を開発することも今後は必要である。

#### (4) 強震動予測の高度化

強震動予測の高度化のためには、(1)～(3)で得られる断層の三次元形状、断層内の強震動発生領域の位置や大きさ、破壊伝播方向といった断層の巨視的・微視的特性に加えて、震源から地表に至る地震波の伝播特性に関する情報が必要である。強い地震動に見舞われる可能性が予想される地域等において、地震波の伝播特性や堆積層での増幅特性を把握することは、強震動予測を高度化するために必要である。

### 3. 具体的な調査観測項目

重点的な調査観測の3つの目的を達成するために、調査観測の観点毎に、具体的に実施すべき調査観測項目を挙げると、以下のとおりとなる。

#### (1) 地震規模の予測の高度化

- 変動地形調査
- 高感度・広帯域地震観測
- 地下構造調査
- その他の地球物理学的調査観測
- (2) 断層帯周辺における地球物理学的調査観測の推進
  - 高感度・広帯域地震観測
  - GPS 連続観測等による地殻変動観測
  - 電磁探査
  - 重力探査
  - 地殻応力測定
  - その他の物理探査

(3) 活動履歴の解明の高度化

- 変動地形調査
- トレンチ調査
- 浅層ボーリング調査
- その他の地下地質調査
- 浅層高分解能物理探査
- 年代測定
- 史料地震学的調査
- 考古地震学的調査

(4) 強震動予測の高度化

- 強震観測
- 地震基盤・地下深部の構造調査
- 浅部地盤の構造調査

なお、高感度・広帯域地震観測、強震観測、GPS 連続観測等による地殻変動観測、浅層ボーリング調査等、基盤的調査観測でも実施してきた調査項目について、より高密度での調査観測体制を整備することも重要である。さらに、地震観測については、地下構造調査と連携した速度構造モデルによる震源再決定や、強震動予測手法の高度化等、解析手法の高度化も併せて推進すべきである。

#### 4. パイロット的な重点的調査観測等の活用

基盤的な調査観測が進行中の段階であっても、公表済みの活断層や海溝型地震に関する長期評価から、強い揺れに見舞われる可能性が高いと予測できる地域は存在し、そのような地域においては先行的に重点的な調査観測を実施することも可能である。

このため、地震調査研究推進本部では、大学や研究機関と共同して、いくつかの地域において、特定の地震を対象に、既存の手法を組み合わせることでより高度な調査観測手法を編み出すことも視野に入れつつ、パイロット的な重点的調査

観測に着手してきた。活断層に関しては糸魚川 - 静岡構造線断層帯を対象地域として平成 14 - 16 年度の 3 ヶ年計画で実施している。これまでに実施された調査観測の主な成果は以下のとおりである。

#### 地震規模の予測の高度化

臨時稠密地震観測、反射法地震探査、重力探査、電磁気探査を実施して、糸魚川 - 静岡構造線断層帯の北部と南部の違いを明らかにした。北部では東傾斜、南部では西傾斜の断層であることが分かり、糸魚川 - 静岡構造線断層帯の 3 次元形状が明らかになりつつある。これらは、断層の活動区間の評価と、地震規模の予測の高度化に資するデータとなる。

#### 断層帯周辺における地球物理学的調査観測の推進

自然地震観測のための高感度テレメータ地震観測、機動的な地震観測を実施して、水平方向に不均質な地域での高精度の震源分布を得た。また、稠密 GPS 連続観測によって、基盤的 GPS 観測網による広域歪み場と断層規模の局地的歪み場の関係が解明されつつある。

#### 活動履歴の解明の高度化

高解像度 DEM (注 2) に基づいて変動地形の数値情報解析を行い、断層変位地形の 3 次元情報を整備するとともに、それをベースとした断層活動評価に資するデータを収集した。また、歴史資料の収集が進展し、1858 年大町地震や 1714 年小谷地震の震度分布が明らかとなった。

なお、科学技術振興調整費により平成 11 - 15 年度に行われた「陸域震源断層の深部すべり過程のモデル化に関する総合研究」でも、糸魚川 - 静岡構造線断層帯をテストフィールドの 1 つとし、パイロット的な重点的調査観測と連携して調査観測を実施した。

さらに、平成 14 年度から 5 カ年計画で実施されている「大都市大震災軽減化特別プロジェクト : 地震動(強い揺れ)の予測『大都市圏地殻構造調査研究』」では、1) 大深度弾性波探査、2) 大規模ボーリング調査、3) 断層モデル等の構築、が実施されている。地震発生源の特定が難しい首都圏・関東平野南部と近畿圏等で、大地震を発生させる仕組みを解明するため、大規模な地殻構造の調査研究とボーリング調査が実施され、その結果に基づき、高精度の地震動予測を行うための断層モデル等を構築しつつある。

これらの調査観測を通じて、重点的な調査観測項目に挙げられた調査観測をさらに継続していくことの重要性が明らかになりつつある。したがって、今年度で終了するパイロット的な重点的調査観測の扱いについては、(正式な)重点的な調査観測に移行して実施することが妥当と考える。

なお、重点的な調査観測の実施にあたっては、今後の詳細なレビューを活かしつつ、調査観測手法の改善を図ることが重要である。

### - 3 . 付帯事項

最後に、活重点専門委員会にて、以下の各項について重要なコメントが出されたことから、ここに付記することとした。

#### 海域における地形・活断層調査との分担

海域（沿岸域を除く）に存在する活断層については、水深が深い地域に位置していることや、完新世の地層に覆われていない等の理由により、陸上あるいは沿岸域に存在する活断層と同様の手法で調査及び評価を行うことが難しい。

海域に存在する活断層の調査は、この専門委員会の直接の検討対象ではないが、活断層の地下深部における挙動は、その活断層が内陸・海域のいずれに分布するかによらない可能性が高い。したがって、海域に存在する活断層についても、基盤的な調査観測を補完的に実施するとともに、長期評価の結果を踏まえ、必要に応じて重点的な調査観測の対象にも含めることを検討すべきである。

#### 評価手法の見直しについて

現行の長期評価においては、重点的な調査観測で得られるような調査観測結果を取り入れつつも、変動地形調査やトレンチ調査等の地表付近で行われる調査結果に基づいた評価が主体となっている。今後は、補完的な基盤的な調査観測及び重点的な調査観測を実施することで、新たな知見が得られた場合、活断層の長期評価等も随時見直しを行うことが必要になるが、その際、地震調査委員会長期評価部会において、平成17年度以降に評価手法のさらなる高度化についても、十分な検討を行うべきと考えられる。

#### 調査対象となる活断層の範囲の拡張

マグニチュード7.0よりも小さな規模の地震は、地表に地震断層を生じさせない可能性があるため、トレンチ調査や変動地形調査等では過去の活動を推定できない場合がある。一方、過去の被害地震記録を精査してみると、50人以上犠牲者が出た地震に関係する断層は、98断層帯の半分しかないことから、固有地震の規模がマグニチュード7.0に満たない小規模な断層帯の地震発生可能性についても一定水準の評価が必要である。

小規模の活断層は数が多く、また、変位の判断基準となる地形が不鮮明であるものも見られるため、これら全てを完全に調査するのは困難である。しかし、位置の正確な特定及び平均変位速度の推定に限定すれば、変動地形調査等によってある程度目的を達成することが可能である。それらの調査を基盤的な調査観測に準ずる調査（準基盤的な調査）として位置づけ、精密な断層位置図を整備することも検討する余地があると考えられる。

(注1) 新たに基盤的調査観測の対象となるべき基準を満たすことが確認された活断層(試案)

(起震断層換算で11断層帯、名称は一部仮称、選定は一部産業技術総合研究所資料による)

・沼田 - 砂川付近の断層帯(北海道)

増毛山地東縁断層帯と併せて評価したが、その特性は殆ど未解明

・サロベツ断層帯(北海道)

・会津盆地東縁断層帯(福島県)

会津盆地西縁断層帯と併せて評価する予定であるが、その特性は殆ど未解明

・高田平野東縁の断層帯(新潟県)

・六日町断層帯(新潟県)

・魚津断層帯(富山県)

・浦底 - 柳ヶ瀬山断層帯(福井県、滋賀県)

柳ヶ瀬 - 関ヶ原断層帯で併せて評価したが、その特性は殆ど未解明

・曽根丘陵断層帯(山梨県)

・安芸灘の断層帯(広島県、山口県)

・宇部沖の断層帯(山口県)

・人吉断層帯(熊本県)

(注2) DEM: 数値地形モデル。Digital Elevation Model の頭文字を取ったもの。

## ・海溝型地震を対象とした重点的な調査観測

### 1．重点的な調査観測の目的

海溝型地震については、既に平成15年度から東南海・南海地震について重点的な調査観測との位置づけの下、調査観測が行われている。今後は長期評価等の結果を踏まえ、対象を拡げていくこととなる。

重点的な調査観測の目的として、基盤計画の見直し等では基盤的調査観測網の果たしてきた役割をさらに高度化する観点から、以下の項目が示されている。

長期的な地震発生時期、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等地震発生前・後の状況把握

強震動の予測精度の向上

海溝型地震においては、津波への対応が重要である。したがって、重点的な調査観測においては、基盤的調査観測が目的とした「津波予測の高度化」のさらなる精度向上を目指すことを目的に加えることとし、上記3番目の項目については、

強震動と津波の予測精度の向上

とする。

### 2．重点的な調査観測の観点と課題

#### (1) プレート境界で発生する地震に関する知見

プレート境界では、その形状や性質が空間的に一様ではないために、プレート運動とともに準静的（非地震性）すべりが卓越している領域（準静的すべり域）と地震性すべりが卓越する領域（アスペリティ）が混在している。準静的すべりによりアスペリティ周辺には歪みが蓄積され、それが限界に達したときに地震が発生すると考えられている。

アスペリティが小さいものほど、歪み蓄積の限界に達するまでの時間が短い。また、同じアスペリティで発生する地震は、波形が似ていることが予想できる。日本海溝では、同じ場所に繰り返し小さな地震が起こる現象が広く見られ、これらの地震を「小繰り返し地震」と呼ぶことがある。この小繰り返し地震の再来間隔を観測することにより、準静的すべりを量的に推定することができる。

陸域のGPS観測網の整備により、日本列島周辺のプレート境界において、このような準静的すべり域及びアスペリティの存在が観測されるようになった。また、近代的な地震観測が始まってからの数十年の波形データを調べることによって、多くの小繰り返し地震が見つかった。このようにして、地震観測やGPS観測を通して、プレート境界面における準静的すべりを推定する手がかりが得られてきた。

#### (2) 海溝型地震を対象とした重点的な調査観測の観点

以上のような知見を踏まえ、海溝型を対象とした重点的な調査観測は、次の観点が重要である。

#### 地震活動の現状把握の高度化

プレート境界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、海溝型地震発生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、アスペリティ周辺の地震活動を詳細に把握する必要がある。この点においても地震活動の現状把握を高度化することが重要である。

#### 地殻変動の現状把握の高度化

陸域の GPS 観測網により、プレート境界の準静的すべり及び固着状況の把握が可能となった。今後は、陸域の高密度観測に加え、海域における地殻変動観測体制を整備し、その観測精度を向上させて、地殻変動の把握を高度化することが重要である。

#### 地震発生の多様性の把握

現在、地震発生の長期的予測は、過去に発生した地震に基づき次の地震発生について予測する統計的手法を中心として行っている。過去の地震に関する調査については、今後も過去の地震データによる調査、史料を用いた調査及び地質学的調査を継続し、過去に発生した地震の多様性（個々の地震についての多様性の他、複数の想定震源域の連動等）を把握することが重要である。

#### プレート境界地震の発生モデルの高度化

プレート境界における応力の集中過程に関する理解を深め、プレート境界地震の発生モデルの高度化に資するデータ蓄積が重要である。

#### 震源過程、地震波伝播特性、津波の波源及び伝播特性の把握

強震動予測及び津波予測については、既存データからモデルを作成し、予測計算を行っている。しかし、モデルの作成及びモデルを用いての予測計算に必要なデータが不足しており、仮定したデータを用いざるを得ない状況にある。モデル及びそれを用いた予測計算の精度向上を目指したデータ取得の取組が重要である。

なお、プレート境界の巨大地震においては長周期地震動が生成され、大規模堆積層構造によりその地震動が増幅されるため、それに即したデータ精度の向上が必要である。

#### 高度な津波予測を目指した取組の推進

現在の津波予測は、地震動を観測し、震源やマグニチュード等を求め、モデルに当てはめることで行っている。津波地震など長周期地震に伴い発生する津波は、津波の規模に対応するような地震動をとらえることができないと考えられており、正確な津波予測が困難であるという課題が残されている。このため、沖合での津波発生の直接的観測や、即時的波源モデルの推定に関する研究の推進が重要である。

### (3) 海溝型地震を対象とした重点的な調査観測の課題

以上の観点を踏まえ、海溝型地震を対象とした重点的な調査観測の目的達成を目指した課題について、東南海・南海調査観測計画で示された課題を基に改めて検討・整理する。

目的 . 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

東南海・南海調査観測計画では、次の課題が示された。

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

これら課題については、そのまま課題として残す。

課題 地震活動の現状把握の高度化

課題 地殻変動の現状把握の高度化

目的 . 長期的な地震発生時期、地震規模の予測精度の向上

東南海・南海調査観測計画では、次の課題が示された。

東南海・南海地震の多様性の把握

プレート境界面の巨視的形狀等の把握

プレート間の結合の強さの空間分布の把握

応力の集中過程、歪の蓄積過程の把握

プレート境界域の性状等の把握

これらを、現在の長期予測を行う際に用いられている統計的手法で精度向上を目指すための課題 と、今後の基礎的研究が進むことにより期待されるプレート境界地震の発生モデルに基づいた予測を目指す課題 に整理する。

課題 地震発生の多様性の把握

課題 プレート境界地震の発生モデルの高度化

目的 . 強震動と津波の予測精度の向上

東南海・南海調査観測計画では、次の課題が示された。

想定東南海・南海地震の震源過程の推定

波源の特性の把握

プレート境界付近の微視的形狀等の把握

深い地下構造の把握

浅い地盤構造の把握（国と地方公共団体の役割分担に留意）

津波伝播特性の把握

これらを、地震発生源に係る課題 、地震波伝播に係る課題 、及び津波の波源及び伝播に係る課題 に整理し、高度な津波観測・予測に係る課題 を追加する。



なお、目的 については、対象とする地震についての重点的な調査観測を行う他に、特定の地震を対象としない地域毎の特性調査も重要である。

課題 震源過程の推定

課題 地下構造の把握及び地震波伝播特性の把握

課題 津波の波源及び伝播特性の把握

課題 高度な津波観測と即時的波源モデルの推定

### 3. 先行的に行われている調査観測とその成果

海溝型地震について、先行的に行われている調査観測とその成果は次の通りである。

#### (1) 平成15年(2003年)十勝沖地震に関する緊急調査研究

平成15年9月26日に発生した十勝沖地震は、マグニチュード8.0の太平洋プレートと陸側のプレートの境界に発生した海溝型地震であった。この地震は、平成15年3月に地震調査研究推進本部が発表した「千島海溝沿いの地震活動の長期評価について」においてその発生が想定されていた地震と考えられている。この研究は2003年十勝沖地震の発生後、科学技術振興調整費により緊急に行われた。

この十勝沖地震の緊急研究では、以下の項目について調査がなされた。

- ・ 海底地震観測による余震分布の解析
  - 海底地震観測
  - 地殻構造調査のための反射法地震探査
- ・ 地殻変動観測
  - GPS 連続観測
  - GPS 繰り返し観測による余効変動観測
  - 重力観測
- ・ 津波・被害調査
  - 津波遡上高・被害の調査
  - 高精度の数値シミュレーションに基づく十勝沖地震津波の波形解析
  - 津波遡上高の詳細解析に基づく津波発生機構の解明
  - 地震・津波による海底への影響
  - 地震動特性と被害との関係調査
  - 石油タンク等の危険物貯蔵施設への影響の調査
  - 住民に対する津波避難アンケート調査
- ・ 総合解析
  - 海底地震データと陸域地震データとの統合解析
  - 遠地及び強震動地震記録、津波記録による十勝沖地震の震源過程の解析
  - 津波励起機構の総合研究

## 地震、地殻変動、津波・被害データによる総合解析

研究の主な成果は以下の通りである。

### 地震活動把握の高度化に関する成果

陸域の高感度地震計と海底地震計データの統合により、大地震後の余震分布を正確に把握することができ、この地震はプレート境界で発生したことが明らかにされた。また、陸域の観測点だけで決めた震源は、やや深めであることが分かり、海域における地震観測における、海底地震計の重要性が改めて認識された。

### 地震発生に関する多様性の把握に関する成果

1952年十勝沖地震との比較では、同じアスペリティが再び破壊されたと考えられ、両者の震度分布はほぼ同じであった。ただし、津波波源域の解析では両者に若干の違いがあり、1952年の津波波源域は、2003年の震源域に加え、その余効すべり領域を含んだものであった。

### 地殻変動把握の高度化及びプレート境界地震の発生モデルの高度化に関する成果

この地震では、大きな余効すべりも発生しており、これは陸域の高密度な地殻変動観測による高精度の解析で明らかになった。この解析結果はプレート間結合の解明に寄与するものである。

その他、以下の項目についても成果が挙げられている。

### 強震計・測地データの同時インバージョンによる震源過程の解析

インバージョンによる津波波源域の把握と大きな後続波を生み出した津波伝播特性の把握

苫小牧における石油タンク被害に関連した長周期地震動の生成と伝播過程の把握

また、陸域に設置してあった3成分歪計では、地震断層の生成に伴う歪地震動を記録しており、この記録を解析することにより、3成分歪計は津波予測の高度化にもつながる可能性があることが分かった。

## (2) 宮城県沖地震を対象としたパイロット的な重点的調査観測

宮城県沖については、長期評価の結果等により強い揺れに見舞われる可能性が相対的に極めて高いと判断された地域であることから、平成14年度からパイロット的な重点的調査観測として以下の調査観測を行っている。

### ・地震活動の履歴調査

過去の地震データを利用した震源の再決定

津波波形解析による過去の地震調査

史料を用いた過去の地震調査

波形インバージョンによるアスペリティ空間分布調査

・海底地震観測

自己浮上式海底地震計による地震観測

陸域高感度地震観測網による地震観測

・地殻変動観測

GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測

陸上地殻変動観測 (GPS、水準測量、合成開口レーダー)

重力観測

・海底地殻構造探査

現在、調査観測は最終年度の3年目に入ったところであるが、次に挙げる成果が得られつつある。このように、パイロット的な重点的調査観測については、当初の目的を達成しつつあると考えられ、その成果を重点的調査観測に生かすことが求められる。

地震発生に関する多様性の把握

過去に発生した地震の震源分布、アスペリティの分布、震度分布及び津波の詳細な状況が明らかになった。

地震活動把握の高度化

陸域の高感度地震計及び海底地震計を統合した震源分布から、プレート境界面の形状やそこで発生する小繰り返し地震の活動状況が明らかになった。

地殻変動把握の高度化

震源域及びその周辺の高精度地殻変動の把握が可能となり、プレート境界面上の固着領域の分布が明らかになった。また、宮城県沖地震のアスペリティ周辺で固着がはがれ、準静的すべりが進行している様子が捉えられた。

海底地殻構造の把握

(平成 16 年度実施予定)

(3) 東南海・南海地震に関する調査研究

文部科学省では、東南海・南海調査観測計画の方針に従い、平成 15 年度から「東南海・南海地震に関する調査研究 - 予測精度向上のための観測研究 -」を、以下の通り実施している。

・東南海・南海地震の想定震源域におけるプレート形状等を把握するための構造研究

広角反射・屈折法調査

反射法調査

短期観測型自己浮上式海底地震計による機動的な地震観測

- ・ 東南海・南海地震の想定震源域における微小地震分布を把握するための海底地震観測研究
  - 長期観測型自己浮上式海底地震計による観測
- ・ GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測の精度向上のための技術開発
  - 音速構造トモグラフィを用いた手法
  - ブイを用いた手法

(4) その他の科学的な知見

津波堆積物や完新世地殻変動の調査

地質学的側面からみた地震調査研究においては、津波堆積物調査や完新世地殻変動調査等の手法により、過去に発生した地震の履歴や多様性の把握について成果が期待されている。特に、完新世地殻変動は巨大津波を発生させる大地震の解明につながるものと考えられている。

4. 課題に対する調査観測項目

ここでは、3.の結果を踏まえつつ、課題毎に対応する強化すべき調査観測項目を、優先すべき調査観測項目とその他の有効な調査観測項目に整理した。なお、この整理に際しては、3.の結果及び東南海・南海調査観測計画で示された優先度を参考とした。

目的 . 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

課題 地震活動の現状把握の高度化

< 優先すべき調査観測項目 >

海域におけるケーブル式海底地震計、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

< その他の有効な調査観測項目 >

強震観測  
過去の地震・津波観測データによる調査

課題 地殻変動の現状把握の高度化

< 優先すべき調査観測項目 >

GPS / 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 GPS 連続観測、水準測量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

< その他の有効な調査観測項目 >

過去の地殻変動観測データによる調査

## 重力観測

歪計、傾斜計による地殻変動観測

目的 . 長期的な地震発生時期、地震規模の予測精度の向上

課題 地震の多様性の把握

< 優先すべき調査観測項目 >

過去の地震・津波観測データによる調査

古地震・古津波調査及び完新世地殻変動調査

課題 プレート境界地震の発生モデルの高度化

< 優先すべき調査観測項目 >

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

海域におけるケーブル式海底地震計、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

GPS / 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 GPS 連続観測、水準測量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

< その他の有効な調査観測項目 >

地震発生帯掘削

電磁探査

海域における地形・活断層調査

過去の地震・津波観測データによる調査

過去の地殻変動観測データによる調査

観測井を用いた総合地殻変動観測

地殻応力測定

地下水位観測

目的 . 強震動と津波の予測精度の向上

課題 震源過程の推定

< 優先すべき調査観測項目 >

過去の地震・津波観測データによる調査

強震観測

< その他の有効な調査観測項目 >

過去の地殻変動観測データによる調査

海域におけるケーブル式海底地震計、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

GPS / 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 GPS 連続観測、水準測量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  
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  
地震発生帯掘削  
電磁探査  
海域における地形・活断層調査  
古地震・古津波調査及び完新世地殻変動

課題 地下構造の把握と地震波伝播特性の把握

< 優先すべき調査観測項目 >

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（既存の表層地盤データの収集、整理を含む）

< その他の有効な調査観測項目 >

重力観測  
過去の地震・津波観測データによる調査  
海域におけるケーブル式海底地震計、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

課題 津波の波源及び伝播特性の把握

< 優先すべき調査観測項目 >

古地震・古津波調査及び完新世地殻変動調査  
過去の地震・津波観測データによる調査  
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

< その他の有効な調査観測項目 >

地震発生帯掘削  
海域における地形・活断層調査  
過去の地殻変動観測データによる調査  
電磁探査  
海域におけるケーブル式海底地震計、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  
GPS / 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 GPS 連続観測、水準測量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  
海域における地形・活断層調査

## 津波観測

課題 高度な津波観測と即時的波源モデルの推定

< 優先すべき調査観測項目 >

リアルタイムの水圧計（津波計）観測

3成分歪計等の観測機器を利用した地震観測

5. 優先すべき調査観測項目

「4. 課題に対する調査観測項目」の優先すべき観測項目を以下にまとめる。

(1) 地震観測

海域におけるケーブル式海底地震計、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

(2) 強震観測

(3) 地殻変動観測

GPS / 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GPS連続観測、水準測量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

(4) 地殻構造調査

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（既存の表層地盤データの収集、整理を含む）

(5) 過去の地震活動等の調査

過去の地震・津波観測データによる調査

古地震・古津波調査及び完新世地殻変動調査

(6) 高度な津波予測を目指した観測

リアルタイムの水圧計（津波計）観測

3成分歪計等の観測機器を利用した地震観測

また、その他の有効な調査観測項目をまとめると、以下の通りである。

過去の地殻変動観測データによる調査

海域における地形・活断層調査

地震発生帯掘削

歪計、傾斜計による地殻変動観測  
観測井を用いた総合地殻変動観測  
地殻応力測定  
地下水位観測  
電磁探査  
重力観測  
津波観測

## 6．調査観測項目毎の強化の内容

### (1) 地震観測

#### 海域における地震観測

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約 20km 間隔の三角網を目安として均一に観測点を配置し、同一地点で長期間にわたり観測を行うことが望ましい。

#### ケーブル式海底地震計

ケーブル式海底地震計は、基盤的調査観測に位置付けられており、リアルタイムのデータ取得が、地震活動の把握に非常に有効であることを考慮し、その整備に努める。

なお、ケーブル式海底地震計を整備する際には、津波計の併設及び強震動観測にも配慮する。

#### 自己浮上式海底地震計

地震活動度が相対的に高い領域、想定震源域の境界領域、想定されるアスペリティ及びその周辺域、地殻構造調査測線の周辺領域等については、より正確な地震活動の把握、より詳細なプレート境界面の形状の把握やより詳細なプレート境界面及びその周辺の構造の把握を行うとともに、それらの結果と地震活動の対比を行うため、自己浮上式海底地震計により、高密度な観測を実施するよう努める。

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るので、これらの調査観測を効果的・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。

#### 陸域における高感度・広帯域地震観測

想定震源域及びその境界領域におけるプレート間の結合の状況等を把握するため、ゆっくり地震（地震波を伴わずにプレート境界がすべる現象）のような長周期の成分を含んだ地殻活動や小繰り返し地震の活動等、想定震源域で発生している地震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、基盤計画に示されている目標の達成のための高感度地震観測施設と広帯域地震観測施設の整備を最優先とする。



さらに、基盤計画に示されている広帯域地震観測よりも、さらに長周期まで観測可能で、微小振幅から大振幅までの地震波も捉えることができるリアルタイム観測システムを、開発・整備するよう努める。なお、観測点の設置に当たっては、長周期成分のノイズを避けること等を目的として、沿岸域に中・深層の観測井（1000～3000m程度）を掘削し、設置するよう努める。

## （２）強震観測

想定震源域及びその境界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の把握や、波形データの蓄積、地盤特性の抽出のため、観測の強化を行うよう努める。

陸域における高感度・広帯域地震観測の整備を行う際には、基盤計画と同様に、その観測井を利用して、地下の基盤と地表に強震計を併設するよう努める。また、ケーブル式海底地震計を整備する際には、強震動も観測できるよう配慮する。

巨大地震と大規模堆積層構造で生成励起される長周期地震動特性の把握を進めるため、基盤観測に用いられている加速度型強震計より長周期帯域で精度の高い速度型の強震計を用いた中規模地震の観測の強化を行う。また、堆積層の影響を評価するために、堆積層と周辺の岩盤地域での長周期地震動の比較観測も行うように努める。

なお、大規模な平野や盆地等では、より集中的な強震観測を行うことが望ましい。

## （３）地殻変動観測

### GPS / 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境界領域におけるプレート境界の変動に起因する地殻変動を正確に把握するためには、その原因となるすべり等が発生している直上で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、海底での観測を実施することが必須である。この点を踏まえ、当面は下記の方針で、観測の実施と精度向上のための技術開発を行うよう努める。

### GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測の実施

想定震源域及びその境界領域におけるプレート間の結合の状況等を把握するために、想定震源域の直上及びその周辺海域において、海底地殻変動観測を、基盤計画で目標とするよりも高密度な観測点配置によって行うことを目標としつつ、優先的に実施するよう努める。なお、観測を実施する際には、大学や海上保安庁等での技術開発の成果を取り入れる必要がある。また、陸域におけるGPS連続観測による地殻変動観測等との連携を図ることも考慮する。

### 精度向上のための技術開発

より詳細に想定震源域及びその境界領域におけるプレート間の結合の状況等を把握するためには、現状の GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動繰り返し観測精度（5～10cm）は決して十分なものではない。そのため、当面、観測システムの安定性の向上と、2～3cm の観測精度の長期再現性を目指した技術開発を実施するよう努める。

水圧計（津波計）を利用した地殻変動観測の検討

津波計は、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ある。地殻上下変動観測を目的とした水圧計の利用の検討を進めるよう努める。

陸域における GPS 連続観測、水準測量による地殻変動観測

想定震源域におけるプレート間の結合の状況等を把握するため、プレート境界における結合や準静的すべり等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、基盤計画に示された陸域における GPS 連続観測による地殻変動観測の体制を維持しつつ、さらに高密度な観測を実施すること、具体的には、地震発生確率の高い想定震源域周辺を優先に、東海地域に整備されている GPS 連続観測網（約 15km 間隔）と同程度の観測点密度になるよう、観測点を整備することに努める。GPS 連続観測点の整備に際しては、潮位観測点との併設も考慮する。また、特異な地殻変動が現れた場合等には、必要に応じて、空間分解能をさらに向上させるため、より高密度の GPS 観測を機動的に行うよう努める。

地殻変動の上下成分を正確に把握するため、地震発生確率の高い想定震源域周辺を優先に、水準測量の高頻度化を進める。

地殻変動観測の信頼度を高めるため、GPS 連続観測の結果と合成開口レーダーによる面的地殻変動観測の結果を統合的に処理するよう努める。

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境界領域におけるプレート間の結合の状況等を把握するためには、GPS 連続観測網からだけでは捉えられない微細な地殻変動を把握することが重要であることから、合成開口レーダーにより面的な地殻変動を観測する必要がある。この点を踏まえ、当面は、定常的な地殻変動観測手法の開発を早期に進め、今後打ち上げが予定されている陸域観測技術衛星（ALOS）等に搭載される合成開口レーダーを利用した観測を実施し、関係地域において重点的な解析に努める。また、将来にわたって継続的に衛星データを利用できるよう関係機関で検討に努める。

#### （４）地殻構造調査

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

広角反射・屈折法調査

想定震源域及びその境界領域におけるプレート境界面の巨視的な形状や、想定震源域と陸域間の地震波速度構造を明らかにするために、長測線の広角反射・屈折法調査を実施するよう努める。

#### 反射法調査

分岐断層の分布とその形状、海山等のプレート境界浅部の形状や地震波の反射強度分布の把握のために、反射法調査を実施する。想定震源域の境界領域等の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。

### (5) 過去の地震活動等の調査

#### 過去の地震・津波観測データによる調査

過去の地震・津波観測データを用いて過去に発生した地震の発生様式（複数の想定震源域が連動して同時発生したか、単独で発生したか、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うえで、重要である。

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の地震活動の推移を把握することに努める。また、震源域及びその境界領域で過去に発生していた中規模地震の震源過程の把握に努める。さらに、過去の地震観測データ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努める。

#### 古地震・古津波調査及び完新世地殻変動調査

古地震等の調査も、海溝型地震の多様性を把握するうえで、重要である。地震発生時期や発生様式に加え、過去の地震規模や津波の規模を明らかにするには、被害状況等の調査が重要であり、史料の調査を実施するよう努める。

史料にない地震の調査には、地質学的調査（津波堆積物、完新世地殻変動、考古遺跡の液状化痕跡、隆起海成段丘、深海底地震性堆積物等の調査）を実施するよう努める。

### (6) 高度な津波予測を目指した観測

#### リアルタイム水圧計（津波計）観測

沖合における水圧計（津波計）観測は、津波発生を直接的に観測できる手法であることから、津波予測手法の確立を目的とした検討を進めるよう努める。

#### 3成分歪計等の観測機器を利用した地震観測

2003年十勝沖地震では、3成分歪計で地震断層の生成に伴う歪地震動をとらえた。陸域における加速度、速度、変位に加え、歪による記録を用いることに

より、津波予測精度の向上が期待でき、その手法の確立を目的とした検討を進めるよう努める。

#### 7. 海域における地震観測について

海域における地震観測については、基盤計画、基盤の見直し等において、ケーブル式海底地震計を面的に整備することとしている。しかし、海域における調査観測の様々な困難から、その整備が遅れているのが現状である。

このような状況の中、ケーブル式海底地震計の重要性は変わらないが、地震発生確率が高く詳細な地震活動を継続的に把握する必要がある震源域については、当面、自己浮上式海底地震計を用いて継続的な観測を行う必要がある。

また、ケーブル式海底地震計を用いた調査観測を行おうとする際の困難さの要因として、整備に膨大な予算を要することがあげられる。これを克服するため新技術を採り入れたセンサー開発等、低コスト測器の技術開発が必要である。

## ．むすび

本中間報告書は、現時点における活断層及び海溝型地震を対象とした基盤的調査観測の補完調査計画及び重点的な調査観測計画をまとめたものである。今後さらに、現在進められている調査観測から導かれる成果等を踏まえた見直しを行い、最終的な報告とするが、基本的な考え方についての検討は、ほぼ尽くされているものと考えており、本中間報告に沿った速やかな調査観測の実施が望まれる。

## 日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震を対象とした重点的な調査観測

重点的な調査観測に関する計画については、調査観測計画部会において、平成 15 年 6 月に「東南海・南海地震を対象とした調査観測の強化に関する計画(第一次報告)」が策定された。また、一般的な海溝型地震を対象とした重点的な調査観測の進め方については、調査観測計画部会が平成 15 年 10 月に設置した、海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会(以下「海重点専門委員会」という。)において議論され、平成 16 年 7 月に中間報告がとりまとめられる。

平成 16 年 3 月、「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」が成立、同年 4 月に公布された。同法には、日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震に関する観測施設の整備に努めなければならないとの規定がある。このような状況を踏まえ、海重点専門委員会での日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震に関する議論を基に、ここにその調査観測の考え方について記すものである。

### 1. 日本海溝・千島海溝周辺の地震活動の特徴

日本海溝・千島海溝周辺の地震活動については次のような特徴があり、調査観測を行おうとする場合、これらを考慮する必要がある。

- ・対象とする領域が広いこと、また、想定すべき震源域も多いこと
- ・領域全体にわたって地震活動度が高いこと
- ・以下のように地震発生様式が多様であること
  - 津波地震等の長周期地震が発生していること
  - プレート内またはプレート境界を断裂する大きな地震が発生すること
  - 同じ震源域において繰り返し発生する大地震(固有地震)については、その平均活動間隔が短い地震があること
  - 数百年を超える間隔で巨大津波を伴う地震が発生していること

### 2. 日本海溝・千島海溝周辺における重点的な調査観測の考え方

日本海溝・千島海溝周辺における優先すべき調査観測項目は、一般的な海溝型地震を対象とした調査観測項目と同様と考えられる。また、観測の内容についても基本的には同様となるが、1. で示した特徴を考慮し、日本海溝・千島海溝周辺における重点的な調査観測を進めるに当たり、重視すべき考え方を以下に記述する。

(1) 日本海溝・千島海溝周辺は広範囲にわたり地震活動が高く、一方で準静的すべりが頻発することを考慮すると、広域的な観測を行い、基礎的データを

充実させる必要がある。なお、観測点の整備に当たっては、地震発生確率の高い想定震源域等を優先する必要がある。

(2) 日本海溝・千島海溝周辺では、津波地震が発生していることを考慮すると、長周期成分を含む地震を正確に捉えることを目的とした観測体制の整備が重要である。このような地震を捉えるセンサーには、長周期成分の地震動に対応していること、及び大きな揺れにも振り切れることのないようにダイナミックレンジが広いこと等の性能が要求される。こうした観点を踏まえた、新しいセンサーの開発が必要である。

(3) 日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震については、平均活動間隔が短い固有地震がある。これらの地震については、明治以降の近代的な地震・津波観測によるデータが残っている可能性が高い。このような古い地震・津波観測データを用いた解析を行う必要がある。また、これらの古い地震観測データについては、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必要がある。

地震調査研究推進本部政策委員会  
調査観測計画部会

(部会長)

長 谷 川 昭 東北大学大学院理学研究科教授

(委員)

安 藤 雅 孝 名古屋大学大学院環境学研究科教授  
石 井 紘 (財)地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所副首  
席主任研究員

入 倉 孝次郎 京都大学副学長

大志万 直 人 京都大学防災研究所教授

岡 田 義 光 独立行政法人防災科学技術研究所企画部長

笠 原 稔 北海道大学大学院理学研究科教授

金 沢 敏 彦 東京大学地震研究所教授

金 田 義 行 独立行政法人海洋研究開発機構地球内部変動研究セン  
タープレート挙動解析研究プログラムディレクター

工 藤 一 嘉 東京大学地震研究所助教授

熊 木 洋 太 国土地理院測地観測センター長

佐 藤 比呂志 東京大学地震研究所教授

佃 栄 吉 独立行政法人産業技術総合研究所研究コーディネータ

土 出 昌 一 海上保安庁海洋情報部技術・国際課長

西 出 則 武 気象庁地震火山部管理課長

平 田 直 東京大学地震研究所教授

本 蔵 義 守 東京工業大学副学長

翠 川 三 郎 東京工業大学大学院総合理工学研究科教授



地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会

活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会

(主 査)

平 田 直 東京大学地震研究所教授

(委 員)

飯 尾 能 久 京都大学防災研究所助教授  
伊 藤 谷 生 千葉大学理学部教授  
今 泉 俊 文 東北大学大学院理学研究科教授  
岩 崎 貴 哉 東京大学地震研究所教授  
岩 田 知 孝 京都大学防災研究所助手  
笠 原 敬 司 独立行政法人防災科学技術研究所防災研究情報センタ  
一長  
瀨 瀨 一 起 東京大学地震研究所教授  
鷺 谷 威 名古屋大学大学院環境学研究科助教授  
佐 藤 比呂志 東京大学地震研究所教授  
杉 山 正 憲 国土地理院地理調査部防災地理課長  
杉 山 雄 一 独立行政法人産業技術総合研究所活断層研究センター長  
東 郷 正 美 法政大学社会学部教授  
都 司 嘉 宣 東京大学地震研究所助教授  
中 田 高 広島大学大学院文学研究科教授  
干 場 充 之 気象庁地震火山部地震予知情報課課長補佐  
本 蔵 義 守 東京工業大学副学長  
翠 川 三 郎 東京工業大学大学院総合理工学研究科教授  
渡 辺 一 樹 海上保安庁海洋情報部技術・国際課地震調査官

地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会  
海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会

(主 査)

長谷川 昭 東北大学大学院理学研究科教授

(委 員)

安 藤 雅 孝 名古屋大学大学院環境学研究科教授

入 倉 孝次郎 京都大学副学長

岡 村 行 信 独立行政法人産業技術総合研究所海洋資源環境研究部  
門海洋地質研究グループ長

小 原 一 成 独立行政法人防災科学技術研究所防災研究情報センタ  
ー高感度地震観測管理室長

笠 原 稔 北海道大学大学院理学研究科教授

金 沢 敏 彦 東京大学地震研究所教授

金 田 義 行 独立行政法人海洋研究開発機構地球内部変動研究セン  
タープレート挙動解析研究プログラムディレクター

島 崎 邦 彦 東京大学地震研究所教授

谷 岡 勇市郎 北海道大学大学院理学研究科助教授

都 司 嘉 宣 東京大学地震研究所助教授

橋 本 徹 夫 気象庁地震火山部地震予知情報課評価解析官

平 田 直 東京大学地震研究所教授

藤 田 雅 之 海上保安庁海洋情報部海洋調査課航法測地室主任衛星  
測地調査官

藤 本 博 巳 東北大学大学院理学研究科教授

本 蔵 義 守 東京工業大学副学長

村 上 亮 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

山 中 浩 明 東京工業大学大学院総合理工学研究科助教授

## 今後の重点的な調査観測について（中間報告）に係る審議経過

### 活断層

平成 16 年 1 月 16 日

第 1 回活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会

平成 16 年 3 月 25 日

第 2 回活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会

平成 16 年 5 月 28 日

第 3 回活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会

平成 16 年 7 月 9 日

第 4 回活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会

### 海溝型地震

平成 16 年 1 月 29 日

第 1 回海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会

平成 16 年 3 月 8 日

第 2 回海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会

平成 16 年 4 月 26 日

第 3 回海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会

平成 16 年 6 月 10 日

第 4 回海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会

平成 16 年 7 月 20 日

第 5 回海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会

### 調査観測計画部会

平成 16 年 7 月 26 日 第 39 回調査観測計画部会

## 今後の重点的な調査観測について（中間報告）概要

平成 16 年 7 月

## はじめに

- (1)平成 13 年 8 月、「地震に関する基盤的調査観測計画の見直しと重点的な調査観測体制の整備について」を策定、基盤的調査観測を踏まえた長期評価の結果、強い揺れに見舞われる可能性が相対的に高い地域に、重点的な調査観測体制を整備するとの考えが示され、パイロット的な重点的調査観測を開始、
- (2)長期評価において強い揺れに見舞われる可能性が相対的に高いことが示された、東南海、南海地震について、「東南海、南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」の成立等も踏まえ、重点的な調査観測を先行実施することとし、その調査観測計画を策定(平成 15 年 6 月)、
- (3)(2)の状況も踏まえつつ、これまでの基盤的調査観測の成果を受けて、全国を概観する地震動予測地図が作成される平成 16 年度を迎えるに当たり、全体的な体制整備の枠組みを改めて整理することとし、その検討結果の中間とりまとめを行う。

## ．活断層を対象とした調査観測

## - 1 ．基盤的調査観測のレビューと見直し

## 1 ．活断層調査のこれまでの状況

調査対象の 98 断層帯については今年度末までに評価書案を取りまとめる予定

## 2 ．活断層調査の補完的な調査

長期評価を終えた断層帯の中で、信頼度の高い評価結果を提供する観点から、補完的な調査が必要なものの存在

補完的な調査の対象となる断層帯の条件

- ・過去の活動履歴が不明であるか、あるいは信頼度が低い断層帯
- ・将来における地震発生確率の値の幅が大きい断層帯
- ・断層の位置・形態及び活動区間に関して不明瞭な要素が多い断層帯

## 3 ．新たな調査対象の発見等

平成 9 年度に基盤的調査観測の対象として 98 断層帯が選定された後、新たに選定基準を満たす 11 断層帯の確認、これらについては、追加的な調査が必要

## - 2 ．活断層で発生する地震を対象とした重点的な調査観測

## 1 ．重点的な調査観測の目的

長期的な地震発生時期及び地震規模の予測精度を向上させること

地殻活動の状況把握を高度化すること

強震動の予測精度を向上させること

## 2 ．重点的な調査観測に求められる観点と観測項目

地震の規模の予測

断層面の大きさ（長さ、幅）と発生する地震の規模は強い相関関係があるので、断層面の規模を評価することが重要

変動地形調査、高感度・広帯域地震観測、地下構造調査、その他の物理探査
------------------------------------

## 断層近傍における地球物理学的調査観測の推進

基礎的研究に資する基盤的データの蓄積および断層帯周辺の応力集中の把握の観点から、断層帯周辺における地球物理学的調査観測の推進が重要

高感度・広帯域地震観測、GPS 連続観測等による地殻変動観測、電磁探査、重力探査、地殻応力測定、その他の物理探査

## 活動履歴の解明の高度化

断層帯における地震発生を高い精度で予測するためには、過去の活動履歴を高い精度で解明することが不可欠であり、トレンチ調査に加え、過去の活動履歴を解明する新たな手法を開発することが今後は必要

変動地形調査、トレンチ調査、浅層ポーリング調査、その他の地下地質調査、浅層高分解能物理探査、史料地震学的調査、考古地震学的調査

## 強震動予測の高度化

強い地震動に見舞われる可能性が予想される都市域等において、地震波の伝播特性や堆積層での増幅特性を把握することが、強震動予測を高度化するために必要

強震観測、地震基盤・地下深部の構造調査、浅部地盤の構造調査

## 3. 糸魚川 - 静岡構造線断層帯を対象としたパイロット的な重点的調査観測の成果

活断層の3次元形状の把握による地震規模予測の高度化

高精度の震源分布および局地的歪み場の把握による地球物理学的調査観測の推進

断層変位地形の3次元情報及び歴史資料の解析による活動履歴解明の高度化

これらの成果等も踏まえ、パイロット的な重点的調査観測については、重点的な調査観測に移行して実施することが妥当と考える。

・海溝型地震を対象とした重点的な調査観測

### 1. 重点的な調査観測の目的

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

強震動と津波の予測精度の向上

### 2. 重点的な調査観測の課題と観点

地震活動の現状把握の高度化

正確な震源分布によるプレート形状の把握及びアスペリティ周辺の詳細な地震活動の把握が重要

地殻変動の現状把握の高度化

陸域のGPS観測網によるプレート境界の準静的すべり及び固着状況の把握が重要であり、また、海域における地殻変動観測体制の整備及び観測精度の向上が重要  
地震発生の多様性の把握

過去に発生した地震の多様性(個々の地震についての多様性の他、複数の想定震源域の連動等)を把握することが重要

プレート境界地震の発生モデルの高度化

プレート境界における応力の集中過程に関する理解を深め、プレート境界地震の発生モデルの高度化に資するデータ蓄積が重要

震源過程、地震波伝播特性、津波の波源及び伝播特性の把握

断層・地震波伝播・津波伝播モデル及びそれを用いた予測計算の精度向上を目指す

したデータ取得の取組が重要であり、また、プレート境界の巨大地震において生成される長周期地震動を対象とした調査観測が必要  
高度な津波観測と即時的波源モデルの推定  
沖合での津波発生の直接的観測や、即時的波源モデルの推定を目指した調査研究の推進が重要

### 3. 先行的に行われている調査観測とその成果

#### (1)平成 15 年（2003 年）十勝沖地震に関する緊急調査研究

陸域地震計及び海底地震計を統合した正確な震源分布の把握  
地震発生に関する多様性の把握  
陸域の高密度 GPS 観測による高精度な余効変動観測  
強震計・測地データの同時インバージョンによる震源過程の解析  
津波波源域の把握と大きな後続波を生み出した津波伝播特性の把握  
苫小牧における石油タンク被害に関連した長周期地震動の生成と伝播過程の把握  
3 成分歪計による歪地震動の観測

#### (2)宮城県沖地震を対象としたパイロット的な重点的調査観測

過去に発生した地震のアスペリティ、震源分布及び震度分布等の把握  
陸域地震計及び海底地震計を統合した正確な震源分布の把握  
高精度地殻変動観測による準静的すべりの把握  
海底地殻構造の把握（平成 16 年度実施予定）  
パイロット的な重点的調査観測の目的は達成しつつあると考えられ、その成果を重点的な調査観測に生かすことが求められる。

#### (3)その他

東南海・南海地震に関する調査研究（平成 15 年度から実施）  
津波堆積物や完新世地殻変動の調査

### 4. 優先すべき調査観測項目

#### (1)地震観測

ケーブル式海底地震計、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

#### (2)強震観測

#### (3)地殻変動観測

GPS / 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 GPS 連続観測、水準測量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

#### (4)地殻構造調査

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（既存の表層地盤データの収集・整理を含む）

#### (5)過去の地震活動等の調査

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、完新世地殻変動調査

#### (6)高度な津波予測を目指した観測

リアルタイムの水圧計（津波計）観測、  
3 成分歪計等の観測機器を利用した地震観測